

**XV ВСЕРОССИЙСКАЯ
НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ И
ИХ ПРИМЕНЕНИЕ»**

14 марта 2017 года

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Москва 2017

УДК 681
ББК 32.8
К84

XV Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. – М: ФГБОУ ВО МГППУ, 2017. – 278 с.

Печатается по решению организационного и программного комитетов XV Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение»

**Издание материалов конференции
осуществлено под редакцией:**

д.ф.-м.н., профессора А.В. Чечкина, д.т.н., профессора Л.С. Куравского, к.ф.-м.н., доцента Г.А. Юрьева, к.т.н., профессора С.Л. Артеменкова, д.т.н., профессора А.В. Горбатова, д.т.н., профессора С.Д. Кулика, д.т.н., доцента В.И. Гончаренко, д.т.н., профессора А.В. Зайцева, д.т.н., профессора Э.Д. Аведьяна, д.ф.-м.н., профессора С.Д. Махортова, д.т.н., профессора Л.Н. Ясницкого.

*Посвящается памяти выдающегося ученого,
Заслуженного деятеля науки России,
профессора Александра Ивановича Галушкина.*

ISBN 978-5-94051-136-6

© ФГБОУ ВО МГППУ, 2017.

Содержание



Тезисы пленарных докладов

О приоритете советской науки в области нейроинформатики	16
О нейронных сетях и плагиате	19
Методический аппарат подготовки специалистов в области робототехнических комплексов.....	22

1. Интеллектуальные информационные системы

Интеллектуальное управление группировкой роботов на основе радикального моделирования	23
Нечеткие множества и мягкие вычисления в экономических моделях	24
Модели и алгоритмы интеллектуальной информационно-управляющей системы.....	25
Синтез программно-аппаратных средств реализации автоматизированной информационной системы на основе нечетких продукций.....	26
Инструментарии интеллектуальной поддержки систем автоматизации тестирования	30
Обнаружение вирусов в мобильной операционной системе	31
Подход к организации интеллектуального информационного обеспечения исследований по обоснованию перспектив развития стратегических систем вооружения.....	32
Выразительные возможности языка схем радикального моделирования RADICAL и типовая автоматизированная система	33
Описание проблемной области космической съемки с помощью языка схем радикального моделирования.....	34
Распределенные LP-структуры и связанные с ними производственно-логические уравнения.....	34

Проблемные вопросы анализа программного обеспечения интеллектуальных информационно-измерительных систем.....	35
Модель опережающей разработки плана деятельности предприятия в резко меняющейся обстановке.....	35
Нечеткая сетевая модель формирования целей информационного обеспечения	36
Модель задачно-индукторного пространства в контексте продуктивного мышления.....	38
Информационно-системная безопасность сложных систем	40
Кластеризация множества слоев в задаче нечеткого LP-вывода.....	40
Концептуальное представление предметной области функционирования систем мониторинга фреймовой моделью с нечеткой логикой.....	41
Интеллектуальная система распределения логистических заказов.....	43
Адаптация характеристик радиолиний информационного обмена кластера малобааритных космических аппаратов	45
Использование технологий визуализации для анализа технического состояния объекта испытаний	46
Подход к формированию информационной системы управления функционированием группы подвижных объектов.....	46
Проблема формализации учебной деятельности как технологического процесса	47
Применение глубоких нейронных сетей в задачах представления и обработки текста	48
Интеллектуальные права и их защита при разработке прорывных технологий и компонентов гибридных интеллектуальных и интеллектуализированных систем	49
Совместное применение грамматик с фразовой структурой и грамматик зависимостей в системах автоматизированного анализа естественного языка.....	50

Нейросетевые подходы к классификации текстов на основе морфологического разбора.....	52
Анализ методов построения и обучения нейронных сетей, применяемых при построении интеллектуальных автоматизированных обучающих систем	52
Методика планирования целевого применения системы ДЗЗ на базе кластеров малогабаритных КА.....	53
К вопросу повышения качества оценивания состояния сложных технических систем в условиях информационной избыточности.....	54
Методический подход к моделированию операций вооруженного конфликта и формированию оптимального целераспределения ресурсов.....	54
Вопросы проектирования и разработки автоматизированной поддержки метрологической деятельности	55
Анализ методов обеспечения отказоустойчивости систем специального назначения	57
Сравнение видеофайлов на основе событий.....	57
Проектирование системы обеспечения организации и проведения обучающих мероприятий.....	58
О применении моделей, построенных на нечеткой логике в нейрокомпьютерах.....	59
Поддержка принятия решений по предотвращению опасных ситуаций в распределенных технических системах на основе обработки данных мониторинга	60
Исследование информационных технологий, применимых для построения средств освоения сложных интеллектуальных систем	62

2. Теория нейронных сетей

Современное представление об информации	67
Оптимизация качества функционирования технических средств на базе мемристоров.....	69

Моделирование мышления в нейронных сетях	71
Обучение с шумом как метод повышения устойчивости нейросетевого решения обратных задач: проверка на данных задачи магнитотеллурического зондирования	72
Особенности обучения сверточных нейронных сетей	73
«Глубокое обучение» в нейронных сетях при распознавании и воспроизведении информации.....	74
Приложения избирательных нейронных сетей для распознавания вкуса	75
Нейросетевое полуэмпирическое моделирование спуска в атмосфере гиперзвукового летательного аппарата	76
Анализ модификаций алгоритма адаптивного построения иерархических нейросетевых классификаторов.....	78
Ассоциативные среды и системы	79
Реалистические модели нейронных сетей на базе системы ходжкина – хаксли и Wilson – Cowan	79

3. Обработка сигналов и изображений

О случайном дрейфе факторов и параметров регрессионной модели	81
Концептуальная модель подготовки магистров на кафедре автоматизированного проектирования и дизайна ниту мисис	81
Система обнаружения и классификации типов движущихся объектов на видеопоследовательности.....	83
Программа нейросетевой шумочистки звукового сигнала	85
Предварительная обработка изображений рукописных символов.....	86
Автоматическая оценка трехмерной позы человека, параметров тела, а также сегментация с изображения на базе одной фотографии человека в полный рост	86
Иерархическая классификация пользовательских объявлений на основе изображений товаров	87
Повышение качества адаптации систем синхронизированных по фазе приемоизлучающих объектов в условиях искажения фазы обучающих выборок.....	88

Оператор робинсона и его применение в алгоритме кэнни для распознавания изображений в условиях неопределенности	89
Проектирование цифровых фильтров вольтерра для обработки изображений	90
Алгоритм формирования класса эталонных фрактальных размерностей режимов работы сложного динамического объекта	91
Интерполяция в задаче верификации изображений цифровых устройств фото фиксации	92
Методы обнаружения и распознавания объектов на видеопоследовательностях в условиях малых выборок наблюдений	94
Модель идеального наблюдателя	96
Сравнение результатов применения методов фазовой синхронизации и вейвлет-когерентности при исследовании многомерных временных рядов	96
Оценка остаточного ресурса ответственных узлов и механизмов транспортных средств с позиции теории активного восприятия	97
Методы определения частоты дискретизации временных рядов прогнозируемых стоимостных показателей в финансовых системах автоматизированного мониторинга	98

4. Нейронные сети в технических системах

Разработка скоростного регулятора с использованием нечеткой логики на базе нейронных сетей	100
Разработка прогнозирующего нейроидентификатора на базе ансамбля нечетких нейронных сетей	100
Aeronet. Определение координат неподвижных объектов методом пассивной радиолокации	101
Нейро-нечеткая композиционная модель сложной технической системы	102
Структура систем автоматического расознавания видов цифровой модуляции радиосигналов	102

Обнаружение атак с помощью многослойной нейронной сети по записям о сетевых соединениях современной базы данных UNSW-NB15	103
Нейросетевой подход в решении задачи прогнозирования загрязнения воздуха торфяным пожаром	104
Оптимизация использования беспилотных летательных аппаратов с помощью нейронных сетей	106
Формирование библиотеки нейросетевых моделей для комбинированного нейросетевого способа моделирования сложных технических систем	107
Система контроля и диагностики авиационного ГТД на основе гибридных интеллектуальных алгоритмов	108
Применение нейронных сетей для управления очистным агрегатом	109
Автономное нейросетевое управление беспилотным летательным аппаратом	110
Нейро-нечеткая модель определения ценности информационных сервисов	111

5. Обучаемые структуры в психологии и медицине

Концепция системы поддержки принятия решений на основе вероятностной модели	113
Программная реализация вероятностной модели поведения прикладной многоагентной системы	113
Статистический анализ поведения подростков в сложном виртуальном игровом пространстве	116
Применение ограниченного муравьиного алгоритма в задачах кластеризации	117
О конструкции межнейронной коммуникативной системы	118
Алгоритмы нейросетевой диагностики и прогнозирования осложнений у хирургических больных	120
Использование метода LSA для анализа решений заданий с открытой формой ответа	121
Адаптивный тренажер по математике	122
Программное обеспечение для диагностических компьютерных игр	122
Сравнение активности современных искусственных нейронных сетей, работы области IT мозга и поведения человека и приматов	123

Нечеткая модель для оценки эффективности лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы	124
Диалоговая система для решения психологических проблем, основанная на рекуррентных нейронных сетях	124
Компьютерная личность: преимущества и недостатки.....	125

6. Биометрические системы

Вопросы предварительной обработки изображения лица в биометрических системах	127
Проблема идентификации человека при помощи морфологического исследования волос.....	128
Искусственные нейронные сети в задаче автоматической голосовой биометрии	128
Выбор наилучшего лица при решении задач биометрической идентификации и верификации на основе нейронных сетей	130
Применение нейронных сетей для решения оптимизационной задачи маршрутизации в коммуникационных сетях биометрической системы	133
Алгоритм повышения показателей эффективности для полнотекстовых поисковых систем.....	134
Выделение репрезентативных признаков при идентификации личности по изображению лица	135

7. Нейроматематика

Прогнозирование точки разрыва упругого материала при динамической нагрузке с помощью нейронных сетей.....	137
Концепция управления кредитным портфелем банка на основе нейро-нечеткой модели оценки кредитной истории	138
Концепция обобщения нейросетевого логистического итерационного динамического метода на стадии развивающегося процесса банкротства	140
Ускорение кластеризации методом DBSCAN за счет использования алгоритма K-means.....	140
Построение приближенных аналитических решений модели химического реактора.....	142
Применение модели обучаемой булевой сети для построения нейросетевого базиса на микросхемах программируемой логики	144

Построение приближенных аналитических решений обыкновенных дифференциальных уравнений	145
Некоторые аспекты применения нейронных сетей в исследовании иерархической системы обучения	147
Нейросетевое моделирование в предсказании осложнений после чрескожного коронарного вмешательства	148
Сравнительный анализ однослойного и многослойного решения задачи о пористом катализаторе	149
Многослойные нейросетевые модели, основанные на классических численных методах.....	151

8. Бионика и робототехника

Двойственность в многомерных сетях.....	154
Медицинский робот	155
Биологические аналогии аналогии квазиклеточных сетей	155
Перспективные направления развития робототехнических комплексов специального назначения	157
Применение микромагнитного моделирования магнитных наноточек в интересах робототехники	157

9. Характеризационный анализ

Семантическое проектирование автотранспортной инфраструктуры мегаполиса	159
Дискретная математика как инструмент повышения конкурентоспособности предприятия	160
Постановка и решение проблемы функциональной декомпозиции. История вопроса	162
Вклад профессора Вячеслава Афанасьевича Горбатова в решении проблемы синтеза параллельной декомпозиции автоматов.....	163
Разработка программного средства для трехмерной визуализации шахтной вентиляции.....	164
Нейроэмуляция и нейро моделирование на платформе NEUROX.....	165
Перспективы развития современных дистанционных образовательных технологий	165
Перспективы институциональных реформ, обеспечивающих инновационный рынок в области искусственного интеллекта	167

Конструирование искусственного интеллекта с помощью конвергенции высоких технологий	169
Применение теоретико-множественных методов в объектно-ориентированном проектировании для анализа разрабатываемой модели	170
Двойственные сети и непланарные графы	171
Низкополигональное моделирование и анимирование движения транспорта и пешеходов на участке дороги с пешеходным переходом	171
Использование технологий захвата движения при мультимедийных представлениях «оживших картин»	172
Исследование квантового компьютера и особенностей применения в задачах моделирования сложных физических систем.....	174
Редизайн и расширение функционала сайта архитектурно-дизайнерского бюро «объем».....	175
Использование трехмерного моделирования для создания интерактивных мультимедийных полотен	176
Характеризация базового графа квазиклеточных сетей.....	177
Вопросы моделирования нейронных сетей в задачах управления	178
Особенности проведения специальных стендовых испытаний на столкновение с посторонними предметами	180
Геометрическое моделирование резервуарных объектов нефтяной промышленности	183
Разработка интеллектуального планировщика для сапр струговых установок	183
Проектирование модели базы знаний экспертной системы по организации проектной деятельности школьников.....	184
Применение графового анализа при проектировании программных продуктов	185
Интегрально-эвристический подход к проектированию гибкой технологии угледобычи	186
Исследование целесообразности разработки программы «сапр-электроснабжение»	186
Применение языка SWI-PROLOG в WEB-разработке	188

10. Нейросетевые и нейрокомпьютерные технологии – инструмент для получения новых научных знаний

Методы сжатия информационного пространства при прогнозировании в условиях неполноты информации	190
Метод экстраполирования ошибки нейросети при прогнозе	192
Возможности выявления способности людей к художественной деятельности методами искусственного интеллекта.....	194
Исследование зависимости продолжительности жизни населения в регионах России от доли русского населения	197
Разработка алгоритмов обнаружения и классификации многословных научных терминов на основе искусственных нейронных сетей	200
Опыт разработки и исследования модели обнаружения сетевых атак на основе искусственных нейронных сетей	203
Разработка и исследование нейросетевых моделей массовой оценки и прогнозирования рыночной стоимости объектов жилой недвижимости	206
Оценки адекватности нейросетевых моделей в алгоритмах предпроцессорной обработки при администрировании доходов бюджетов.....	208
Способ настройки чувствительности к ошибкам первого и второго рода для алгоритмов обучения нейронных сетей	209
Гибридная нейро-экспертная система моделирования диагностики и развития сердечно-сосудистых заболеваний.....	211
Прогнозирование городских пожаров с помощью нейронной сети.....	215
Информационная система мониторинга метапредметных результатов обучения	217
Опыт разработки и исследования нейросетевой модели предварительной диагностики заболеваний желудочно-кишечного тракта.....	218

Нейросетевое прогнозирование интегральных суточных потоков релятивистских электронов на геостационарной орбите.....	221
Сравнение методов нормализации входных признаков в задаче нейросетевого прогнозирования уровня геомагнитных возмущений	223

11. Нейрофилософия

О возможном нейрокомпьютерном управлении сознанием: ORCH OR квантовые процессы в нейрокомпьютере	225
Структурно-порождающие процессы в психике	226
Мозг как нейронная сеть. Версия.....	227
О нейрофилософии биомеханики душевной жизни.....	228
Система образования и гендерные различия.....	229

12. Когнитивные технологии в управлении сложными системами

Исследование когнитивных способностей операторов сложных технических систем на основе использования учебно-тренировочных средств	231
Актуализация и особенности понимания в русскоязычной целевой аудитории общей дефиниции «искусственный интеллект».....	232
Некоторые когнитивные и лингвистические аспекты проектирования речевого человеко-машинного интерфейса	234
Оценка деятельности авиакомпаний с использованием методологии анализа среды функционирования	234
Методика оценки рентабельности коммерческих банков на основе методологии анализа среды функционирования	235
О возможности построения интеллектуальной технологии управления процессом обеспечения экологической безопасности на базе геоинформационных систем	237
Разработка алгоритмов выбора оптимального маршрута полета летательного аппарата в условиях противодействия	238
Методика интеллектуализации процесса формирования информационной потребности студента вуза – как основа становления гражданина своей страны	239

О возможности интеллектуализации процессов обеспечения информационной	241
Некоторые аспекты построения гибридных интеллектуальных сред с использованием возможностей искусственных иммунных систем.....	242
Синтезированный способ построения модели управления транспортным средством	244
О возможности интеллектуализации процесса защиты WI-FI сети от несанкционированного доступа	245
О задаче выбора признаков наблюдаемого состояния сложного динамического объекта в условиях различного качества измерительной информации	246
Обработка изображений дзз с применением интеллектуальных технологий в интересах эффективного управления сложными системами.....	248
Оценка влияния программного обеспечения обработки экспериментальных данных на результаты испытаний технических систем	249
Разработка интеллектуальной подсистемы автоматизированного оценивания уровня освоения компетенций в АСО вуза.....	250
Тепловизионное диагностирование средств электроники	251
Сравнительный анализ способов моделирования управления сложной технической системы с применением элементов когнитивных технологий	252
Разработка математической модели решения руководителя вуза и ее внедрение в контур управления, использующий Web-технологии	252
Интеллектуальное здание и информационное обеспечение интерфейсных модулей смешанных робототехнических комплексов.....	254
Разработка интеллектуальной технологии управления процессом обеспечения электробезопасности на потенциально опасном объекте	256
Исследование формальной модели единого информационно-управляющего поля при сравнении схем информационного обмена смешанной группы беспилотных систем.....	258
Интеллектуальные права на интеллектуальные системы: вопросы возникновения и защиты.....	259

Закон сохранения целостности объекта – методологическая основа решения задач информационной войны и обеспечения безопасности	261
Об интеллектуализации процесса пропаганды на базе математической модели решения человека	263
Интеллектуализация управления взаимодействием социальной, экономической, противопожарной систем для развития государственной противопожарной службы	264
О возможности интеллектуализации процесса управления взаимодействием социальной, экономической, военной систем государства в интересах развития ВС РФ	266
Управление сложными системами и конвергентные когнитивно-информационные технологии (введение)	268
Оценка непротиворечивости понятийного аппарата научных исследований на основе ориентированных когнитивных сетей	270
Вероятностно-импульсные нейронные сети для прогноза трансформаций растровых изображений	271
Использование многозначной и линейной логик в трансформации графов самоадаптирующихся систем	272
Метод контрактур и его развитие в цифровую эпоху: предыстория, современность, дополненная реальность и этика	273
Проблемные вопросы кросс-девайс таргетинга	275
Синтез математической модели решения человека для управления процессом лечения в интересах гарантированного достижения требуемого результата ...	276

Тезисы пленарных докладов



О приоритете советской науки в области нейроинформатики

*В память о профессоре
Александре Ивановиче Галушкине*

Ясницкий Леонид Нахимович

*Пермский государственный национальный
исследовательский университет*

Нейроинформационные технологии. Их применение обеспечило успех множества современных проектов во многих областях. Ведущие аналитики мира единогласно зачисляют нейронные сети в ТОП самых перспективных технологий. Они в центре внимания многих инвестиционных фондов. Их изучение включено в учебные программы лучших вузов и учебных центров. «В некоторых кругах незнание нейронных сетей начинает трактоваться как светская бестактность!» [1].

Но не всегда нейроинформатика была на пике своей популярности. История ее становления, как научной области, знает немало драматических событий – головокружительных подъемов и не менее впечатляющих падений.

Датой рождения новой науки считается середина XX века, ознаменовавшаяся появлением первого нейрокомпьютера – перцептрона – устройства, сконструированного «по образу и подобию» человеческого мозга, обученного типичным для обучения живых существ методом «поощрения-наказания», способного решать сложнейшую для того времени интеллектуальную задачу – распознавать буквы латинского алфавита.

Это был головокружительный успех в познании самой природы человеческого мышления. Это была сенсация, приковавшая к себе внимание мыслящих людей всего мира. Мозг начал раскрывать свои тайны. Казалось, что ключ к интеллекту был найден и полное воспроизведение человеческого мозга и всех его функций – всего лишь вопрос времени. Писателям-фантастам, ученым и инженерам, бизнесменам и политикам виделись самые радужные перспективы практического применения идей искусственного интеллекта. Правительство Соединенных Штатов Америки выделило крупные субсидии на развитие нового научного направления. Особое внимание уделялось проекту создания системы распознавания летящих объектов «Свой-Чужой». Актуальность этого проекта была тем выше, чем сложнее становились отношения между США и СССР, достигшие своего апогея во времена Карибского кризиса 1962-го года.

Но случилось непредвиденное. Если при обучении распознаванию букв погрешность персептрона быстро падала, то при обучении распознавания летящих объектов она и не снижалась. Проект государственной важности был провален. Новая наука зашла в тупик. Настроения общественности резко изменились. Для нейроинформатики наступили «черные дни». Нейроинформатике присвоили статус «тупикового научного направления». Кризис нейроинформатики в Америке затянулся более чем на 20 лет. Вот, например, высказывание одного из учеников У.Мак-Каллока, известного специалиста в области искусственного интеллекта, свидетеля тех событий А.Эндрю [2, с. 154], опубликованное им в 1976 году: «Сегодня уже не воспринимаются всерьез предположения, высказанные в первых работах по персептронам...».

Тем не менее, идея использования нейрокомпьютеров в системах распознавания «Свой-Чужой» была успешно реализована, но... в другой стране и в другое время. Только к началу 80-х годов, т.е. спустя 20 лет после провала американского проекта, мир узнал о появлении в Советском Союзе нейрокомпьютерных систем, причем не только решающих проблему распознавания «Свой-Чужой», но и управляющих полетами ракет и самолетов. Причем, эти нейрокомпьютеры обнаружили еще одно свойство, унаследованное от мозга – свойство живучести. Они стойко переносили довольно серьезные повреждения, продолжая работать в сложных условиях воздействия окружающей среды, что было особенно важно для объектов военного назначения.

В чем же была причина провала американского проекта, и почему он получился в СССР? В чем была причина кризиса нейроинформатики начала второй половины XX века, и благодаря какому открытию этот кризис был преодолен?

Дело было в том, что нейронные сети, известные в середине 50-х годов прошлого столетия, не имели скрытых нейронных слоев, либо их синаптические веса не корректировались ввиду отсутствия эффективных алгоритмов обучения. Многие исследователи понимали, что нужно создавать нейросети более сложной архитектуры, содержащие настраиваемые скрытые слои нейронов, но не представляли, как такие сети обучать. Правила Хебба и дельта-правило годились только для корректировки синаптических весов нейронов выходного слоя, тогда как вопрос о настройке параметров скрытых нейронных слоев оставался нерешенным.

Как отмечается во многих изданиях, особенно зарубежных, первым эффективным алгоритмом обучения многослойных персептронов, открывшим путь их широкому практическому применению, был алгоритм обратного распространения ошибки, описанный Д.Румельхартом, Г.Хинтоном и Р.Вильямсом [3] в 1986 году при работе над проектом по Параллельным распределенным вычислениям.

Однако этот алгоритм, как и многие другие выдающиеся научные открытия, на самом деле имеет несколько авторов. Так, впоследствии

выяснилось, что алгоритм обратного распространения ошибки был предложен на один год ранее в работах А.Паркера и А.Ле-Кана, изданных независимо одна от другой, а еще на 11 лет раньше (1974 г.) этот алгоритм был защищен П.Дж.Вербосом [4] в его докторской диссертации.

Кроме того, на западе долгое время не было известно, что идеи и алгоритмы обучения многослойных структур перцептронного типа были опубликованы в еще более ранних трудах советских ученых: А.И. Галушкина, В.А.Ванюшина, Б.П.Тюхова [5–7], относящихся к 1972–1974 гг. Кульминацией серии работ по алгоритмы обучения многослойных структур того времени стала монография А.И.Галушкина «Синтез многослойных систем распознавания образов», 1974 г. [7]. Как показано Э.Д.Аведьяном [10], алгоритмы американской [3, 4] и советской [5–9] научных школ отличаются, главным образом, лишь способом вычисления градиента минимизируемого функционала, причем оба алгоритма приводят к одинаковым положительным результатам.

Сравнивая даты первых публикаций (1972 и 1974 гг.), нетрудно сделать вывод о том, что советские ученые нашли выход из кризиса нейроинформатики, по крайней мере, на два года раньше американских. На основании этого в работе [10] сделано заключение о приоритете советских ученых в этом замечательном научном открытии.

Теперь, спустя более 40 лет после тех поворотных событий, мы можем в полной мере понять и оценить историческую роль этого научного открытия, сделанного независимо советскими и американскими учеными. Именно благодаря этому открытию прекратился затянувшийся более чем на 20 лет кризис нейроинформатики второй половины XX века. Нейроинформатика вышла из тупика и стала лидирующей научной областью современности. И мы можем утверждать, что пальма первенства в этом научном открытии принадлежит коллективу наших соотечественников, в частности – нашему коллеге и учителю Александру Ивановичу Галушкину.

В 2016 году выпущена в свет еще одна книга, в которой еще раз обоснован приоритет Советской науки в разрешении кризиса нейроинформатики [11, с.70]. Книга имеет гриф учебника для вузов, присвоенный Учебно-методическим отделом по классическому университетскому образованию России.

Список литературы

1. Элементарное введение в технологию нейронных сетей с примерами программ / Перевод с польского И.Д. Рудинского. – М.: Горячая линия – Телеком, 2011. – 408 с.
2. Эндрю Э. Искусственный интеллект / Перевод с английского В.Л. Стефанюка под ред. Д.А.Поспелова. – М.: Мир, 1985. 265с.
3. *Rumelhart D.E., Hinton G.E., Williams R.J.* Learning internal representations by error propagation. // In: D.E. Rumelhart and J.L. McClelland,

- Eds., *Parallel Distributed Processing*. Cambridge, MA: The MIT. Press. 1986. Vol. 1. P. 318–362.
4. *Werbos P.J.* Beyond Regression: New Tools for Prediction and Analysis in the Behavioral Sciences // Phd Thesis, Dept. of Applied Mathematics. Harvard University, Cambridge, MA., 1974.
 5. *Ванюшин В.А., Галушкин А.И., Тухов Б.П.* Построение и исследование оптимальных многослойных систем распознавания образов в режиме обучения // Сб. «Некоторые вопросы биологической кибернетики» под ред. акад. Берга А.Л. Изд-во Наука: 1972. С. 315–323.
 6. *Галушкин А.И.* Об алгоритмах адаптации в многослойных системах распознавания образов // Доклады АН УССР (представлено акад. Глушковым В.М.). 1973. Т.91. № I, С. 15–21.
 7. *Галушкин А.И.* Синтез многослойных систем распознавания образов. – М.: «Энергия», 1974. 367с.
 8. *Галушкин А.И., Симоров С.Н.* Нейросетевые технологии в России (1982–2010). М.: Горячая линия-Телеком, 2011. 316 с.
 9. *Галушкин А.И.* Нейронные сети: основы теории. М: Горячая линия–Телеком, 2012. 496 с.
 10. *Аведьян Э.Д.* Исторические аспекты развития теории многослойных нейронных сетей // Информационные технологии. 2005. № 12. С. 67–75.
 11. *Ясницкий Л.Н.* Интеллектуальные системы : учебник. – М.: Лаборатория знаний, 2016. – 221 с.

О нейронных сетях и плагиате

Кулик Сергей Дмитриевич

Московский инженерно-физический институт (национальный исследовательский ядерный университет) (НИЯУ МИФИ)

В настоящее время нейронные сети [1, 2] нашли свое место в арсенале исследователя и разработчика систем различного назначения. Данная работа посвящена проблеме плагиата в науке, в том числе и в области нейронных сетей. Уже получены важные результаты в этой сфере. Далее кратко представлены основные сведения, связанные с проблемой плагиата.

Нейросетевые алгоритмы могут быть реализованы как аппаратно, так и программно (возможна также и программно-аппаратная реализация). Аппаратная реализация нейросетевого алгоритма может быть защищена (см. работу [4]) патентом на изобретение или патентом на полезную модель. На практике возможна реализация нейросетевого алгоритма в виде программного средства, например использующего необходимую базу данных. Такая программная реализация может быть защищена свидетельством Роспатента на программу или базу данных.

Проведены исследования, в результате которых удалось разработать 2 программного средства: программа X-54 и программа X-45. При этом исходный код программы X-54 с точностью до бита совпадал с исходным кодом программы X-45, выполняющей иную функцию, чем программа X-54. Было показано, что с помощью подходящих таблиц под-

становок в некоторых случаях можно выполнить взаимное однозначное преобразование друг в друга различных (по своим функциональным возможностям) программ (см. работу [7, 8]) X-37, X-60, MIF-X-78.

Можно полагать, что программная реализация нейросетевого алгоритма при выполнении некоторых ограничений может быть также преобразована в другую по функциональности программную реализацию, причем эти две реализации (их исходные коды) будут идентичны (т.е. будут совпадать с точностью до бита). На практике это может привести к большим проблемам связанным с проверкой на плагиат.

Гражданский Кодекс РФ. Часть 4 содержит [4] необходимые статьи в сфере авторского права. Кратко остановимся только на некоторых статьях.

Статья 1261 [4]: ПРОГРАММА ДЛЯ ЭВМ – объективная форма представления совокупности данных и команд, предназначенных для функционирования ЭВМ и других компьютерных устройств в целях получения определенного результата. Под программой для ЭВМ подразумевается также подготовительные материалы, полученные в ходе ее разработки, и порождаемые ею аудиовизуальные отображения

Статья 1260 [4]: БАЗА ДАННЫХ – это представление в объективной форме совокупности самостоятельных материалов (статей, расчетов, нормативных актов, судебных решений и иных подобных материалов), систематизированных таким образом, чтобы эти материалы могли быть найдены и обработаны с помощью ЭВМ.

Статья 1259 [4]: программам для ЭВМ предоставляется правовая охрана как литературные произведения, а базам данных – как сборникам и составным произведениям.

Уголовный Кодекс РФ. содержит [4] необходимые статьи в сфере, программного обеспечения, баз данных и авторского права. Кратко остановимся только на некоторых статьях.

Статья 146 УК РФ: Нарушение авторских и смежных прав.

Статья 159 УК РФ: Мошенничество.

Статья 273 УК РФ: Создание, использование и распространение вредоносных программ для ЭВМ

В последнее время ВАК РФ уделяет большое внимание проблеме плагиата. Основанием для отказа в приеме диссертации к защите является [3 с.108] – «использование в диссертации заимствованного материала без ссылок на автора и (или) источник заимствования, результатов научных работ, выполненных соискателем ученой степени в соавторстве, без ссылок на соавторов».

Выделяют 2 формы заимствования [3 с.16]: правомерное заимствование и неправомерное заимствование. Неправомерное заимствование [3 с.18]: дословное присвоение авторства чужого текста и применение стилистического приема парафразы.

Выделяют еще компиляцию [3]. В случае компиляции «приращение нового научного знания практически не происходит, а проведение поискового научного исследования фактически имитируется» [3 с.25].

Согласно работе [3 с.26] для подготовки автореферата диссертации применяют метод компиляции, при этом этот автореферат «может и должен содержать заимствования».

Важно отметить что [3 с.27] «автореферат диссертации не является самостоятельным объектом авторских прав» (мы не согласны с этой точкой зрения, так как полагаем, что в некоторых случаях автореферат диссертации может быть объектом авторских прав).

В работе [3] кратко рассмотрена проблема использования материалов собственной кандидатской диссертации при работе над докторской диссертацией. Был сделан вывод (см. [3 с.39]), что «докторское исследование не только может, но и, как правило, должно опираться на материалы и результаты, полученные исследователем в течение всей его предыдущей научной карьеры и, в том числе, в процессе проведения кандидатского исследования».

В НИЯУ МИФИ успешно ведутся различные исследования [5, 6, 7, 8], связанные с проблемой плагиата. Получены некоторые интересные результаты. Начатые исследования будут продолжены.

Список литературы

1. *Галушкин А.И.* Теория нейронных сетей. – Кн.1. – М.: ИПРЖР, 2000. – 416 с.
2. *Хайкин С.* Нейронные сети: полный курс. – М.: Вильямс, 2008. – 1104 с.
3. О плагиате в диссертациях на соискание ученой степени. – 2-е издание, переработанное и дополненное /Высшая аттестационная комиссия при министерстве образования и науки РФ. – М.: МИИ, 2015. – 192 с.
4. ГК РФ. Часть 4 от 18 декабря 2006 г. № 230-ФЗ //Российская газета, 2006 (22 декабря).
5. *Булгаков Д.Б.* Разработка автоматизированного рабочего места для лица, принимающего решение о музыкальных произведениях /ДП руков.: Кулик С.Д. – М.: НИЯУ МИФИ, 2010. – 126 с.
6. *Лисицын А.М.* Разработка и исследование программного средства для автоматизации работы композитора с элементами искусственного интеллекта /ДП руков.: Кулик С.Д. – М.: МИФИ, 2009. – 114 с.
7. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2000610417 «Вычисление площадей геометрических фигур в алгоритмах распознавания фактографических ИПС» (Х-60) Россия.–Заявка № 2000610257; Заяв. 23.03.2000; Зарегистр. 23.05.2000. Бюл. № 3(32),с.129–131.–(РОСПАТЕНТ).
8. Свидетельство на программу Российской Федерации № 2000610418 «Вирус-мутант МИФ-ИКС-78, изменяющий свою сигнатуру» (МИФ-Х-78) Россия.–Заявка № 2000610258; Заяв. 23.03.2000; Зарегистр. 23.05.2000. Бюл. № 3(32).–С.131–133. –(РОСПАТЕНТ).

Методический аппарат подготовки специалистов в области робототехнических комплексов

Зайцев Александр Владимирович

*Московский авиационный институт (национальный
исследовательский университет) (НИУ МАИ)*

На первом этапе разработки методического аппарата подготовки операторов робототехнических комплексов был представлен проект Федерального государственного образовательного стандарта, обеспечивающего подготовку специалистов по РТК. На втором этапе с целью создания эффективной системы подготовки профильных специалистов РТК необходимо разработать проекты учебных планов высшего профессионального образования специалистов в области РТК и дополнительного профессионального образования (повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов в области РТК).

1. Интеллектуальные информационные системы

Интеллектуальное управление группировкой роботов на основе радикального моделирования¹

Чечкин Александр Витальевич

*Военная академия РВСН им. Петра Великого,
Финансовый университет при правительстве РФ*

Группировка роботов различного назначения рассматривается как избыточная целенаправленная система (ЦС), требующая интеллектуальной системы управления. Избыточность понимается как требование от роботов быть радикалами системы, т.е. функциональными подсистемами с двумя типами состояний, пассивным и активным. Целенаправленность ЦС понимается как наличие выделенного набора штатных задач, обязательных для решения ЦС. Интеллектуальность управления ЦС формулируется как требование безусловного и эффективного решения любой штатной задачи ЦС, а так же организацию попыток решения нештатных задач ЦС в режиме «проб, ошибок и самообучения» с условием обязательного обеспечения информационно системной безопасности (ИСБ) ЦС. При этом нештатные задачи ЦС являются «точками роста ЦС», вызывающими модификации ЦС и развитие ЦС.

Интеллектуальное управление строится на концепции избыточного моделирования широкой проблемной области ЦС в форме среды радикалов и поэтому названной *радикальным моделированием ЦС*. Широкая проблемная область ЦС – это «театр действий ЦС»; «область жизнедеятельности ЦС»; «экологическая ниша ЦС». В каждый момент времени для решения очередной задачи жизненного цикла ЦС системой интеллектуального управления ЦС активируется часть радикальной модели, называемая *системоквантом*. Остальная часть модели находится при этом в пассивном (выключенном) состоянии и определяет потенциальные возможности ЦС. Радикальная модель ЦС с такой системой управления ЦС является *Системой Обеспечения Комплексного Развития (СОКР) ЦС* и, в первую очередь, инструментальным средством *радикального программирования*, т.е. средством создания программно технических средств ЦС различного назначения [1].

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, проект № 16–29–04326.

1. *Чечкин А.В. Пирогов М.В.* Радикальное программирование на основе радикального моделирования // *Нейрокомпьютеры: разработка, применение.* 2016. № 1. С. 3–16.

Нечеткие множества и мягкие вычисления в экономических моделях

*Сидняев Николай Иванович
Соколянский Василий Васильевич
Андрусенко Александр Сергеевич*

*Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана (МГТУ)*

Рассмотрен пример задачи, где квалиметрия экономических задач производится сразу по нескольким разрезам (опционные эффекты от внедрения системы, информационные эффекты, интеллектуальный капитал, хозяйственные риски). При этом появляется дополнительный уровень неопределенности, связанный с неточностью наблюдения качественных экономических факторов.

Соответственно, из портфеля всевозможных последовательностей внедрения модулей информационной экономической системы можно выделить подмножество Эджворта-Парето, если рассматривать его в координатах «интегральный эффект – неопределенность измерения экономического эффекта». Все уровни экономических параметров могут измеряться не только количественно, но и качественно. Для такого измерения необходимо определить лингвистическую переменную «Уровень параметра X-экономического показателя», носителем которой является область определения параметра X, а термножество значений составляют нечеткие подмножества параметра X («Очень низкий уровень, Низкий уровень, Средний уровень, Высокий уровень, Очень высокий уровень»). Эта пенташкала является оптимальной в большинстве случаев, хотя иногда целесообразно использовать простейший случай бинарной шкалы («Высокий, Низкий» / «Плохой, Хороший»).

Для пенташкалы необходимо построить систему функций принадлежности носителя X соответствующим нечетким подмножествам. Простейшим способом задания является система трапециевидных нечетких чисел. Авторами, в качестве примера, выбрано простейшее утверждение, которое легко формализуется. В реальных задачах число операций может быть на несколько порядков выше, а ответы на поставленные вопросы не так тривиальны. В работе вводится ряд определений и некоторые простейшие операции с нечеткими множествами, которые необходимы для математической постановки представленной задачи.

Модели и алгоритмы интеллектуальной информационно-управляющей системы

Аминова Фатима Эльдаровна

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) (НИУ МАИ)

Информационно-управляющая система (ИУС) охватывает всю многосложную структуру производства или управленческого комплекса и относится к классу интеллектуальных информационных систем. Универсального алгоритма для создания ИУС не существует, однако возможна разработка системы принципов построения ИУС, включающих принципы разработки программного обеспечения (ПО) [4].

На сегодняшний день существующие рекомендации по разработке ИУС, изложенные в различных технологических требованиях, регламентируемые разными стандартами по разработке ПО, позволяют разработчикам оперировать большим количеством их комбинаций [5, 7].

Применительно к интеллектуальным информационно-управляющим системам, закон «необходимого разнообразия» может быть сформулирован следующим образом: разнообразие управляющей системы должно быть больше, либо равно разнообразию объекта управления.

Использование этого закона при разработке и совершенствовании систем управления предприятиями и организациями помогает найти пути повышения эффективности управления [9].

Проведенное исследование позволяет сделать ряд выводов, представляющих практический интерес:

1. В сфере проектирования ИУС отсутствует система общепринятых принципов построения ИУС, учитывающая предметную деятельность, цели и динамику развития организации, архитектуру приложений, а также ПО используемого при разработке программного продукта (ПП) ИУС. Что на практике порождает определенные риски по эффективности разработки ИУС и надежности ПП ИУС [1, 8].
2. На принятие решений разработчиков ИУС воздействует большое количество требований к методикам реализации, CASE-средств и стандартов ПО. Эффективность разработки ИУС и надежность соответствующего ПО, зависит не от технологии разработки ИУС, а от опыта и квалификации участников проекта.

В результате анализа современных подходов к управлению проектированием ИУС [2, 3, 6], определены ключевые аспекты разработки модели ИУС: проектирование ИУС необходимо реализовывать как комплекс моделей, отражающих жизненный цикл разработки ИУС; требования к проектированию модели ИУС должны сочетаться с требованиями ПО ИУС; проектирование ИУС на основе авиационных стандартов разработки ПО отвечают запросам наивысшей надежности и сочетаются с требованиями по построению ИУС.

Список литературы

1. *Василенко Н.В.* Модели оценки надежности программного обеспечения Текст. / Н.В. Василенко, В.А. Макаров // Вестник НовГУ. 2007. – № 28. – С. 126–132.
2. *Виерс К.* Разработка требований к программному обеспечению / Пер. с англ. – М.: Издательско-торговый дом Русская Редакция, 2004. – 576 с. : ил.
3. *Грекул В.И.* Проектирование информационных систем / В.И. Грекул, Г.Н. Денищенко, Н.Л. Коровкина. – М.: Издательство Бином. Лаборатория знаний, 2008. – 304 С.
4. *Елиферов В.Г., Ретин В.В.* Бизнес-процессы. Регламентация и управление. М.: Инфра-М. 2005. – 319 с.
5. *Зайцев А.В., Брижан А.С.* Разработка модели управления надежностью АСУ // Информатика, вычислительная техника и управление: Сборник научных трудов – Выпуск 6 / Под ред. А.В. Князева, Д.А. Ловцова. – М.: ИТМиВТ РАН, 2005, с.279–284
6. *Леффингуэлл, Д.* Принципы работы с требованиями к программному обеспечению. Унифицированный подход / Д. Леффингуэлл, Д. Уидриг. – М.: Издательство Вильямс, 2002. – 448 с.
7. *Маклаков С.В.* VP-win и ER-win. CASE-средства разработки информационных систем. – М.: Издательство Диалог-МИФИ, 2000. – 365 с.
8. *Мальков М.В.* О надежности информационных систем / М.В. Мальков // Труды Кольского научного центра РАН. – 2012. – Т. 3 – № 4. – С. 49–58.
9. *Эшби У.Р.* Введение в кибернетику; под ред. В.А. Успенского. – М: Издательство иностранной литературы, 1959. – 432 с. : ил.

Синтез программно-аппаратных средств реализации автоматизированной информационной системы на основе нечетких продукций

Окунев Борис Борисович

АО «ФЦНИВТ «СНПО «Элерон»

В настоящее время наблюдается широкое применение информационных систем автоматизации управленческой деятельности.

В качестве примера, можно привести корпоративные информационные технологии, такие как R/3, Baan, Oracle Applications, Ахapta, 1С, Парус и др.

В зависимости от количества задач, которые решает конкретная информационная система корпоративного уровня, ее программно-аппаратная реализация может существенно варьироваться, что естественным образом скажется на стоимости системы.

Так, согласно [1], стоимость автоматизации корпораций на базе технологии SAP, таких как ОАО «РусГидро», ОАО «МОЭСК», ОАО «Транснефть» составляет в среднем около 800 млн. руб. (в ценах 2013 г.). Данная оценка показывает, актуальность задачи оптимизации затрат на этапе проектирования информационной системы. Так как комплекс программно-аппаратных средств является основной статьей затрат на

информационную систему, то решение задачи синтеза эффективной по критерию «функциональность-стоимость» программно-аппаратной реализации информационной системы позволит оптимизировать общие затраты на проектирование. Если для малых (и некоторых средних) предприятий актуальность рассматриваемой проблемы, не слишком высока, то для крупных предприятий и корпораций вопрос синтеза программно-аппаратных средств (на этапах разработки, или модернизации информационных систем) весьма существенен.

При этом, у заказчика, как правило, отсутствуют эффективные методики синтеза программно-аппаратной реализации используемых технологий. Следствием указанных факторов, является невозможность стоимостной оценки будущей информационной системы и подготовки технических требований, что приводит к созданию неэффективных относительно выбора программно-аппаратной реализации будущей информационной системы решений.

Для преодоления обозначенных трудностей, предприятием-заказчиком информационной системы должна быть решена задача синтеза программно-аппаратных средств перспективных разрабатываемых информационных систем на этапе формирования требований к будущей системе. Данная задача, по сути, является задачей структурного синтеза сложных организационно-технических систем и должна рассматриваться в соответствии с подходами, принятыми для данного класса задач.

В настоящее время существуют различные подходы к анализу и синтезу сложных объектов. К ним относятся [2]:

- методы декомпозиции, координации и агрегации;
- методы агрегированного описания сложных систем;
- логико-комбинаторный подход;
- структурный подход;
- подход, основанный на теории сложности и др.;

На основе данных подходов к проектированию сложных объектов предложено достаточно большое число методов проектирования, среди которых можно выделить: декомпозицию и агрегирование, формальный синтез, синтез на основе эвристических приемов, синтез по обобщенной модели и др.;

При этом, для целей алгоритмизации задач структурного синтеза используют следующие подходы [3]:

1. Перебор законченных структур;
Задачи математического программирования решаются с использованием методов оптимизации, таких как метод ветвей и границ, локальной оптимизации и др.;
2. Нарращивание структур;
К некоторой первоначальной (базовой) структуре добавляют новые элементы, с возможностью оценки промежуточных структур.

3. Выделение варианта из обобщенной структуры;

Обобщенная структура должна отражать сведения о широком классе проектируемых систем, обладать избыточностью. Путем наложения дополнительных ограничений, из данной избыточной структуры исключаются элементы, понижая мощность исходного множества альтернатив.

Задачи синтеза классифицируются по уровню сложности:

задачи 1-го уровня сложности – структура объекта предопределена результатами предварительной НИР, либо выбор структуры однозначен. Синтез сводится к выбору числовых значений параметров для заданной структуры;

задачи 2-го уровня сложности – выбор структуры из конечного множества вариантов при условиях, что все варианты известны и мощность множества вариантов мала;

задачи 3-го уровня сложности – выбор варианта в конечном множестве, мощность которого велика, чтобы реализовать полный перебор используются алгоритмы направленного перебора;

задачи 4-го уровня сложности – выбор варианта структуры в множествах, мощность которых априорно неизвестна (не исключена возможность, что она неограниченна), подходом к решению задач 4-го уровня является теория эвристических решений;

задачи 5-го уровня сложности – поиск решений, основанных на новых, ранее неизвестных идеях и принципах. В задачах предыдущих уровней существование решений не подвергалось сомнению и требовалось найти лучшее или приемлемое решение. В задачах 5-го уровня достижение решения – получение принципиально нового типа технических объектов. Алгоритмизация задач невозможна; в рамках САПР решается не сама задача, а задачи, возникающие после того как человек сформулировал идеи нового решения.

В настоящее время, в условиях скачкообразного характера развития средств вычислительной техники и информационных технологий, задачи синтеза программно-аппаратных средств стали относиться преимущественно к 4-му уровню сложности приведенной классификации. Таким образом, для решения сложных слабоструктурированных задач применяют эвристические методы, а также комбинированные методы поиска решений.

Известны и широко применяются на практике следующие методы эвристического синтеза:

1. Методы решения изобретательских задач:

- метод морфологических таблиц;
- альтернативные графы;
- метод «мозгового штурма»;
- метод инверсии;
- метод аналогии и др.

2. Методы с неопределенными исходными данными;
3. Методы распространения ограничений;
4. Методы сокращенного перебора;
5. Эволюционные методы:
 - метод отжига;
 - метод колонии муравьев;
 - генетические алгоритмы;
6. Методы искусственного интеллекта и баз знаний (экспертных систем);
При этом, независимо от выбора выбранной методики синтеза технических решений, на ранних этапах проектирования задача синтеза сводится, в большинстве случаев [4], к задаче многокритериального выбора в нечеткой среде.

Существуют различные методы многокритериального выбора альтернатив в нечеткой среде, в том числе:

- метод пересечения нечетких множеств;
- метод нечеткого отношения предпочтения;
- метод нечеткого логического вывода;
- метод аддитивной свертки;
- метод лингвистических векторных оценок;

При этом, нечеткий логический вывод занимает центральное место в нечеткой логике и системах нечеткого управления [5].

Рассмотрим метод многокритериального выбора альтернатив на основе композиционного правила агрегирования описаний альтернатив с информацией о предпочтениях лица, принимающего решение, которые заданы в виде нечетких суждений [6].

Суть метода излагается в [6].

При выборе альтернатив для каждой из них находится удовлетворительность и вычисляется соответствующая точечная оценка. Лучшей считается альтернатива с наибольшим ее значением.

Список литературы

1. <http://www.crn.ru/news/detail.php?ID=104272>
2. *Кулагин В.П.* Моделирование структур параллельных вычислительных систем на основе сетевых моделей: Учебное пособие. – Москва: Московский государственный институт электроники и математики (технический университет), 1998. – 102 с.: ил. 62, табл. 4, библиогр. 78 назв.
3. Автоматизированное проектирование средств и систем управления: курс лекций / Е.Е. Носкова, Д.В. Капулин, Ю.В. Краснобаев, С.В. Ченцов. – Электрон. дан. (4 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2009.
4. *Андрейчиков А.М.* Нечеткие модели и средства для принятия решений на начальных этапах проектирования. Монография/ А.В. Андрейчиков, П.В. Терелянский, А.М. Шахов/ВолгГТУ. – Волгоград, 2004. – 140 с.
5. *Леоненков А.В.* Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.

6. Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения: Пер с англ. // Под ред. Р.Р. Ягера – М.: Радио и связь, 1986.
7. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта// Под ред. Д.А. Поспелова. – М.: Наука, 1986.

Инструментарии интеллектуальной поддержки систем автоматизации тестирования

Лазарев Владимир Александрович
ЗАО «Интел»

Мисевич Павел Валерьевич
НГТУ им. Алексеева, ИРИТ,
каф. Вычислительные системы и технологии

В работе анализируются этапы развития систем автоматизации тестирования (САТ). Производится анализ предметной области САТ и показан экспоненциальный характер роста этого сегмента рынка.

Отмечается, что особенностью современного этапа является наличие развитого программно-аппаратного комплекса автоматизации тестирования программного обеспечения (ПО). При этом особые требования, выдвигаемые к данному классу систем, подразумевают особые подходы к их реализации и поддержке.

Анализ тенденций развития систем автоматизации тестирования позволяет сформулировать свойство интеллектуализации САТ и рассматривать его как важнейшую тенденцию развития комплексов такого класса. Создание инструментариев интеллектуальной поддержки бизнес-процессов поддержки работы САТ позволит «переложить» на плечи компьютера часть задач, которые выполняет группа системного администратора.

Для интеллектуализации поддержки САТ предлагается модифицировать архитектуру САТ добавлением специальной подсистемы, которая интегрирует инструментарии интеллектуальной поддержки (ИП). В основе системы ИП лежит продукционная модель – совокупность логических правил специального формата, которые необходимы для решения комплекса задач ИП САТ.

Авторы предлагают технологию исследования предметной области, которая позволяет перейти от формального описания бизнес-процессов (БП) к концептуальному представлению в форме иерархии взаимосвязанных элементов: типовых задач, типовых сценариев, событий и причинно-следственных связей в машинно-ориентированном виде.

В работе приводится пример построения базы знаний о процессах в предметной области при помощи продукционной модели, в которой причинно-следственные связи между операциями/процедурами поддержки САТ представляются правилами (Если <антецедент импликации> То <консеквент импликации>). Это концептуальное представле-

ние процессов ИП САТ «трансформируется» в машинно-ориентированное представление – продукционную базу знаний с правилами специального формата (который рассматривается в докладе).

Анализируется накопленный опыт эксплуатации системы ИП САТ. Формулируются принципы построения и поддержки БЗ в течение всего жизненного цикла системы ИП.

Обнаружение вирусов в мобильной операционной системе

*Жернаков Сергей Владимирович
Гаврилов Григорий Николаевич*

*Уфимский государственный авиационный
технический университет (УГАТУ)*

В настоящее время операционная система (ОС) Android с открытым исходным кодом занимает 75–80 % рынка всех мобильных устройств. Она имеет в своем составе множество возможностей, которые предоставляются за счет минимального количества ограничений по отношению к перечню доступных функций, что в целом отрицательно сказывается на ее защищенности. Встроенная модель безопасности ОС обладает рядом уязвимостей, которые могут успешно эксплуатироваться вредоносным ПО. Информация о механизмах их использования быстро становится доступной для широкого круга заинтересованных лиц. Сложившаяся ситуация мотивировала ряд исследований направленных на создание эвристических систем обнаружения вредоносного кода. Однако их результаты носят в значительной степени теоретический характер. В рамках данной работы ставится цель разработки новых практикоориентированных методик выявления вредоносного кода, с использованием эвристический подход к анализу активности ПО ОС. Для того чтобы описать поведенческий характер вредоносных программ, выполнена формализация образцов вредоносных программ, которые в настоящее время можно найти в сети Интернет. Формализация заключается в анализе исходного кода (classes.dex), конфигурационных файлов (androidman-ifest.xml) и системных вызовов. Полученные данные позволили сформировать экспериментальную выборку описывающую поведение как вредоносных так и безопасных программ. Использовалось 100 векторов наблюдений, каждый из которых был отнесен к «безопасной» либо «вредоносной» категории. Задача обнаружения вредоносных программ, в таком случае, сводится к задаче классификации предложенной экспериментальной выборки. Для выбора наиболее подходящего метода классификации проведены эксперименты с применением классических (иерархическая кластеризация, метод К-средних, факторный и дискриминантный анализ) и нейросетевых (RBF-сети, ли-

нейные нейронные сети (НС), персептрон, сети Ворда, модульные НС, сети прямого распространения, сети прямого распространения с временным окном, сети Элмана, рекуррентные НС и сети Кохонена) методов классификации, а также метода опорных векторов. Сравнительный анализ эффективности указанных методов. Позволил предложить подход к обнаружению активности вредоносного ПО, основанный на методе опорных векторов. В случаях высокого уровня шумового сигнала, комбинирование метода опорных векторов с аппаратом нечеткой логики позволяло повысить их совокупную эффективность. В качестве обучающей выборки были выбраны 67 наблюдений, контроль проводился на оставшихся 33 векторах. Прототип системы построенной на базе упомянутых принципов позволил ранжировать выборочные поведенческие паттерны по степени доверия и продемонстрировал высокую эффективность при сравнительно низком количестве допущенных ошибок первого рода.

Подход к организации интеллектуального информационного обеспечения исследований по обоснованию перспектив развития стратегических систем вооружения

Молоканов Геннадий Геннадьевич

Военная академия РВСН имени Петра Великого

Используемое в настоящее время информационное обеспечение исследований по обоснованию перспектив развития стратегических систем вооружения основано на формировании и анализе вероятностных прогнозов результатов вооруженного конфликта. При этом прогнозирование осуществляется посредством моделирования применения систем вооружения в заданных сценариях с различным количественным составом средств (образцов ВВТ). Однако развитие систем вооружения приводит к увеличению разнообразия типов ВВТ, используемых в вооруженных конфликтах, созданию межвидовых группировок войск и т.д. В указанных условиях использование показателей, основанных на варьировании количественного состава средств противника, является затруднительным из-за значительного числа образцов ВВТ по которым необходимо осуществлять данное варьирование. При этом внедрение информационно-управляющих систем в ВВТ обуславливает повышение разнообразия сценариев развития вооруженного конфликта за счет увеличения количества вариантов способов применения образцов ВВТ на разных стадиях конфликта. Это приводит к возрастанию поведенческой неопределенности относительно результатов конфликта и требует разработки соответствующих средств информационного моделирования.

Для решения данной проблемы разработан подход к формированию интеллектуальной системы прогнозирования, включающей

подсистему анализа стохастической неопределенности результатов конфликта на основе вероятностной модели боевых действий и подсистему анализа поведенческой неопределенности на основе ситуационной модели принятия решений на этапах конфликта. В качестве используемых характеристик предложены показатели условной устойчивости стратегических систем вооружения и рисков срыва боевой задачи. Показатели устойчивости позволяют учитывать неопределенность относительно характеристик с некоторым известным диапазоном варьирования, а показатели рисков используются для выявления сочетания единичных событий, наступление которых может привести к срыву целевого применения системы вооружения. В качестве формальной основы для построения данной системы используется объектно-ориентированный подход с выделением отдельных классов объектов, предназначенных для моделирования управленческих решений. В качестве методов данных объектов используются алгоритмы выбора решений в зависимости от имеющейся информации, основанные на подходах теории игр.

Выразительные возможности языка схем радикального моделирования RADICAL и типовая автоматизированная система²

Пирогов Михаил Викторович

НПО им. С.А. Лавочкина

Радикальное моделирование основывается на идеях академика А.П. Ершова о Лексиконе программирования, а также на концепции среды радикалов А.В. Чечкина. Оно ориентировано на проблематику сложных целенаправленных систем, включая разработку и эксплуатацию программно-технических средств (ПТС), применение которых в таких системах постоянно возрастает, а также на развитие радикального программирования, на решение проблем его практического применения.

Радикальное моделирование направлено на интеллектуализацию целенаправленных систем с целью обеспечения их информационно системной безопасности на основе формализации проблемной области и применения ПТС. Обсуждаются выразительные возможности языка схем радикального моделирования RADICAL. Рассмотрена принципиальная структура типовой автоматизированной системы, основанной на применении метода радикального моделирования и предназначенной для решения задач жизненного цикла целенаправленной системы. Приведены примеры типовых схем радикалов.

² Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, проект № 16–29–04326.

Описание проблемной области космической съемки с помощью языка схем радикального моделирования.

*Пирогов Михаил Викторович
Рожков Владимир Вадимович
Федоров Евгений Анатольевич*

НПО им. С.А. Лавочкина

Съемка объектов, расположенных на земной поверхности, – важная задача, решаемая с помощью космических аппаратов, входящих в состав космических систем, которые являются сложными целенаправленными системами. Такие системы требуют огромных ресурсов, к их качеству предъявляются самые высокие требования. Для космических систем характерно возрастающее применение программно-технических средств (ПТС). Между тем, для ПТС характерны не только достижения, но и существенные недостатки. Например, остается в общем случае нерешенной задача надежной верификации и обеспечения высокой отказоустойчивости ПТС, а их модификация – затруднена. Одним из действенных средств, направленных на устранение недостатков, связанных с применением ПТС, является разработка и анализ формализованных описаний проблемной области, использование таких описаний в качестве основы при разработке и модификации ПТС. Применение такого подхода ведет к систематическому повышению общего уровня автоматизации. Приведены некоторые описания, реализованные на языке схем радикального моделирования, основанного на концепции среды радикалов А.В. Чечкина и характерные для рассматриваемой проблемной области.

Распределенные LP-структуры и связанные с ними продукционно-логические уравнения

Махортов Сергей Дмитриевич

Воронежский государственный университет (ВГУ)

Алгебраические методы представляют эффективное средство формального построения и исследования моделей информационных систем широкого спектра, в том числе интеллектуальных. Данное положение в полной мере относится к широко распространенным в информатике логическим системам продукционного типа.

В последнее десятилетие автором и его учениками разрабатывается алгебраическая теория LP-структур, обеспечивающая эффективное решение ряда важных задач, связанных с продукционными системами. К таковым относятся задачи эквивалентных преобразований, верификации, минимизации баз знаний, а также ускорения логического вывода. Созданы программные продукты, демонстрирующие практическую

значимость теории, которая оказалась применимой и для описания систем, ранее не считавшихся производственными.

В докладе формулируются постановки задач, даются базовые понятия распределенной LP-структуры, устанавливаются ее основные свойства. Определяется и исследуется соответствующий аппарат производственно-логических уравнений. В результате создается теоретическая основа для оптимизации распределенного логического вывода.

Проблемные вопросы анализа программного обеспечения интеллектуальных информационно-измерительных систем

Лабинцев Андрей Иванович

Девлетханов Ниямудин Нажмудинович

Военная академия РВСН имени Петра Великого

В статье рассмотрены проблемные вопросы анализа программного обеспечения интеллектуальных информационно-измерительных систем. Изложена обобщенная структура, принцип многоуровневой реализации алгоритмов преобразования измерительной информации. Сформулированы проблемы анализа и синтеза программного обеспечения и обозначены возможные пути их решения. Предложен принцип формирования базы знаний сертифицированных алгоритмов обработки измерительной информации на основе экспертной оценки выбранной реализации метода.

Модель оперативной разработки плана деятельности предприятия в резко меняющейся обстановке

Аладко Антон Валерьевич

Воронов Михаил Владимирович

*Московский государственный
психолого-педагогический университет (МГППУ)*

Для многих предприятий все более актуальна работа не на склад и не по долгосрочным заказам, а с каждым отдельным заказчиком, причем в режиме «здесь и сейчас». При этом поток заявок случаен, ситуация на рынках постоянно меняется, а предприятие заинтересовано в стабильной работе и с максимальной пользой для себя.

Органы управления предприятием на основе опыта своей деятельности, мониторинга обстановки, анализа складывающейся ситуации, и прогнозирования ее развития, исходя из поставленных целей (речь идет о ценовой политике, политике запасов готовой продукции, производственных мощностей, комплектующих, и финансов и т.п.) могут сформулировать правила своего поведения при ведении диалога с кон-

кретным заказчиком и разрабатывать плана выполнения заявок. Однако проведение соответствующих расчетов требует для этого усилий многих специалистов и слишком большого времени.

В этих условиях предприятию целесообразно иметь инструмент, позволяющий практически в режиме реального времени осуществлять формирование актуальных планов действий всех своих подразделений по исполнению данного портфеля заявок на производство продукции.

В докладе излагаются идеи построения интеллектуализированной системы поддержки процессов диалога с заказчиком, обеспечивающей при этом оперативную разработку ресурсно и технологически допустимых планов исполнения данного портфеля заказов с выводом всей совокупности значений необходимых для заключения договора параметров.

В основу соответствующей модели положены: метод конструктивно-имитационного моделирования и формализмы построения машины вывода, основанные на механизме нечеткого вывода.

Нечеткая сетевая модель формирования целей информационного обеспечения

Калинина Наталья Андреевна

*Нижегородский государственный технический
университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ)*

Семантическая ценность информации содержащейся в отдельных информационно-справочных ресурсах и учебных материалах, может быть определена только относительно цели их применения. Необходимость учитывать базовые знания пользователя при определении ценности информации обусловлена тем, что без должной подготовки обучающийся не способен эффективно воспринимать информацию. Материал, представленный отдельными фрагментами, не будет успешно воспринят из-за «пробела» в знаниях.

Представим информационное обеспечение как совокупность отдельных информационных элементов (ИЭ). Если некоторый ИЭ необходимо изучить для успешного освоения других ИЭ, то между ними устанавливаются дидактические связи. Совокупность ИЭ с установленными связями может быть представлена графом дидактических связей. Для описания значимости дидактически связей им предлагается приписывать веса из интервала $[0, 1]$. Кроме того, освоение ряда ИЭ непосредственно влияет на цели информационного обеспечения или образовательного процесса, примером которых может служить приобретение компетенций.

Степень достижения указанных целей определяет критерий качества информационного обеспечения. Для оценки достижения целей информационного обеспечения предложена нечеткая сетевая модель, основанная на совокупности нечетких правил, образующих базу знаний, отражаю-

щую два вида отношений: между ИЭ с одной стороны и целями с другой, а также отношения между парами ИЭ. Так, ИЭ могут находиться в одном из двух возможных отношений упорядочивания: «следует за» (\rightarrow), «не связаны» ($\#$). Если ИЭ- i следует за ИЭ- j , то соответственно, ИЭ- j предшествует ИЭ- i или, другими словами, ИЭ- j является родителем ИЭ- i .

Частные целевые функции, отражающие степень достижения соответствующих целей, зададим с помощью нечетких правил в виде

ЕСЛИ ИЭ- I = «Освоен» И ... И ИЭ- N = «Освоен», ТО Цель- m = «Достигнута».

При этом вид частной целевой функции определяется типом используемой взвешенной t -нормы (например, t -норма типа *min* или алгебраическая норма).

Значимость отдельных посылок нечеткого правила может быть установлена экспертами с использованием таких слов как «не требуется», «желательно», «необходимо» и формализуется посредством весов. Эти веса характеризуют полезность ИЭ для достижения отдельных целей.

В общем случае, значительная часть ИЭ непосредственно не связана с целями информационного обеспечения. Соответствующие посылки в нечетком правиле имеют нулевые веса, что отражает отсутствие их влияния на заключение. Однако изучение ИЭ непосредственно не связанных с целями может потребоваться при наличии дидактических связей с другими ИЭ, которые в свою очередь прямо влияют на значение частных целевых функций.

Зависимость степени освоения отдельных ИЭ в процессе изучения материалов от других ИЭ зададим с помощью нечетких правил в виде

ЕСЛИ ИЭ- I = «Освоен» И ... И ИЭ- i = «Изучен» И ... И ИЭ- N = «Освоен», ТО ИЭ- i = «Освоен».

Силу влияния посылок на заключение в таких правилах представляют веса дидактических связей, характеризующих необходимость предварительного освоения отдельных ИЭ. Поскольку посылки с нулевыми весами не влияют на заключение (степень освоенности ИЭ- i), то в нечеткие правила включаются только родительские ИЭ. Посылка ИЭ- i = «Изучен» входит всегда с весом равным единице, что отражает необходимость изучения любого ИЭ для его освоения.

При заданной нечеткой сетевой модели для расчета значений частных целевых функций последовательно применяются нечеткие правила. Последовательность применения нечетких правил определяется порядком изучения ИЭ, который составляет образовательную траекторию и непосредственно влияет на формирование целей информационного обеспечения.

Таким образом, применение разработанной нечеткой сетевой модели позволяет формально поставить и решать задачу оценки достижения целей информационного обеспечения и определения последовательности изучения материалов (работы с тематическим контентом). Показано,

что предложенный способ управления информационным обеспечением способствует повышению эффективности образовательных процессов.

Модель задачно-индукторного пространства в контексте продуктивного мышления

Прокопчук Юрий Александрович

*Приднепровская государственная академия
строительства и архитектуры, г. Днепр*

Согласно одному из основателей гештальтпсихологии Максусу Вертгеймеру, занимавшемуся детальным изучением особенностей продуктивного мышления – человек часто постигает некоторые структурные свойства искомого целого задолго до того, как сможет найти его полную структуру, конкретные элементы. В работе будет рассмотрен фрагмент модели возможного механизма продуктивного мышления.

Под продуктивностью будем понимать принципиальную возможность создавать неограниченное множество новых процессов на основе единых алгоритмов. Для адекватного описания ситуации действительности нужны расширенные когнитивные архитектуры, которые могут кодировать знания в различных формализмах, связывать их друг с другом и использовать их для поддержки интеллектуального поведения более гибко и эффективно. В рамках авторской парадигмы предельных обобщений (ППО) любую ситуацию действительности или процесс предлагается описывать с помощью банка элементарных тестов (квалиа), каждый из которых задается оргграфом значений или оргграфом доменов. Любой домен – это набросок базового домена и одновременно Z -задача различения. Верно и обратное, любое множество Z является доменом некоторого теста. Z -задача формирует акт различения. Акт различения – это системоквант «мыследействия» когнитивной системы, базовая функция наблюдателя. Достижение результата в рамках произвольной Z -задачи означает генезис целенаправленного поведения.

Банк тестов формирует пространство Z -задач различения (распознавания, диагностики, прогнозирования, управления), эксплицируя в явном виде принципы самоактуализации, когерентности и творческий принцип «переформулировок»: запуск в решение любой Z -задачи означает автоматический запуск в решение и созревание всех более грубых Z -задач в рамках оргграфа доменов того или иного теста.

Оргграф доменов теста обеспечивает единство между континуальным, дискретным, интервальным, нечетким, вероятностным, квантовым, лингвистическим представлениями, включая их в единую сущность. Оргграфы доменов стирают границу между непрерывным и дискретным: любой непрерывный тест всегда имеет множественное дискретное представление (интервальное, символическое). В оргграфы значений, доменов, набросков

вложена система интерпретаций предметной области, т.е. семантический уровень. Интерпретируемость данных и результатов обработки данных в системе понятий предметной области является необходимым условием получения полезного результата. Орграфы доменов тестов – это также и набор операций (непрерывных, интервальных, нечетких, вероятностных, фрактальных, лингвистических), которые можно производить со значениями тестов разного уровня общности.

Для каждого значения домена заданы как минимум четыре класса индукторов: транзитивные вычисления по иерархии доменов (обобщают данные первичных измерений); вычисления на основе онтологических соглашений; вычисления на основе автоассоциативных моделей знаний; вычисления на основе (врожденных) ИНС. Расчетное значение теста должно быть согласовано по сигналам от разных индукторов, и это накладывает ограничение на совокупность возможных состояний всей системы, обеспечивая системную целостность. Онтологические соглашения задаются экспертами и отражают профессиональные (бытовые) знания. Они могут быть как детерминированными (дедуктивными), так и вероятностными или нечеткими. Модели знаний формируются автоассоциативно, являясь основой интуиции (адаптивного бессознательного) и модели «континуум задач». Последняя обеспечивает «быстрые решения» (прототип ургентных вычислений – Urgent Computing или Extreme Computing). Таким образом, задачно-индукторное пространство объединяет основные виды знаний – онтологические (внешние, социальные), имплицитные и процедурные.

Типовое решение любой Z-задачи представляет собой гетерархический базис предельных моделей знаний (ПМЗ). Каждая ПМЗ содержит инварианты категоризации – «естественные коды», многие из которых соответствуют параметрам порядка ситуаций, образов, что полностью отвечает концепции Вертгеймера. Естественные коды и ПМЗ в базисе образуют масштабируемое конкурентное пространство решения Z-задачи различения и управления.

Задачно-индукторное пространство является основой внутренней масштабируемой системы антиципации. В таком аспекте оно является важной составляющей генезиса феномена управление и естественной (природной) логики.

Отметим, что традиционно теория «задачного пространства» (problem-space theory, А. Ньюэлл, Г. Саймон) рассматривается как альтернатива спонтанному инсайту. Тогда как в рамках ППО оба подхода образуют единое целое.

Информационно-системная безопасность сложных систем

Потюпкин Александр Юрьевич

Военная академия РВСН им. Петра Великого

Рассматриваются вопросы обеспечения информационно-системной безопасности (ИСБ) сложных систем, обладающих внутренней неопределенностью функционирования. ИСБ представляет собой развитие понятия функциональной устойчивости в приложении к сложным системам и обеспечивается совместной реализацией целевого, сенсорного и сертификационного процессов. В докладе предложены показатели каждого из процессов, позволяющие получить количественную оценку выполнения требований ИСБ. Рассмотрена структура обеспечения ИСБ как системы с обратной связью, при этом в качестве элемента обратной связи выступает система мониторинга, реализующая функции оценивания текущего состояния сложной системы, идентификации модели системы, прогноза ее поведения, оценки рисков, выработки стратегий управления. Рассмотрены особенности реализации отдельных функций в рамках концепции ситуационного управления.

Кластеризация множества слоев в задаче нечеткого LP-вывода

Шмарин Артем Николаевич

Воронежский государственный университет (ВГУ)

С увеличением объемов и сложности обрабатываемой информации все более актуальным становится использование систем искусственно-интеллекта. При этом продукционная модель представления знаний является одной из наиболее распространенных. Алгоритмы поиска решений в таких системах основаны на механизме логического вывода. На практике существует большое число задач принятия решений в условиях неопределенности, при которых получение информации о значениях признаков классифицируемых объектов некоторой предметной области является ресурсоемкой операцией. Такие задачи возникают, например, когда робот исследует поверхность другой планеты. Если цель робота состоит в том, чтобы добраться до определенной скалы, но будущий маршрут является наблюдаемым лишь отчасти, то робот должен попытаться выработать оптимальное решение, касающееся того, как достичь цели с учетом ограниченности ресурсов, доступных для дополнительной разведки местности. Другим примером, в котором стоимость получения новой информации может быть высокой, является коммерческая медицина. Для минимизации издержек необходимо находить приемлемый способ лечения с помощью минимального количества анализов,

выполненных за минимальное время. Задержка в предоставлении лечения, вызванная проведением дополнительных анализов, приводит к увеличению затрат. Более того, состояние пациента, не дождавшегося помощи, может существенно ухудшиться. Стоимость дополнительных исследований является существенной и в сфере разведки полезных ископаемых. Может оказаться, что более выгодное решение состоит в том, чтобы приступить к бурению скважины, если уверенность в успехе составляет 95 %, чем потратить еще значительные средства, чтобы добиться 98 %-ной уверенности.

С фактором ресурсоемкости операций получения данных для принятия решения связана задача минимизации числа запросов о признаках классифицируемого объекта (из некоторой предметной области) в ходе логического вывода. Данная задача является NP-трудной. Для достижения глобальной минимизации числа внешних запросов предложен общий метод LP-вывода. К сожалению, он обладает экспоненциальной вычислительной сложностью относительно числа атомарных фактов в базе знаний. Идея кластерно-релевантного LP-вывода основана на вычислении специфических оценок (показателей релевантности) для ограниченного подмножества продукций и на обобщении полученных оценок на все множество продукций. Эксперименты показывают, что при использовании метода LP-вывода, по сравнению с обычным обратным выводом, снижение числа внешних запросов составляет в среднем 15–20 %.

Ранее автором были исследованы вопросы реализации вычисления приближенной оценки числа слоев без циклов в задаче нечеткого LP-вывода. В настоящем докладе рассматривается математическая формулировка задачи нечеткого LP-вывода и предлагается алгоритм кластеризации множества слоев – выбор по одному элементу из классов эквивалентности фактор-множества, полученного разбиением заданного на алгебраической решетке бинарного отношения по уникальным правым частям пар. Данный алгоритм предназначен для итеративного анализа таких подмножеств продукций, которые наиболее существенно влияют на показатель релевантности.

Концептуальное представление предметной области функционирования систем мониторинга фреймовой моделью с нечеткой логикой

*Ермилов Андрей Эдуардович
Мисевич Павел Валерьевич*

*Нижегородский государственный технический
университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ)*

В работе рассматривается предметная область функционирования систем мониторинга. Применение ситуационного подхода для ее ана-

лиза приводит, как правило, к представлению концептуальной модели в форме иерархии взаимосвязанных ситуаций.

Для создания более детального концептуального описания авторами предлагается использовать систему фреймов с процедурами-демонами, поддерживающими процедуры с нечеткой логикой.

В докладе анализируется структура фрейма – теоретического примитива служащего основой, для «конструирования» машинно-независимого представления предметной области. Во фрейме выделяется:

- статическая часть – шаблон описания ситуации в предметной области (имя фрейма, имена слотов (терминалов), дескрипторы на субфреймы и процедуры);
- динамическая часть – множество терминалов, прикрепленные процедуры.

Заполнение динамической части конкретными данными – характеристиками предметной области позволяет «трансформировать» шаблон в описание ситуации. После этого осуществляется инициирование «прикрепленных» к фрейму процедур ситуационного анализа.

Применение процедур нечеткой логики позволяет в рамках единого подхода осуществлять:

- параметрическую настройку системы;
- «подстройку» множества параметров настройки к изменению ситуации во внешней/внутренней среде системы мониторинга;
- описание ситуации при помощи системы лингвистических переменных;
- переход от лингвистической переменной к мультимедийному образу с целью эмоциональной окраски ситуации (определение различных степеней значимости и опасности, как для отдельных параметров, так и для системы в целом);
- переход от концептуального представления предметной области к реализации информационного обеспечения системы мониторинга в форме ситуационного банка данных;
- реализацию системы мониторинга при помощи инструментального комплекса – скелетной оболочки.

В докладе рассматривается пример применения фреймовой модели с нечеткой логикой в предметной области мониторинга подвижного состава на железнодорожном транспорте.

В заключение производится позиционирование предложенного подхода относительно концепций, используемых для построения систем мониторинга.

Интеллектуальная система распределения логистических заказов

Рязанов Артем Владимирович

*Московский энергетический институт,
Смоленский филиал (СФ МЭИ)*

Функционирование транспортных служб неразрывно связано с распределением заказов. Одни компании имеют для этого отдел логистики, другие прибегают к автоматизированным решениям.

Системы автоматического распределения заказов могут работать как по простым алгоритмам (распределение заказа ближайшему водителю), так и по комплексным (распределение заказов с использованием очереди, системы приоритетов, учетом района города и характеристик автомобилей). Комплексные системы позволяют более сбалансированно и точно распределять заказы по водителям для достижения квази-оптимальных значений оперделенного параметра, например, прибыли или времени простоя водителей. Комплексные системы также могут считаться интеллектуальными, если в них используются интеллектуальные методы (генетические алгоритмы, нейросети и т.д.) и они позволяют осуществлять поддержку принятия решения управленческих решений.

Рассмотрим предлагаемую интеллектуальную систему распределения заказов, целью которой является экономия ресурсов транспортной службы при максимизации экономической выгоды от выполняемой работы.

Для достижения поставленной цели предлагается решить следующие задачи:

- разбиение территории обслуживания на зоны (районы);
- визуальное отображение границ полученных зон для диспетчеров и администраторов;
- определение необходимого количества водителей для каждой из полученных зон;
- распределение заказов, поступивших в каждую зону, по водителям, зарегистрированным на ней.

Разбиение территории обслуживания на зоны (районы) производится с помощью алгоритма генетической кластеризации. В данном алгоритме первоначальное разбиение выполняется методом k-средних, далее генетический алгоритм корректирует границы зон, минимизируя различия в интенсивности заказов для смежных зон.

Визуальное отображение границ зон, полученных при таком разбиении, позволяет операторам диспетчерской службы и администраторам лучше ориентироваться в текущей транспортной и экономической ситуации. Для построения границ, применяется алгоритм быстрой оболочки.

Решения о количестве водителей необходимых в определенной зоне принимается с учетом собранных сведений, что позволяет повы-

снять эффективность распределения рабочих ресурсов с учетом заданной целевой функции.

Распределение заказов внутри зон между зарегистрированными на них водителями может осуществляться оперативно и без участия диспетчера по результатам анализа ряда объективных параметров (таким как, время подъезда к заказу, наличие специальных характеристик у автомобиля и т.д.).

Относительная независимость процессов внутри различных зон позволяет выполнить параллелизацию необходимых вычислений, в данном случае реализуемую посредством венгерского метода. Вместо интегрального критерия, характеризующего веса ребер графа для венгерского метода используется нечеткое треугольное число, с которым связывается лингвистическая переменная «отклонение по времени». Учесть эту нечеткость можно с помощью функции принадлежности, которая принимает треугольный вид. Крайние значения функции принадлежности («значительное опережение»)/«значительное опоздание») подсчитываются с помощью статистических данных конкретного водителя для заказов с выставленным временем подъезда.

Таким образом, предлагаемая интеллектуальная система управления логистикой позволяет охватить весь комплекс задач транспортных служб с момента получения заказа и до начала его выполнения, автоматизировать их, тем самым сэкономить трудовые и экономические ресурсы, повысив общую эффективность работы службы.

Список литературы

1. *Рязанов А.В., Борисов В.В.* Зональное разбиение территории на основе алгоритма генетической кластеризации // Энергетика, информатика, инновации-2014 – ЭИИ-2014. В 2 томах – Смоленск: Универсум, 2014. – С. 102–105.
2. *Рязанов А.В., Борисов В.В.* Построение выпуклых оболочек для зонального разбиения территорий // Информационные технологии, энергетика и экономика. Сборник трудов XII-ой Межд. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. В 3 т. Т 1. – 2015. – С. 289–293.
3. *Рязанов А.В., Борисов В.В.* Подход к управлению логистическими процессами транспортной компании // XIII Межд. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов «Информационные технологии, энергетика и экономика» – 2016. – С. 367–371.
4. *Рязанов А.В.* Распределение логистических заказов на основе алгоритма генетической кластеризации // Пятнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2016. В 3 т. Т 3. – 2016. – С. 131–138.

Адаптация характеристик радиолиний информационного обмена кластера малогобаритных космических аппаратов

*Азаров Андрей Игоревич
Рудько Александр Сергеевич*

Военная академия РВСН им. Петра Великого

Кластер МГКА- группа КА управляемых и выполняющих целевую задачу как единый объект. Для информационного обмена в кластере используются прямые и обратные радиолинии. Наиболее информативными являются обратные радиолинии информационного обмена, связывающие ведомые КА с ведущим. Это обусловлено тем, что с бортов ведомых КА поступает специальная (данные мониторинга Земли) и телеметрическая информация, объемы которой весьма значительны. Требования к достоверности передачи данных к специальной и телеметрической информации различны. Если незначительные искажения специальной информации в целом не окажут существенного влияния на последующую дешифровку и анализ данных, то ошибки при передаче телеметрической информации могут привести к большим негативным последствиям. В целом можно сказать, что достоверность передачи специальной информации можно оценивать вероятностью ошибки на бит 10^{-4} , а телеметрической 10^{-6} . Поскольку для передачи данных используется единый передатчик, то к достоверности передачи данных должно быть наложено наиболее жесткое требование, а именно вероятность ошибки на бит 10^{-6} . Однако столь жесткое требование в условиях частотных ограничений, накладываемых требованиями CCSDS, приведет к снижению скорости передачи данных и оперативная передача информации на Землю станет затруднительной. Таким образом, возникает противоречие между необходимостью оперативной передачи данных на Землю и требованием к достоверности передачи данных. Одним из путей решения данного противоречия является разработка адаптивной системы информационного обмена, суть работы которой будет заключаться в том, что телеметрические кадры в общей структуре данных будут подвергаться адаптивному помехоустойчивому кодированию и, таким образом различные требования к достоверности передачи информации для специальных и телеметрических данных будут выполнены. Адаптируемыми параметрами будут являться длина и другие характеристики кода. Адаптацию целесообразно проводить с использованием нейросетевых технологий.

Использование технологий визуализации для анализа технического состояния объекта испытаний

Егорцева Мария Владимировна

Военная академия РВСН им. Петра Великого

Важной составляющей современных образцов вооружения является система контроля испытаний. Существующие системы контроля не позволяют решать задачи определения технического состояния в условиях неопределенности или нестандартных ситуаций. Состояния объектов испытаний становятся все сложнее и сложнее, а технологии анализа остаются прежними. Источник возникновения нестандартных ситуаций это заложенная на этапе проектирования неопределенность. Поэтому актуальным является разработка программного продукта, в котором решение данной проблемы было бы возможным. Обладая проверенной технологией получения адекватной визуальной модели, наблюдатель сможет делать качественные выводы об исследуемом явлении, не проводя анализ численных данных.

Подход к формированию информационной системы управления функционированием группы подвижных объектов

Четвергов Виталий Николаевич

Военная академия РВСН им. Петра Великого

Научно-методической основой решения задачи управления функционированием группы подвижных объектов (ГПО) является моделирование данного процесса, позволяющее прогнозировать результаты целевого применения подвижных объектов в условиях заданной системы ограничений.

Для формирования информационной системы управления функционированием группы подвижных объектов предлагается использовать двухкомпонентную математическую модель, включающую блок прогнозной оценки эффективности целевого применения ГПО и блок оценки реализуемости выбранного способа функционирования ГПО. Определение оптимального способа функционирования ГПО осуществляется на основе итеративной процедуры параметрического анализа сформированной модели.

Предложенный подход был использован при проведении прикладных научных исследований функционирования группировки подвижных ракетных комплексов. Полученные результаты подтвердили целесообразность использования данного подхода для принятия управленческих решений на организацию маневренных действий группировки подвижных ракетных комплексов в интересах обеспечения их требуемой эффективности.

Проблема формализации учебной деятельности как технологического процесса

Сафонов Михаил Андреевич

Московский государственный психолого-педагогический университет (МГППУ)

Процесс получения образовательных компетенций характеризуется освоением определенного набора технологий, выраженных в виде операций, называемых технологическими действиями (ТД). В виду целостности и внутренней связанности учебных материалов, курсов, дисциплин и т.д., совокупность ТД носит характер иерархически выстроенных, взаимосвязанных элементов.

Построение формализованной структуры, имеющей на позиции элементов основные дидактические единицы учебных материалов, учебного курса, или дисциплины, позволит обнаружить наиболее проблемные моменты внутри дидактических единиц, входящих в состав учебной деятельности. Поскольку такие единицы однородны для любого уровня масштаба рассмотрения, имеются основания для составления базы компонент. Любая наука, в свою очередь, обладает ограниченным перечнем ключевых, базовых понятий, из которых, соответственно принципу субординации, выстраиваются дальнейшие гносеологические компоненты. На уровне учебно-методического комплекса такие элементы – компетенции, имеют в своем составе знания, умения, навыки.

Для построения структуры, состоящих из компетенциональных элементов выраженных в виде технологических действий, предлагается использование технологии фреймов. В частности, структуры фрейм-действия, в основе которой находятся технологические действия, выраженные глаголами (предикаты) или глагольными формами в естественно-языковых текстах УМК. Необходимо отметить, глагол, как лексико-грамматическая единица не является самостоятельным семантическим элементом, поэтому построение структуры предполагающей в основе предикаты как базис, имеет целый ряд особенностей. Смысловая наполненность предикатных элементов зависит от находящихся в разной степени связанности с ними лексических единиц. Непосредственную связь предикаты имеют с актантами, выступающими в роли субъекта или объекта действия на позициях «пациент-инструмент». Конкретизация и уточнение роли этих элементов в формализованной структуре, нахождение семантических связей и ролей для второстепенных элементов естественно-языковых форм учебных материалов и выработка правил построения их структуры, позволит посмотреть на процесс получения образовательных компетенций как на технологический процесс.

Применение глубоких нейронных сетей в задачах представления и обработки текста

Антюхов Денис Олегович

Московский физико-технический институт (МФТИ)

Распространение вероятностных нейросетевых моделей для представления слов в непрерывном векторном пространстве позволило добиться существенных успехов в различных прикладных задачах, связанных с обработкой текста. [1] Использование таких векторных представлений, совместно с глубокими сверточными и рекуррентными нейронными сетями, позволяет эффективно решать задачи обработки естественного языка на уровне последовательностей слов. [2–3]

В данном докладе рассмотрено несколько нейросетевых архитектур, предназначенных для обработки текста. На примере задач классификации и сентиментного анализа представлены экспериментальные результаты применения таких архитектур на практике. Разобрана проблема переобучения, исследованы вопросы регуляризации и ансамблирования этих архитектур. [4]

Список литературы

1. *Tomas Mikolov, Ilya Sutskever, Kai Chen, Greg Corrado, Jeffrey Dean*, Distributed Representations of Words and Phrases and their Compositionality // arXiv:1310.4546, 2013
2. *Yoon Kim*, Convolutional Neural Networks for Sentence Classification // arXiv:1408.5882, 2014
3. *Alex Graves*, Supervised Sequence Labelling with Recurrent Neural Networks // Springer Volume. 385, 2012
4. *Geoffrey Hinton, Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, Ruslan Salakhutdinov*, Dropout: A Simple Way to Prevent Neural Networks from Overfitting // arXiv:1207.0580, 2014

Интеллектуальные права и их защита при разработке прорывных технологий и компонентов гибридных интеллектуальных и интеллектуализированных систем³

Легович Юрий Сергеевич

Рожнов Алексей Владимирович

*Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН)*

Руженцев Игорь Олегович

*АНО «Агентство стратегических инициатив
по продвижению новых проектов»*

В соответствии с содержательной постановкой задач в докладах, размещенных на новой секции «Когнитивные технологии в управлении сложными системами», в данном сообщении предлагается рассмотреть актуальный вопрос формирования единой технологии мониторинга, тематического поиска и моделирования, интеллектуального управления, аудита и стратегического планирования с применением системной интеграции таковых в контексте современных условий регистрации и защиты прав интеллектуальной собственности [1–6].

Первоначальные исследования [4] получили свое развитие в смежных задачах управления пертинентными информационными потоками в аспекте формирования предложений по реализации стратегии «балансирование на грани» смешанных робототехнических систем [7].

Так, предложенные в этих поисковых исследованиях творческого коллектива интеграционные компоненты [1,3,5,7] получили широкую апробацию на международных и всероссийских форумах и выставках научно-технического творчества и интеллектуальной собственности.

Последующее развитие проблематики предлагается в выработывании аналога «осмоса» в задаче управления взаимодействием исследуемых пертинентных информационных потоков [2, 6, 7] при формировании виртуальной семантической среды посредством применения приемов системной интеграции, новых взаимосвязанных биоинспирированных моделей прорывных технологий и компонентов гибридных систем, унификации интерфейсов, реконфигурации каналов управления [1–3].

Список литературы

1. Диане С.А., Рожнов А.В. Перспективный аэромобильный комплекс: прорывные технологии смешанных робототехнических группировок для спасения и пожаротушения в высотных зданиях / Круглый стол «Достижения академической науки в развитии робототехнических комплексов двойного назначения» (ФАНО) // II МВТ Форум «Армия-2016». – Кубинка, Моск. обл.: КВЦ ВППиО «Патриот», 2016.

³ Исследование выполнено при поддержке РФФИ, научный проект № 16–29–04326 офи_м.

2. *Рожнов А.В., Лобанов И.А.* Интеллектуализация средств ухода от конфликтов при переключении режимов управления ЛА с применением языкового формализма «схем радикалов» в предметной области «Smart Intelligent Aircraft Structure» / *Материалы XI Международной конференции по Неравновесным процессам в соплах и струях (NPNJ'2016)*. М.: МАИ, 2016. С. 439–441.
3. *Рожнов А.В.* О проблеме сбалансированной девепонизации прорывных технологий автономных систем различного назначения / *Труды 24-й Международной научной конференции «Проблемы управления безопасностью сложных систем»*. М. РГГУ, 2016. С. 73–76.
4. *Рожнов А.В.* О виртуальном молодежном научном круглом столе на страницах научно-технического журнала «Нейрокомпьютеры: разработка, применение» / *Тезисы докладов XIV Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение»* (Москва, 2016). М.: МГППУ, 2016. С. 12–15.
5. *Рожнов А.В.* Обобщенное представление криптопримитива «Sponge» в приложениях «smart»-технологий / *Тезисы докладов XIV Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение»* (Москва, 2016). М.: МГППУ, 2016. С. 20–23.
6. *Рожнов А.В., Гречанюк Ф.А.* К дискуссии о новых понятиях в сфере интеллекта: что есть «сверхискусственное»? / *Тезисы докладов XIV Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение»* (Москва, 2016). М.: МГППУ, 2016. С. 15–18.
7. *Нечаев В.В., Гончаренко В.И., Рожнов А.В., Лычев А.В., Лобанов И.А.* Интеграция компонентов виртуальной семантической среды и обобщенной модели анализа среды функционирования // *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. 2016. Т. 12, номер 3, часть 1. С. 187–194 <http://ceur-ws.org/Vol-1761>.

**Совместное применение грамматик
с фразовой структурой и грамматик зависимостей
в системах автоматизированного
анализа естественного языка**

Мелихов Александр Александрович

*Акционерное общество «Центральный
научно-исследовательский институт экономики,
информатики и систем управления» (АО «ЦНИИ ЭИСУ»)*

Одним из наиболее быстро развивающихся направлений в теоретической и практической информатике является разработка моделей, методов и алгоритмов анализа и синтеза текста на естественном языке. Актуальность данной тематики научных исследований обуславливается требованиями, предъявляемыми к автоматизированным системам обработки информации.

Извлечение семантики из потока данных, существенно упрощается, когда речь идет о текстовой форме их представления. При этом не тре-

буется предварительной обработки потока с использованием сложных алгоритмов распознавания графических и/или звуковых знаков.

В то же время, пользовательские интерфейсы развиваются в направлении максимального упрощения человеко-машинного взаимодействия, а важной особенностью современных информационных систем является то, что текст в них может выступать не только как часть графического интерфейса, конкретизируя значения тех или иных элементов, но и как полноценный носитель входных данных. Основной целью настоящего исследования является определение интегративных возможностей современных синтаксических анализаторов, построенных с применением различных грамматических моделей, по решению задач, связанных с анализом синтактико-грамматических параметров естественно-языкового текста. Результаты такого анализа могут применяться при формировании компактных информационно-поисковых тезаурусов как в информационно-справочных системах (как часть пользовательского окружения), так и в интеллектуальных системах, основанных на знаниях (в качестве основы для баз знаний).

Список литературы

1. *Журавлева Н.Г., Мелихов А.А., Губин А.Н., Гудов Г.Н.* Синтаксический анализ и преобразование единиц измерения в естественных языковых предложениях информационных ресурсов // Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM – 2015)/ Труды 15-й международной конференции. Под ред. А.В. Толока. М.: ООО «Аналитик». – 2016. С. 341–344.
2. *Мелихов А.А., Смирнова О.С.* Методика автоматизированного формирования тезауруса на основе грамматически релевантных единиц // Образовательные ресурсы и технологии. 2016. № 4 (16). С. 41–51.
3. *Мелихов А.А.* Применение дерева синтаксического разбора предложений для повышения релевантности результатов частотного анализа текста // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2016. № 3. – С. 39–46.
4. *Рожнов А.В., Жарков И.Д.* Алгоритмизация интеллектуальной обработки данных в задачах слабо формальных систем // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2008. № 1–2. С. 35–42.
5. *Рожнов А.В., Антиох Г.М., Селиверстов Д.Е., Кублик Е.И.* Системная интеграция направлений научной деятельности в условиях формирования прединтеллектуальной инфраструктуры // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2014. Т. 12. № 11. С. 59–63.

Нейросетевые подходы к классификации текстов на основе морфологического разбора

Ле Мань Ха

Московский физико-технический институт (МФТИ)

В работе предложен нейросетевой метод латентно-семантического анализа использующий морфологический разбор содержимого документов. Выполнена классификация корпуса текстов на основе их терм-документных матриц.

Векторизация текста осуществлялась с использованием рекурсивно-автоэнкодера, объединяющего не только пары слов, но и пары соответствующих им морфем.

В докладе рассматриваются преимущества и особенности предложенного подхода.

Анализ методов построения и обучения нейронных сетей, применяемых при построении интеллектуальных автоматизированных обучающих систем

Береснева Яна Владиславовна

Московский государственный политехнический университет (МАНП)

В условиях постоянного наращивания технологической сложности критически важных инфраструктурных объектов (включая транспортные узлы, системы электро- и тепло- снабжения и пр.), влекущего за собой экспоненциальный рост их взаимосвязей – проблема отказоустойчивости электронных и электромеханических систем становится как никогда важной.

Одним из факторов определяющих общую отказоустойчивость системы несомненно является корректное выполнение всех этапов проектирования, включая тщательный подбор элементной базы.

Ошибки на данных этапах ведут к сожалению, возросшая сложность технологических процессов сделала практически невозможной подготовку универсальных специалистов владеющих полным пониманием всех этапов производства и взаимосвязей между структурными элементами даже самых распространенных продуктов промышленности. Обучение же будущих инженеров, конструкторов, архитекторов «на ошибках» приводит к наиболее существенным экономическим потерям и часто становится причиной трагических событий. Частично задача входа в профессию разрешается за счет приемственности существующей в большинстве критических отраслей. Другим перспективным способом повышения качества подготовки ответственных специалистов является внедрение современных автоматизированных обучающих и тренажер-

ных систем и инструментов моделирования. Некоторые из них сейчас строятся на базе различных нейронных систем. Для построения нейросети интеллектуальной автоматизированной обучающей системы целесообразно выбрать модель нейрона, в основе которой лежит одна из следующих наиболее распространенных активационных функций:

- пороговая,
- линейная,
- сигмоидальная,
- тангенциальная,
- радиально – базисная.

Именно активационная функция определяет особенности метода построения и обучения нейронной сети.

Список литературы

1. Алгоритмизация интеллектуальной обработки данных в задачах слабо формализованных систем. Рожнов А.В., Жарков И.Д.
2. Модели и методы принятия решений в интегрированных интеллектуальных системах. Берштейн Л.С., Карелин В.П., Целых А.Н. Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 1999
3. Разработка предложений по системной интеграции задач в единой технологии мониторинга чрезвычайных ситуаций Лобанов И.А., Рожнов А.В.
4. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я. М.: Наука, 1990

Методика планирования целевого применения системы ДЗЗ на базе кластеров малогабаритных КА

Ермолаев Максим Петрович

Военная академия РВСН им. Петра Великого

В работе проводится исследование в области решения задачи планирования целевого применения системы ДЗЗ, состоящей из кластеров малогабаритных КА (МГКА) с разнотипной бортовой аппаратурой. Целью работы является обеспечение требуемого качества планирования целевого применения системы ДЗЗ на базе нового объекта управления – кластера МГКА. Разработаны методики группирования МГКА в кластеры и распределения целей по элементам кластера в процессе решения целевых задач. При решении задачи распределения целей ДЗЗ по элементам кластера применялись методы коллективного управления в группах роботов, которые были адаптированы под работу с группой МГКА. Проведено экспериментальное исследование применимости разработанной методики при решении задачи планирования целевого применения нового объекта управления – кластера МГКА.

К вопросу повышения качества оценивания состояния сложных технических систем в условиях информационной избыточности

Галаев Сергей Алексеевич

Военная академия РВСН им. Петра Великого

Исследуется вопрос разработки научно-методического аппарата перспективной интеллектуальной системы (ИС) оценивания состояния сложной технической системы (СТС), функционирующей в условиях информационной избыточности, создаваемой различными источниками разнородной информации. Предложен вариант постановки задачи оценивания состояния СТС.

Принятие решения о состоянии СТС – обратная некорректная задача. Метод решения такого рода задач – регуляризация, то есть привлечение дополнительной информации об искомом решении. Существуют методы интеллектуального анализа, разработанные для поиска и обнаружения закономерностей в больших массивах данных, реализованные в широком спектре аналитических платформ анализа данных. Однако широкого применения при создании ИС оценивания состояния СТС технологии, реализованные на этих методах, не получили по ряду проблем: не решены вопросы полноты, непротиворечивости и оперативности привлекаемой дополнительной информации, отсутствует научно-методическое обоснование механизма совместной обработки информации различного вида. ИС оценивания должна уметь находить выход из нештатной ситуации при ее возникновении, проверяя на каждом шаге правильность своих действий с учетом комплексного показателя эффективности решения задачи, привлекая дополнительную информацию.

Таким образом, решение обозначенных проблем приведет к повышению качества оценивания состояния СТС в условиях информационной избыточности.

Методический подход к моделированию операций вооруженного конфликта и формированию оптимального целераспределения ресурсов

Соколов Александр Михайлович

Военная академия РВСН им. Петра Великого

В современных условиях ведения вооруженного противоборства наличие значительного количества труднопрогнозируемых факторов условий обстановки обуславливает высокую сложность задач, связанных с моделированием вооруженных конфликтов и выбором способов применения образцов вооружения (например, определения оптимального целераспределения ресурсов). К факторам, которые должны быть учте-

ны при решении данной задачи, относятся: пространственная структура районов выполнения задач; временные параметры действий ударных сил противоборствующих сторон; возможности систем управления и обеспечения боевых действий и др.

В существующих методиках распределения средств поражения используются различные подходы, совокупность факторов учитывается с разной степенью детализации, что создает дополнительные трудности при моделировании операций (боевых действий). Как следствие, достоверность результатов распределения одних и тех же средств получается различной. Кроме того, значительно затрудняется или вообще исключается возможность комплексирования этих методик с целью решения взаимосвязанных задач распределения ударных и оборонительных компонентов противоборствующих сторон с использованием единого информационного обеспечения и единого критерия.

Для решения указанной проблемы предлагается методический подход к моделированию операций вооруженного конфликта и формированию оптимального целераспределения ресурсов, основанный на модификации метода максимального элемента. Эффективность применения разработанного методического подхода была подтверждена его практическим применением при решении задачи распределения наряда высокоточных средств поражения по подвижным объектам стратегических ядерных сил противника.

Вопросы проектирования и разработки автоматизированной поддержки метрологической деятельности

Шишлакова Елена Михайловна

*Московский институт стали и сплавов (национальный
исследовательский технологический университет) (НИТУ МИСИС)*

В рамках данного исследования рассматриваются особенности метрологического обслуживания средств измерений в центрах стандартизации и метрологии и возможности его автоматизации.

В соответствии с Федеральным законом «Об обеспечении единства измерений» средства измерений, которые используются в сферах государственного регулирования должны регулярно поверяться. Другие средства измерений могут в добровольном порядке подвергаться калибровке.

В настоящий момент более 1000 предприятий проводят поверку и калибровку средств измерений. Они выполняют похожие функции, используют, формируют и обрабатывают аналогичную информацию, обмениваются информацией с федеральными информационными базами. Все это приводит к обработке больших объемов информации. В такой ситуации целесообразна разработка информационной системы, обеспечивающей учет и хранение информации.

В рамках исследования был проведен анализ процесса метрологического обслуживания, выделены основные подпроцессы: идентификация прибора, определение плана работ, проведение метрологических работ, подготовка прибора к выдаче. Выполнение этих процессов вручную приводит к нерациональному использованию ресурсов. Исходя из этого было предложено внедрение автоматизированной поддержки метрологической деятельности. Предлагается автоматизировать поиск в Государственном реестре Средств измерений, разработку программы и графика работ, обмен данными с Федеральным информационным фондом, формирование выходных документов. Таким образом, автоматизация процессов приведет к сокращению времени работы, количества персонала, исключению ошибок в работе при обработке информации.

Проект не имеет привязки к конкретной организации, может быть масштабирован и внедрен в центрах стандартизации и метрологии, что полностью соответствует стандарту Р 50.1.028–2001 Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования.

Список литературы

1. РОССТАНДАРТ. Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. – Режим доступа : <http://www.fundmetrology.ru/>.
2. Об обеспечении единства измерений: федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ // Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77904/.
3. Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке [Электронный ресурс] : приказ Министерства промышленности и торговли РФ № 1815 от 2.07.2015. – Режим доступа : <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/44100.html>.
4. Об утверждении Критериев аккредитации, перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации, и перечня документов в области стандартизации, соблюдение требований которых заявителями, аккредитованными лицами обеспечивает их соответствие критериям аккредитации : приказ Минэкономразвития № 326 от 30.05.2014. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/420203443>.
5. *Аристов А.О., Шишлякова Е.М.* Вопросы автоматизации управления метрологическим обслуживанием средств измерений // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России: материалы II Всероссийской студенческой конференции.- Йошкар-Ола:ПГТУ, 21–25 ноября 2016 г.– С. 225–229.

Анализ методов обеспечения отказоустойчивости систем специального назначения

Батраков Валерий Александрович

*Финансовый университет при Правительстве
Российской Федерации (ФинУниверситет)*

Вербицкий Андрей Сергеевич

*Российский экономический университет
им. Г.В.Плеханова (РЭУ)*

Кублик Евгений Ильич

*Финансовый университет при Правительстве
Российской Федерации (ФинУниверситет)*

Принцип обеспечения отказоустойчивости, подтвердивший на практике возможность создания отказоустойчивых систем специального назначения (отказоустойчивых серверов баз данных), до сих пор базируется в основном на многоканальном резервировании контролируемых блоков (устройств, подсистем, ЭВМ). Ужесточение требований к отказоустойчивости систем баз данных (СБД), связанное с повышением цены потери информации требует перехода к более избыточным структурам. Одним из путей повышения отказоустойчивости СБД (других подобных систем, например, бортовых вычислительных комплексов МБР) является применение более общего подхода к введению структурной избыточности, связанного с учетом множества их вариантов и методов применения.

Проведенный анализ показал, что возможна реализация структурной избыточности на различных функциональных уровнях, где под функциональным уровнем понимается уровень разбиения СБД в зависимости от функциональной сложности. Структурная градация на функциональные уровни при использовании разработанной аналитико-имитационной модели позволяет: оптимизировать все составные части СБД; оценивать влияние разнообразных внешних и внутренних воздействий на СБД; разработать подходы к обеспечению отказоустойчивости применительно к различным уровням.

Сравнение видеофайлов на основе событий

Никитин Илья Константинович

*Московский авиационный институт (национальный
исследовательский университет) (НИУ МАИ)*

Видео содержит больше информации, чем просто серия кадров. События в видео уникально определяют его временную структуру (под событиями тут, понимается не смысловая составляющая сюжета, а непосредственное изменение содержимого смежных кадров).

Свойства событий образуют пространственную характеристику видео, а продолжительность и порядок – временную. Самый простой подход к выделению фактографических данных из видеоряда заключается в использовании точек смены сцен (съемок). При этом важно учитывать, что частота дискретизации различных записей может существенно отличаться. В работе предлагается использовать отношения длин сцен к длинам соседних сцен. В таком случае, относительные длины сцен двух нечетких дубликатов редко будут совпадать, что связано, в том числе, и с ошибками распознавания границ сцен.

Для решения этой проблемы, можно применить алгоритмы выравнивания последовательностей, которые позволят выполнить сравнение порядка видео- событий. При этом внутренние характеристики сцен (например, начального и конечного кадров) могут быть использованы для сравнения непосредственно фактов.

Проектирование системы обеспечения организации и проведения обучающих мероприятий

Вербицкий Андрей Сергеевич

*Российский экономический университет
им. Г.В.Плеханова (РЭУ)*

Кублик Евгений Ильич

Батраков Валерий Александрович
*Финансовый университет при Правительстве
Российской Федерации (ФинУниверситет)*

При проектировании единой универсальной автоматизированной системы обеспечения организации и проведения обучающих мероприятий необходим комплексный подход, реализующий в соответствии с выбранной архитектурой разработку следующих элементов:

1. Модели функционирования элементов обучающей системы.
 - 1.1. Структура функционирования игрового цикла обучающего мероприятия.
 - 1.2. Модель функционирования кластера серверов СЦ при проведении обучающих мероприятий.
 - 1.3. Модель функционирования средств отображения информации.
 - 1.4. Модель функционирования АРМов экспертной группы.
 - 1.5. Модель функционирования АРМов руководителей.
 - 1.6. Модель функционирования АРМов группы подыгрыша.
2. Разработка модели функционирования подсистем.
 - 2.1. Разработка модели функционирования подсистемы управления мероприятиями.
 - 2.2. Разработка модели функционирования подсистемы отображения информации.
 - 2.3. Разработка модели функционирования СУБД.

3. Модели базы данных для проведения обучающих мероприятий.

Реализация указанных моделей позволит создать полноценную универсальную автоматизированную систему обеспечения организации и проведения обучающих мероприятий, позволяющую отрабатывать задания в любой предметной области, вопросы и ситуационные модели которой включены в состав базы данных.

О применении моделей, построенных на нечеткой логике в нейрокомпьютерах

*Купач Олег Сергеевич
Дементьев Владимир Александрович
4 ЦНИИ Минобороны России*

Нарастающий с каждым годом объем информации об объектах управления, требует более качественных методов для обработки информации. Классические методы не позволяют адаптироваться к «современным условиям». Одним из наиболее предпочтительных направлений развития нейрокомпьютеров их реализации и применения, на мой взгляд, является использование нечеткого моделирования на основе теории нечетких множеств. С середины 60-х годов двадцатого века теория нечетких множеств пережила свое «бурное» развитие и накоплены достаточные научные знания для их применения, в том числе и в нейрокомпьютерах. Требуется достаточно глубокий анализ нечетких моделей для их реализации в нейрокомпьютерах.

В докладе проведен обзорный анализ основных моделей, построенных на нечеткой логике. Проведена оценка возможностей их применения. Приведены существующие технологии и технические устройства, использующие принципы нечетких множеств.

Список литературы

1. *Купач О.С., Рожнов А.В., Гудов Г.Н.* Диверсификация технологии анализа среды функционирования в прикладных сервисах геоинформационных интеллектуальных систем / Труды 6-й Всероссийской мультikonференции по проблемам управления (МКПУ-2013, Дивноморское). Дивноморское: Издательство Южного федерального университета, 2013. Т. 4 (УРиСС-2013). С. 59–62.
2. *Рожнов А.В., Белавкин П.А., Купач О.С., Лобанов И.А.* Обоснование метода построения рациональной иерархии и стратифицированной модели проблемно-ориентированной системы управления в условиях неполноты исходных данных / Труды 6-й Всероссийской мультikonференции по проблемам управления (МКПУ-2013, Дивноморское). Ростов н/Д.: Издательство Южного федерального университета, 2013. Т. 3. С. 50–54.
3. *Гудов Г.Н., Рожнов А.В., Лобанов И.А., Купач О.С.* Методический подход к описанию сложных эволюционирующих систем при реа-

лизации угроз безопасности информации / Труды XXI Международной конференции «Проблемы управления безопасностью сложных систем» (Москва, 2013). М.: ИГТУ, 2013. С. 61–65.

Поддержка принятия решений по предотвращению опасных ситуаций в распределенных технических системах на основе обработки данных мониторинга

Себряков Андрей Алексеевич

Нижегородский государственный технический университет им. П.Е. Алексеева (ИГТУ)

Обеспечение надежной и безопасной эксплуатации сложных технических объектов при оптимальном использовании материальных и финансово-экономических ресурсов в рамках работ по поддержанию технического состояния объекта является важной задачей.

В процессе своего функционирования опасный производственный объект подвержен различным авариям, возникновению и развитию внештатных ситуаций.

Статистические данные свидетельствуют о том, что более 70 % аварий и чрезвычайных ситуаций происходит по вине лица, принимающего решения (ЛПР).

Таким образом, очевидно, что применение методов и процедур поддержки принятия управленческих решений в системах мониторинга распределенных технических объектов существенно повысит скорость и качество принятия решений в кризисных ситуациях или чрезвычайных ситуациях природного или техногенного характера, что повысит надежность систем, вероятность безотказной работы.

В докладе рассматриваются системы мониторинга и управления распределенными объектами (путепровод, мост, трубопровод, сеть оператора мобильной связи, торговые или банковские сети и др.).

Сложность рассматриваемых объектов и их исключительная важность для народного хозяйства определяет необходимость развития систем мониторинга посредством совершенствования процедур аналитической обработки и представления информации.

В процессе функционирования системы мониторинга данные о воздействиях и состояниях поступают в базу данных. На основании собранной в базе информации посредством применения методов интеллектуального анализа данных формируется база знаний информационно-аналитической системы. С использованием выявленных закономерностей, происходит оценка текущего и прогнозирование будущего состояния объекта. Таким образом, информационная система приобретает качественно новые функциональные возможности за счет реализации «интеллектуальной надстройки».

В составе информационно-аналитической подсистемы представляется целесообразным применение инструментов интеллектуального анализа данных (ИАД), которые обеспечивают поиск функциональных и логических закономерностей в накопленной информации, построение моделей и правил, которые позволяют прогнозировать развитие процессов в объекте управления.

Применение методов интеллектуального анализа данных в информационно-аналитической системе мониторинга объектов с целью поддержки принятия решений состоит из:

- формирования хранилищ и витрин данных;
- генерация диаграмм и различных отчетов сложных форм (регламентированной и нерегламентированной отчетности);
- оперативного анализа агрегированных данных;
- визуального анализа данных.

Задачи, решение которых возможно с использованием аналитической системы, можно условно разделить на оперативно-тактические и стратегические. Первые предназначены для немедленного реагирования на изменения текущей ситуации в управлении и угрозы изменения со стороны внешней среды.

Вторые ориентированы на анализ значительных объемов разнородной информации, собираемой из различных источников.

Обслуживание объекта по фактическому состоянию производится только тогда, когда это необходимо в связи с наступлением высокой вероятности отказа оборудования. Тем самым не нарушается работа исправного механизма из-за вмешательства человека.

Таким образом, для обслуживания распределенного технического объекта по фактическому техническому состоянию требуется наличие подсистемы поддержки принятия решений в системах их мониторинга для определения текущего состояния объекта в целом, а также его отдельных частей и прогнозирования состояния объекта в будущем.

Внедрение информационно-аналитической системы, как элемента систем мониторинга и управления, диктуется уровнем сложности объекта управления и перечнем задач, которые «воспроизводятся» в предметной области управления рассматриваемых объектов.

Оценить выигрыш от получения более точной и оперативной аналитической информации в денежном выражении достаточно затруднительно. В то же время система, не обладающая упомянутыми выше качествами, при прочих равных условиях не будет иметь конкурентных преимуществ перед системами, оснащенными интеллектуальными информационно-аналитическими подсистемами.

Список литературы

1. Бизнес-аналитика: От данных к знаниям (+CD), 2009 год Паклин Н.Б., Орешков В.И. – СПб.: Питер, 2009. – 624 с.: ил.

2. *Милов В.Р., Сулов Б.А., Крюков О.В.* Интеллектуализация поддержки управленческих решений в газовой отрасли // Автоматизация в промышленности. – 2009. – № 12. – С. 16–20.
3. *Милов В.Р., Баранов В.Г., Эпштейн А.Ю., Шалашов И.В.* Способ управления техническим состоянием на основе прогнозирования // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2010. – № 2, т.8. – С. 5–11.
4. *Милов В.Р., Баранов В.Г., Алексеев В.В., Шиберт Р.Л., Егоров Ю.С., Севрюков А.А., Милов Д.В.* Поддержка принятия решений при мониторинге технического состояния магистральных газопроводов // Информационно-измерительные и управляющие системы, 2015, т. 13, № 3, С. 37–42.

**Исследование информационных технологий,
применимых для построения средств освоения
сложных интеллектуальных систем**

Алексеев Владимир Витальевич

Егоров Евгений Васильевич

Ерченков Сергей Сергеевич

Кириченко Михаил Александрович

Тамбовский государственный технический университет

Канушкин Сергей Владимирович

ВА РВСН (филиал г. Серпухов)

На данный момент существует большое количество программных и технических средств, предназначенных для подготовки специалистов к применению сложных технических систем. Все они имеют как достоинства, так и недостатки, поэтому имеет смысл провести их сравнительный анализ, а затем выявить правила и критерии построения средств освоения таких систем, отвечающих современным требованиям.

Программа «индикатор диспетчерского радиолокатора» [1] предназначена для отработки навыков диспетчеров службы управления воздушным движением в ликвидации ситуации пересечения курсов воздушных судов (ВС). К достоинствам данной программы относятся: информативность данных о ВС и наличие интерактивного взаимодействия с пользователем. К недостаткам данной программы стоит отнести наличие только одного сценария движения ВС (одинаковые исходные данные с бортов и траектории движения), отсутствие визуализации столкновения ВС.

Программа «индикатор ПРЛ» [2] предназначена для отслеживания курса посадки ВС. В функционал программы входят отслеживание номера борта ВС, дальности и высоты ВС относительно посадочной полосы, изменение угла курса и глиссады. К достоинствам программы стоит отнести точное и информативное отображение параметров дальности и высоты полета ВС, а также наглядное отображение угла посадки. К

недостаткам программы относится отсутствие обратной связи с пользователем данной программы, отсутствие возможности задания исходных данных полета борта и симуляции аварийных ситуаций.

Программа «Решение-ВТ» [3] является частью разработанного комплекса программно-технических средств для автоматизации процесса освоения технических систем. Программа предназначена для автоматизированного выбора наилучшего варианта тренировки. К достоинствам программы относятся: возможность точно задать любую многокритериальную задачу с помощью имеющегося функционала, и на основании расчетов получить точный результат анализа ситуаций задач выбора. Так же к достоинствам стоит отнести наличие встроенного функционала поиска ошибок ввода, который при превышении значений интервала вариантов тренировок выше 9.9, а суммы весов критериев не равной 1 будет оповещать об этом оператора. К недостаткам программы стоит отнести сложность освоения ввиду отсутствия подсказок в интерфейсе.

Помимо «Решение-ВТ» в комплекс входит программа «ДИСАОТ» [4], которая осуществляет автоматизированное освоение любой технической системы, находящейся в базе данных. Программа «ДИСАОТ» (диалоговая интеллектуальная система автоматизированного освоения техники связи и РТО) предназначена для автоматизированного освоения техники связи и радиотехнического обеспечения. Программа позволяет в режиме интерактивного диалога познакомиться с пользователем, выявить, что интересует пользователя и предоставить необходимый материал для изучения, после которого возможен диалог контроль и диалог работа. В зависимости от уровня подготовки пользователя специалистом система определяет, как необходимо преподнести тот или иной материал. К достоинствам программы стоит отнести наличие обширной базы информации о технике связи и радиотехническом обеспечении, к которой организован удобный доступ в режиме диалога, а также счетчика времени тестирования.

Для самостоятельного освоения конкретной технической системы обучаемым, применяется программа «Эксплуатация и ремонт РСП-6М2» [5], представляющая собой комплекс из 8 практических занятий с целями: овладения методикой и приобретения навыков грамотной эксплуатации и ремонта РСП-6М2; выработки умений работы с технической и эксплуатационной документацией. К достоинствам данной программы стоит отнести наличие простого интерфейса, включающего: тему, учебные и воспитательные цели занятия; учебные вопросы; литературу, необходимую для подготовки к занятию; организационно-методические указания к проведению занятия и вопросы для повторения на самостоятельной работе. Так же к достоинствам стоит отнести: самостоятельность и наглядность в обучении; возможность сразу же распечатать необходимые мнемосхемы для данного практического занятия и знакомство с современными технологиями обучения. Программа не

имеет ярко выраженных недостатков, однако стоит отметить не самую удачную компоновку интерфейса для широкоформатных мониторов.

Для освоения работы с диспетчерским радиолокатором РСР-6М2 была разработана программа-помощник [6]. Данная программа предназначена для автоматизированного освоения диспетчерского радиолокатора (ДРЛ) радиолокационной системы посадки РСР-6М2. Стоит отметить простоту освоения и наглядность представления элементов управления ДРЛ.

Помимо вышеприведенных примеров средств освоения существует ряд тренажеров для получения навыков управления техникой (транспортными средствами). По мере увеличения быстроходности транспортных средств и оснащения их системами стабилизации, в инициативном порядке выполняется ряд исследований, направленных на разработку конструкций динамических тренажеров. К достоинствам данного вида тренажеров стоит отнести аналоговое управление, позволяющее наиболее полно воспроизвести процессы имитации вождения и получить обратную связь с управляемой техникой, а также потенциальная возможность сравнительно легко оценивать уровень и качество подготовки с помощью объективных оценочных критериев.

К перспективным направлениям развития средств освоения систем, как показал анализ литературы [5, 7–11], целесообразно отнести:

- адаптация системы к психофизическому состоянию обучаемого;
- определение электрокожного сопротивления;
- анализ клавиатурного подчерка;
- анализ зрачковых реакций по видеоизображению;
- анализ сердечного ритма пользователя.

Проблема, стоящая на пути реализации описанных выше критериев, при создании обучающих систем заключается в том, что процесс освоения сложных интеллектуальных систем не формализован, а также в сложности математической обработки обучающей системой психофизических параметров обучаемых при генерации программы для обучения конкретного пользователя или группы пользователей [7].

Использование нечетких моделей обеспечивает относительно простой способ управления сложными системами, которые обладают существенным нелинейным поведением. Обычно нечеткие правила, из которых состоит нечеткий контроллер, представляют собой знания или опыт педагога [8]. Следующим шагом в направлении нечетких регуляторов как адаптивных является создание самоорганизующихся нечетких логических контроллеров [7].

Наиболее полной представляется самообучающаяся схема управления, включающая эвристическую базу знаний в виде набора таблиц правил нечеткого регулятора, где каждая из таблиц определяется своими правилами включения как в контур управления, так и фактическую базу

данных, основное назначение которой – выявление новых закономерностей в управлении процессом [10]. Данная схема представляет собой наиболее полное соответствие моделирования управленческой деятельности человеком-оператором [11].

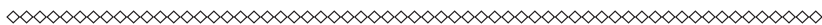
Для решения проблемы обработки данных, полученных в процессе освоения систем, в средствах процессе освоения сложных интеллектуальных систем, необходимо использовать аппарат искусственных нейронных сетей, что позволит быстро классифицировать получаемые данные и прогнозировать действия обучаемого для их дальнейшей обработки и учета результатов при формировании индивидуальной программы систем.

Список литературы

1. *Алексеев В.В.* Система обработки и отображения радиолокационной информации диспетчерского радиолокатора (программа для ЭВМ) / В.В. Алексеев, В.А. Малышев, А.А. Новосад // Свид. 2003610400 РФ.- № 2003610897; зарегистр. в Реестре программ для ЭВМ Роспатента 11.04.03.
2. *Алексеев В.В.* Программа контроля уровня подготовленности летчика к полетам в районе аэродрома (программа для ЭВМ) / В.В. Алексеев, В.А. Малышев, А.А. Новосад, В.А. Турченко //Свид. 2003610401 РФ.- № 2003610898; зарегистр. в Реестре программ для ЭВМ Роспатента 11.04.03.
3. *Алексеев В.В.* Система поддержки принятия решений выбора варианта тренировки (Решение-ВТ) (программа для ЭВМ) / В.В. Алексеев, С.А. Очнев, В.С. Прокофьев // Свид. 2008613245 РФ. – № 2008612045; Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ Роспатента 7.07.08.
4. *Алексеев В.В.* Диалоговая интеллектуальная система автоматизированного освоения техники связи и радиотехнического обеспечения (программа для ЭВМ) / В.В. Алексеев, В.Г. Машков, В.А. Малышев, А.В. Пономарев. // Свид. 2006610298 РФ.- № 2006611093; зарегистр. в Реестре программ для ЭВМ Роспатента 24.03.06.
5. *Алексеев В.В.* Моделирование информационного воздействия на эргатический элемент в эрготехнических системах. / В.В. Алексеев, С.И. Корыстин, В.А. Малышев, В.В. Сысоев. – М.: «Стенвил», 2003. 163 с.
6. *Алексеев В.В.* Компьютерная система комплексной подготовки специалистов по эксплуатации радиолокационной системы посадки РСР-6М2 (программа для ЭВМ) / В.В. Алексеев, В.А. Турченко, А.В. Яковлев // Свид. 2002611787 РФ.- № 2002612052; заявл. 7.10.02; зарегистр. в Реестре программ для ЭВМ Роспатента 6.12.02. -1 с.
7. *Юрков Н.К.*, Интеллектуальные компьютерные обучающие системы / Н.К. Юрков // – Пенза : Изд-во ПГУ, 2010. – 304 с.
8. *Юрков Н.К.* Синтез концептуальной модели предметной области. Особенности моделирования сложных систем / Н.К. Юрков //Измерительная техника. – 2004. – № 2. – С. 11–14.

9. *Юрков Н.К.* Особенности управления сложными системами на основе концептуальных моделей / Н.К. Юрков // Измерительная техника. – 2004. – № 4. – С. 14–16.
10. *Юрков Н.К.* Модели и алгоритмы управления интегрированными производственными комплексами / Н.К. Юрков. – Пенза : Информационно-издательский центр ПензГУ, 2003. – 198 с.
11. *Scharf, H.* A self-organizing algorithm for the control of a robot arm / H. Scharf, N. Mandic, E.H. Mamdani // Int. J. Robotics and Automation. – 1986. – Vol. 1. – № 1. – P. 33–41.

2. Теория нейронных сетей



Современное представление об информации⁴

*Данилин Сергей Николаевич
Щаников Сергей Андреевич*

*Муромский институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Владимирский государственный университет
им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»*

При разработке алгоритмов обработки информации в любом логическом базисе и проектировании технических средств, реализующих данные алгоритмы, в соответствии с действующими Российскими и международными стандартами устанавливаются технические требования к ним, в частности по точности работы, быстрдействию, отказоустойчивости, надежности [1,2]. Объектами, к которым эти показатели относятся, является информация и сигналы – носители информации. Понятие «сигнал» в настоящее время является общепринятым [3]. Понятие «информация» – дискуссионным [4,5].

Для успешного решения ряда научно-практических задач, в частности инженерного проектирования искусственных нейронных сетей промышленного уровня сложности [5], необходимо продолжение работ по формированию представления об информации.

Авторами предложен общий подход [6,7] формирования представления об информации и ее свойствах, предполагающий:

- а) использование философских категорий и методологий;
- б) использование результатов современных научно-технических и фундаментальных исследований;
- в) согласованность с действующим российским законом от 27.07.2006 N 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и защите информации».

На основе общего подхода сформулировано и обосновано уточненное определение термина «информация»:

«Информация – это мера (сведения, параметры, характеристики) качественных и (или) количественных свойств любых объектов или процессов, явлений или событий не зависимо от формы ее представления или существования».

С системной точки зрения показаны основные функции, которые выполняет информация в природе и обществе, науке и технике.

⁴ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15–07–08330.

На основе сформулированного определения информации, авторами были разработаны общий подход, методы и алгоритмы инженерного проектирования искусственных нейронных сетей различного назначения на современной, а также перспективной (нано мемристорной) платформе реализации, которые показали на практике свою эффективность [8,9].

Список литературы

1. ГОСТ 15467–79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. – Взамен ГОСТ 15467–70 ГОСТ 16431–70 ГОСТ 17102–71 ГОСТ 17341–71; введ. 1979–06–30. – М.: Стандартиформ, 2009. – 21 с.
2. ГОСТ 27.301–95. Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения. – Взамен ГОСТ 27.410–87 в части п. 2; введ. 1997.01.01. – Минск.: Межгосударственный совет по организации, метрологии и сертификации, 2002. – 10 с.
3. *Родин А.В., Тюнин Н.А.* Цифровая обработка сигналов. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2013. – 766 с.
4. *Малюк А.А.* Теория защиты информации. – М.: Горячая линия-Телеком, 2014. – 184 с.
5. *Галушкин А.И.* Нейронные сети: основы теории / А.И. Галушкин. – М.: Горячая линия-Телеком, 2013–496 с.
6. *Данилин С.Н.* Современное представление об информации // Информационные системы и технологии. 2012. № 4. С. 138–146.
7. *Данилин С.Н.* О современном понятии информации // Информационные технологии. 2003. № 11. С. 52–57.
8. *Галушкин А.И., Данилин С.Н., Щаников С.А.* Нейросетевой контроль точности функционирования технических средств на основе мемристоров // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2016. № 2. С. 44–51
9. *Galushkin A.I., Danilin S.N., Shchanikov S.A.* The research of memristor-based neural network components operation accuracy in control and communication systems // Source of the Document 2015 International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2015 – Proceedings. 2015. PP. 1–6. (DOI: 10.1109/SIBCON.2015.7147034)

Оптимизация качества функционирования технических средств на базе мемристоров⁵

*Данилин Сергей Николаевич
Щаников Сергей Андреевич
Пантелеев Сергей Владимирович*

Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет им. Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Перспективным подходом к созданию технических средств обработки информации нового поколения является применение искусственных нейронных сетей на основе мемристоров (ИНСМ) [1]. При таком подходе нейросетевой алгоритм решения задачи аппаратно реализуется на новой элементной базе – мемристорах [2,3], функционально выполняющих роль синапсов нейронов ИНСМ [4]. Для обеспечения необходимой точности работы ИНСМ, параметры функциональных узлов, входящих в ее состав, а также обрабатываемых сигналов, должны обладать строго определенными значениями в заранее установленных пределах – допусках [5].

Авторы разработали численные методы определения основных параметров ИНСМ произвольной структуры и назначения (в номинальном режиме и при воздействии дестабилизирующих факторов) [6].

Критериями оптимальности ТСМ могут быть значения показателей точности (качества) ее работы, отказоустойчивость, надежность, быстродействие, энергопотребление, разрядность входной информации и нейронов, количество слоев и нейронов при достижении ими заданного или наилучшего значения при ограничениях на ресурсы средств реализации.

Современные ТСМ практического уровня сложности, как и задачи, решаемые ими, трудно формализуемые или не формализуемые [1–5]. По этой причине для их исследования и оптимизации выбрана научная методология системного анализа и имитационного моделирования информационных процессов и систем, адаптированная для аппарата ТСМ [7].

Авторами предложен общий подход к разработке методов определения, исследования и оптимизации показателей качества функционирования ТСМ как физико-информационных объектов, реализованных аппаратно-программными обучаемыми средствами. Оптимальное проектирование ТСМ необходимо проводить путем моделирования как физических, так и информационных параметров элементов ТСМ [8,9].

Показателем оптимизации, в качестве примера, выбран новый вариант ранее разработанного авторами [13–15] количественного показателя отказоустойчивости работы ТСМ – $U_{i,j,k,l,f}$ на каждом уровне

⁵ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15–07–08330.

структурно-функциональной иерархии (системы, подсистем, функциональных звеньев, схемных элементов) при установленных значениях функциональных допусков – инвариантный к структуре и типу решаемых ИНСМ задач

$$U_{i,j,k,l,f} = 1 - (X_{i,j,k,l,f} - X_{доc}) / (X_{доn} - X_{доc}), \text{ при } X_{доn} > X_{доc},$$

$$U_{i,j,k,l,f} = 1 - (X_{доc} - X_{i,j,k,l,f}) / (X_{доc} - X_{доn}), \text{ при } X_{доn} < X_{доc},$$

где $X_{доc}$ – допускаемое значение (допуск) показателя качества работы ТСМ; $X_{доn}$ – значение показателя качества работы ТСМ, достигнутое при обучении; $X_{i,j,k,l,f}$ – значение показателя качества работы ТСМ, при вариации параметра i -ой структуры, j -го нейрона, k -го элемента и l -ой характеристики входной информации, f -го параметра шумов и помех от номинального значения.

Приведены результаты проектирования с заданной точностью функционирования и достижения максимального значения отказоустойчивости ИНСМ, обученной на решение задачи обнаружения сквиттера инфокоммуникационного сигнала на фоне помех, реализованной в пакете MATLAB.

Список литературы

1. *Галушкин А.И.* Новые технологии микроэлектроники и разработки перспективных нейрокомпьютеров // Информационные технологии. 2016. № 7. Т.22. С. 550–555.
2. *Галушкин А.И. Пантюхин Д.В.* СуперЭВМ и мемристоры // Информационные технологии. 2016. № 4. Т.22. С. 304–312.
3. *Галушкин А.И.* Мемристоры в развитии высокопроизводительной вычислительной техники // Информационные технологии. 2015. № 2. С. 146–156.
4. Adhikari et al.: A Circuit-Based Learning Architecture for Multilayer Neural Networks With Memristor Bridge Synapses // IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers. Volume 62. Issue 1. 2015. PP. 215–223.
5. *Галушкин А.И.* Нейронные сети: основы теории. – М.: Горячая линия – Телеком, 2013. – 496 с.
6. *Danilin S.N., Makarov M.V., Shchanikov S.A.* Design of artificial neural networks with a specified quality of functioning // Proceedings – 2014 International Conference on Engineering and Telecommunication, EnT 2014. 2014. PP. 67–71. (DOI: 10.1109/EnT.2014.38)
7. *Данилин С.Н., Щаников С.А., Пантелеев С.В.* Анализ и синтез функциональных допусков искусственных нейронных сетей на основе мемристоров // Тезисы докладов Международной конференции «Инжиниринг & Телекоммуникации – En&T 2016». 2016. С.149–153.
8. *Galushkin A.I., Danilin S.N., Shchanikov S.A.* The research of memristor-based neural network components operation accuracy in control and communication systems // Source of the Document 2015 International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2015 – Proceedings. 2015. PP. 1–6. (DOI: 10.1109/SIBCON.2015.7147034)

9. *Danilin S.N., Shchanikov S.A.* Neural Network Control Over Operation Accuracy of Memristor-based Hardware // Proceedings of 2015 International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems, MEACS 2015. 2015. PP. 1–5. (DOI:10.1109/MEACS.2015.7414916).
10. *Danilin S.N., Makarov M.V., Shchanikov S.A.* Numerical simulation of neural network components of controlling and measuring systems // Proceedings of 2014 International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems, MEACS 2014. 2014. PP. 1–4. (DOI: 10.1109/MEACS.2014.6986873).
11. Adhikari et al.: Memristor Bridge Synapse-Based Neural Network and Its Learning IEEE Transactions on neural networks and learning systems, vol. 23, no. 9, 2012.
12. *H. Kim, M.P. Sah, C. Yang, T. Roska, and L.O. Chua*, «Memristor bridge synapse» Proc. IEEE, vol. 100, no. 6, pp. 2061–2070, Jun. 2012.
13. *Данилин С.Н, Пантелеев С.В.* Алгоритм контроля отказоустойчивости нейронных сетей // Информационные технологии. 2013. № 1. С. 67–70.
14. *Galushkin A.I., Danilin S.N., Panteleev S.V.* Quantitative determination of fault tolerance for neuronetwork devices of infocommunication systems // CriMiCo 2014–2014 24th International Crimean Conference Microwave and Telecommunication Technology, Conference Proceedings. 2014. PP. 328–329.
15. *Данилин С.Н., Щаников С.А.* «Программа расчета уровня отказоустойчивости искусственных нейронных сетей» Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015610538. Внесено в Реестр программ для ЭВМ 13.01.2015.

Моделирование мышления в нейронных сетях

Хакимов Борис Васильевич

*Совет Федерации Федерального
Собрания Российской Федерации (СФ)*

Михеев Игорь Михайлович

*Московский технический университет
связи и информатики (МТУСИ)*

Классические нейронные сети, построенные на базе моделей МакКалока-Питтса, Розенблатта и многих других подходов, хорошо решают задачу разграничения многомерного пространства на области, соответствующие определенным классам, геометрической интерпретацией которых являются различные фигуры и мозаики, но решение задач мышления, находится за пределами их возможностей.

Если рассматривать мышление, как моделирование различных вариантов развития событий и процесс выбора оптимальной реакции на основе его результатов. Подходящей базой его моделироваться может быть двухмерная матрица нейронов, отражающая пространственное положение и движение образов, модели которых находятся в памяти других нейронов.

Последовательность главных событий каждого варианта моделирования – протокол, запоминается в цепочке нейронов. При этом, простые протоколы отражают обобщенные образы, а сложные – адреса таких образов и их моделей. В такой системе, сложный протокол из адресов-символов образов может считаться основой речи, как средства мышления и передачи информации.

Обучение с шумом как метод повышения устойчивости нейросетевого решения обратных задач: проверка на данных задачи магнитотеллурического зондирования⁶

*Исаев Игорь Викторович
Оборнев Иван Евгеньевич
Доленко Сергей Анатольевич*

*Научно-исследовательский институт ядерной физики
им. Д.В. Скобельцына МГУ им. М.В. Ломоносова*

Обратные задачи (ОЗ) представляют собой особый класс задач, состоящих в восстановлении параметров объекта по данным косвенных измерений, на которые эти параметры влияют. Многие обратные задачи характеризуются некорректностью, т.е. неединственностью и/или неустойчивостью решения. Повышение устойчивости решения обратных задач представляет собой весьма актуальную проблему, одним из способов решения которой является использование искусственных нейронных сетей.

В предыдущих работах авторов на модельной обратной задаче было показано, что добавление шума к обучающей выборке при обучении нейронных сетей позволяет повысить устойчивость нейросетевого решения к шумам во входных данных при различном распределении и различной интенсивности шума.

В настоящей работе была проведена проверка наблюдаемого эффекта применительно к ОЗ магнитотеллурического зондирования (МТЗ), которая представляет собой задачу построения распределения электропроводности в толще Земли по измеренным на ее поверхности значениям компонент рассеянных исследуемым разрезом электромагнитных полей, возбуждаемых природными источниками. Помимо некорректности, ОЗ МТЗ характеризуется еще и высокой размерностью, как в пространстве наблюдаемых признаков, так и в пространстве определяемых параметров.

Были подтверждены основные выводы предыдущей работы и сделан вывод о том, что наблюдаемые эффекты являются свойством персептрона, как метода решения ОЗ, а не определяются свойствами данных. Было показано, что чем выше уровень шума в тренировочном наборе

⁶ Исследование выполнено за счет гранта Российского Научного Фонда, проект № 14-11-00579.

данных, тем сеть хуже работает на бесшумных данных, но тем медленнее деградирует с увеличением уровня шума. При этом максимальная устойчивость к шуму (максимальное качество решения), как правило, реализуется тогда, когда уровень шума в тренировочном и тестовом наборах совпадают.

Особенности обучения сверточных нейронных сетей

Аведьян Эдуард Дзерионович

Галушкин Александр Иванович

Селиванов Сергей Александрович

*Центр информационных технологий и систем
органов исполнительной власти (ЦИТиС)*

В докладе приводится вывод и сравнительный анализ алгоритмов обучения полносвязных и сверточных нейронных сетей на примере произвольной полносвязной нейронной сети и сверточной нейронной сети фиксированной структуры [1]. Описанные алгоритмы обучения сверточной нейронной сети достаточно просто могут быть трансформированы на сети для распознавания цветных изображений, на сети с другими параметрами в части числа слоев, их последовательности, размеров масок свертки и сжатия, величины шага движения маски по изображению, алгоритмов сжатия, нелинейных функций активации для различных слоев и др.

Отмечается, что алгоритмы обучения сверточных нейронных сетей существенно сложнее алгоритмов обучения полносвязных нейронных сетей, и поэтому они практически могут быть реализованы только как алгоритмы обратного распространения ошибки. Эти сложности порождены структурой сверточной сети, большинство слоев которой не имеют полные связи, а на ряд весовых коэффициентов нейронов в слоях с неполными связями наложены ограничения типа равенства. Показано, как в зависимости от назначения слоя нейронной сети происходит трансформация алгоритма обучения полносвязной нейронной сети в алгоритм обучения сверточной нейронной сети.

Детальное изложение результатов, представленных в докладе, опубликовано в работе авторов [2].

Список литературы

1. *Le Cun Y., Boser B., Denker J.S., Henderson D., Howard R.E., Hubbard W., Jackel L.D.* Handwritten Digit Recognition with a Back-Propagation Network // *Advances in Neural Information Processing Systems 2 (NIPS 1989)*, P. 396–404.
2. *Аведьян Э.Д., Галушкин А.И., Селиванов С.А.* Сравнительный анализ структур полносвязных и сверточных нейронных сетей и их алгоритмов обучения // *Информатизация и связь*. 2017. № 1.

«Глубокое обучение» в нейронных сетях при распознавании и воспроизведении информации

Мазуров Михаил Ефимович

*Российский экономический
университет им. Г.В.Плеханова (РЭУ)*

Установлено, что принципы «глубокого обучения» могут быть использованы не только для распознавания изображений, но и для всех других видов распознавания, например, для распознавания звука, вкуса и другой важной для организма информации. «Глубокое обучение» конкретно реализовано в нейронных сетях типа: сети Хопфилда, Хемминга, содержащие обратные связи, рекуррентные нейронные сети, сверточные нейронные сети, нейронные сети типа когнитрон, неоконитрон, нейронные сети типа АРТ и другие.

Благодаря развитию экспериментальных исследований установлено, что распознавание для других видов информации: слуховой, тактильной, тепловой имеет много общего с распознаванием изображений. Сюда входит sparse кодирование:

1. выделение специфических особенностей объекта;
2. удаление избыточности информации и другое. Установлено, что в ЦНС информация регистрируется специфическими отделами мозга: зрительной областью, слуховой, речевой и т.д. При этом способ которым производится извлечение закодированной информации и записанной в памяти информации остается мало изученным. В настоящее время наиболее вероятным представляется, что извлечение происходит путем управляющего воздействия на промежуточной части нейронной сети «глубокого обучения», что приводит к возбуждению тех же конечных структур в локализованных областях мозга, которые реагируют на исходную информацию данного типа и реализуют восприятие этой информации.

Конкретные способы управления воспроизведением и конкретные пути движения возбуждения к специализированным структурам головного мозга требуют отдельных достаточно сложных исследований. Этим объясняются и некоторые специфические особенности воспроизведения: универсальность, возможная неполнота образа, возможность длительного сохранения и ряд других свойств.

Список литературы

1. *Мазуров М.Е.* Нейрон, моделирующий свойства реального нейрона. Патент на изобретение № 2597495. 07.11.2014
2. *Мазуров М.Е.* Однослойный перцептрон на основе избирательных нейронов. Патент на изобретение № 2597497. 13.01.2015

Приложения избирательных нейронных сетей для распознавания вкуса

Мазуров Михаил Ефимович

Российский экономический университет им. Г.В.Плеханова (РЭУ)

В связи с недостатками элементарных однослойных нейронных сетей на основе нейрона МакКаллока-Питтса, на базе которых строятся более сложные нейронные сети, предложен избирательный однослойный перцептрон на основе избирательных нейронов. В этой системе – однослойном перцептроне в каждом нейроне создаются кластеры специализированных каналов связи – дендритов, настроенные на соответствующие характеристические векторы входных сигналов.

Однозначное распознавание обученным избирательным перцептроном возможно не всегда. Условия однозначного распознавания впервые были сформулированы А. Розенблюмом. В дальнейшем А.Б. Новиковым была доказана более содержательная теорема об условиях однозначного распознавания однослойным перцептроном. Теорема Новикова утверждает лишь только то, что задача распознавания с помощью итерационной процедуры нахождения весовых коэффициентов при определенных условиях может быть решена за конечный интервал времени.

Доказана теорема о достаточных условиях, необходимых для успешного распознавания контурных входных объектов с помощью избирательного однослойного перцептрона. Эффективность предлагаемого избирательного нейрона реально доказана в разработанных нейросетевых системах для распознавания входных объектов различной природы, моделирования нейронных игр, моделирования памяти.

Разработано математическое и программное обеспечение для распознавания вкуса, аналогичное распознаванию изображений, медицинской диагностике нейросетевыми методами с помощью избирательных нейронных сетей. При разработке программного обеспечения были учтены шесть базовых составляющих вкуса: сладкое, соленое, кислое, горькое, умами, температура. Температура учитывалась, как базовая составляющая, поскольку она оказывает сильное влияние на формирование вкуса. Отметим, что с развитием молекулярной биологии новые вкусы будут появляться каждый год, и перечисленным выше составляющим придется потесниться. Разработанное программное обеспечение позволяет различать значительное количество оттенков вкуса. Оно позволило также установить проблемы, возникающие при использовании многослойных нейронных сетей для распознавания вкусовых ощущений.

Список литературы

1. *Мазуров М.Е.* Нейрон, моделирующий свойства реального нейрона. Патент на изобретение № 2597495. 07.11.2014

2. *Мазуров М.Е.* Однослойный перцептрон на основе избирательных нейронов. Патент на изобретение № 2597497. 13.01.2015

Нейросетевое полуэмпирическое моделирование спуска в атмосфере гиперзвукового летательного аппарата

Козлов Дмитрий Сергеевич
ФГУП «ГосНИИАС»

Тюменцев Юрий Владимирович
Московский авиационный институт (национальный
исследовательский университет) (НИУ МАИ)

Рассматривается применение полуэмпирического подхода для формирования модели движения гиперзвукового летательного аппарата (ЛА), которая в дальнейшем используется в алгоритмах управления траекториями при спуске ЛА в верхних слоях атмосферы. Полуэмпирический подход предполагает формирование моделей типа «серый ящик», сочетающих использование теоретических знаний об объекте моделирования и возможность улучшения модели по экспериментальным данным. В качестве теоретических знаний используются дифференциальные и алгебраические уравнения модели движения, а также способы их интегрирования. Методы улучшения модели используют аппарат искусственных нейронных сетей.

В работе используется модель движения ЛА, содержащая дифференциальные уравнения, описывающие траекторное и угловое движение, а также уравнения приводов управляющих поверхностей. Рассматривается участок спуска ЛА – фаза равновесного планирования. При этом уравнения движения ЛА дополняются специфическим алгебраическим соотношением типа равенства [1]. Полученные уравнения можно классифицировать как систему дифференциально-алгебраических уравнений (ДАУ) индекса 1. Для интегрирования уравнений движения используется неявный метод Рунге-Кутты, основанный на квадратурной формуле Радо типа ПА 3 порядка.

Принципы формирования полуэмпирических моделей для динамических систем, представляемых в форме дифференциально-алгебраических уравнений, приведены в [2]. Полуэмпирические модели имеют представление в виде нейронной сети с линиями задержки и обратными связями к нейронам первого слоя. Правые части системы ДАУ реализуются отдельными слоями. В системе ДАУ выделяются переменные, которые являются переменным состоянием. В структуре сети учитываются связи между переменными состоянием системы ДАУ: в сеть вводятся слои, выполняющие разделение переменных. На вход сети подается управляющий сигнал. Выходной слой реализует уравнение наблюдения динамической системы.

В слои, реализующие правые части, встраиваются отдельные нейросетевые (НС) модули, соответствующие тем частям исходной модели, которые требуют настройки. Эти НС-модули в процессе формирования полуэмпирической модели подвергаются структурной и параметрической корректровке. Обучение сети производится с использованием алгоритма RTRL (Real-Time Recurrent Learning). В работе предлагается подход, при котором процедура, содержащая разностную схему, задается в виде активационной функции специального слоя [1, 2]. Реализация данного подхода требует формирования нейросетевой модели вокруг этого слоя особым образом с тем, чтобы обеспечить подачу входных параметров в слой и передачу ошибки обучения к слоям, реализующим правые части системы ДАУ. Внутри слоя находится процедура, реализующая метод интегрирования уравнений движения ЛА.

Обучающая выборка, требуемая для выполнения корректровки, формируется как последовательность наблюдаемых выходов для заданного управления и начальных условий. При этом используется случайный входной управляющий сигнал специфического вида [3].

В качестве объекта моделирования рассматривается гиперзвуковой летательный аппарат. Уравнения движения записываются с учетом центробежной силы, возникающей в результате вращения Земли. При этом вводятся допущения, что Земля имеет сферическую форму, поле тяготения является центральным. Рассматривается пассивный участок полета, на котором сила тяги двигателей равна нулю.

Приводятся результаты вычислительного эксперимента по корректровке НС-модуля, реализующего коэффициент момента тангажа. На основании модели движения ЛА формируется полуэмпирическая модель в виде нейронной сети с модульной архитектурой в формате MATLAB Neural Network Toolbox. Предполагается, что вследствие возникновения отказной ситуации значения коэффициента изменяются. В ходе обучения весовые коэффициенты НС-модуля перестраиваются для воспроизведения новой зависимости, отвечающей этим изменениям.

Список литературы

1. *Козлов Д.С., Тюменцев Ю.В.* Нейросетевые полуэмпирические модели динамических систем, представляемых в форме дифференциально-алгебраическими уравнений индекса 1 // Сборник научных трудов XVIII Международная научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2016», Часть 3. – М.: Изд-во МИФИ, 2016. – с.61–71.
2. *Kozlov D.S., Tiumentsev Yu.V.* Neural network based semi-empirical models for dynamical systems described by differential-algebraic equations // *Optical memory and neural networks (Information optics)*. – 2015. – Vol. 24. – № 4. – pp. 279–287.
3. *Егорчев М.В. Козлов Д.С. Тюменцев Ю.В.* Нейросетевая полуэмпирическая модель продольного короткопериодического движения маневренного самолета // *Полет. Общероссийский научно-технический журнал*. – 2015. – № 1. – с. 53–60.

Анализ модификаций алгоритма адаптивного построения иерархических нейросетевых классификаторов⁷

*Светлов Всеволод Александрович
Доленко Сергей Анатольевич*

*Научно-исследовательский институт ядерной физики
им. Д.В. Скобельцына МГУ им. М.В. Ломоносова*

В работе представлен анализ различных модификаций алгоритма адаптивного построения иерархических нейросетевых классификаторов [1]. Алгоритм представляет собой дерево решений, узлы которого представляют собой перцептроны с небольшим количеством нейронов в скрытом слое, что ведет к упрощению топологии дерева и увеличению обобщающей способности классификатора. Представленный алгоритм, подобно алгоритмам кластеризации, объединяет наиболее близкие друг к другу классы, чтобы в дальнейшем разделять их на более глубоких уровнях дерева. Так как алгоритм представляет собой дерево, в отличие от нейронных сетей, его результаты легко интерпретируемы.

На основе различных эмпирических техник выбора начальной инициализации был проведен анализ влияния стартовой точки в пространстве весов на качество и стабильность получаемого классификатора. Проведенное исследование показало, что при малом количестве нейронов в скрытом слое данные техники, к сожалению, не способны повлиять на стабильность построения дерева. Кроме того, был проанализирован метод задания начальной точки при помощи весов, взятых из первого слоя предобученного автоэнкодера (многослойного перцептрона с архитектурой автоассоциативной памяти), – этот метод позволил сильно снизить дисперсию ошибки у получаемого дерева. Помимо стандартных реперных задач множественной классификации (vowels, MNIST), алгоритм был протестирован на четырех реальных задачах из различных областей физики, где в режиме кластеризации были получены хорошо трактуемые результаты.

Список литературы

1. Svetlov V.A., Dolenko S.A. Development of the Algorithm of Adaptive Construction of Hierarchical Neural Network Classifiers. *Optical Memory and Neural Networks (Information Optics)*, 2017, V.26, no.1.

⁷ Исследование выполнено при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований, проект № 15–07–08975-а.

Ассоциативные среды и системы

Борисов Вадим Владимирович

Огнев Иван Васильевич

Сутула Надежда Андреевна

*Московский энергетический институт,
Смоленский филиал (СФ МЭИ)*

Обобщены результаты исследований авторов с области создания и применения ассоциативных устройств, сред и систем. Конкретизированы понятия ассоциативной памяти, ассоциации, ассоциативного поиска, определены условия формирования ассоциаций и представлена классификация задач и моделей ассоциативной памяти применительно к техническим и квазибиологическим ассоциативным информационным системам. Описаны предложенные типы ассоциативных сред (с глобальными и локальными взаимосвязями, ассоциативная осцилляторная среда), способы их пространственной, иерархической и синархической организации, а также управления обработкой информации в этих средах. Представлены методы и научно-технические решения на основе ассоциативной среды для высокоэффективного выполнения следующих вычислительных и нечисловых задач: сложного ассоциативного поиска и упорядоченной выборки данных; представления и преобразования структур данных; представления и обработки нечетких данных, а также нечеткого логического вывода; построения и обучения спайковых нейронных сетей; обработки и распознавания изображений и речевых сигналов.

Реалистические модели нейронных сетей на базе системы Ходжкина – Хаксли и Wilson – Cowan

Милованов Александр Витальевич

Воронежский государственный университет (ВГУ)

Рассматриваются две разновидности реалистических нейронных сетей: модель динамического поведения системы взаимосвязанных нейронов сети, представленной системой нелинейных интегро-дифференциальных уравнений (Wilson – Cowan) и модель на базе модифицированной системы Ходжкина – Хаксли. Первая рассматривается как возбудимая среда с заданной функцией пространственной связи, параметры которой самопроизвольно модифицируются в зависимости от поставленных задач обучения и распознавания. В численном эксперименте исследуется способность сети к обучению и распознаванию образов в зависимости от численных значений параметров уравнений. Вторая модель описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений с параметрами возбуждения и торможения нейронов и

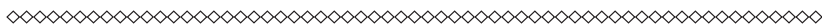
является разновидностью моделей, в которых основным является учет нейрофизиологических характеристик: потенциала на мембране нервной клетки, синаптических токов, диффузии ионов Ca^{2+} , Na^{+} , K^{+} и др.

Электрофизические константы для гигантского аксона кальмара рассматриваются как параметры, относительно которых ставится задача параметрической оптимизации для более успешного решения задач обучения и распознавания. Вторая модель в предельном переходе (при большом количестве взаимодействующих нейронов) становится похожей на первую, что дает возможность более общего взгляда на картину динамического поведения нейронной сети в ее прямой связи с процессами, происходящими в мембранах нервных клеток и построения на этой основе новой реалистической модели нейронной сети с возможностью обучения и распознавания очень широкого класса образов: от простых (геометрических фигур, букв, цифр, иероглифов) до самых сложных (лица, пейзажи). Ставится задача распараллеливания алгоритма обучения и обобщения его на распределенную нейронную сеть, сочетающей в себе свойства обеих указанных выше моделей.

Список литературы

1. *Покровский А.Н.* Процессы управления в нервных клетках. / А.Н. Покровский. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1987.
2. *Милованов А.В., Воронин А.В.* Программный имитатор возбудимой нейроподобной среды для распознавания образов. – Нейрокомпьютер, 1997, № 3–4, с. 25–31.
3. *Wilson H.R.* Excitatory and Inhibitory Interactions in Localized Populations of Model Neurons / H.R. Wilson, J.D. Cowan // *Biophysical Journal*. 1972. V. 12. P. 1–24.
4. *Wilson H.R.* A Mathematical Theory at the Functional Dynamics of Cortical and Thalamic Nervous issue / H.R. Wilson, J.D. Cowan // *Kybernetik*. 1973. V. 13. P. 55–80.
5. *Milovanov A.V.* The Nonlinearity In Averaged Model Of Neural Activity / A.V. Milovanov, A.N. Pokrovsky // *Int. Symp. MECHANISMS OF ADAPTIVE BEHAVIOR*, St. Petersburg, Russia, Russian Academy of Sciences, 1999. Symp. Mater. P. 128–129.
6. *Милованов А.В.* О связи синаптической проводимости с частотой нервных импульсов в системе Ходжкина-Хаксли / А.В. Милованов, А.Н. Покровский // VIII Всерос. семинар НЕЙРОИНФОРМАТИКА И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ, Красноярск, 2000. Тезисы докладов. С. 117–118.
7. *Милованов А.В.* Новый класс моделей реалистических нейронных сетей / А.В. Милованов, А.Н. Покровский // IX Всерос. семинар НЕЙРОИНФОРМАТИКА И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ, Красноярск, 2001. Тез. докл. С. 148–149.
8. *Милованов А.В.* Устойчивость периодических решений системы уравнений Ходжкина-Хаксли // XVI Международная конференция по нейрокибернетике ICNC-12. Ростов-на-Дону, 2012. Т. 2, С. 131–133. URL: http://www.krinc.ru/icnc12_proc/vol2.pdf.

3. Обработка сигналов и изображений



О случайном дрейфе факторов и параметров регрессионной модели

*Сидняев Николай Иванович
Говор Светлана Александровна*

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)

В докладе представлены исследования планирования эксперимента при построении моделей со случайным дрейфом параметров при обработке сигналов и изображений. Рассмотрен случай, когда процесс изменения параметров – нормальный и марковский, а для вычисления оценок используется дискретный алгоритм Калмана. В качестве критерия оптимальности планов использован D-критерий. Рассмотрены некоторые особенности планирования в условиях, случайного дрейфа параметров модели, проиллюстрированные двумя расчетными примерами. Показано, что последовательная процедура построения планов не приводит в общем случае к получению D-оптимальных планов, однако при определенных условиях отличия от оптимальных планов оказываются несущественными.

Концептуальная модель подготовки магистров на кафедре автоматизированного проектирования и дизайна ниту мисис

Ефименко Светлана Михайловна

Московский институт стали и сплавов (национальный исследовательский технологический университет) (НИТУ МИСиС)

Поиск концепции подготовки магистров на кафедре АПД НИТУ МИСиС по направлению 09.04.03 Прикладная информатика (профиль «Дизайн света пространственной среды»), привел к созданию концептуальной модели, учитывающей комплексный подход, ориентированный на раскрытие научно-творческого потенциала обучающихся.

Актуальность данной работы заключается в необходимости выявления определенных закономерностей в организации образовательного процесса подготовки специалистов в области светодизайна, опирающихся на мировые тенденции в дизайне и современные технологии освещения предметно-пространственной среды.

Рассматривая наиболее целесообразные пути решения дизайнерских задач в области эстетизации световых пространств, составляющие кон-

цептуальной модели базируются на спецдисциплинах учебного плана творческого характера с учетом определенной последовательности образовательных этапов:

- первый семестр – «Основы научно-исследовательской и научно-педагогической деятельности», «Основы светодизайна», «Методы исследования и моделирования информационных процессов и технологий», «Источники освещения», «Энергосбережение при освещении»;
- второй семестр – «Рисунок и живопись в декоративно-прикладном искусстве», «Теория теней и перспектива», «Компьютерные технологии в дизайне», «Эргономика», «Скульптура и пластическое моделирование», «Коммуникативный дизайн»;
- третий семестр – «Дизайн световой среды», «Колористика в архитектуре и дизайне», «Архитектурно-строительная визуализация с применением САД-систем», «Типология форм архитектурной среды», «Компьютерная анимация», «Основы производственного мастерства в графическом дизайне». Также, в данном семестре предполагается выполнение КНИР по проектированию и расчету светового пространства;
- четвертый семестр – «Психология творчества», «Деловая и презентационная графика», «Фотографика в рекламе». Кроме того, в завершающем семестре предусматривается проектная разработка, выполненная в рамках проектно-экспериментальной магистерской диссертации.

Концептуальная модель предполагает ориентацию магистрантов на выбор такой проблематики научного исследования, которая могла быть раскрыта в рамках каждой темы с разных сторон (например, «Особенности и модели светового пространства»).

Модель предусматривает различные формы итоговой работы магистранта:

- проблемная работа – создание комплексной научно-исследовательской работы, в которой положения КНИР последовательно раскрываются на различных типах архитектурных сооружений;
- концептуальная работа – формирование и обоснование магистрантом своей «проектной концепции» и логики ее развития (на протяжении всего периода обучения), концепция должна быть реализована в проекте светового оформления здания (в рамках последнего года обучения);
- художественно-проектная работа – создание проектно-творческого исследования, объединяющего художественные концепции и поиски с проектной разработкой светового оформления среды и решением группы композиционных задач для выявления с помощью света и цвета логики объемно-пространственной структуры, а также создания психофизиологического комфорта;
- архитектурно-средовая работа – комплексная научно-проектная работа с последовательной разработкой светового оформления архи-

- тектурных объектов с учетом исторической градостроительной ситуации на протяжении всего периода обучения в магистратуре;
- программная работа – проект с разработкой вариантов взаимодействия элементов пространства с пользователем: статическая цветоцветовая композиция, трансформирующаяся в динамическую; динамическая цветоцветовая композиция, которая изменяется в соответствии с разработанной программой; динамическая цветоцветовая композиция, которая изменяется при взаимодействии с пользователем.

Предложенная модель позволяет достичь индивидуализации образовательного процесса в рамках профессионально-проектного цикла, сохранить достоинства инновационной подготовки светодизайнеров в магистратуре, а также повысить мотивацию будущих специалистов в аспекте научно-исследовательской подготовки, дать возможность сформировать и проявить обучающемуся свой творческий потенциал.

Список литературы

1. *Ефименко С.М.* Подготовка будущих педагогов профессионального обучения к реализации функций тьютора : дис. ... канд. пед. наук. – Чебоксары, 2011.
2. Научная и проектная подготовка в магистратуре: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / Ю.С. Янковская. – Екатеринбург: УралГАХА, 2013. – URL: <http://arch-usaaa-mag.blogspot.com/2013/11/blog-post.html>
3. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика (уровень магистратуры) (Зарегистрировано в Минюсте России 28.11.2014 № 34969). – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_171891 (дата обращения: 27.01.2017).
4. *Князева Г.Н., Чепелева Л.М.* Магистерское образование: взгляд на теоретический контекст подготовки магистров в условиях отечественного вуза / Уровневое образование как пространство профессионально-личностного становления выпускника вуза: материалы II международной научной Интернет-конференции. – Ростов Н/Д: ИПО ПИ ЮФУ, 2010.

Система обнаружения и классификации типов движущихся объектов на видеопоследовательности

Воронков Илья Михайлович

Томашевич Наталия Сергеевна

Масько Игорь Игоревич

ФГАНУ «Центр информационных технологий и систем органов исполнительной власти – ЦИТиС»

Коробкова Светлана Викторовна

Вокорд

Данная работа посвящена проблеме разработки системы классификации типов движущихся объектов на видеопоследовательности. Было

задано 3 класса объектов, которые требовалось обнаружить и классифицировать. В результате проведенных исследований разработана структура системы обнаружения и классификации движущихся объектов, проведена разработка и программная реализация алгоритмов обнаружения и классификации типов движущихся объектов. Созданы базы данных изображений объектов интереса для обучения нейросетевых модулей системы.

В структуре системы может быть выделено 4 основных модуля:

1. Блок адаптивного детектора движения.

На вход данного блока подаются кадры обрабатываемого видеоролика. Для каждого кадра выходом данного блока являются области данного кадра, в которых было детектировано движение.

Модуль не является необходимым для функционирования системы, но его использование может ускорить работу следующего после него модуля детектора объектов интереса, т.к. в нем можно будет анализировать только области, в которых детектировано движение [1].

2. Детектор объектов интереса.

На вход детектора объектов поступают либо кадры видеопоследовательности, либо области, выделенные детектором движения.

На выходе данного модуля – детектированные объекты интереса (их местоположение и мера схожести выделенного объекта на объект интереса).

Для решения задачи детектирования объектов существует общепринятый путь обработки изображения скользящим окном. И классификации каждого отдельного примера на объект интереса/посторонний объект или фон. Данный подход предъявляет высокие требования к скорости работы алгоритма классификации, т.к. количество примеров, обрабатываемых для полного покрытия изображения с обеспечением инвариантности к масштабу объектов, очень велико.

В рамках данной работы выбрана методика детектирования с использованием скользящего окна и каскада классификаторов (от более слабых, но при этом более производительных до сложного, но достаточно медленного нейросетевого детектора). На нижних слоях каскада отсекаются области, с высокой вероятностью не содержащие объекты интереса, вышестоящие слои обрабатывают только те области, для которых классификатор нижележащего слоя выдал вероятность выше заданного порога.

3. Модуль трекирования детектированных объектов.

Данный модуль группирует объекты, найденные детектором объектов, и строит так называемые «треки» – последовательности изображений одного и того же объекта в процессе его движения на видеопоследовательности.

При трекировании объектов возможно реализовать предсказание траектории движения объекта интереса – данная информация также может быть использована в детекторе объектов для повышения скорости и точности его работы.

4. Модуль классификации объектов интереса.

Входными данными для модуля классификации могут быть как признаки детектированного объекта, так и набор признаков для трека данного объекта, полученного при обработке видеопоследовательности. При этом при использовании трека качество классификации зависит от длины трека.

При обработке данных, получаемых с видеокамеры в режиме онлайн, момент окончания трека заранее предсказать нельзя. В случае, когда результат классификации необходимо вывести в течение заданного промежутка времени с появления данного объекта в поле зрения камеры, необходимо установить минимальную длину трека, а впоследствии уточнять классификацию при дальнейшем наблюдении объектов.

В качестве классификатора объектов используется сверточная нейронная сеть [2]. При обучении на тестовой выборке достигнута точность 0.994.

Список литературы

1. *Widyawan, M.I. Zul, L.E. Nugroho*, «Adaptive motion detection algorithm using frame differences and dynamic template matching method», 9th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI), pp. 236–239, 26–28 Nov. (2012).
2. *Yann LeCun, Yoshua Bengio, Geoffrey Hinton*. «Deep learning.» Nature 521.7553 (2015), pp. 436–444.

Программа нейросетевой шумоочистки звукового сигнала

Мелентьев Никита Дмитриевич

Пантюхин Дмитрий Валерьевич

НИУ ВШЭ

В работе рассмотрена проблема шумоочистки звукового сигнала с использованием нейросетей. Проанализированы доступные на данный момент теоретические решения. Автором подобрана структура сети, позволяющая убирать шумы, в том числе, с тестирующих звуковых сигналов. Создана программа, позволяющая создавать, обучать и тестировать нейросети ориентированные на решение задач шумоочистки звуковых сигналов.

Предварительная обработка изображений рукописных символов

***Раджабов Собиржон Сатторович
Мирзаева Гулмира Рустамовна***

Центр разработки программных продуктов и аппаратно-программных комплексов при ТУИТ, г.Ташкент, Республика Узбекистан

Салиев Эргаш Алибекович

*Джизакский политехнический институт,
г. Джизак, Республика Узбекистан*

Целью доклада является обсуждение вопросов предварительной обработки изображений рукописных текстов при распознавании рукописных символов. Авторами предлагаются алгоритмы, основанные на концепции теории нечетких множеств.

Анализ литературных источников в области показывает, что существующие подходы к решению подобных задач, в основном, носят эвристический характер. Ряд авторов описывает приемы улучшения качества исходного изображения и способы формирования пространства признаков, по которым ведется распознавание [1, 2]. Несмотря на это, возможности методов анализа и распознавания объектов, представленных в форме изображений, оставляют желать лучшего.

В докладе предложены методы и алгоритмы предварительной обработки изображений рукописных символов, основанные на концепции теории нечетких множеств, предназначенные для улучшения контраста изображений, подавления шумов и помех, а также выделения контуров.

Эффективность предложенных алгоритмов предобработки, была показана в экспериментальном исследовании.

Список литературы

1. *Shah M., Jethava G.B.* A literature review on hand written character recognition //Indian Streams Research Journal, 3.2 (2013), p. 1–19.
2. *Plamondon R., Srihari S.N.* Online and off-line handwriting recognition: a comprehensive survey //Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on 22.1 (2000), p. 63–84.

Автоматическая оценка трехмерной позы человека, параметров тела, а также сегментация с изображения на базе одной фотографии человека в полный рост

Таамазян Ваге Арамаисович

Московский физико-технический институт (МФТИ)

Матросов Михаил Павлович

Сколковский Институт Науки и Технологий

В работе представлена система, выполняющая реконструкцию позы человека в трехмерном пространстве, оценку его физических пропор-

ций, а так же сегментацию частей тела на изображении по одному ротовому фотоснимку. Попытка решения подобной задачи описана в работе [1]. Система базируется на нейросетевых алгоритмах используемых для оценки, как расположения элементов скелета человека на изображении, так и для последующей реконструкции трехмерной позы. Для оценки положения скелета на изображении использованы сверточные нейронные сети на базе библиотеки Caffe [2]. Оценка формы тела, а также сегментация производится с использованием специализированных оптимизационных алгоритмов.

Предложенный подход может эффективно использоваться для автоматического поиска людей в данных систем видеонаблюдения.

Список литературы

1. *Bogo, F., Kanazawa, A., Lassner, C., Gehler, P., Romero, J., Black, M. J., Keep it SMPL: Automatic Estimation of 3D Human Pose and Shape from a Single Image, ECCV 2016.*
2. *caffe.berkeleyvision.org*

Иерархическая классификация пользовательских объявлений на основе изображений товаров

Касым Владислав Фарманович

Московский физико-технический институт (МФТИ)

В докладе описывается решение задачи иерархической классификации пользовательских объявлений на основе содержащихся в них изображений товаров.

Данная работа была проведена в рамках участия в соревновании, организованном ООО «КЕХ eКоммерц» (avito.ru). Avito – интернет-сайт предоставляющий услуги платных и бесплатных объявлений о товарах и услугах от частных лиц и компаний. При создании нового объявления пользователь должен указать категорию предлагаемого товара.

Целью работы автора было создание системы автоматической категоризации.

При построении алгоритма иерархической классификации данных можно выделить две подзадачи: поиск классификатора и метода учета иерархии. В качестве классификатора в данной работе были исследованы архитектуры глубоких сверточных нейронных сетей, показавшие наилучшие результаты в соревновании ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC) [1, 2, 3]. Для учета иерархии каждому изображению присваивалось 4 метки классов, соответствующие определенному уровню в иерархии объявлений.

Классификатор модифицировался с учетом предсказания каждой из данных меток отдельным полносвязным слоем. Ошибки предсказания складывались пропорционально вкладу соответствующего им уровня в целевую метрику.

Полученное решение показало один из лучших результатов среди представленных конкурсных работ.

Список литературы

1. *Szegedy C. et al. Going deeper with convolutions // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2015. – С. 1–9.*
2. *Szegedy C. et al. Rethinking the inception architecture for computer vision // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2016. – С. 2818–2826.*
3. *He K. et al. Deep residual learning for image recognition // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – 2016. – С. 770–778.*

**Повышение качества адаптации систем
синхронизированных по фазе приемоизлучающих
объектов в условиях искажения фазы обучающих выборок**

Нгуен Данг Тао

Московский физико-технический институт (МФТИ)

В работе предложен метод повышения качества адаптации системы синхронизированных по фазе приемоизлучающих объектов в условиях искажения фазы принимаемой обучающей выборки, за счет использования в качестве эталона только модуля принимаемой обучающей выборки. Предложенный метод повышения качества адаптации системы реализован через представление системы в виде искусственной нейронной сети с нелинейностью выходных нейронов в виде вычисления модуля комплексного числа. Получена процедура вычисления комплексных весовых коэффициентов искусственной нейронной сети для случая комплексного обучающего множества с произвольным значением аргументов комплексных чисел. С использованием полученного алгоритма повышено качество решения системой синхронизированных по фазе приемоизлучающих объектов задачи подавления помех в условиях внешних и внутренних мешающих воздействий, искажающих фазу принимаемого эталонного сигнала. Выигрыш при применении полученной процедуры вычисления комплексных весовых коэффициентов искусственной нейронной сети, в системе из 50 объектов, при величине несоответствия фаз принятых эталонных сигналов и эталона в приемнике от 0.001π , составляет не менее 13 дБ.

Оператор робинсона и его применение в алгоритме Кэнни для распознавания изображений в условиях неопределенности

*Лакомов Денис Вячеславович
Алексеев Владимир Витальевич*

Тамбовский государственный технический университет

В современных системах обработки изображений идентификация объектов на изображении затруднена рядом неизбежных искажений. В связи с этим применяются алгоритмы и модели, позволяющие уменьшить их влияние на эффективность анализа. Одним из таких алгоритмов является алгоритм Кэнни.

Одним из ключевых шагов алгоритма Кэнни является поиск значений градиента яркости для точек исходного изображения.

Приближение значений градиента обычно выполняется с использованием различных матричных операторов [1], одним из которых является оператор Робинсона, его маска при определенных значениях коэффициентов может иметь следующий вид

$$\begin{array}{ccc} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{array}$$

Указанная маска вращается по восьми направлениям: север, северо-запад, запад, юго-запад, юг, юго-восток, восток и северо-восток. После каждого вращения считается свертка, результатом вычисления будет приближенное значение градиента яркости в данной точке по соответствующему направлению. Симметрия относительно центральной оси позволяет избежать некоторых прямых вычислений, инвертируя результаты, найденные ранее.

В работе [3] приведены результаты применения алгоритма Кэнни с оператором Робинсона, а также операторами Собеля, Прюитта, Кирша и Робертса.

Авторами был проведен дополнительный детальный анализ изображений. Результаты анализа показали, что: операторы Прюитта, Роберста и Собеля дают очень различные результаты, которые могут дополнять друг друга. Оператор Лапласа выделил больше контуров, чем операторы, перечисленные выше. Операторы Робинсона и Кирша дали практически одинаковый результат по основным контурам, но при этом появились ложные контуры на однородных объектах.

Для выделения контуров объектов с помощью алгоритма Кэнни в системах обработки изображения целесообразно использование оператора Робинсона. Функционирование ряда систем связано с жесткими ограничениями на вычислительные ресурсы. В таких системах целесообразно использовать матричные операторы требующие наименьших

затрат вычислительных ресурсов, например, оператор Собеля, Роберста или оператор Прюитта, при этом выделение контуров крупных и средних объектов этими операторами не уступает другим алгоритмам.

Список литературы

1. Дидрих В.Е. Применение контурного анализа для идентификации объектов в изображениях / П.Р. Мадроньеро, В.Е. Дидрих // Информатика: проблемы, методология, технологии: материалы XIII Международной научно-методической конференции, Воронеж, 2013 г.: в 4 т. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета. – Т. 2. – 2013. – С. 290–293.
2. Местецкий Л.М. Математические методы распознавания образов. – М: МГУ, 2004. – 144 с.
3. Muthukrishnan R, Radha M. Edge Detection Techniques for Image Segmentation, International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT), 2012, 3(6). – С. 259–267.

Проектирование цифровых фильтров вольтерра для обработки изображений

*Щербаков Михаил Александрович
Сазонов Владимир Васильевич*

Пензенский государственный университет (ПГУ)

Представлены методы проектирования цифровых фильтров Вольтерра для решения ряда задач цифровой фильтрации изображений. Введены понятия нелинейного спектра и интегральной частотной характеристики, которые являются удобным средством описания данного класса фильтров и позволяют использовать для их расчета известные методы проектирования линейных фильтров. Синтез нелинейных фильтров Вольтерра выполняется для заданного класса входных сигналов, в качестве которых могут быть использованы синусоидальные воздействия, позволяющие, так же, как и в линейном случае, существенно упростить их анализ и синтез в частотной области. Предложен способ описания свойств проектируемого фильтра на основе сечений ядер в частотной области, характеризующих вклад различных комбинационных составляющих в суммарную реакцию фильтра на заданной частоте. Требования, предъявляемые к сечениям ядер в частотной области, могут быть преобразованы в эквивалентные условия относительно импульсных характеристик фильтра во временной области, необходимые для его практической реализации. Определено понятие дельта-фильтрации во временной и частотной областях. Приведены различные типы дельта-фильтров и их характеристики, что позволяет выбрать подходящий тип дельта-фильтрации в зависимости от решаемой задачи. Хотя по сложности дельта-фильтры близки к линейным, с их помощью возможно решение ряда задач, перед которыми линейная фильтрация

оказывается бессильной. Показаны особенности действия дельта-фильтрации при подавлении помех в импульсных и узкополосных сигналах. Предложен метод проектирования цифровых полиномиальных фильтров с помощью линейных фильтров-прототипов, основанный на формировании заданных сечений ядер в частотной области и использовании трансформирующих функций.

Алгоритм формирования класса эталонных фрактальных размерностей режимов работы сложного динамического объекта

Оксентюк Вадим Сергеевич

Военная академия ВВСН им. Петра Великого

Волков Андрей Геннадьевич

*Финансовый университет при Правительстве
Российской Федерации (ФинУниверситет)*

Современные бортовые комплексы сложных динамических объектов оснащаются мощными иерархическими бортовыми вычислительными устройствами с развитым бортовым программным обеспечением для автоматизации наиболее ответственных операций и их интеллектуализации. В связи с этим интенсивности потоков отказов аппаратного и программного обеспечения практически сравнялись, причем проявляется тенденция преимущественного роста интенсивности отказов программного обеспечения. В процессе эксплуатации сложного динамического объекта накапливаются значительные объемы телеметрических данных, описывающие техническое состояние. Проводимый анализ этих данных, содержащих свойства технического состояния объектов, позволяет определить режим работы сложного динамического объекта, но не учитывает возможное существование тенденций в его изменении.

В статье рассмотрен алгоритм формирования класса эталонных фрактальных размерностей режимов работы бортовой аппаратуры сложного динамического объекта. Сформированные множества эталонных фрактальных размерностей для каждого режима работы бортовой аппаратуры сложного динамического объекта позволяют использовать их в составе критерия определения вида технического состояния.

Рассмотренный подход к оценке технического состояния на основе мультифрактального анализа отличается новизной, не описан в известной литературе и представляет значительный интерес.

Список литературы

1. Полоус А.И. и др. Идентификация и техническая диагностика. – М.: ВА ВВСН, 2012. – 264 с.
2. Полоус А.И., Волков А.Г. Интеллектуальные методы и модели диагностики РТС. – М.: ВА ВВСН, 2005. – 221 с.

3. *Потанов А.А.* Фракталы в радиофизике и радиолокации: Топология выборки. – М.: Университетская книга, 2005. – 848 с.

Интерполяция в задаче верификации изображений цифровых устройств фото фиксации

*Аминова Елена Альбертовна
Трапезников Илья Николаевич*

*Ярославский государственный университет
им. П.Г. Демидова (ЯрГУ)*

Общие принципы и последовательность этапов обработки данных во всех цифровых устройствах формирования изображений, несмотря на различную компонентную базу, очень схожи. Свет попадая сквозь оптическую систему линз, фильтруется посредством применения сглаживающих фильтров и фокусируется на чувствительных светодиодах ПЗС-матрицы, то есть пикселях. Элементы ПЗС-матрицы являются основными и наиболее дорогостоящими компонентами цифровых камер. Каждый светочувствительный элемент ПЗС-матрицы объединяет падающий на него свет по всему спектру, который содержит электрический сигнал представляющий сцену. Поскольку каждый элемент ПЗС монохроматичен, для формирования цветных изображений требуется набор отдельных монохроматических массивов ПЗС для каждой цветовой компоненты. Тем не менее, исходя из соображений стоимости элементной базы, большинство цифровых камер имеют только одну матрицу ПЗС, организованную из элементов по определенному шаблону, представляющего собой набор спектральных фильтров, как правило, из красного, зеленого или синего (RGB) цветов. Эта маска в передней части датчика устройства и называется массив цветных фильтров (CFA). Следовательно, каждый элемент ПЗС чувствителен лишь к одной полосе длин волн, и, как следствие, первичные или «сырые» изображения собраны из массива красных, зеленых и синих пикселей. Поскольку зрительная система человека наиболее чувствительна к зеленому свету, мозаики цветových фильтров CFA, как правило, имеют больше значений зеленого цвета, чем красный и синий.

В результате использования в CFA, каждый пиксель в изображении имеет только одну компоненту цвета, связанную с ним. Отсутствующие RGB-значения вычисляются на основании значений соседних пикселей посредством операции интерполяции (demosaicing). По сути, это определенная форма интерполяции, основанная на вычислении значения рассматриваемого пикселя с помощью определенных весов и стоимостей на основе объединения значений соседних пикселей, входящих в окно для расчета. На практике операция интерполяции заключается в определении размера окна и весовых коэффициентов, составляющих ядро интерполя-

ции. Несмотря на то, что каждый производитель использует собственные оригинальные интерполяционные методы, т.е. ядра различных размеров и форм и различные алгоритмы интерполяции, методы демозаикинга могут быть сгруппированы в два основных класса. Первый класс включает в себя хорошо известные методы, такие как метод ближайшего соседа, билинейная и бикубическая интерполяции. Эти методы рассматривают все цветовые каналы как три независимых изображения и основываются на использовании метода ближайшего соседа с различными интерполяционными ядрами для вычисления недостающих цветовых компонент. В низкочастотных частях изображения одноканальные алгоритмы показывают удовлетворительные результаты, однако в высокочастотных областях изображения особенно в районе границ объектов и оставляют интерполяционные артефакты на изображении. Большая эффективность данных подходов может быть достигнута путем применения межканальной корреляции. Вторая группа методов основана на использовании не только межканальной интерполяции, но и внутриканальной, например, интерполяция границ, интерполяция на основе постоянной оттенка, градиентов второго порядка, сглаживание, интерполяция, основанная на анализе однородностей, интерполяция по шаблону, векторно-ориентированная интерполяция, Фурье-фильтрация и др.

После процедуры интерполяции, проводится баланс белого. На данном этапе происходит удаление нереалистичных цветовых всплесков. Таким образом, объекты, которые воспринимаются зрительной системой человека как белые, тиковыми и будут в сформированном изображении. Это достигается благодаря применению колориметрической интерпретации и гамма коррекции. Гамма коррекция необходима для перераспределения информации о тоне для более точного соответствия восприятию человеческого глаза яркости. Это связано прежде всего с тем, что цифровые камеры представляют яркость в линейном виде, а зрительная система человека в логарифмическом. Затем происходит процесс шумоподавления, сглаживания и повышения резкости для предотвращения появления цветовых артефактов. В завершении процесса формирования изображения выполняется сжатие и сохранение в памяти устройства готового изображения.

Несмотря на сходство в архитектуре цифровых устройств, детали каждого этапа обработки изображения могут широко варьироваться не только от одного производителя к другому, но и даже в различных камерах одного производителя. Следует также отметить, что многие компоненты, принимающие участие в процессе формирования изображения различных цифровых камер, (например, линзы, оптические фильтры, ПЗС-матрица) производятся ограниченным числом способов. В связи с этим, различные камеры могут иметь сходные свойства. Данный факт должен быть принят во внимание при сопоставлении особенностей изображения со свойства-

ми цифровых камер. Тем не менее, интерполяция (demosaicing) и массив цветных фильтров CFA остаются уникальной характеристикой каждого конкретного цифрового устройства, а вариации интерполированных значений пикселей могут использоваться для классификации изображений как полученных с определенной модели цифровых устройств.

Методы обнаружения и распознавания объектов на видеопоследовательностях в условиях малых выборок наблюдений⁸

Милов Владимир Ростиславович

*Нижегородский государственный технический
университет им. Р.Е.Алексеева*

Савченко Андрей Владимирович

*Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», Нижний Новгород*

Дмитриев Александр Владимирович

*АО «ФНПЦ «Нижегородский научно-
исследовательский институт радиотехники»*

В задаче распознавания объектов на видеоизображении требуется для входной видеопоследовательности определить положение объекта и отнести его к одному из заданных классов. В качестве примера такого рода задач в настоящей работе рассматривается распознавание миноподобных объектов по данным, полученным с помощью видеокамеры, которая установлена на движущейся инженерной разведывательной машине. Предположим, что для обучения задано небольшое число изображений («малая выборка») эталонных объектов для каждого класса (типа), а также их геометрические характеристики. Тогда для решения задачи следует последовательно осуществить детектирование объектов, слежение за ними (tracking) и их классификацию. В настоящее время наиболее точное решение указанных подзадач достигается с помощью region convolutional neural network (R-CNN). К сожалению, применяемые в R-CNN процедуры обнаружения регионов, потенциально содержащих интересующий объект, оказываются вычислительно сложными и ненадежными для поиска объектов малого размера, которые находятся на значительном расстоянии от видеокамеры. При этом для дополнительной настройки классификатора в R-CNN нередко требуются очень большие обучающие выборки, сбор которых сопряжен со значительными расходами. Поэтому для случая малых выборок развивается более эффективный подход, в котором на первом этапе замкнутые объекты детектируются на каждом кадре с помощью операций математической морфологии.

⁸ Благодарности. Работа Савченко А.В. выполнена при поддержке гранта президента РФ для молодых ученых – докторов наук № МД-306.2017.9

Далее с использованием сведений о внутренних параметрах видеокамеры на основе известных алгоритмов реконструкции трехмерных сцен (поиск соответствующих локальных точек, оценка гомоморфизма с помощью методов типа RANSAC и эпиполярной геометрии) определяется расстояние до обнаруженных объектов и вычисляются их размеры, которые сопоставляются с заданными геометрическими размерами эталонных объектов. Для реализации слежения за целевыми объектами на видеопоследовательностях можно использовать такие известные методы слежения, как Tracking-Learning-Detection или on-line boosting, которые реализованы в библиотеке компьютерного зрения OpenCV.

Для отнесения обнаруженного объекта к одному из классов (типов) предлагается использовать эталонные изображения более высокого разрешения. Как известно, для случая малых выборок наиболее приемлемыми для практического использования считаются методы ближайшего соседа, в которых на первом этапе из изображения извлекаются характерные признаки, а итоговое решение принимается в пользу класса, соответствующего ближайшему (в смысле выбранной меры близости) эталону. Для извлечения признаков в работе используются два подхода. Традиционный способ классификации текстурированных изображений связан с оценкой ориентации градиента и вычислением дескрипторов типа HOG (Histogram of Oriented Gradients) или SIFT (Scale-Invariant Feature Transforms). Однако наиболее точную классификацию в настоящее время обеспечивает алгоритм извлечения признаков на основе не доступной базы данных, а внешнего набора изображений. Например, для задачи распознавания категорий объектов на изображении применяется глубокая сверточная нейронная сеть (GoogLeNet или VGGNet), обученная на сверхбольшом наборе данных ImageNET. Далее значения на выходе предпоследнего слоя нейронной сети используются в качестве множества признаков входного изображения. Такой подход позволяет воспользоваться существующими технологиями обучения глубоких нейронных сетей и накопленными большими объемами визуальной информации даже в случае малых выборок. В тоже время этот способ является намного более вычислительно затратным по сравнению с извлечением традиционных признаков. При этом наибольшая точность достигается только для объектов большого размера и изображений с высоким разрешением. Кроме того, если различные типы распознаваемых объектов достаточно схожи с одним из классов сверхбольшой базы данных, с помощью которой была обучена сверточная нейронная сеть, то им будет поставлены в соответствие практически идентичные векторы признаков. Поэтому представляется перспективной разработка вариантов комбинирования традиционного и нейросетевого подходов к извлечению признаков.

Модель идеального наблюдателя

Лопаткин Кирилл Сергеевич

Военная академия РВСН им. Петра Великого

Рассматривается вопрос испытания оптико-электронных систем (ОЭС).

Оценка соответствия ОЭС заданному требованию по дальности распознавания проводится, как правило, методом полигонных испытаний. Данный метод имеет как свои достоинства (оценка в условиях, приближенных к реальным условиям применения и др.), так и недостатки, один из которых низкая точность оценки вероятности. По критерию – 5 из 6-ти операторов уверенно распознают цель, делается вывод о достижении вероятности 0,8. При таком подходе к оценке вероятности погрешность оценки составит $\pm 0,3$.

Повысить точность оценки можно путем увеличения числа предъявлений цели оператору, что в условиях проведения полигонных испытаний довольно сложно. Для оценки вероятности распознавания целей предлагается использовать модель идеального наблюдателя, которая позволяет автоматически распознавать изображения объектов и оценивать вероятность распознавания с требуемой точностью (достоверностью).

Данная модель построена на основе модели разработанной и апробированной в рамках работы по оценке качества видеомодулей, где была показана ее адекватность (сходимость) результатов распознавания с результатами операторного метода распознавания.

Сравнение результатов применения методов фазовой синхронизации и вейвлет-когерентности при исследовании многомерных временных рядов⁹

Ефиторов Александр Олегович

*НИИ Ядерной Физики имени Д.В.Скобельцына МГУ им. М.В.Ломоносов,
Научно-Исследовательский Ядерный Университет МИФИ*

Доленко Сергей Анатольевич

*НИИ Ядерной Физики им. Д.В.Скобельцына
МГУ им. М.В.Ломоносова*

В работе представлены результаты применения методов фазовой когерентности S-PLS (single-trial phase locking statistics) и вейвлет-когерентности S-WCS (single trial wavelet-based coherence) к задаче исследования взаимодействия различных каналов многомерного временного ряда, с целью соотнести момент появления и динамику локального синхронизованного состояния с общим состоянием объекта исследования. Необходимость использования данных методик обусловлена хаотиче-

⁹ Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда, проект № 15-11-30014.

ской природой исследуемых временных рядов, что делает бессмысленными попытки расчет классической корреляционной функции, а также позволяет рассматривать взаимодействие процессов, протекающих с различными временными масштабами.

Статистические результаты, полученные в рамках применения каждого из методов, сравнивались с результатами, полученными на суррогатных наборах, полученных путем перемешивания (многократных перестановок вдоль оси времени) значений исходного временного ряда.

Список литературы

1. https://sccn.ucsd.edu/~arno/fam2data/publicly_available_EEG_data.html

Оценка остаточного ресурса ответственных узлов и механизмов транспортных средств с позиции теории активного восприятия

*Поляков Игорь Владимирович
Гай Василий Евгеньевич*

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ)

Известны различные стратегии планирования мер технического обслуживания и ремонта транспортных средств. Одной из наиболее эффективных стратегий является стратегия обслуживания по состоянию, которая позволяет оптимизировать обслуживание за счет предсказания возникновения поломок. Основная цель – создание новых моделей и методов оценки остаточного ресурса ответственных узлов и механизмов по вибрационному сигналу. В рамках данной цели необходимо решение двух задач: разработка системы признаков для описания вибрационного сигнала, обладающей свойством монотонности и способностью выделять тренд и разработка модели оценки остаточного ресурса с использованием предложенной системы признаков. Разработка системы признаков будет выполнена с использованием теории активного восприятия, предлагающей механизмы для создания иерархических систем признаков, разработка модели оценки остаточного ресурса – с использованием методов машинного обучения. Планируется разработка программной системы оценки остаточного ресурса ответственных узлов и механизмов транспортных средств.

В области создания систем вибродиагностики и новых подходов к решению задач машинного обучения (формирование системы признаков), авторами были проведены научные исследования и экспериментальные работы. По итогам, к результатам работ по рассматриваемой теме можно отнести разработку подхода к формированию системы признаков априори неопределенного сигнала, на основе теории актив-

ного восприятия. Подход учитывает возможность использования операторов, а также алгебры групп. Также предложено несколько систем признаков, позволяющих описать вибросигнал на различных уровнях абстрагирования.

Работа выполнена в НГТУ им. П.Е. Алексеева, при финансовой поддержке государства в лице министерства образования и науки Российской Федерации в рамках соглашения 14.577.21.0222 от 03.10.2016. Идентификационный номер проекта: RFMEFI57716X0222. Тема: «Создание экспериментального образца амфибийного автономного транспортно-технологического комплекса с интеллектуальной системой управления и навигации для круглогодичного проведения разведочно-буровых работ на арктическом шельфе».

Список литературы

1. *Mosallam A., Medjaher K., Zerhouni N.* Nonparametric time series modelling for industrial prognostics and health management //The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2013. – V. 69. – N. 5–8. – P. 1685–1699.
2. *Утробин В.А.* Физические интерпретации элементов алгебры изображения // Успехи физических наук, Т. 174, № 10, 2004, С. 1089–1104.
3. *Утробин В.А.* Информационная значимость компонент U-преобразования при решении задачи ориентации в пространстве для систем технического зрения // Труды НГТУ, № 3(86), 2013, С. 70–78.

Методы определения частоты дискретизации временных рядов прогнозируемых стоимостных показателей в финансовых системах автоматизированного мониторинга

*Проскуряков Александр Юрьевич
Миловидов Алексей Евгеньевич*

*Муромский институт им. В.К. Зворыкина
(МИ ВлГУ имени Александра Григорьевича и
Николая Григорьевича Столетовых)*

В работе приведены исследования и результаты разработки методов оценивания периода временного ряда дискретного представления непрерывных функций – непрерывных сигналов в финансовых системах мониторинга. Исследован метод определения верхней частоты спектральной функции непрерывного процесса, аппроксимированного многочленом Лагранжа с последующим преобразованием Фурье. Также исследован и разработан метод определения верхней частоты спектра табличной функции отсчетов временного ряда с последующим вычислением ДПФ на конечном интервале. Исследован метод обобщения алгоритма прогноза с помощью линейной модели, представленные функциональными рядами

или искусственной нейронной сетью. Рассмотрена система прогнозирования с помощью искусственной нейронной сети.

При создании телекоммуникационных систем автоматизированного мониторинга возникает задача формирования временных рядов отображения непрерывной функции, в частности, рядов изменения параметров стоимостных показателей в финансовых системах. Поэтому решается задача определения максимального периода отсчетов временного ряда. В работе представлена экспериментальная функция изменений параметров стоимостного показателя.

Для определения максимального периода дискретизации непрерывной функции $M(t)$ в виде временного ряда достаточно получить значение верхней частоты спектра $s(f)$ процесса $M(t)$. Для получения математической модели функции $M(t)$ обратимся к аппроксимирующему интерполяционному полиному Лагранжа [1, с.28]. В этом случае аппроксимация полиномом четвертого порядка ($n=4$) позволяет получить погрешность MAPE менее 5 %.

Значение частоты F_6 , при которой основной лепесток спектральной функции принимает значение равное нулю ($S(f)=0$ при $F_6=0,25 \cdot 10^{-3}$), можно принять как верхнюю частоту спектра непрерывного процесса $M(t)$.

Таким образом, непрерывная функция $M(t)$, представленная отсчетами с периодом дискретизации не более 33,3 мин, может быть восстановлена без потерь информации.

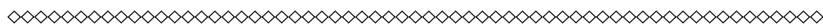
Определение минимальной частоты сбора данных об уровнях стоимостных показателей осуществляется путем определения верхней частоты спектра дискретной функции $M(i^*t)$ по ее спектральной функции, представленной в виде отсчетов коэффициентов ДПФ, вычисленных методом дискретного преобразования Фурье (ДПФ).

По результатам исследований представлены два метода оценивания максимального периода временного ряда, отображающего функцию $M(t)$ в дискретном времени.

Список литературы

1. *Калиткин, Н.Н.* Численные методы. – М.: Наука, 1978. – 512 с.
2. *Гоноровский, И.С.* Радиотехнические цепи и сигналы: учебник для высших учебных заведений / И.С. Гоноровский. – М.: «Радио и связь», 1986. – 512 с.
3. *Рабинер, Л.* Теория и применение цифровой обработки сигналов / Л. Рабинер, Б. Гоулд.–М.:«МИР», 1978. – 848с.
4. *Proskuryakov A.* Intelligent system for time series forecasting. XII International Symposium Intelligent Systems 2016, INTELS 2016. Procedia Computer Science. ISSN 1877–0509. Volume 103, 2017. pp. 363–369.

4. Нейронные сети в технических системах



Разработка скоростного регулятора с использованием нечеткой логики на базе нейронных сетей

Буянкин Виктор Михайлович

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)

В докладе представлена разработка метода синтеза скоростного регулятора с использованием нечеткой логики на базе нейронных сетей для цифровых следящих электроприводов в адаптивных мехатронных системах роботов с параллельной кинематикой. Многие условия работы на роботов практике являются нечеткими. Игнорирование этих условий снижает качество работы роботов. Поэтому для улучшения качества необходимо разрабатывать методы проектирования регуляторов на базе нечеткой логики.

В результате выполненных исследований, разработан метод синтеза адаптивных нейрорегуляторов с нечетким и не формализуемым описанием статических и динамических характеристик для ЦСП АМСРПК. При помощи этого метода были разработаны гибридные системы нейрорегулирования токовым и скоростным контурами ЦСП, которые показали высокие статические и динамические характеристики.

Разработка прогнозирующего нейроидентификатора на базе ансамбля нечетких нейронных сетей

Буянкин Виктор Михайлович

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)

Роботы манипуляторы с параллельной кинематикой в настоящее время нашли широкое применение в различных областях науки и техники. Использование роботов манипуляторов с параллельной кинематикой позволяет выполнять сложные технологические операции. Для повышения надежности движения штанг манипуляторов используются цифровые следящие электропривода. Однако трение (сухое и вязкое), переменные моменты инерции, переменная жесткость конструкций роботов являются нечеткими параметрами, которые сложно рассчитать и спрогнозировать. Поэтому обычные классические подходы и расчеты этих параметров не дают положительных результатов. Что существенно влияет на точность работы роботов манипуляторов с параллельной

кинематикой. Поэтому приходится разрабатывать новые методы нейро-идентификации и нейропрогнозирования на базе ансамбля нейронных сетей с нечеткой логикой

Аeronet. Определение координат неподвижных объектов методом пассивной радиолокации

***Капицин Даниил Романович
Виноходов Темир Владимирович***

*Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Развитие беспилотных авиационных и космических систем приведет к росту распределенных систем безопасности полетов и обмена информацией. Повышение надежности защищенных сетевых коммуникаций обеспечит массовое безопасное использование беспилотных аппаратов, в том числе и в городских условиях.

В рамках доклада рассматривается применение метода пассивной радиолокации для определения координат неподвижных объектов.

Список литературы

1. *Корсунов Н.И., Егоров Д.В.*. Математическая модель определения пространственных координат методом пассивной радиолокации // Москва: Изд. Научные водомости, 2014 – 76 с.
2. *Боев Н.М., Шаршавин П.В, Нигруца И.В.*. Построение систем связи беспилотных лета-тельных аппаратов для передачи информации на большие расстояния Известия Южного федерального университе-та. Технические науки 2014.3 – 47 с.
3. *Белоцерковский Г.М.*. Основы радиолокации и радиолокационные устройства Москва «Сов. Радио» 1975 г.
4. *Евдокименков В.Н., Красильщиков М.Н., Серебряков Г.Г.*. Распреде-ленная интеллектуальная система управления группой беспилотных летательных аппаратов: архитектура и програмно-математическое обеспечение Известия ЮФУ. Технические науки 2016.1 – 29 с.
5. *Петров В.Ф., Барунин А.А., Терентьев А.И.*. Модель системы ав-томатического управ-ления беспилотным летательным аппаратом Известия Тульского государственного университета. Технические науки 2014.12–2 – 55 с.
6. *Дониченко А.А., Чиров Д.С.*. Обоснование требований к системе свя-зи беспилотных летательных аппаратов средней и большой дально-сти Т-Comn – Телекоммуникации и Транс-порт 2015.12 – 47 с.
7. *Тархов Д.А.*. Математическое моделирование физико-технических объектов на основе структурной и параметрической адаптации ис-кусственных нейронных сетей-2006

Нейро-нечеткая композиционная модель сложной технической системы

*Попова Дарья Юрьевна
Борисов Вадим Владимирович*

*Московский энергетический институт,
Смоленский филиал (СФ МЭИ)*

При моделировании сложной технической системы зачастую разработчики сталкиваются с отсутствием исчерпывающих данных об объекте. Эмпирические зависимости, отчеты по экспериментальным испытаниям оборудования и экспертные мнения представляют собой разрозненные данные. Часть данных может являться производственной тайной предприятий и не подлежит разглашению.

Декомпозиция такой технической системы на более простые элементы, учитывающие взаимодействия внутри системы, может быть одним из способов решения проблемы моделирования сложной технической системы в условиях недостатка данных.

Тип элементов модели, зависит от данных, которые удалось получить. При наличии экспериментальных данных об элементе его моделирование ведут с помощью нейронных сетей, экспертные данные о зависимостях внутри системы позволяют провести моделирование используя нечеткие сети, аналитические зависимости для расчета также можно внедрить как компонент модели системы.

Комбинирование таких элементов позволяет создать достаточно полную композиционную модель в условиях разрозненной информации о сложной системе.

Предложен способ, при котором моделирование системы разбивается на следующие этапы: сбор информации, выделение элементов (подсистем), визуальное моделирование структуры системы (формирование логической модели системы), моделирование элементов системы на основе систем уравнений, экспертных мнений и экспериментальных данных, формирование композиционной модели системы с учетом характера взаимодействия элементов.

В результате использования предлагаемого способа создается композиционная модель, предназначенная для моделирования, выработки рекомендаций по управлению и проектированию сложной технической системы.

Структура систем автоматического распознавания видов цифровой модуляции радиосигналов

Дам Ван Ньить

Московский физико-технический институт (МФТИ)

В коммуникационной системе важной задачей является распознавание заданных видов модуляции радиосигналов. Оно применяется в

мониторинге радиосигналов, радиоразведке и т. д [1]. Исходными данными в задаче распознавания вида цифровой модуляции радиосигналов являются In, Qn данные [2, 3]. По исходным данным вычисляются оценки необходимых признаков, которые поступают в обученный блок распознавания (нейронная сеть, дерево логических решений и т.д.). Исходные данные перед вычислением признаков нормируются по мощности. Для нормирования необходимо оценить ряд параметров получаемого сигнала и предварительно обработать его.

В общем случае неизвестны энергия сигнала, энергия шума, символьный период, задержка распространения, несущая частота. Оценка несущей частоты предназначена для выделения синфазной и квадратурной составляющих сигнала, символьный период и задержка распространения – для процесса фильтрации и дискретизации сигналов, энергия сигнала и энергия шума – для нормирования IQ данных по мощности. Эти оценки служат для получения In, Qn данных. Для вычисления необходимых оценок используются различные методы: метод моментов, метод максимального правдоподобия, метод наименьших квадратов и т.д. Итак, зная все процессы, которые влияют на систему распознавания, можно построить эффективную систему распознавания вида цифровой модуляции.

Список литературы

1. *Johan Kirkhorn*. Introduction to IQ-demodulation of RF-data // IFBT, NTN, September 1999. P. 1–13. URL: <http://folk.ntnu.no/htorp/Undervisning/TTK10/IQdemodulation.pdf>
2. *Дам В.Н.* Автоматическое распознавание видов цифровой модуляции радиосигналов с помощью многослойной нейронной сети по кумулянтным признакам // Информационные технологии, № 7, 2016, Том 22 – С. 555–560.
3. *Bagga J., Tripathi N.* Automatic modulation classification using statistical features in fading environment // International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering. August 2013. Vol. 2. Issue 8. P. 3701–3709.

Обнаружение атак с помощью многослойной нейронной сети по записям о сетевых соединениях современной базы данных UNSW-NB15

Ле Тхичанг Линь

Московский физико-технический институт (МФТИ)

Целью настоящего доклада является краткое описание современной базы данных UNSW-NB15 и исследование применимости многослойной нейронной сети (МНС) для обнаружения атак в базе данных UNSW-NB15. Для решения этой задачи предварительно проведено преобразование всех признаков сетевого трафика в обучающих и тестовых записях в числовые значения. Моделирование МНС, ее обучение и те-

стирование выполнены в среде Matlab Neural Network Toolbox. МНС состоит из трех слоев, число нейронов каждого слоя соответственно N1, N2 и 1. В качестве входного вектора нейронной сети используются 42 признака сетевого трафика. При параметрах N1=150 и N2=100 процент обнаружения атак составил 91,16 %, а процент обнаружения нормальных соединений – 92,12 %.

В ходе работы было выяснено, что база данных UNSW-NB 15 содержит новые современные виды атак и важные признаки. Последующие исследования связаны с уменьшением размерности входного вектора с целью повышения процента обнаружения атак, обнаружения компонент атак в сетевом трафике базы данных UNSW – NB 15 и применение других парадигм нейронных сетей для обнаружения атак в базе данных UNSW – NB 15.

Нейросетевой подход в решении задачи прогнозирования загрязнения воздуха торфяным пожаром

Тимофеев Владимир Дмитриевич

Кобелев Евгений Сергеевич

Ложкин Владимир Николаевич

*Санкт-Петербургский университет
ГПС МЧС России(СПб УГПС МЧС России)*

Васильев Александр Николаевич

Тархов Дмитрий Альбертович

*Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого (СПбПУ)*

При развивающемся торфяном пожаре, угарный дымовой смог, образующийся в результате горения торфа, затрудняет дыхание, нарушает видимость, приводит к чрезвычайной ситуации (ЧС).

В обеспечении безопасности развития регионов России [1] особое внимание уделяется профилактике лесных, в частности, торфяных пожаров, на основе прогнозирования последствий их негативного воздействия.

Для прогнозирования данного вида ЧС мы предлагаем использовать нейросетевой подход для моделирования загрязнения атмосферы торфяным пожаром. Данный метод позволяет строить адекватную модель по изначально нечеткой гетерогенной информации.

При моделировании крупных мега-переносов облака смога, создаваемого торфяным пожаром, на значительные расстояния, становится несущественным учет не только молекулярной, но и глобулярной (турбулентной) диффузии. Кроме того, возможно решение практических задач при возникновении над подстилающей поверхностью торфяника пламенного (огневого) горения и прогнозирования переносов в атмосфере вблизи автомагистрали изначально горячих (перегретых) ВВ [2].

Для учета этих важнейших обстоятельств развития ЧС СПб политехническим университетом Петра Великого совместно с СПб университетом ГПС МЧС РФ в рамках гранта РФФИ № 14–01–00733А разработан оригинальный нейросетевой подход на основе применения RBF-сетей с базисной функции Гаусса [3].

Важной особенностью нейросетевых моделей является возможность их уточнения с использованием результатов наблюдений и численных расчетов при частных значениях параметров задачи – скорости и направления ветра, области пожара, интенсивности выделения опасного вещества (далее ОВ) и т.д.

Модели, основанные на нейросетевом подходе к построению математических моделей по уравнениям и данным, были протестированы на реальной ЧС [4,5]. В данных работах исследовалось распределение концентраций угарного газа СО от торфяного пожара вблизи автомагистрали. Сравнительный анализ показал достаточно высокое приближение численных оценок концентраций по разработанной методике с результатами измерений концентраций угарного газа СО территориальными службами Роскомгидромета.

Разработанные методы рекомендуется применять в системах контроля качества и прогноза состояния воздушной среды для анализа, прогноза и предотвращения чрезвычайных ситуаций.

Список литературы

1. Доклад Министра РФ по делам ГО и ЧС В.А. Пучкова «О долгосрочных перспективах развития системы МЧС России (МЧС-2030)», рассмотренный 30.10.2012 г. на заседании Экспертного совета МЧС России [Электронный ресурс] : <http://www.region-60.ru/novosti/zhizn/6556029/>.
2. *Сухоиванов А.Ю.* Моделирование процессов переноса в атмосфере и воздействия на окружающую среду вредных продуктов горения, образующихся при пожаре: Дис. ... к-та техн. наук. – СПб., 2001.
3. Информационные модели на основе иерархических гетерогенных нейронных сетей в исследовании влияния объектов транспортной инфраструктуры на окружающую среду / Промежуточный отчет, грант РФФИ № 14–01–00733А // А.Н. Васильев, Д.А. Тархов, В.Н. Ложкин, О.В. Ложкина и др., 2015 г., 81 с.; КИАС РФФИ: <http://www.kias.rgbr.ru>.
4. *Ложкин В.Н., Тимофеев В.Д., Ложкина О.В., Васильев А.Н., Тархов Д.А.* Дифференциально-нейросетевой подход моделирования чрезвычайно опасного загрязнения воздуха автомагистрали торфяным пожаром в условиях низких температур. / Материалы Всероссийской научно-практической конференции «СЕРВИС БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИИ: ОПЫТ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ. АРКТИКА – РЕГИОН СТРАТЕГИЧЕСКИХ ИНТЕРЕСОВ: ПРАВОВАЯ ПОЛИТИКА И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ.» 2016 г., 55–60 с. / г.Санкт-Петербург

5. Тимофеев В.Д., Ложкин В.Н., Ложкина О.В., Тархов Д.А., Васильев А.Н. «Нейросетевой подход в информационном процессе прогнозирования загрязнения торфяным пожаром воздуха в районе автомагистрали» /Международный научный журнал «Современные информационные технологии и ИТ-образование» Том 12, номер 3, часть 2, 2016г., 181–187с. . Москва.

Оптимизация использования беспилотных летательных аппаратов с помощью нейронных сетей

*Капицин Даниил Романович
Виноходов Темир Владимирович*

*Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого (СПбПУ)*

В работе рассмотрен нейросетевой подход к созданию системы беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Системы БПЛА имеют широкий спектр применения в военной промышленности, а также незаменимы для экстренных служб.

Ставится задача исследования БПЛА оборудованных активным каналом связи для создания системы с пассивным локатором, работающим на сантиметровом диапазоне волн. В реальности наибольшее применение имеют волны сантиметрового (СМ) диапазона, в котором у большинства объектов (самолеты, корабли, ракеты, космические аппараты) размеры поверхностей и краев во много раз превосходят длину волны. Поэтому особый практический интерес представляет случай большой величины отношения размеров объекта к длине волны. В качестве целевой аппаратуры, как датчика обеспечения мониторинга, в большинстве БПЛА используется телевизионный канал, реже бортовые радиолокационные станции. Преимущественное использование телевизионного канала (ТВК) обусловлено сравнительно малыми массовыми и габаритными характеристиками и потребляемой мощностью, а также представлением результирующей информации в более удобной для оператора форме.

Определение местонахождения объекта происходит с помощью теплового излучения. Для обеспечения наибольшей точности необходимо установить модель затухания волн рабочего диапазона в различных условиях внешней среды. Для определения модели падения достоверности измерения в зависимости от расстояния необходимо провести соответствующие измерения и по экспериментальным точкам с помощью нейросетей определить соответствующую модель.

Работа канала связи системы прежде всего зависит от климатических условий и физических характеристик места установки. В целом, погодные условия и параметры установки, воздействующие на видимость, оказывают влияние и на качество связи системы. Типичная система работоспособна на расстоянии в два-три раза превышающем расстояние прямой

видимости в любых условиях окружающей среды. Главные факторы, воздействующие на ее работу, включают атмосферное поглощение наклоны, перекрытие прямой видимости, туманы, тучи др.

Точность определения направления регистрируемого сигнала зависит от длины волны и диаметра используемой антенны (апертура).

При множественных измерениях необходимо усреднять полученные результаты с учетом их достоверности в соответствии с моделью.

В настоящее время, совместно с Санкт-Петербургским университетом ГПС МЧС России разрабатывается система обнаружения торфяных пожаров на ранних этапах возгорания. Разработана программа проведения эксперимента на базе средств, предоставленных институтом и нейросетевые методы обработки результатов.

Формирование библиотеки нейросетевых моделей для комбинированного нейросетевого способа моделирования сложных технических систем

Мисник Антон Евгеньевич

*Московский энергетический институт,
Смоленский филиал (СФ МЭИ)*

Одним из способов решения проблемы моделирования сложной технической системы является декомпозиция такой системы на сравнительно простые компоненты и их исследование с учетом их взаимодействия.

Предложен способ, при котором моделирование системы разбивается на следующие этапы: сбор информации о системе, выделение элементов (подсистем) сложной системы, визуальное моделирование структуры системы (формирование логической модели системы), имитационное моделирование системы на основе систем уравнений (формирование параметрической модели системы), моделирование сложной системы на основе нейросетевых моделей ее элементов (формирование композиционной нейросетевой модели), моделирование сложной системы с помощью одной нейронной сети (формирование нейросетевой модели-супервизора).

Для формирования библиотеки нейросетевых моделей элементов системы, нейронные сети, представляющие собой основу данных моделей, должны быть обучены и с достаточной точностью моделировать поведение соответствующих элементов. Для начального обучения нейросетевых моделей необходимо использовать результаты решения уравнений при различных начальных условиях. Такое обучение позволяет установить только основные границы для нейросетевой модели и не способно обучить нейросетевую модель до нужной точности. Для обеспечения нужной точности моделирования должно проводиться дополнительное обучение (тонкая настройка) нейронных

моделей элементов системы, входящих в композиционную модель, с использованием реальных данных о функционировании технической системы и информации о состоянии окружающей среды. В результате проведения обучения на основании реальных данных получим обученные классы нейросетевых моделей, пригодные для использования в качестве подключаемых элементов при структурных изменениях модели сложной технической системы.

Система контроля и диагностики авиационного ГТД на основе гибридных интеллектуальных алгоритмов

***Жернаков Сергей Владимирович
Гильманишин Артур Тагирович***

*Уфимский государственный авиационный
технический университет (УГАТУ)*

В работе рассматривается реализация системы диагностики авиационного газотурбинного двигателя, включающей бортовые интеллектуальные алгоритмы моделирования и классификации, а также наземные алгоритмы настройки и тестирования бортовых моделей. Преимуществом данной системы является повышенная точность и скорость обнаружения и классификации постепенных и перемежающихся отказов, а также простота настройки бортовых алгоритмов под конкретный экземпляр авиационного двигателя.

Бортовая часть системы реализована как подпрограмма, выполняемая на микропроцессоре электронной системы управления двигателем (ЭСУД), и состоит из математической модели двигателя, построенной на основе рекуррентной нейронной сети и классификатора отказов, построенного на основе нечеткой нейронной сети. В работе показано обоснование выбора архитектур нейронных и нейро-нечетких сетей, оптимизация алгоритмов в зависимости от требуемой точности и вычислительных ресурсов ЭСУД. Для разработки и оптимизации алгоритмов был использован математический пакет Matlab со встроенными модулями Neural network toolbox и ANFIS editor. В работе приведены показатели точности вышеупомянутых алгоритмов, полученные путем моделирования, в также расчеты времени их выполнения на микропроцессорах и ПЛИС.

Наземная часть системы представляет собой программную утилиту, предназначенную для обработки полетных данных и данных стендовых испытаний, на основе которых производится настройка коэффициентов бортовой математической модели и классификатора отказов, с использованием методик обучения нейронных сетей.

Применение нейронных сетей для управления очистным агрегатом

*Волкова Людмила Петровна
Панкрушин Петр Юрьевич*

*Московский институт стали и сплавов (национальный
исследовательский технологический университет) (НИТУ МИСЦ)*

Продолжая разговор о целесообразности применения нейронных сетей как при управлении автоматизированными очистными подземными агрегатами, так и при их проектировании, наиболее актуальными следует назвать вопросы обеспечения достаточной управляемости при отсутствии людей в пространстве забоя [1]. Наибольшая маневренность агрегата в плоскости пласта достигается при управлении с изменением прогиба базы. При появлении пробуксовки секции, в том числе и из-за возможной непараллельности штреков, происходит нарушение прямолинейности управляющего элемента. Между его секциями образуется угол расхождения, который является информацией о состоянии положения базы, а также сигналом для восстановления ее прямолинейности. Подсистема управления очистным агрегатом в плоскости пласта в структуре агрегата является одним из функциональных элементов системы передвижения агрегата по пласту и связью между базой и механизированной крепью. При моделировании этой подсистемы выходными параметрами являются глубина резания исполнительным органом по забой и параметры положения агрегата в плоскости пласта: угол между пролетами модулей базы, прогиб базы и угол встречи осей базы и штрека [2].

Задачи интеллектуализации управления при реализации концепции безлюдной подземной выемки угля связаны с необходимостью слежения за ходом времени при движении очистных подземных агрегатов, что, в свою очередь, для интеллектуальных систем управления связано с необходимостью прогнозирования развития ситуаций через оценки будущих событий [3].

Поскольку структура и особенности функционирования инструментария формирования прогноза определяются свойствами объекта управления, изменяющимися по ходу времени, то при разработке такого инструментария в подсистеме управления движением стругового агрегата в плоскости пласта при выемке угля эту информацию необходимо постоянно корректировать по мере подвигания забоя. Это можно осуществлять на основе информации о динамике возрастания ошибки [4]. Если же использовать результаты прогнозирования для формирования управляющего воздействия для подсистемы передвижения агрегата в плоскости пласта, то здесь усматривается некая аналогия с автоматизированным проектированием [5]. При этом данные о контроле качества управления по обратной связи могут также обобщаться за счет

нейронных сетей. Такая информация может накапливаться и использоваться для экспериментов на модельных и реальных данных при машинном обучении.

Список литературы

1. Волкова Л.П., Панкрушин П.Ю. Особенности управления струговым агрегатом в условиях непараллельности штреков. Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: МГГУ, 2013г, № 6.
2. Панкрушин П.Ю. «Разработка программы расчета параметров при управлении фронтальным струговым агрегатом в плоскости пласта». М.: МГГУ, № 6 (отдельный выпуск), 2011. «Горный информационно-аналитический бюллетень. Информатизация и управления», с. 631–644.
3. Панкрушин П.Ю. О формировании прогноза с учетом динамики возрастания ошибки. – XIII Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. – М.: МГППУ, 2015. (НКП-2015, секция № 14 «Характеризационный анализ»).
4. Панкрушин П.Ю. О необходимости распараллеливания информационных потоков при управлении струговым агрегатом. – XIV Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. – М.: МГППУ, 2016. (НКП-2016, секция № 9«Характеризационный анализ»,с.103–104).
5. Волкова Л.П., Панкрушин П.Ю. Выбор структуры операционной среды САПР струговых агрегатов и установок. (Неделя горняка 2013). – Горный информационно-аналитический бюллетень.- М.: Издательство «Горная книга». – 2014, № 3.

**Автономное нейросетевое управление
беспилотным летательным аппаратом**

Асадулин Владислав Александрович

*Главный научно-исследовательский испытательный
центр робототехники Министерства обороны
Российской Федерации (г. Москва)*

Чипчагов Михаил Сергеевич

*Финансовый университет при Правительстве
Российской Федерации (ФинУниверситет)*

Задача управления беспилотным летательным аппаратом в условиях кратковременного прерывания функционирования системы управления подразумевает построение прогнозной модели. При проведении прогнозного эксперимента помимо модели объекта необходимо проанализировать существующие методы, методики, принципы прогнозирования, которые могут быть применены при его реализации. Таким образом, в процессе анализа должны быть выбраны методы прогнозирования, адекватные объекту управления и целям прогнозирования. Задача прогнозирования уточняется одновременно с уточнением структуры объекта и прогнозного фона, то есть состава и взаимосвязи их эле-

ментов и характеристик, а также с уточнением места объекта в системе классификации объектов прогнозирования.

Для решения задачи прогнозирования траектории беспилотного летательного аппарата предлагается структура регулятора на основе алгоритмов искусственных нейронных сетей. Использование такого регулятора позволяет экстраполировать траекторные параметры объекта на участке прерывания функционирования системы управления и обеспечить устойчивость объекта управления.

Нейро-нечеткая модель определения ценности информационных сервисов

Милов Денис Владимирович

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ)

Для повышения эффективности функционирования и конкурентоспособности компаний, предоставляющих информационные и телекоммуникационные услуги (ИТ-услуги) применяются процедуры управления ИТ-сервисами – совокупность специализированных организационных возможностей для предоставления ценности заказчикам в форме услуг. Большинство коммерческих компаний при разработке процессов управления ИТ-сервисами используют библиотеку ИТЛ, описывающую лучшие из применяемых на практике способов организации работы при предоставлении услуг в области информационных технологий.

Одним из ключевых понятий, используемых для управления ИТ-сервисами, является ценность. Согласно библиотеке ИТЛ, ценность ИТ-сервисов определяется как сочетание полезности и гарантии. При этом под полезностью понимается обеспечение требуемой производительности или устранение имеющихся у заказчика (клиента) ограничений.

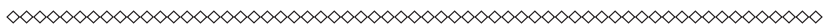
Гарантия качества услуги определяется уверенностью в том, что ИТ-сервис будет соответствовать согласованным требованиям. Гарантия может быть представлена в виде формального соглашения, такого как SLA или договор, либо как маркетинговое сообщение или представление торговой марки. Гарантия формируется при одновременном наличии (по И) следующих признаков ИТ-сервиса: доступности, мощности, непрерывности и безопасности.

Для автоматизации процесса определения ценности ИТ-сервиса, необходимо построить формализованное описание моделей полезности и гарантии. В работе предложена нейро-нечеткая модель определения ценности ИТ-сервисов, в которой логический вывод выполняется по алгоритму Сугэно 0-го порядка. В отличие от традиционных систем нечеткого вывода не требуется применение блока дефаззификации.

Обучение нейро-нечеткой модели заключается в оценке параметров трапециевидных функций принадлежности входных лингвистических переменных и весовых коэффициентов, определяющих значимость отдельных входных признаков нейро-нечеткой модели, соответствующих характеристикам ценности ИТ-сервиса. Обучающая выборка формируется на основе данных мониторинга функционирования ИТ-сервисов.

Обученная нейро-нечеткая модель определения ценности информационных сервисов находит применение при управлении ИТ-сервисами.

5. Обучаемые структуры в психологии и медицине



Концепция системы поддержки принятия решений на основе вероятностной модели

Думин Павел Николаевич

Московский государственный психолого-педагогический университет (МГППУ)

В докладе представлена концепция системы поддержки принятия решений на основе вероятностной модели, предназначенная для компьютерного тестирования с участием или без участия эксперта. Представленный подход применяется как для проведения классических тестов, так и для оценок навыков и способностей операторов сложных технических систем. Основой подхода является вероятностная марковская сеть, настраиваемая по результатам конкретных диагностических групп, а также инструменты для оптимизации порядка предъявления тестовых заданий: модифицированный метод парных сравнений (PROMETHEE) и метод коррекции наблюдением.

Программная реализация вероятностной модели поведения прикладной многоагентной системы

Попков Сергей Игоревич

Московский государственный психолого-педагогический университет (МГППУ)

В данной работе рассмотрена модель поведения прикладной системы, представляющей игровое взаимодействие множества агентов и цели, которая опирается на описание движения агентов марковскими случайными процессами с дискретными состояниями и непрерывным временем. Агенты L_k ($k=0, \dots, K-1$) перемещаются по плоскому игровому полю, на котором находится одна неподвижная цель T , согласно представленным далее правилам, стараясь поразить цель. Для определения их положения вводится разбиение области поверхности, прилегающей к цели, на ячейки, образованные пересечением m концентрических колец и n секторов, причем цель T находится в центре внутреннего кольца. Положение агентов определяется с точностью до ячейки (i,j) , индексы которой задаются номером кольца i ($i=0, \dots, M-1$) и номером сектора j ($j=0, \dots, N-1$). Вероятность пребывания агента L_k в ячейке (i,j) в момент времени t описывается функцией $p_{-}(k,ij)(t)$.

В дискретные моменты времени, разделенные интервалом дискретизации Δt , агент L_k может атаковать и, возможно, поразить цель T , а

также быть атакованным и, возможно, пораженным этой целью с определенными вероятностями, зависящими от его положения. Задаются пороговые вероятности индивидуальной p_t и коллективной p_{tp} атаки цели, пороговая вероятность завершения игры p_{tmax} , наибольшая допустимая вероятность поражения агентов p_V и наибольшая допустимая скорость перемещения агентов по игровому полю v_{max} , а также число агентов V , одновременно атакуемых целью. В каждый дискретный момент времени все работоспособные агенты располагают информацией о том, в каких ячейках они находятся. В зависимости от игровой ситуации, в указанные моменты времени агенты могут получать или не получать информацию о наличии и положении других работоспособных агентов. Изменение распределения и состава агентов на игровом поле, произошедшее при переходе от одного дискретного момента времени к другому моменту, следующему за ним по порядку с интервалом Δt , будем называть тактом игры. В зависимости от возможностей агентов получать релевантную информацию, условием завершения игры является превышение расчетной вероятностью поражения цели заданного порога, получение информации о поражении цели или поражение целью всех агентов. Первые два исхода игры рассматриваются как победа агентов, а третий – как победа цели.

Перемещение каждого агента по ячейкам рассматриваемой области поверхности описывается марковским случайным процессом с дискретными состояниями и непрерывным временем. Пребывание в состоянии такого процесса соответствует пребыванию в ячейке указанной области поверхности, имеющей те же самые индексы, а переходы, для которых выполняются свойства пуассоновских потоков событий, возможны только между состояниями, соответствующими смежным ячейкам, имеющим общую границу, не совпадающую с точкой. Полагается, что для указанных процессов заданы начальные распределения агентов по ячейкам, а интенсивности переходов между состояниями являются неизвестными (свободными) параметрами моделей.

Число переходов между смежными состояниями X , попадающих в любой временной интервал \bullet , начинающийся в момент t , распределено согласно закону Пуассона. Поведение каждого агента определяется автономно согласно специальному алгоритму. Динамика изменения вероятностей пребывания k -го агента в состояниях марковских процессов определяется системой уравнений Колмогорова.

Для решения задачи идентификации, представленной в описании данного алгоритма, авторами разработан численный метод. Используя рассмотренный подход, можно путем генерации выборки вычислительных экспериментов оценить, сколько агентов необходимо, чтобы поразить цель, а также исследовать зависимость исхода от числа агентов и распределений вероятностей поражения целей и агентов.

Для реализации проекта были рассмотрены такие языки программирования, как C, C++, Java, Object Pascal (Delphi), Free Pascal, CoffeeScript,

группа языков платформы .NET (VB, C#, F#) и различные диалекты языка Basic (включая VBA и VBScript), Haskell, Python, Golang, Assembler, Ruby, Io, Prolog, Scala, Erlang и Clojure. Было решено осуществить программную реализацию модели на языках C++, Python и Golang.

В качестве кроссплатформенной графической библиотеки, позволяющей разработать гибкий, удобный и современный интерфейс пользователя без добавления избыточного функционала, выбрана GTK+ версии 3. Для доступа к среде выполнения GTK и обеспечения связи между данной библиотекой и реализованным на Python приложением был использован модуль расширения PyGObject. Разработанный интерфейс внедряется в код программы, написанной на языке Python версии 3. Затем, с помощью Cython, этот код преобразуется в аналогичный для C++ и оптимизируется. Полученная основная программа осуществляет вызов отдельно собранной реализации математического аппарата для проведения требуемых вычислений. Программа, отвечающая за обеспечение данного аппарата, написана на языке Golang и скомпилирована его же средствами в качестве вызываемого подпроцесса относительно основной программы, написанной на языках Python и C++. При необходимости, вызываемый подпроцесс может разбиваться на ряд Go-подпрограмм для обеспечения задач параллельного программирования с целью улучшения быстродействия представляемого математического аппарата.

Собранные библиотеки времени выполнения GTK+ и полученные исполняемые файлы представляют собой основу для запуска модели. Результат взаимодействия всех использованных средств и технологий представляет собой программную реализацию модели для поставленной задачи. Программная реализация поддерживает пять основных компонентов модели: математический аппарат, общий алгоритм действий, редактор данных, проигрыватель и подсистему ввода-вывода. Программа позволяет легко модифицировать параметры модели, а также просматривать результаты ее выполнения, в том числе в покадровом режиме.

Выполнена программная реализация вероятностной модели поведения прикладной многоагентной системы. Программа позволяет сохранять, загружать и модифицировать данные модели, а также осуществлять ее генерацию и следить за ходом изменения моделируемой игровой ситуации с указанным шагом.

Все технологии, использовавшиеся для построения программной реализации, были тщательно подобраны для обеспечения максимально эффективного быстродействия, безопасности и ресурсоемкости конечного приложения. Была реализована идея по организации взаимодействия двух процессов, написанных на разных языках, в рамках одного исполняемого файла приложения для гарантии переносимости программной версии модели и использования всех доступных преимуществ выбранных языков программирования.

Статистический анализ поведения подростков в сложном виртуальном игровом пространстве

*Дудников Григорий Дмитриевич
Панфилова Анастасия Сергеевна
Артеменков Сергей Львович
Рубцова Ольга Витальевна
Белкин Феликс Адольфович*

Московский государственный психолого-педагогический университет (МГППУ)

В исследовании, посвященном актуальной проблеме влияния личностных особенностей поведения в виртуальном игровом пространстве подростков и юношей, проведен анализ их поведения в виртуальном пространстве популярной многопользовательской игры «DotA2». Эта игра характеризуется большим количеством игровых персонажей с существенно различающимися характеристиками, что позволяет игрокам удовлетворить потребности в различных ролевых переживаниях.

Для извлечения и анализа данных игроков был создан веб-сервис, позволяющий проводить психологические измерения испытуемых и на этой основе диагностировать наличие у них ролевого конфликта. Веб-сервис включает в себя также раздел регистрации, где испытуемому предлагается заполнить информацию о себе, а также указать ссылку на свой игровой профиль, по которому будет осуществляться сбор данных об истории игровых матчей.

На предмет выявления типичных стилей ведения игровых матчей на разных этапах освоения игры был проведен статистический анализ порядка трех сотен тысяч записей показателей игровых матчей и выявлены характерные паттерны игрового поведения и факторы, связанные с выбором и сменой игровых персонажей, а также с динамикой изменения игровых показателей, таких как: победы и поражения, покупка определенных игровых предметов и занимаемая игровая роль (нападение или поддержка своей команды). Паттерны представляют собой характерные качественные изменения в количестве активно используемых персонажей, занимаемой роли и результативности игр.

На основе полученных экспериментально-игровых данных осуществляется разработка модели, позволяющей определить ряд личностных особенностей подростка по истории его игровых матчей. С использованием этой модели планируется реализовать методику, позволяющую получить вероятностную оценку наличия у испытуемого ряда психологических особенностей, основываясь на истории результатов игровых матчей.

Применение ограниченного муравьиного алгоритма в задачах кластеризации

Эйдлин Александр Андреевич

Московский инженерно-физический институт (национальный исследовательский ядерный университет) (НИЯУ МИФИ)

В биологических и медицинских исследованиях, экономических приложениях и задачах распознавания образов возникает задача кластеризации многомерных данных – разбиения множества на непересекающиеся подмножества-кластеры так, чтобы сходные элементы входили в состав одного кластера, а различные – в состав разных кластеров. Существующие подходы к ее решению обладают одним или несколькими из следующих недостатков: необходимость заранее задавать число кластеров или подбирать другие параметры алгоритма, высокая вычислительная сложность, ограниченность объема и формы получаемых кластеров, чувствительность к шуму в исходных данных, зависимость от начальных условий, скатывание в неглубокие локальные экстремумы.

Задача кластеризации может рассматриваться как трудноразрешимая задача математической оптимизации. Для решения таких задач в настоящее время активно используются системы «роевого интеллекта» [1]. Направление роевого интеллекта включает в себя стохастические алгоритмы глобального поиска, направляемые принципами коллективного поведения.

В работе исследуется основанный на метаэвристике роевого интеллекта «муравьиные колонии» алгоритм кластеризации Constrained ACO [2]. В процессе тестирования алгоритма на модельных данных с использованием внешних индексов валидности был выявлен ряд недостатков: неудовлетворительная скорость сходимости, ошибочное отнесение точек к «шуму», получение корректного результата лишь на специфичной, не во всех практических задачах уместной, метрике. В связи с этим предложено внести в алгоритм модификации, направленные на повышение качества кластеризации и ускорение сходимости. Тестирование модифицированного алгоритма Constrained ACO показало, что поставленные задачи выполнены и качество полученной кластеризации сопоставимо с результатом применения алгоритма DBSCAN. В некоторых случаях алгоритм показывал лучшие результаты, чем DBSCAN.

Алгоритм был применен для решения практической задачи выявления мотивов спонтанной пачечной активности нейрональной культуры *in vitro* [3]. Полученная кластеризация хорошо согласуется с кластеризацией с помощью алгоритма DBSCAN, что показывают как индексы валидности, так и визуализация с помощью ReClus-диаграммы. Анализ состава полученных кластеров позволяет утверждать, что модифицированный алгоритм Constrained ACO успешно выявляет мотивы пачечной активности.

Список литературы

1. *Abraham A., Das S., Roy S.* Swarm Intelligence Algorithms for Data Clustering // *Soft computing for knowledge discovery and data mining*, 2008. pp. 279–313.
2. *Chu, S. C., Roddick, J. F., Su, C. J., Pan, J.S.* Constrained ant colony optimization for data clustering // *Springer Berlin Heidelberg*, 2004. pp. 534–543.
3. *Соколов И.С., Татаринцев М.К., Хасанов Р.Ю., Азиева А.М., Макаренко Е.Ю., Бурцев М.С.* Устойчивость спонтанной электрической активности нейронных сетей in vitro // *Вестник Российского государственного медицинского университета*, No. 2, Апрель 2016. с. 45–49.

О конструкции межнейронной коммуникативной системы

Лавров Василий Васильевич

Центр научно-практической медиации «Согласие»

Рудинский Александр Вадимович

Центр системного консультирования и обучения «Synergia»

Результаты наблюдений за особенностями и взаимозависимостью импульсной активности кортикальных нейронов при коммуникации в процессе обучения дифференцированию зрительных стимулов [3, 4] были сопоставлены со сведениями относительно множественности каналов межнейронной коммуникации [2]. Данные относительно возрастания взаимозависимости активности по мере упрочения дифференцирования объяснялись системностью коммуникации, которая формировалась в ходе обучения. По всей видимости, образование межнейронной коммуникативной системы, как и построение любого диалога [5, 7], поддерживалось общностью контекстного поля. Общность обеспечивалась не только надежностью каналов, передающих информацию, но и совпадением принципов внесения информации в передаваемую посылку и извлечения информации при получении посылки. Имеются в виду два принципа. Во-первых, детализированный, когда информационная посылка фрагментируется, после чего каждый фрагмент кодируется и отправляется отдельно. Приемник посылки декодирует каждый фрагмент и собирает фрагменты вначале в простые комплексы, а затем в более сложные, руководствуясь одной из трех стратегий [6]. Таким образом, в частности, выстраивается вербальная передача информации, когда последовательно из отдельных звуков создаются слова, а совокупность слов передает смысл посылки. Во-вторых, используется сигнальное кодирование, когда передача информации обеспечивается совпадением контекстов источника сигнала и приемника. Таким образом выстраивается передача команд, когда полученный сигнал является стимулом для извлечения из памя-

ти информации, соответствующей стимулу. Второй способ надежнее и предпочтительнее первого, хотя имеет ограничение, поскольку зависит от совпадения контекстов источника и приемника информации. Такое совпадение достигается благодаря общности наследственной памяти и той, которая накапливается при обучении. Именно второй способ используется в мозге при коммуникации нейронов. Согласно терминологии, предложенной И.П.Павловым [8], сигнал, связанный с генетической памятью, относится к категории «безусловных», а связанный с приобретенной в ходе обучения памятью – к «условным».

Время является ключевым словом в термине «временная связь» нейронов, на что обращал внимание И.П. Павлов [8], который ввел этот термин в изучение принципов структурно-функциональной организации мозга. В настоящее время, когда известна системная конструкция мозга [1], пересматривается механистичная гипотеза о «проторении» и «замыкании» межнейронных связей в основе обучения. Понятие «временная связь» обозначает значимость фактора времени для коммуникации нейронов в рамках системной совместной деятельности. Как проявляется влияние фактора времени в формировании коммуникативной системы нейронов? Один из вариантов ответа можно получить, если учесть разнообразие способов межнейронной передачи информации. Выделяются следующие носители информации при коммуникации нейронов: 1) частотно-временные параметры импульсации; 2) химизм синаптической передачи; 3) пространственное положение синапса на теле и отростках нейрона; 4) прямое электрическое воздействие; 5) биологически активные вещества в межклеточном пространстве; а также 6) пространственно-временное сочетание импульсных потоков, поступающих по разным входным каналам, когда информация обозначается матрицей одновременно поступивших сигналов.

Можно полагать, что передача информации в нервной сети обеспечивается коммуникативной системой, создаваемой соответствием контекстов источника и приемника сигналов – то есть, при возникновении общего контекстного поля. Матрица одновременно поступивших сигналов служит стимулом для извлечения из памяти информации, которая используется для принятия решения. Отмеченная особенность межнейронной коммуникации служит предпосылкой для моделирования матричного способа коммуникации в сети нейрокомпьютера.

Список литературы

1. *Анохин П.К.* Очерки по физиологии функциональных систем.– М.: Медицина. 1985. 444 с.
2. *Кратин Ю.Г., Зубкова Н.А., Лавров В.В., Сотниченко Т.С., Федорова К.П.* Зрительные пути и система активации мозга. – Л.: Наука, 1982. 156 с.
3. *Лавров В.В.* Динамика сверхмедленных колебаний мультинейронной активности и биоэлектрических потенциалов мозга кошки при

- неподкрепляемом световом раздражении // Физиол.журн.СССР. 1989. Т.75. N 7. С. 890–897.
4. *Лавров В.В.* Мозг и психика. – СПб.: РГПУ, 1996. 156 с.
 5. *Лавров В.В.* Между мозгом и психикой. – LAP, 2016. 171 с.
 6. *Лавров В.В., Рудинский А.В.* Триада стратегий обработки информации при опознании неполных зрительных образов // Фундаментальные исследования. 2014. № 6 (2). С. 375–380.
 7. *Лаврова Н.М., Лавров В.В., Лавров Н.В.* Медиация: принятие ответственных решений. – М.: ОПШЛ. 2013. 224 с.
 8. *Павлов И.П.* (1929–1936) Павловские среды. Протоколы и стенограммы физиологических бесед. – М.Л.: АН СССР, 1949. Т. 1, 360 с.

Алгоритмы нейросетевой диагностики и прогнозирования осложнений у хирургических больных

Соломахин Анатолий Анатольевич

Пензенский государственный университет (ПГУ)

Актуальность проблемы состоит в том, что в России ежегодная заболеваемость внебольничной пневмонией составляет более 1, 5 млн человек. Продолжительность операции является одним из ведущих факторов риска развития гнойно-воспалительных осложнений. Риск развития гнойно-деструктивных заболеваний легких зависит от степени нарушения дренажной функции бронхов. Наиболее значимой ошибкой в развитии гнойно-воспалительных осложнений признают позднюю диагностику внебольничной пневмонии, абсцессов, гангрены, эмпиемы плевры. Условиями развития абсцесса легкого является проникновение хирургической инфекции с поверхности поврежденной кожи, иногда вовлекая в воспалительный процесс грудину и ключицу. Установлена зависимость микробной контаминации бронхов с развитием осложнений в послеоперационном периоде. Современные способы закрытия культи бронха, связанные с его резекцией, непосредственно влияют на риск развития послеоперационных осложнений. Таким образом, разработанные алгоритмы на основе применения статистических, нейросетевого и нейро-нечетких методов для создания нейросетевых систем диагностики и прогнозирования осложнений у больных с гнойно-деструктивными заболеваниями легких явились теоретическим обоснованием для их клинической апробации.

Использование метода LSA для анализа решений заданий с открытой формой ответа

*Верховская Екатерина Константиновна
Панфилова Анастасия Сергеевна*

Московский государственный психолого-педагогический университет (МГППУ)

В рамках проекта развития педагогического образования проводилась оценка компетенций студентов педагогических вузов, один из этапов которой предполагал решение кейсовых заданий, использующих открытую форму ответа. Получено более 7000 ответов студентов на 181 кейс (каждый кейс содержал описание педагогической ситуации, к которой сформулировано 4 вопроса), оценка корректности которых проводилась экспертами. В связи с чем актуальна проблема развития методов анализа и выявления ответов, наилучшим образом согласующихся с ответом разработчика задания в автоматическом режиме, а также выявления достаточно схожих ответов студентов.

Латентно-семантический анализ – это метод обработки информации, который анализирует взаимосвязь между коллекцией документов и терминами, которые в них встречаются, сопоставляя некоторые факторы (тематики) всем документам и терминам. Основная идея LSA состоит в том, что он отображает документы и слова в «семантическое пространство», слова и документы в котором теперь являются векторами слов. Поскольку семантическое пространство может быть довольно большим, необходимо определить важность каждого термина для документов и понизить размерность пространства. Проводится построение частотной матрицы TF-IDF, являющейся статистической мерой, использующей для оценки важности слова в контексте документа, являющегося частью коллекции документов с учетом стемминга слов. Сингулярное разложение матрицы документов и термов обеспечивает выделение ключевых составляющих матрицы, позволяя игнорировать шумы.

В работе рассмотрены особенности программной реализации метода латентно-семантического анализа. В результате его применения к ответам студентов на примере одного кейсового задания показано, что использование рассматриваемого метода позволяет выявить ответы студентов различной степени близости, что в дальнейшем позволит предоставлять рекомендации экспертам при оценке ответов.

Адаптивный тренажер по математике

Исаков Сергей Сергеевич

Панфилова Анастасия Сергеевна

Московский государственный психолого-педагогический университет (МГППУ)

Адаптивный тренажер представляет собой интернет-систему, позволяющую учащимся повысить уровень подготовки по школьному курсу математики за счет использования специально разработанной математической модели на основе байесовских оценок, определяющей оптимальную индивидуальную траекторию тренировки в решении задач, и дополнительных справочных материалов.

Интернет-система содержит тренировочные и учебные материалы. Особенности диагностических методов, используемых при выборе предъявляемых заданий, являются: выявление и использование временной динамики изменения способности справляться с заданиями; Возможность учета времени, затрачиваемого на выполнение заданий при построении расчетных оценок; Меньшее по сравнению с другими подходами число заданий, которое следует предъявлять, – что обеспечивает представленному подходу преимущества перед аналогами

Разработанное приложение может использоваться в качестве прототипа при проектировании систем адаптивного обучения. Наличие встроенных инструментов администрирования позволяет развивать содержательную часть тренажера без участия ИТ-специалистов, а поддержка авторских адаптивных механизмов выбора заданий дает качественные преимущества, связанные с учетом временной динамики решения заданий при построении индивидуальных траекторий тренировки.

Программное обеспечение для диагностических компьютерных игр

Войтов Владимир Кузьмич

Московский государственный психолого-педагогический университет (МГППУ)

Игровая компьютерная диагностика – одно из наиболее перспективных направлений в области психологических измерений, что делает актуальным создание специализированного программного обеспечения. В рамках данного подхода реализованы веб-средства компьютерного тестирования, поддерживающие три вида пользователей: игрока, администратора-психолога и системного администратора. Протоколы игр заносятся в базу данных. Созданы средства обработки и форматирования накопленных данных. Разработанная система психологического тестирования функционирует в Internet.

Система развивается в сторону создания новых средств интересующих психологов.

Сравнение активности современных искусственных нейронных сетей, работы области IT мозга и поведения человека и приматов¹⁰

Шукова Галина Валерьевна

*Психологический институт
Российской академии образования (ПИ РАО)*

Артеменков Сергей Львович

Московский государственный психолого-педагогический университет (МГППУ)

Последние достижения в области моделирования нейронных сетей позволили добиться довольно крупных успехов в области компьютерного зрения. В частности, зрительные способности распознавания человеческого уровня по отношению к функции категоризации объектов впервые оказываются в пределах досягаемости искусственных систем. Сверточные сети прямого распространения, которые в настоящее время нашли применение в компьютерном зрении, получили дальнейшее развитие в связи с результатами анализа архитектуры зрения и иерархии его строения у приматов. В результате в последнее десятилетие были достигнуты новые показатели качества компьютерных вычислительных моделей, имитирующих возможности зрительного восприятия. Сравнение паттернов нейронной активности в этих новых моделях и мозге приматов выявили наличие удивительно схожих промежуточных и результирующих репрезентативных пространств. В результате утверждается, что с производительностью распознавания человеческого уровня, которая больше не вне досягаемости машин, человечество входит в захватывающую новую эру, в которой мы сможем построить биологически верные вычислительные модели (прямого распространения и с обратной связью), показывающие каким образом биологический мозг осуществляет высокоуровневые интеллектуальные функции, включая развитые возможности зрения (Kiani et al. 2007; Kriegeskorte, Murr & Ruff 2008; Connolly et al. 2012; Kriegeskorte 2015).

Оптимизированные по процессу глубокие сверточные нейронные сети позволяют объяснить ответы нейронов в области IT мозга (Yamins et al. 2014) и геометрию IT пространства представлений (Khaligh-Razavi & Kriegeskorte 2014), а также могут конкурировать с областью IT мозга в различении категорий объектов (Cadieu et al. 2014), а их промежуточные слои могут объяснить средние уровни зрительных репрезентаций человека (Güçlü & van Gerven 2015). Модели нейронных сетей выполняют задания по распознаванию объектов в естественных условиях, которые близки к условиям, характерным для активности мозга, также

¹⁰ Работа выполнена при поддержке РФФИ (РГНФ). Проект № 16–06–00574.

хорошо, как это обеспечивает поведение человека (Yamins & DiCarlo 2016; Marcel & van Gerven 2016). Это было проверено с применением технологии fMRT (Carlson et al. 2013; Charest et al. 2014).

Сравнение активности искусственных нейронных сетей и работы области IT человека и приматов производится на основе анализа матрицы различий, основанной на вычислении кросс-корреляций соответствующих паттернов активности мозга и компьютерной модели для множества объектов, соответствующих исходному общему набору их категорий, которые использовались при обучении (Kriegeskorte, Mur & Bandettini 2008). Эти корреляции заносят в матрицу несходства или различий. По виду этой матрицы в результате можно судить о степени соответствия работы двух или более разных систем. Для производства сравнительного анализа множества репрезентаций по этому методу было разработано специальное компьютерное средство (Nili et al. 2014). Результаты сравнительных исследований говорят о том, что репрезентации, полученные в нейронных моделях (по их различительной силе), в существенной мере приблизились к репрезентациям паттернов активности в области IT и результирующему поведению человека при предъявлении категоризированных зрительных стимулов (Charest & Kriegeskorte 2015).

Нечеткая модель для оценки эффективности лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы

Варнавский Александр Николаевич

*Рязанский государственный
радиотехнический университет (РГРТУ)*

Работа посвящена разработке нечеткой модели для оценки эффективности заболеваний сердечно-сосудистой системы. Предлагается помимо электрокардиосигнала использовать биоимпеданс, интегральный анализ которых позволит сделать вывод о неэффективности лечения и побочных действиях лекарственных средств. Интегральный анализ биоэлектрических сигналов осуществляется на основе нечеткой модели, входными параметрами которой являются показатели variability сердечного ритма и водного баланса организма больного. Определены функции принадлежности и правила нечетких продукций.

Диалоговая система для решения психологических проблем, основанная на рекуррентных нейронных сетях

Константиновский Александр Александрович

Московский государственный психолого-педагогический университет (МГППУ)

Представлена концепция интеллектуальной диалоговой системы ChatBot, основанной на рекуррентных нейронных сетях. Цель рассматри-

ваемой системы – оказание людям базовой психологической помощи посредством имитации естественного общения психолога с клиентом.

В данном докладе будет освещен потенциал такой системы, границы ее применения, польза, которую она может принести, а также ряд проблем реализации, связанных с разработкой архитектур рекуррентных LSTM-сетей и их применением для имплементации нейронной модели языка.

Компьютерная личность: преимущества и недостатки

Орехов Александр Николаевич

Фонд Компьютерная психика

В развитии интеллектуальных систем есть недавние достижения. В частности, в направлении «сверху» – моделирование человеческого интеллекта – появились работы по автоматизации решения задач посредством логических построений [6], а также создания и использования онтологий с т.н. естественно-языковым интерфейсом [1]. В направлении «снизу» – построение интеллектуальных систем на нейросетях – появились работы по перестраиваемой активной нейросети фасетного типа – основе системы принятия решений [5].

Однако ни эти, ни предшествующие работы не опираются на строгую и общую теорию психики, поэтому успехи их авторов не приводили и вряд ли приведут к глобальным достижениям.

Компьютерная психика, напротив изначально строилась как программная реализация следствий строгой психологической теории.

Согласно этой теории (математизированной синтетической теории психических процессов [2]) психику человека составляют четыре системы, каждая система отображается двумя пространствами: признаков и фазовым. Данная концепция подробно рассмотрена в докладе.

Список литературы

1. *Курбатов С.С., Воробьев А.А.* Онтологический решатель геометрических задач по естественно-языковому описанию. Пятнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2016 (3–7 октября 2016 г., г. Смоленск, Россия). Труды конференции. В 3-х томах. Т 1.с. 56–63 – Смоленск: Универсум, 2016.
2. *Орехов А.Н.* Математическое моделирование психики: номотетический подход. – М.: МИП, 2005.
3. *Орехов А.Н., Семенов Д.В.* Исследование зависимости между семантическими и процессуальными характеристиками представлений в математической синтетической теории психических процессов. Доклады Украинской академии наук, 1988, А(9), с.78–82.
4. *Орехов А.Н.* Личность человека: номотетический подход. Вестник Университета (Государственный университет управления). М.: ГУУ, 7, 2008, с.143–147.

5. *Подвальный С.Л., Васильев Е.М.* Концепция многоальтернативности в интеллектуальных системах: активные нейросетевые модели. Нейрокомпьютеры: разработка и применение 2016, 10, с.49–54.
6. *Подколзин А.С.* Компьютерное моделирование логических процессов. – М.: ФГБУ ВО МГУ, 2015.

6. Биометрические системы



Вопросы предварительной обработки изображения лица в биометрических системах

Тухтасинов Мумтозали Тулкиналиевич
Центр разработки программных продуктов и аппаратно-программных комплексов при ТУИТ

Мирзаева Гулмира Рустамовна
Центр разработки программных продуктов и аппаратно-программных комплексов при ТУИТ, Республика Узбекистан

Одной из центральных задач при создании биометрических систем является задача предварительной обработки исходного изображения. Это связано с тем, что результат решения данной задачи сильно влияет на формирование набора характерных признаков, и в конечном счете, влияет на качество работы системы в целом. Поэтому вопросы предварительной обработки изображения являются актуальными при создании биометрических систем идентификации личности изображению лица.

Целью данного доклада является разработка алгоритмов предварительной обработки изображения лица при создании биометрических систем идентификации личности.

Алгоритмы предварительной обработки изображений, рассмотренные в рамках данного доклада, можно представить как набор преобразований, производимых над изображением, применение которых позволяет в дальнейшем более эффективно оценивать и анализировать принятую информацию.

Полученные результаты могут быть использованы в создании биометрических систем идентификации личности, позволяющих решать актуальные на сегодняшний день задачи такие, как: поиск человека в базе данных на основе изображения лица; защита информации в компьютерных системах и т.д.

Проблема идентификации человека при помощи морфологического исследования волос

Никонец Денис Артурович

«ЗАО "Компания Информконтакт консалтинг"»

Кулик Сергей Дмитриевич

Московский инженерно-физический институт (национальный исследовательский ядерный университет) (НИЯУ МИФИ)

Важную роль в раскрытии и расследовании преступлений играют результаты судебно-биологической экспертизы. В рамках судебно-биологической экспертизы проводится исследование волос человека и животных. В настоящее время разработан ряд методов исследования волос человека. В ходе морфологического исследования волос эксперт последовательно изучает представленные объекты и сравнительные образцы волос и выделяет в них совпадающие признаки. В ходе дальнейшего изучения полученного комплекса совпадающих признаков, эксперту необходимо сделать вывод о происхождении представленных волос от проверяемого лица.

Однако следует заметить, что, несмотря на важность и популярность морфологического исследования волос, в настоящее время отсутствует методическое обеспечение, позволяющее выполнить количественную оценку вероятности появления комплекса совпадающих в изучаемых образцах волос признаков. Получение такой оценки может позволить принимать решение о тождестве (идентификации) человека по исследуемым образцам волос.

В представленной работе изучается возможность решения данной задачи. В ходе работ удалось получить оценку вероятности появления комплекса совпадающих идентификационно значимых микроморфологических признаков волос человека. В дальнейшем планируется получить такую оценку и для дополнительных признаков волос.

Также в ходе исследования значительное внимание было уделено проблеме выявления зависимости признаков, что позволило получить более точный расчет идентификационной значимости комплекса совпадающих микроморфологических признаков волос человека.

Искусственные нейронные сети в задаче автоматической голосовой биометрии

Яковенко Антон Александрович

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)

В настоящее время наблюдается повышенный интерес к развитию систем биометрической аутентификации. В устройства все чаще начи-

нают встраиваться элементы биометрического контроля доступа, например, сканеры отпечатков пальцев и распознавание лица владельца, не требующие создания, запоминания и ввода классического пароля, что предотвращает ряд уязвимостей.

Вербальная коммуникация для человека является основным и универсальным способом взаимодействия. В то же время речь является комплексным сигналом, содержащим множество информации, помимо непосредственно передаваемого сообщения. Благодаря физиологическим особенностям строения речевого тракта, голос представляет собой уникальную биометрическую характеристику индивида. В повседневной жизни человек регулярно выполняет биометрический анализ воспринимаемого речевого сообщения, что выражается в способности различать людей по голосу.

С развитием и распространением вычислительных технологий в разнообразных областях человеческой деятельности, естественным образом возникло направление автоматической обработки и анализа речевого сигнала. К актуальным задачам данного направления относится автоматическая голосовая биометрия. Преимущество голосовой биометрии на фоне прочих модальностей заключается в возможности дистанционного анализа речевого сигнала, например, для удаленного доступа к различным ресурсам по телефонному каналу, а также высокий уровень надежности при отсутствии требований к применению специализированного дорогостоящего оборудования.

Постановку задачи голосовой биометрии можно сформулировать в форме идентификации и верификации личности по голосу. Идентификация подразумевает ответ на вопрос «кто сейчас говорит?», а цель верификации – установить «является ли говорящий тем, за кого себя выдает?». Кроме того, распознавание может выполняться как на закрытом, так и на открытом множестве, в зависимости от того, является ли тестируемый голос частью обучающей выборки или нет, соответственно. Также, каждый из вариантов постановки задачи может быть реализован на текстозависимом или текстонезависимом аудио потоке. Поскольку биометрическая информация преимущественно кроется не в том, что было сказано, а в особенностях произношения речевого высказывания, это делает речевые сигналы склонными к высокой степени изменчивости.

На основе проведенных исследований в докладе рассматриваются вопросы реализации аппарата искусственных нейронных сетей для выполнения текстонезависимой верификации личности по голосу и особенности применения методов глубокого обучения. Особое внимание уделяется аспектам выделения признаков, создания голосовых моделей и классификации.

Выбор наилучшего лица при решении задач биометрической идентификации и верификации на основе нейронных сетей

Хрящев Владимир Вячеславович

Храбров Дмитрий Евгеньевич

Казина Евгения Максимовна

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова (ЯрГУ)

Когда человек попадает в поле зрения камеры видеонаблюдения, установленной на объекте интереса, на жесткий диск, как правило, сохраняется несколько изображений его лица. Большинство из них бесполезны для системы биометрической идентификации ввиду ряда причин: движение человека в кадре вызывает размытие, человек может находиться в области низкой освещенности, в кадр может попасть только часть лица или сильно повернутое лицо. Алгоритмы, с помощью которых производится процедура идентификации человека, вычислительно достаточно сложны, поэтому распознавание всей последовательности изображений может привести к замедлению работы системы видеонаблюдения. Таким образом, актуальной является задача выбора изображений наилучшего качества из всего полученного на практике набора лиц, по которым будет происходить идентификация человека.

Указанная проблема широко рассматривается в современной научно-технической литературе. Одним из первых подходов к решению данной задачи, являлся подход, основанный на применении алгоритма кластеризации по методу К-средних. Как показали практические эксперименты – он обладает низкой точностью в том случае, когда большая часть полученного набора лиц является низкокачественной. Принципиально другой подход состоит в поиске самых качественных для распознавания лиц путем последовательной оценки качества всех изображений. Качество лиц оценивается на этапе предобработки. Изображения низкого качества отбрасываются или архивируются, распознавание происходит только по высококачественным изображениям. В ряде работ показано, что использование системы распознавания с модулем оценки качества лиц приводит к значительному приросту производительности всей системы видеонаблюдения.

Существует несколько стандартов, определяющих качество изображений лиц, – ISO/IEC 19794–5, ICAO 9303 [1, 2], которые содержат описание характеристик, влияющих на принятие решения о пригодности изображения для систем автоматического распознавания. Все стандартизированные характеристики можно разделить на два класса: текстурные (резкость, контрастность, освещенность, степень компрессии, наличие прочих искажений) и относящиеся непосредственно к

признакам лица (симметричность, поза, поворот, видимость глаз, наличие бликов или теней на лице). Для их автоматического определения в научной литературе описаны следующие методы – определение позы, не фронтальности освещения и поворота. Алгоритмы оценки качества лиц используются такими методами, суммируя результаты их работы с определенными весовыми коэффициентами. Например, суммируются метрики контрастности, симметричности, разрешения и неравномерности освещения. Удельный вес каждой метрики находится методами машинного обучения. Стоит отметить, что метрика качества, полученная таким образом, будет привязана к конкретной базе обучающих изображений, а также к конкретной системе распознавания. Для решения этой проблемы разработаны принципиально другие подходы для оценки качества изображений лиц, не использующие стандартизированные характеристики, например, метод на основе статистической модели лица, метод на основе обучения ранжированию.

Ни в одной из доступных работ не используются экспертные оценки качества изображений лиц в качестве соответствующих эталонных оценок. В свою очередь экспертные оценки широко применяются при анализе качества изображений и видеопоследовательностей [3, 4]. Стоит отметить, что для человека не составляет труда определить большинство характеристик изображения лица. Поэтому задача анализа применимости субъективных экспертных оценок в качестве эталонных для задач распознавания лиц является актуальной.

Целью работы является исследование ряда метрик оценки качества изображений лиц, используемых в задаче распознавания, и сравнение результатов их работы с аналогичной экспертной оценкой.

Для проведения эксперимента были записаны 10 тестовых видеопоследовательностей одного человека при различных условиях освещенности в 20, 50, 75, 130, 180, 500 Люкс. Из тестовых данных извлекались изображения двумя разными способами: экспертная выборка (10 разнокачественных изображений) и последовательная (извлекался каждый 25-й кадр).

Из каждого тестового изображения выделялись лица с использованием типового детектора лиц. Далее, для каждого выделенного лица вычислялись значения следующих метрик: контрастность, разрешение, четкость, симметричность, размытие, метрика симметричности особых точек S и метрики качества K (на основе обучения ранжированию). Совместно с вычислением описанных выше метрик, для каждого изображения из тестового набора определялись средние экспертные оценки со значениями от 1 (наилучшее качество) до 10 (наихудшее) включительно. Между рангом, полученным экспертно, и рангом для каждой метрики для изображений с одной освещенностью вычислялся коэффициент корреляции Спирмена.

Результаты моделирования показывают, что при низком уровне освещенности (<50 Люкс) лучшую корреляцию с субъективными оценками

ми показывает метрика размытия, что вызвано низким средним качеством соответствующих видеопоследовательностей. При нормальном и высоком уровне освещенности (>130 Люкс) лучшую корреляцию показывает предложенная метрика на основе симметричности особых точек S. Низкую корреляцию на некоторых наборах тестовых изображений (50 Люкс и 180 Люкс) можно объяснить тем, что работа алгоритмов определения симметричности зависит от точности детектора особых точек, которая уменьшается при сильных поворотах лица или размытии, вызванном движением человека.

Ранжир на основе метрики K в большинстве случаев имеет низкую ранговую корреляцию с экспертным ранжиром. Значения метрики K часто попадают в узкий диапазон значений, к примеру, диапазон значений для тестового набора с освещенностью 75 Люкс составляет 15 единиц между изображениями самого низкого и самого высокого качества, хотя весь диапазон значений метрики составляет 100 единиц.

Проведен также эксперимент по выбору трех наиболее качественных изображений (использовались тестовые наборы из последовательной выборки в 10 изображений) на основе субъективной оценки, а также на основе использования рассмотренных объективных метрик качества. Исследования проводились при различном уровне освещенности и наличии/отсутствии очков на лице человека. Результаты показывают, что наиболее точный выбор высококачественных изображений позволяет сделать метрика на основе обучения ранжированию K. Вторым результатом показывает предложенная метрика на основе анализа симметричности особых точек S. Данный результат можно объяснить тем, что и субъективная оценка качества и метрика на основе анализа симметричности особых точек рассчитываются в пространственной области.

Проведено исследование ряда метрик оценки качества изображения лица применительно к задаче выбора наилучшего изображения для биометрической идентификации. Результаты моделирования показывают, что при низком уровне освещенности лучшую корреляцию с субъективными экспертными оценками показывает метрика размытия, что вызвано низким средним качеством соответствующих видеопоследовательностей. При нормальном и высоком уровне освещенности лучшую корреляцию показывает разработанная метрика на основе симметричности особых точек. В эксперименте с выбором трех лучших изображений наилучший результат показывает метрика на основе обучения ранжированию. Полученные результаты будут полезны инженерам в области построения систем видеонаблюдения и биометрической идентификации по изображению лица.

Список литературы

1. ISO/IEC 19794-5 (published version). Information technology – Biometric Data Interchange Formats, 2005.

2. Machine readable travel documents. International Civil Aviation Organization, 2006.
3. *Mohammadi P., Ebrahimi A., Shirani S.* Subjective and Objective Quality Assessment of Image: A Survey // Elsevier Journal of Visual Communication and Image Representation, 2014 P. 1–50.
4. Recommendation ITU-R BT.500–11. Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures, 2002.

Применение нейронных сетей для решения оптимизационной задачи маршрутизации в коммуникационных сетях биометрической системы

Кубышин Александр Александрович

*Московский инженерно-физический институт (национальный
исследовательский ядерный университет) (НИЯУ МИФИ)*

Биометрическая система для идентификации человека, основанная на нейронных сетях, связана с сервером базы данных. Данный сервер обеспечивает обработку, целостность и сохранность данных, а также обеспечивает операции ввода-вывода при доступе клиента к информации. Для надежности и достоверности передачи данных между клиентом и сервером используется необходимая сеть, которая обеспечивает надежность доставки необходимой информации.

В современных сетях связи, в частности, в сетях с коммутацией пакетов, маршрутизация является одним из важных процессов, который оказывает значительное влияние на производительность компьютерной сети.

Идеальный алгоритм маршрутизации включает в себя нахождение «оптимального» пути между источником и приемником для высокоскоростной передачи данных с избеганием потери пакетов.

Поскольку современная связь характеризуется огромным количеством пар источник-приемник, нелинейностью, изменчивостью трафика и непредсказуемостью, политика маршрутизации является очень сложной задачей.

В таких условиях оптимальная маршрутизация может рассматриваться как вычисление кратчайших путей в режиме реального времени. В этом случае нейронные сети являются лучшими кандидатами для решения данной задачи из-за высокой вычислительной скорости и возможностью работать с неопределенными данными.

В своей работе [1] Хопфилд и Танк описали нейронную сеть, подходящую для решения различных задач оптимизации. Одной из которой является известная задача коммивояжера (Travelling salesman problem, TSP).

В задаче коммивояжера рассматривается n городов и матрица попарных расстояний между ними. Требуется найти такой порядок посещения городов, чтобы суммарное пройденное расстояние было минималь-

ным, каждый город посещался ровно один раз и коммивояжер вернулся в тот город, с которого начал свой маршрут.

Оптимальная маршрутизация в сетях связи как минимальный путь в TSP. Для этого вместо расстояния d , описывающий путь между маршрутизаторами i и j , использовать другой параметр, а именно стоимость маршрута c , описывающий условия передачи между маршрутизаторами.

Цель состоит в том, чтобы минимизировать общую стоимость от источника до приемника.

В настоящее время успешно проведен анализ повышения вероятности доведения информации путем добавления дублирующих каналов по обходным маршрутам с использованием алгоритма Дейкстры, а также проведен анализ современных протоколов динамической маршрутизации с использованием заданных топологий для выяснения их эффективности и возможности их модернизации путем использования нейронных сетей.

Список литературы

1. Hopfield J., Tank D. Neural computations of decision in optimization problems [Текст] / Biological Cybernetics № 52–1985, – С.141–152.

Алгоритм повышения показателей эффективности для полнотекстовых поисковых систем

Кондаков Алексей Алексеевич

*Московский инженерно-физический институт (национальный
исследовательский ядерный университет) (НИЯУ МИФИ)*

Современные поисковые системы имеют огромные базы проиндексированных текстовых и других материалов. Для таких систем основным инструментом подбора ответа на пользовательский запрос является выборка ресурсов, в которых встречаются ключевые слова (целиком или в виде некоторого логического выражения). Таким образом, при недостаточно точном запросе конечного пользователя на выходе система предоставит настолько большое количество информации, удовлетворяющей запросу, что пользователю потребуется немало времени, чтобы отфильтровать лишнее и выбрать то, что действительно нужно. Ситуация сильно усложняется, если пользователь не имеет четкого представления о том, что ему требуется и не может правильно сформировать запрос для максимального сужения области поиска.

Данная работа посвящена разработке и исследованию системы для обработки, анализа и выдачи результатов для запросов пользователя поисковых систем. Среди всех ИС, используемых в настоящий момент, специалисты выделяют отдельный класс – автоматизированные фактографические информационно-поисковые системы. Именно к такому типу относится разрабатываемая система. Принципиальное отличие АФИПС от автоматизированной информационно-поисковой системы

(АИПС) состоит в том, что АФИПС в отличие от АИПС позволяют получать ответы на фактографические запросы. Фактографические системы и, в частности, АФИПС на конкретный запрос пользователя выполняет фактографический поиск среди данных и выдает конкретный ответ, а не отправляет пользователя к другим источникам. Для повышения эффективности работы пользователя полнотекстовых поисковых систем в НИЯУ МИФИ научная группа занимается исследованиями и разработкой фактографической интеллектуальной поисковой системы. Таким образом, ожидается, что система в результате обработки данных на входе позволит выделять из большого объема данных, только ту часть, которая будет максимально четко отвечать на запрос пользователя и которая не будет содержать лишней информации.

Как и другие системы анализа и поиска данных, разрабатываемая система работает с пользовательским запросом. В системе применяются нейросетевые алгоритмы для распознавания ключевых элементов запросов, классификации запросов по определенным типам, выборки соответствующих признаков для поиска информации и формирование ответа к пользовательскому запросу на основании сформированных признаков и ключевых элементов.

Основная задача, которая стоит перед научной группой – увеличение эффективности поисковых алгоритмов и создание эффективного инструмента для работы с большими объемами фактографических данных.

В результате проведенных исследований и разработок получены важные результаты, намечены планы дальнейшей работы, успешно получены необходимые охраняемые документы РОСПАТЕНТА.

Выделение репрезентативных признаков при идентификации личности по изображению лица

*Мирзаев Номаз Мирзаевич
Тухтасинов Мумтозали Тулкиналиевич
Мирзаева Гулмира Рустамовна*

Центр разработки программных продуктов и аппаратно-программных комплексов при ТУИТ, Республика Узбекистан

Одно из быстро развивающихся направлений в области биометрических систем связано с задачами идентификации личности по изображению лица [1]. Методы и алгоритмы решения этих задач широко используются в системах контроля доступа, верификации пользователя кредитных карточек, криминалистической экспертизе и т.п.

Сложность решения задачи моделирования процессов идентификации личности человека связана с тем, что эта задача принадлежит к классу легко формулируемых словесно, но плохо формализуемых и трудно решаемых с помощью компьютерных технологий.

В последние годы число научных публикаций по вопросам моделирования и автоматизации процессов идентификации личности человека по изображению лица постоянно растет. Данное обстоятельство свидетельствует об актуальности этой проблемы.

Разработка систем идентификации личности человека по изображению лица предполагает решение ряда задач, связанных с анализом входного изображения. Одной из центральных задач является выделение ключевых характеристик исходного изображения [1, 2].

Целью данного доклада является разработка алгоритмов выделения набора репрезентативных признаков при идентификации личности человека по изображениям лица.

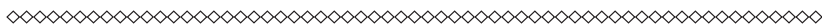
В данном докладе предлагается подход, основанный на статистическом анализе изображений лица. На базе этого подхода предлагается модель алгоритмов выделения признаков изображений лица. Основная идея предлагаемых алгоритмов состоит в формировании набора репрезентативных признаков, представляющих собой статистические характеристики изображения лица [2].

Для проверки работоспособности предложенной модели проведены экспериментальные исследования при решении задачи распознавания личности человека по изображениям лица.

Список литературы

1. *Тухтасинов М.Т., Раджабов С.С.* Алгоритмы распознавания лиц на основе локальных направленных шаблонов // Проблемы вычислительной и прикладной математики. – Ташкент, 2016. – № 4. – С. 100–105.
2. *Мирзаев Н.* Модель формирования признаков объектов, представленных в виде изображений // Динамика систем, механизмов и машин. – Омск, 2016. – № 4. – С. 150–154.

7. Нейроматематика



Прогнозирование точки разрыва упругого материала при динамической нагрузке с помощью нейронных сетей

Колесова Светлана Алексеевна

Болгов Иван Павлович

Тархов Дмитрий Альбертович

Каверзнева Татьяна Тимофеевна

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)

Во всем мире каждый день происходят аварии различного масштаба, крупные и мелкие, с человеческими жертвами и без них. Обрушение крыш зданий и сооружений, обрывы тросов в шахтах лифтов и их падение и другие типичные аварийные ситуации часто уносят жизни людей. Одной из причин таких аварий является то, что техническое состояние объектов трудно прогнозировать в связи со множеством факторов, оказывающих на них воздействие. Например, на прочностные характеристики различных материалов, используемых в технике, влияют такие трудно рассчитываемые факторы, как температурные перепады, влажность и агрессивность среды, накопленная усталость, вид приложения нагрузки (динамический или статический) и многие другие.

В работе рассматриваются проблемы прогнозирования закона удлинения образца при динамической нагрузке. Моделирование упругих свойств даст нам возможность предусмотреть изменения упругих характеристик рассматриваемых объектов, а также создавать такие конструкции, к которым применимы повышенные требования безопасной эксплуатации. Задача исследования упругих свойств материалов с прогнозированием изменения этих свойств под действием ряда факторов представляет интерес для многих авторов. Сложность подобных исследований, неоднозначность получаемых результатов можно объяснить тем, что для каждого отдельно взятого исследуемого материала будет своя динамика изменения упругих характеристик, например, при разных скоростях деформирования материалов [1] при различных условиях нагружения исследуемых объектов [2]. Целью работы является изучение зависимости условий разрыва упругого материала от параметров нейронной сети, описывающей процесс растяжения конкретного образца.

Нейросетевой подход применяется для построения зависимости растягивающей силы от удлинения для каждого из 27 образцов по дан-

ным измерений в виде нейронной сети с двумя нейронами и функцией активации Th. После обучения сети для каждого из образцов, были получены зависимости силы, при которой происходит разрыв конкретного образца от весов упомянутой выше нейросетевой аппроксимации [3]. Кроме того, указанная нейросетевая аппроксимация позволяет получить многослойную нейросетевую аппроксимацию динамики тела, подвешенного на канате из упругого материала без трудоемкого процесса обучения нейронной сети с помощью методов [4]

Результаты работы могут найти свое применение в строительной отрасли, при обосновании выбора спасательных тросов, используемых при проведении строительных работ методом промышленного альпинизма, при расчете риска при эвакуации людей методом «прыжка на тент».

Список литературы

1. *D. Aranda-Iglesias, G. Vadillo, J.A. Rodríguez-Martínez, K.Y. Volokh.* Modeling deformation and failure of elastomers at high strain rates // *Mechanics of Materials*, Volume 104, January 2017, Pages 85–92 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167663616303933>
2. Gérard-Philippe Zéhil, Henri P. Gavin. Unified constitutive modeling of rubber-like materials under diverse loading conditions // *International Journal of Engineering Science*, Volume 62, January 2013, Pages 90–105 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020722512001759>
3. *I. Bolgov, T. Kaverzneva, S. Kolesova, T. Lazovskaya, O. Stolyarov, D. Tarkhov* Neural network model of rupture conditions for elastic material sample based on measurements at static loading under different strain rates // *Journal of Physics: Conference Series V. 772* (2016) <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/772/1/012032>
4. *Васильев А.Н., Тархов Д.А., Болгов И.П., Каверзнева Т.Т., Колесова С.А., Лазовская Т.В., Лукинский Е.В., Петров А.А., Филькин В.М.* Многослойные нейросетевые модели процессов деформации и разрушения образцов на основе экспериментальных данных // *Convergent Cognitive Information Technologies, Selected Papers of the First International Scientific Conference Convergent Cognitive Information Technologies (Convergent 2016) Moscow, Russia, November 25–26, 2016.* <http://ceur-ws.org/Vol-1763/>

Концепция управления кредитным портфелем банка на основе нейро-нечеткой модели оценки кредитной истории

Бирюков Александр Николаевич

*Башкирский государственный университет
(БГУ) Стерлитамакский филиал*

С системной точки зрения предлагаемая концепция базируется на известном общесистемном законе уменьшения энтропии объединенной системы (S_1, S_2), образуемой комбинированием двух изолированных

систем S_1 и S_2 , если системы S_1 и S_2 взаимодействуют рационально. Смысл закона достаточно прозрачен: при рациональном взаимодействии систем S_1 и S_2 в объединенной системе (S_1, S_2) появляются новые связи, сокращаются степени свободы и, соответственно, уменьшается число допустимых состояний – уменьшается энтропия.

В нашей задаче управления кредитным портфелем под системой S_1 будем понимать нечеткую модель оценки кредитной истории потенциального заемщика кредитной организации, а под системой S_2 – нейросетевую логистическую итерационную динамическую модель банкротства (НЛИДМ).

Концепция введения в динамическую модель банкротства (ДМБ) качественной информацией из анализа кредитной истории формируется так: с целью увеличения прогностической силы ДМБ, используемой для мониторинга финансово-экономического состояния заемщика, предлагается создать объединенную информационно-аналитическую систему (S_1, S_2) путем получения фаззифицированных нечетких показателей кредитной истории с последующим их агрегированием, дефаззификацией и введением в алгоритм НЛИДМ. При этом дефаззифицированный количественный агрегат y^* интерпретируется как поведенческий фактор, характеризующий «кредитную дисциплину» заемщика.

Идея реализации информационно-аналитической системы S_1 для предлагаемой концепции заключается в следующем. В системе кредитования большинства банков оценка кредитной истории производится кредитным экспертом по различного рода косвенным количественным и качественным характеристикам, содержащимся в кредитной истории и допускающим широкий спектр толкования. Вследствие этого, в оценке, чрезмерно большой вес, может приобрести субъективное мнение эксперта вплоть до преднамеренной интерпретации информации и принятию ущербных для банка решений.

Особенно сложным является описание характеристик кредитной истории заемщика. Задание жестких (четких) ограничений на значения ее составляющих может привести к потере потенциальных заемщиков и уменьшению прибыли банка. Наоборот, излишнее расширение допустимых границ характеристик сопровождается ухудшением качества кредитного портфеля (растут ошибки второго рода при принятии решения о выдаче кредита).

Эффективное разрешение этой противоречивой ситуации состоит в снижении возможности влияния эксперта на решение вопроса о кредитовании путем формализации поведения заемщика на базе нечеткой модели.

Концепция обобщения нейросетевого логистического итерационного динамического метода на стадии развивающегося процесса банкротства

Бирюков Александр Николаевич

*Башкирский государственный университет
(БГУ) Стерлитамакский филиал*

Вычислительные эксперименты на реальных данных, проводимые в процессе исследования показали, что прогностическая сила динамической модели банкротств, получаемой по нейросетевому логистическому динамическому методу (НЛДМ), оценивается примерно в 87 % правильно идентифицируемых организаций-кредиторов. Дальнейшее увеличение точности НЛДМ наталкивается на принципиально неустранимую неполноту исходных данных в обучающем множестве нейросети, которая состоит в задании дискретных меток: « $P=1$ (банкрот)», « $P=0$ (не банкрот)». Последнее обусловлено юридическими аспектами признания организации банкротом. Динамическая модель банкротства, получаемая с помощью НЛДМ, приобрела бы значительно более высокое качество, если бы в обучающем множестве появились промежуточные значения вероятности P между 0 и 1.

В докладе рассматривается концепция повышения информативности обучающего множества нейросети, и соответственно, обобщения НЛДМ.

Список литературы

1. *Жданов В.Ю.* Диагностика риска банкротства предприятия в трехмерном пространстве // УЭКС. 2011. № 32. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/diagnostika-riska-bankrotstva-predpriyatiya-v-trehmernom-prostranstve> (дата обращения: 29.01.2017).

Ускорение кластеризации методом DBSCAN за счет использования алгоритма K-means

Пантюхин Дмитрий Валерьевич

НИУ Высшая школа экономики

Бу Вьет Тханг

Московский физико-технический институт (МФТИ)

Представлен новый способ ускорения алгоритма кластеризации DBSCAN, основанный на применении алгоритма K-means, названный FDBSCAN, который позволяет существенно, до 3–4 раз, ускорить кластеризацию данных, при сохранении точности, достигаемой оригинальным DBSCAN.

Алгоритм DBSCAN это плотностной алгоритм для кластеризации пространственных данных с присутствием шума, был предложен Мартином Эстер, Гансом-Питером Кригель и их коллегами в 1996 году как

решение проблемы разбиения (изначально пространственных) данных на кластеры произвольной формы [1]. Большинство алгоритмов, производящих плоское разбиение, создают кластеры по форме близкие к сферическим, так как минимизируют расстояние точки до центра кластера. Авторы DBSCAN экспериментально показали, что их алгоритм способен распознавать кластеры различной формы.

Идея, положенная в основу алгоритма, заключается в том, что внутри каждого кластера плотность точек (объектов) заметно выше, чем плотность снаружи кластера, а также плотность в областях с шумом ниже плотности любого из кластеров. Еще точнее, для каждой точки кластера ее окрестность в диапазоне заданного радиуса должна содержать не менее некоторого числа точек, которое задается пороговым значением. В общем случае алгоритм DBSCAN имеет квадратичную вычислительную сложность из-за поиска Eps-соседства – $O(N^2)$. Однако авторы алгоритма использовали для этой цели специальную структуру данных – R*- деревья, в результате поиск Eps-соседства для одной точки – $O(\log n)$. Общая вычислительная сложность DBSCAN – $O(n * \log n)$.

С другой стороны, алгоритм K-means имеет низкую вычислительную сложность $O(K*N)$ – это основное достоинство K-means и он хорошо работает с большим числом данных (K – число кластеров). DBSCAN довольно медленно работает с большим количеством данных. Поэтому для ускорения DBSCAN будем использовать алгоритм K-means. K-means применяется для разбиения множества данных D на K кластеров (K достаточно большое, чтобы покрыть все множество данных). После этого выбирается случайно t % данных из каждого кластера и получается новое множество E. Так делается для того, чтобы относительная плотность между регионами множества D не изменилась. После применения алгоритма K-means для поиска промежуточных кластеров, используется алгоритм DBSCAN на множестве E. Наконец, оставшиеся данные из множества D соотносятся с кластерами, найденными на множестве E.

Вычислительная сложность FDBSCAN определяется вычислительной сложностью K-means и DBSCAN. В нашем случае вычислительная сложность K-means – $O(K*N)$, где K – количество кластеров, N – количество данных. Сложность DBSCAN – $O((t * N)^2)$, где t – заданная доля. Общая вычислительная сложность FDBSCAN – $O(K*N + (t * N)^2)$.

Экспериментальная проверка алгоритмов DBSCAN и FDBSCAN выполнена с шестью популярными множествами D31, t1.2k, t4.8k, t5.8k, t8.8k, t7.10k с произвольной формой, разным количеством данных [2]. Для измерения точности мы используем Ранд-статистику (Randstastic) [3], которые измеряют аналогичность между двумя наборами кластеров X и Y, имеющих одно и тоже количество точек n (объектов), как:

$R = (a+b)/(n/2)$, где a – это количество пар объектов, отнесенных к одному и тому же кластеру в обоих множествах X и Y , b – количество пар объектов, отнесенных к различным кластерам в X и Y .

Предложенный способ может быть использован для решения многих классов задач кластеризации, требующих сокращения времени решения, например, таких задач, как: распознавание лиц, обнаружение компьютерных атак [4], обработка изображений, документов и др.

Список литературы

1. *Martin Ester, Hans Peter Kriegel, Jorg Sander, Xiaowei Xu.* A Density-Based Algorithm for Discovering Clusters in Large Spatial Databases with Noise. – Published in Proceedings of 2nd International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD-96).
2. *G. Karypis.* Chameleon data set available from <http://glaros.dtc.umn.edu/gkhome/cluto/cluto/download,2008>.
3. *William M. Rand.* Objective Criteria for the Evaluation of Clustering Methods. – Journal of the American Statistical Association Volume 66, Issue 336, 1971.
4. *Пантохин Д.В., Нгуен Данг Тао, Ву Вьет Тханг.* Применение нейронной сети типа многослойный перцептрон для распознавания типа атаки на информационную систему на примере базы KDD'99.- XI Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение», 17 Марта 2015, МГППУ.

Построение приближенных аналитических решений модели химического реактора¹¹

***Шемякина Татьяна Алексеевна
Васильев Александр Николаевич
Тархов Дмитрий Альбертович***

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)

Рассматривается задача о неизотермическом течении вязкой жидкости в зазоре между двумя параллельными плоскостями, одна из которых движется перпендикулярно им, увлекая за собой жидкость. В этом случае уравнение течения описывается одним скалярным уравнением Навье-Стокса и уравнением теплопроводности, учитывающим диссипативное тепловыделение. В стационарном случае получаем для одного дифференциального уравнения краевую задачу, приближенное решение которой находилось в виде нейросетевого разложения по базисным функциям сигмоидного и гауссовского типов [1–7].

В данной работе предлагается подход построения многослойных приближенных решений на основе классических численных методов. Данные методы могут быть применены для генерации сколь угодно точных

¹¹ Работа поддержана грантами РФФИ № 14–01–00660А и № 14–01–00733А.

приближенных нейросетевых решений без трудоемкой процедуры обучения. Проведены вычислительные эксперименты на тестовых задачах.

Задача для модели химического реактора решалась введением параметра в начальные условия. Далее строилось многослойное приближенное решение. Удовлетворение этого решения на правом конце интервала позволяет подобрать введенный параметр задачи.

Данный подход предполагается распространить на сеточные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных. С помощью данного подхода, в частности, можно получить многослойные нейросетевые приближенные решения дифференциальных уравнений. Получившиеся таким образом нейронные сети можно обучить с помощью классических методов.

Список литературы

1. *Васильев А.Н., Тархов Д.А., Шемякина Т.А.* Нейросетевой подход к задачам математической физики. – СПб.: Изд-во «Нестор-История», 2015. – 260 с.
2. *Васильев А.Н., Тархов Д.А., Шемякина Т.А.* Модель неизотермического химического реактора на основе параметрических нейронных сетей. Гибридный метод // *Современные информационные технологии и ИТобразование*, 2015. – Т.2. № 11. – С.271–278
3. *Васильев А.Н., Тархов Д.А., Шемякина Т.А.* Модель неизотермического химического реактора на основе параметрических нейронных сетей // *Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: сб. статей XV Междунар. научно-техн. конф. – Пенза: Приволжский Дом знаний*, 2015. – С.96–99
4. *Shemyakina T.A., Tarkhov D.A., Vasilyev A.N.* Neural Network Technique for Processes Modeling in Porous Catalyst and Chemical Reactor // *Springer International Publishing Switzerland 2016 L. Cheng et al. (Eds.): ISNN 2016, LNCS 9719. 2016. – pp. 547–554.*
5. *Васильев А.Н., Тархов Д.А., Шемякина Т.А.* Нейросетевой подход исследования решений параметрических задач // *XIV Всероссийская научн. конф. «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докл. – М.: ГБОУВПО МГППУ 2016. – С.95*
6. *Васильев А.Н., Лазовская Т.В., Тархов Д.А., Шемякина Т.А.* Нейросетевой подход к решению сложных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений// *XVIII Междунар. научно-техн. конф. «Нейроинформатика-2016»: сб. науч. тр. Ч.3. – М.: НИЯУ МИФИ, 2016, С.52–61.*
7. *Васильев А.Н., Тархов Д.А., Шемякина Т.А.* Приближенные аналитические решения обыкновенных дифференциальных уравнений // *Современные информационные технологии и ИТ-образование*, 2016. – Т. 12. № 3–2. – С. 188–195.

Применение модели обучаемой булевой сети для построения нейросетевого базиса на микросхемах программируемой логики

*Михайлюк Тарас Евгеньевич
Жернаков Сергей Владимирович*

*Уфимский государственный авиационный
технический университет (УГАТУ)*

Существует ряд работ посвященных реализации булевых функций с помощью нейронных сетей. Данные подходы отличаются громоздкостью реализации формального нейрона, что делает интеллектуальный подход нецелесообразным для работы с логическим базисом. В работе описывается попытка создания полностью дискретного базиса нейронных сетей с целью повышения производительности и уменьшения аппаратных затрат при реализации цифровых вычислительных узлов.

В качестве элементной базы для построения нейросетей рассматриваются программируемые пользователем вентильные матрицы (ППВМ). Микросхемы ППВМ отличаются от процессоров распределенной архитектурой элементов памяти и обработки, что является преимуществом при разработке нейронных сетей. В то же время, благодаря реконфигурируемости, их гибкость сравнима с программной реализацией. Несмотря на то, что матричная структура микросхем ППВМ позволяет реализовывать математические модели нейросетей в распределенном логическом базисе, сами нейроны имеют фиксированную топологию, что приводит к отсутствию гибкости на уровне аппаратуры.

Математические модели нейрона, оперирующие непрерывными величинами, имеют большую аналоговую направленность, что приводит к плохой совместимости с цифровой аппаратурой. Но вместе с тем, абсолютное большинство нейронных сетей построены на принципах цифровой логики. В итоге в устройстве реализуется многоуровневая система моделей, вносящая определенные недостатки в конечную реализацию.

С точки зрения аппаратуры нейрон не является однородным, он состоит из «макроэлементов», использующих дискретные принципы обработки. Таким образом, модель нейрона описывает логику его работы, но не способ работы и реализации аппаратуры, что приводит к многообразию реализаций моделей нейронов в цифровой технике. Зачастую обученный нейрон работает не как нейрон, но как фиксированный обработчик. Такой обработчик может быть представлен на аппаратном уровне меньшим количеством цифровых элементов.

Предлагаемый метод не претендует на биологическое правдоподобие, но тесно связан с обучением аппаратуры. Под обучаемой аппаратурой нужно понимать однородную реконфигурируемую структуру элементарных обработчиков, способную изменяться в процессе обуче-

ния так, чтобы выполнять требуемые функции. При этом происходит декомпозиция интеллектуальной и обучаемой составляющих нейрона, что позволяет управлять ими отдельно. В таком контексте «интеллектуальность» становится процессом, схожим с процессом обучения.

Предлагаемый подход отличается наличием следующих преимуществ:

1. Большая однородность топологии устройства.
2. Увеличение прикладной составляющей на уровне аппаратуры с целью решения конкретных задач.
3. Уменьшение занимаемой площади кристалла, требуемой для цифровой реализации сети.
4. Распараллеливание обработки и обучения сети на уровне логических элементов.
5. Гибкая обучаемая архитектура формального нейрона.

Построение приближенных аналитических решений обыкновенных дифференциальных уравнений¹²

*Шемякина Татьяна Алексеевна
Васильев Александр Николаевич
Тархов Дмитрий Альбертович*

*Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Построение многослойных приближенных решений обыкновенных дифференциальных уравнений основаны на классических приближенных методах. Нейросетевой подход [1–5], в отличие от чисто классических подходов, позволяет получить не поточечные приближения в виде набора числовых значений, а приближенные решения в виде функций или аналитической формулы. Это одно из преимуществ нейросетевого моделирования. В данной работе показано, что задаваемые аналитические приближения для решения можно получить на основе более общих подходов, куда нейросетевой входит как частный случай. Данные методы могут быть применены для генерации сколь угодно точных приближенных нейросетевых решений без трудоемкой процедуры обучения. Обычные оценки точности исходных классических методов позволяют получить удобные оценки точности полученных приближений. Проведены вычислительные эксперименты на тестовой задаче о нелинейных колебаниях маятника. Получены приближенные аналитические решения. Применяем метод Эйлера, уточненный и исправленный метод Эйлера, метод Хойна, метод средней точки. Рассматривали две серии вычислительных экспериментов: первый – для случая интервала $[0;1]$, второй – для случая интервала $[0;5]$. Параметр принимал значения 1, 2, 3. Количество разбиений интервала равнялись 2, 3, 5, 10, 15. Данный

12 Работа поддержана грантами РФФИ № 14–01–00660А и № 14–01–00733А.

подход несложно распространить на сеточные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных и получить многослойные нейросетевые приближенные решения. Получившиеся таким образом нейронные сети можно обучить с помощью классических методов.

Для дальнейшего развития предлагаются следующие направления.

Первым направлением развития является включение начальных условий в параметры решения.

Второе направление развития связано с тем, что в исходном уравнении коэффициенты или правая часть уравнения заменяются их нейросетевыми приближениями. Подобный вариант может возникать, например, когда исходные данные заданы таблично или получается решением некоторой другой задачи, когда это решение целесообразно искать в классе нейросетевых функций. В результате даже для однослойных нейросетевых функций получаем решение в виде многослойной нейронной сети.

Третье направление получается при оптимизации расстановки точек интервала, исходя из минимизации подходящего функционала ошибки. Данное направление можно развить, заменив числовые значения в полученных выше аналитических приближенных решениях параметрами и подбирая эти параметры, минимизацией функционала ошибки, используя исходные числовые значения как начальные приближения. При использовании нейронной сети, как это было указано выше, в результате такого подхода получаем обычную процедуру обучения.

Четвертое направление связано с распространением изложенного подхода на уравнения в частных производных. Для этого можно применить, например, метод прямых.

Список литературы

1. *Васильев А.Н., Тархов Д.А., Шемякина Т.А.* Нейросетевой подход к задачам математической физики. – СПб.: Изд-во «Нестор-История», 2015. – 260 с.
2. *Васильев А.Н., Тархов Д.А., Шемякина Т.А.* Приближенные аналитические решения обыкновенных дифференциальных уравнений // Современные информационные технологии и ИТ-образование, 2016. – Т. 12. № 3–2. – С. 188–195.
3. *Shemyakina T.A., Tarkhov D.A., Vasilyev A.N.* Springer International Publishing Switzerland 2016 L. Cheng et al. (Eds.): ISSN 2016, LNCS 9719. 2016. – pp. 547–554.
4. *Васильев А.Н., Тархов Д.А., Шемякина Т.А.* Нейросетевой подход исследования решений параметрических задач // XIV Всероссийская научн. конф. «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докл. М.:ГБОУ ВПО МГППУ 2016. – С.95
5. *Васильев А.Н., Лазовская Т.В., Тархов Д.А., Шемякина Т.А.* Нейросетевой подход к решению сложных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений// XVIII Междунар. научно-техн. конф. «Нейроинформатика-2016»: сб. науч. тр. Ч.3. М.: НИЯУ МИФИ, 2016, С.52–61.

Некоторые аспекты применения нейронных сетей в исследовании иерархической системы обучения

Дашкина Александра Игоревна

*Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Тархов Дмитрий Альбертович

*Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого (СПбПУ)*

В данной работе мы представим краткое описание исследования, связанного с их использованием в педагогике при реализации иерархической системы обучения, в которой активно используется передача знаний от сильных студентов к слабым.

На первом этапе исследования нами была построена двухуровневая нейросетевая модель иерархических систем обучения. Эксперимент показал, что иерархическое обучение сетей более эффективно, чем традиционное.

На втором этапе иерархический принцип обучения, смоделированный с помощью нейронных сетей, был применен при обучении группы студентов экономического направления аннотированию профессионально-ориентированных текстов. В начале эксперимента был проведен тест на выявление исходного уровня языковой подготовки. В экспериментальных группах учащиеся с высоким уровнем владения иностранным языком оказывали помощь студентам с низким уровнем языковой подготовки. В контрольных группах учащиеся работали над аннотированием тех же текстов в автономном режиме.

Итоговый тест, проведенный в конце эксперимента, показал, что наиболее значительное повышение уровня владения языком наблюдалось у студентов с низким уровнем языковой подготовки, работавших под руководством учащихся, владеющих языком на высоком уровне. В контрольных группах не наблюдалось значительного различия между результатами исходного и финального теста. Студенты с высоким уровнем подготовки, помогавшие студентом с низким уровнем подготовки, продемонстрировали тоже более высокий прогресс по сравнению с контрольной группой. Причины такого явления также предполагается промоделировать с помощью нейронных сетей.

Нейросетевое моделирование в предсказании осложнений после чрескожного коронарного вмешательства

Тархов Дмитрий Альбертович

*Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого (СПбПУ)*

***Лазовская Татьяна Валерьевна
Березовская Гелена Анатольевна***

*Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский
университет им. ак. И.П. Павлова, Северо-Западный федеральный
медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова*

Настоящее исследование посвящено поиску возможностей прогнозирования осложнений после чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) – одного из самых популярных методов лечения ишемической болезни сердца (ИБС). Сложности в изучении развития осложнений после этого вмешательства заключаются в том, что этот процесс затрагивает изменения как в сосудистой стенке, так и в системе гемостаза, показатели состояния которого оцененные с помощью теста генерации тромбина и выбраны нами для изучения.

Математическое моделирование классификатора осложнений после операции на основе данных ТГТ, полученных непосредственно перед операцией осуществлялось с помощью аппарата нейронных сетей.

Результат моделирования представляет собой выход искусственной нейронной сети заданной архитектуры. В качестве базисных функций нами были выбраны сигмоиды (гиперболические тангенсы), поведение которых как нельзя лучше подходит для классификации данных. Значения весов подбираются в процессе минимизации так называемого функционала ошибки.

Полученная функция принимает значения на числовой прямой. Выбирая пороговое значение, мы получаем классификатор.

Чтобы избежать излишней сложности модели, нейронная сеть строилась в несколько этапов, на каждом из которых добавлялся и обучался один дополнительный нейрон. Подразумевалось, что процесс обучения сети идет до удовлетворительного результата.

На первом этапе нейронная сеть аппроксимировала закодированные наличие и отсутствие осложнений в первый год после операции. Построение бинарного классификатора обусловлено относительно небольшой рассматриваемой выборкой, а особенно общего числа наблюдений осложнений.

На последующих этапах мы приближаем с помощью выходного нейронной сети с одним нейроном ошибки предыдущего этапа. В результате выходы сетей суммируются и число нейронов в текущей моде-

ли увеличивается на один. Общее число параметров модели равно $1+6n$, где n – число нейронов.

На всех этапах обучения сети процесс минимизации функционала ошибки проводился с использованием таких алгоритмов оптимизации как RProp и Particle Swarm. Начальные веса выбирались таким образом, чтобы уравновесить вклад каждого из факторов.

Количество нейронов модели также является предметом исследования. Необходимо соблюдать баланс в меньшем числе нейронов и большем качестве построенного классификатора.

Качество построенных моделей было оценено с помощью ROC-анализа, сравнивались результаты для нейросетевых моделей с возрастающим количеством нейронов на каждом из этапов моделирования.

Уже при трех нейронах качество модели можно было признать хорошим, для четырех нейронов – очень хорошим.

Результаты проведенного анализа подтвердили предположение о том, что количественные показатели теста генерации тромбина, отражающие интенсивность его образования, влияют на возобновление клиники ИБС после ЧКВ независимо от варианта рецидива. Полученные данные согласуются с выводами других исследователей.

Список литературы

1. *Васильев А.Н., Тархов Д.А.* Нейросетевое моделирование Принципы. Алгоритмы. Приложения Научное издание Санкт-Петербург Издательство Политехнического университета 2009
2. *Gorbachenko V.I., Zhukov M.V., Lazovskaya T.V., Tarkhov D.A., Vasilyev A.N.* Neural network technique in some inverse problems of mathematical physics Lecture Notes in Computer Science. 2016. Т. 9719. С. 310–316
3. *Attanasio M, Marcucci R, Gori AM, Paniccia R, Valente S, Balzi D, Barchielli A, Carrabba N, Valenti R, Antonucci D, Abbate R, Gensini GF.* Residual thrombin potential predicts cardiovascular death in acute coronary syndrome patients undergoing percutaneous coronary intervention. *Thromb Res.* 2016 Nov;147:52–57. doi: 10.1016/j.thromres.2016.09.020.

Сравнительный анализ однослойного и многослойного решения задачи о пористом катализаторе

***Боровская Ольга Дмитриевна
Васильев Александр Николаевич
Сколис Ксения Владимировна
Тархов Дмитрий Альбертович***

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)

Анализ процессов переноса тепла и массы в грануле пористого катализатора при каталитической химической реакции сводится к решению

краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка, построенного с учетом геометрии гранулы.

Одними из вариантов решения данной задачи являются описанные в [1] метод Лаэя и метод дискретного продолжения по наилучшему параметру. Оба этих метода основываются на построении шагового процесса с использованием информации о решении, полученном на предыдущем шаге.

Также, к решению этой задачи можно применить нейросетевой подход к построению устойчивых приближенных моделей сложных задач, подробно описанный в [2]. Приближенное решение задачи находится в виде выхода искусственной нейронной сети, веса которой определяются в процессе минимизации ошибки. Для анализа результатов, вычисления проводились с теми же параметрами задачи, что и в монографии [3], в которой они получены методом интегральных уравнений. Метод исследовался как для фиксированных значений параметра, так и для значений из некоторого интервала. В первом случае решение, значение которого в контрольных точках совпадало с данными из работы Ц.На, а относительная погрешность не превышала 0,08 %, было получено уже для сети из 6 нейроэлементов.

В случае построения нейронной сети с использованием значения параметра из некоторого интервала также рассматривалось два случая: вариант, в котором изменялись три параметра построения и случай с изменением одного параметра, но в значительно большем интервале. При изменении трех параметров рассматривалась сеть из 30 нейроэлементов. Полученное приближенное решение дается нейронной сетью для указанной области изменения всех трех параметров, в контрольных точках наблюдалась отличия от результатов Ц.На не более, чем на 2 %.

При изменении одного параметра с расширением интервала его значений, рассматривались сети из 10, 30 и 100 нейронов. Было определено, что ошибку, наблюдаемую при малых значениях изменяемого параметра, можно устранить наращиванием используемой нейросети. С целью получения наиболее точного решения можно значительно увеличить время обучения, в этом случае использовался гибридный метод построения модели.

Кроме того, строилось многослойное решение задачи на основе известного метода Штермера для численного интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка. При этом, неизвестное значение функции на левом конце интервала представляется нейронной сетью, веса которой подбираются из условий согласования с условием на правом конце. Такой подход позволил существенно увеличить точность решения задачи и расширить область изменения параметров.

Список литературы

1. Кузнецов Е.Б., Дмитриев С.С. Перенос тепла и массы в пористом катализаторе// Материалы VI Международной конференции по не-

- равновесным процессам в соплах и струях – NPNJ – 2006, СПб. – М.:Вузовская книга,2006. – С.159–160.
2. *Васильев А.Н., Тархов Д.А.* Принципы и техника нейросетевого моделирования. _ СПб.:Нестор-История,2014. – 218 с.
 3. *На Ц.* Вычислительные методы решения прикладных граничных задач. – М.:Мир,1982. -296 с.

Многослойные нейросетевые модели, основанные на классических численных методах

Тархов Дмитрий Альбертович

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)

Лазовская Татьяна Валерьевна

В работе обсуждается построение гибридных моделей с использованием как классических численных методов для решения обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, так и универсального нейросетевого подхода Д.А. Тархова и А.Н. Васильева. Мы предполагаем, что полученные гибридные алгоритмы будут избавлены от недостатков каждого из подходов при сохранении их достоинств.

Первый вариант состоит в том, что результаты применения классических методов используются в качестве дополнительных данных при обучении нейронной сети [1,2,5].

Второй вариант заключается в трансформации неявных сеточных методов в явные с использованием предварительно обученной нейронной сети. Для обыкновенных дифференциальных уравнений такой подход был опробован в [2].

Третий вариант состоит в построении многослойных нейросетевых структур на основе сеточных методов. Цитированные выше работы по нейросетевому подходу использовали нейронные сети с одним скрытым слоем. Для перехода к многослойным сетям необходимо определить их структуру (число слоев и число элементов в каждом слое), а также начальные значения параметров (весов сети). Это можно сделать как с помощью эволюционных алгоритмов, так и базируясь на некоторой сеточной схеме, переходя от линейных связей к близким к ним нелинейным, характерным для нейронных сетей. В результате получается аналог глубокого обучения.

Нами были рассмотрены различные способы построения нейросетевых конструкций, основанных на методе сеток. С помощью простой модификации таких классических методов нами иллюстрируется возможность построения непрерывной аппроксимации. Для явного метода Эйлера решение строится на отрезке с переменным правым концом. В результате получаем непрерывную функцию, приближающую искомое решение на всем отрезке. Точность решения, очевидно, зависит от вы-

бранного числа слоев модели, сходимость и погрешность можно оценить с помощью функционала ошибки (невязки).

Такой способ построения решения был применен для одной известной жесткой задачи и показал существенное улучшение результатов.

Заметим, что известные оценки для невязки исходных методов в конечной точке промежутка позволяют получить равномерные оценки для полученного приближенного решения на отрезке.

Аналогично модифицируются и другие классические схемы – предиктор-корректор, трапеций, Рунге-кутга, Адамса и т.д.

Общая идея введения нелинейных закономерностей и связей в классические модели подразумевает последующее дообучение параметров полученных моделей.

Предлагается замена линейного выражения для приращения на нелинейную зависимость, которая при малых значениях такого приращения ведет себя почти линейно. Выбирая в качестве такой нелинейной зависимости функции, типичные для нейросетевого базиса, на выходе получим первичное приближение в виде нейронной сети.

Если необходимо найти аппроксимацию решения с большей точностью (в смысле невязки или функционала ошибки), построенную нейронную сеть можно обучить, настроив веса в ходе минимизации соответствующего функционала ошибки.

Апробация такого варианта гибридной модели также проводилась на вышеупомянутом жестком уравнении, точность результата была значимо выше классического и нейросетевого подходов, примененных независимо.

В данной работе сделаны первые попытки заполнить пробел между классическими численными методами решения дифференциальных уравнений и нейросетевым подходом. Рассмотрены возможности построения непрерывных аппроксимаций, опираясь только на классические численные схемы, введение нелинейных связей как при поиске точечных решений, так и при построении непрерывных приближений.

Данное направление представляется перспективным для дальнейшего изучения и теоретического обоснования результатов.

Список литературы

1. *Vasilyev A., Tarkhov D.* 2014 Mathematical Models of Complex Systems on the Basis of Artificial Neural Networks// Nonlinear Phenomena in Complex Systems 17 327–335
2. *Lazovskaya, T.V., Tarkhov, D.A.*: Fresh approaches to the construction of parameterized neural network solutions of a stiff differential equation. St. Petersburg Polytechnical University Journal: Physics and Mathematics (2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.spjpm.2015.07.005>
3. *Budkina E.M., Kuznetsov E.B., Lazovskaya T.V., Leonov S.S., Tarkhov D.A., Vasilyev A.N.* Neural Network Technique in Boundary

- Value Problems for Ordinary Differential Equations// Springer International Publishing Switzerland 2016 L. Cheng et al. (Eds.): ISSN 2016, LNCS 9719, pp. 277–283, 2016
4. *Gorbachenko V.I., Lazovskaya T.V., Tarkhov D.A., Vasilyev A.N., Zhukov M.V.* Neural Network Technique in Some Inverse Problems of Mathematical Physics// Springer International Publishing Switzerland 2016 L. Cheng et al. (Eds.): ISSN 2016, LNCS 9719, pp. 320–316, 2016
 5. *Shemyakina T.A., Tarkhov D.A., Vasilyev A.N.* // Springer International Publishing Switzerland 2016 L. Cheng et al. (Eds.): ISSN 2016, LNCS 9719, pp. 547–554, 2016

8. Бионика и робототехника



Двойственность в многомерных сетях

Петров Андрей Евгеньевич

Московский институт стали и сплавов (национальный исследовательский технологический университет) (НИТУ МИСИС)

Технические, экономические, биологические, информационные системы состоят из элементов, соединения которых образуют структуру. Сети из элементов-ветвей позволяют моделировать различные системы. Координатами в пространстве сети являются замкнутые и разомкнутые пути. Инвариантом является постоянство суммы метрических тензоров двух двойственных сетей при изменении их структуры.

В системах и их сетевых моделях процессы возникают как потоки-отклики на приложенные воздействия. Инвариантом процессов является, например, постоянство суммы рассеиваемых мощностей в двух двойственных цепях при изменении их структуры (закон сохранения потока энергии).

Более сложные процессы представляют многомерные сети. Например, модели электрических машин содержат двумерные элементы, т.к. магнитный поток проходит через поверхность. Многомерные сети имеют инвариант двойственных 1-сетей, кроме того, 2-граням двойственными являются вершины многогранников. Двойственными являются тетраэдр и тетраэдр, куб и октаэдр, додекаэдр и икосаэдр, и т.д. Их можно представить планарными сетями. Замкнутые пути можно выразить через разомкнутые пути, но разомкнутый путь нельзя выразить через замкнутые, потому, что замыкание охватывает часть плоскости – новое измерение. В многогранниках грани составляют разомкнутые пути, а замкнутый путь возникает только при охвате 3-объема – нового измерения. По этой причине многомерные инварианты двойственности имеют более сложный характер, чем для одномерных сетей.

В 60-тых годах Г.Крон показал, что полиэдральные сети при возбуждении электромагнитными волнами проявляют свойства самоорганизации и могут быть моделью искусственного мозга. Кроме того, двумерные сети и магнитные потоки должны применяться для моделирования денежных потоков на фондовых рынках. Автор представил потоки продуктов в экономике комбинацией двойственных величин в сетевой модели – электрической цепи.

Медицинский робот

Новиков Антон Алексеевич

ГБОУ Школа № 1324 корпус «Сеченовский»

Основная цель медицинского робота (робота-кресла) – перевоз малоподвижного пациента по заданному врачом маршруту на процедуры внутри клиники, на прогулку по территории больницы и т.д.

Это намного упрощает работу обслуживающего персонала и снимает необходимость приставлять сиделку к каждому пациенту.

Для проектирования робота я использую КОМПАС 3D, так как это упростит работу над 3D моделью и созданием чертежа.

Для создания этого кресла будут использоваться следующие материалы: сталь – для основы конструкции кресла, пластмасса – для покрытия основы конструкции, и поролон – для удобства малоподвижных пациентов.

В кресло будет встроен дисплей, подключенный к центру управления, где системный администратор будет отслеживать передвижение пациента и состояние его здоровья.

Также, в дисплее имеются коммуникативные и интерактивные функции (вход в сеть, связь с персоналом и т.д.).

План выполнения проекта:

Октябрь: постановка задачи и утверждение темы проекта

Ноябрь – декабрь: изучение программы КОМПАС 3D

Январь: самостоятельная работа над проектом

Февраль: предоставление предварительной информации по проработанным материалам на регистрацию проекта, окончание работы над проектом

Март: утверждение проекта научным руководителям и его защита

Апрель: защита проекта

Оценка результативности благоприятная и для пациентов, и для медицинского персонала в целом, так как это намного упрощает работу сотрудникам, и повышает самооценку у малоподвижных пациентов, которые могут почувствовать дискомфорт из-за ограничения своих физических возможностей .

Биологические аналогии **анalogии квазиклеточных сетей**¹³

Аристов Антон Олегович

Московский институт стали и сплавов (национальный исследовательский технологический университет) (НИТУ МИСИС)

В работах автора рассматриваются квазиклеточные сети как особый тип динамических дискретных структур, не имеющих явно заданной сигнатуры[1,2]. Квазиклеточная сеть состоит из областей пространства –

13 Выполнено при поддержке РФФИ. Тема № 15–08–06453 А

клеток, каждая из которых взвешивается набором параметров – базовых (неизменных), параметров клетки (изменяемых) и параметров микрообъекта, находящегося в клетке (изменяемых). Поведение квазиклеточных сетей рассматривается в дискретном модельном времени, каждый такт которого происходит передача состояния в соседний клетки. Множество передач состояний между клетками каждый такт модельного времени представляет собой циркуляцию в квазиклеточной сети. Квазиклеточные сети предназначены для компьютерного моделирования систем, поведение которых сводится к рассмотрению потока в ограниченном пространстве. Под потоком понимается направленное распространение частиц вещества, бит информации и т. п. В такой интерпретации поток обладает дуализмом, определяющим модели микро- и макроуровня. Моделирование на микро- и макроуровне организуется в рамках единой дискретной структуры. При разработке квазиклеточных сетей используется метод абстракции от предметной области, а при использовании квазиклеточных сетей в конкретных задачах предметных областей устанавливаются предметные интерпретации для элементов квазиклеточных сетей – клеток, структур клеток, источников, стоков, клеток задержки и т.д..

Автором рассматриваются предметные интерпретации квазиклеточных сетей в биологических системах. Для указанного класса систем характерны следующие принципиальные особенности, позволяющие устанавливать аналогии с элементами квазиклеточных сетей, а именно распространение потоков веществ, дискретизация организмов (клеточная структура), постоянная динамика.

В работах автора циркуляция в квазиклеточных сетях рассматривалась как некая передача состояния между структурными элементами (клетками), абстрагируясь от причин возникновения. В биологических интерпретациях придается особое значение механизмам передачи состояния, среди которых следует отметить разность потенциалов, осмотическое давление, перистальтику и др[3].

Структура клетки интерпретируется в виде качественного состава потокообразующего вещества, например крови. Так, при моделировании кровеносной системы, структура клетки на каждом участке рассматривается как количественный и качественный состав крови, лейкоцитарная формула и т. д.

Особое внимание следует уделить границам моделируемой системы, определяемых системой генераторов и стоков. Так, для кровеносной системы примерами является поступление крови из «органов-депо», а также поступление лекарственных препаратов (например, при постановке капельницы).

Дополнительно рассмотрены интерпретации клеток квазиклеточной сети в сравнении с различными типами биологических клеток – эпителиальной, гладкой мышечной, соединительной, клеток крови и т. д.

Список литературы

1. *Аристов А.О.* Теория квазиклеточных сетей : научная монография – М: МИСиС, 2014. – 188с. ISBN 978–5-600–00321–7
2. *Аристов А.О.* Квазиклеточные сети. Синтез и циркуляция // Горный информационно-аналитический бюллетень : научно-технический журнал. – 2013. – № 2. – С.125–131
3. *Федюкович Н.И.* Анатомия и физиология человека: Учебное пособие. Изд. 2-е. – Ростов-на-Дону: изд-во:«Феникс», 2003. – 416 с.

Перспективные направления развития робототехнических комплексов специального назначения

Новак Константин Викторович

Асадулин Владислав Александрович

*Главный научно-исследовательский испытательный центр робототехники
Министерства обороны Российской Федерации (г. Москва)*

Чипчагов Михаил Сергеевич

*Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации
(ФинУниверситет)*

На сегодняшний день исследованиями и разработками в области робототехнических комплексов специального назначения (РТК СН) занимаются порядка 900 научно-исследовательских организаций и предприятий промышленности из 50 технологически развитых стран.

В работе приведены ориентировочные пропорции распределения РТК СН различных государств мира по средам применения, функциональному назначению, конструктивному исполнению, системам управления и т.д.

На основе систематизации вышеуказанных данных и их последующего анализа в работе получены выводы о современном состоянии образцов робототехники специального назначения, их возможностях, перспективных направлениях дальнейшего развития.

Применение микромагнитного моделирования магнитных наноточек в интересах робототехники

Подтелкина Ольга Александровна

Асадулин Владислав Александрович

*Главный научно-исследовательский испытательный
центр робототехники Министерства обороны
Российской Федерации (г. Москва)*

Чипчагов Михаил Сергеевич

*Финансовый университет при Правительстве
Российской Федерации (ФинУниверситет)*

Наноточки обладают уникальными магнитными свойствами, значительно отличающимися от тонкопленочных магнитных материалов. По-

добные наноструктуры исследуются в качестве новых сред хранения информации, использования магнитных элементов в микрочипах (MRAM), а также для создания новой вычислительной архитектуры и т.д.

В настоящее время использование компьютерного моделирования стало фундаментальным инструментом для такой области физики, как микромагнетизм, где возможности аналитических вычислений весьма ограничены.

В работе рассмотрено микромагнитное моделирование 0D структур (наноточек), в которых формируется состояние намагниченности с замкнутыми магнитными потоками (вихрями) по модели Н.А. Усова. В результате моделирования получены основные параметры магнитных наноточек: поля зарождения и аннигиляции вихря, петли гистерезиса.

На основе анализа свойств магнитных наноточек и микромагнитного моделирования в работе получены выводы о применимости магнитных точек в робототехнических комплексах.

9. Характеризационный анализ



Семантическое проектирование автотранспортной инфраструктуры мегаполиса

Горбатова Марина Вячеславовна

*Московский инженерно-физический институт (национальный
исследовательский ядерный университет) (НИЯУ МИФИ)*

В данном докладе рассматриваются вопросы семантического проектирования автотранспортной инфраструктуры мегаполиса на примере Москвы. Большинство из нас сталкивается с теми проблемами в организации движения автотранспортных средств, которые возникают по причине недостаточной продуманности вопросов оптимизации транспортных потоков. Автор предлагает подходить к решению обозначенного вопроса на основе предложенной ей стратегии с использованием графа корреспонденций, выделением запрещенных потоков и в конечном итоге частичным квазиупорядочением модели, которая соответствует транспортным потокам в мегаполисе. Для проектирования автотранспортной инфраструктуры автор предлагает придерживаться следующей стратегии:

1. Построить граф корреспонденций, каждый элемент матрицы смежности которого соответствует плотности транспортного потока между двумя точками в мегаполисе.
2. Сформировать сигнатуру модели выделением всех полных подграфов графа корреспонденций, удовлетворяющих введенному временному ограничению, в качестве которого выступает время езды из произвольной вершины графа (точки мегаполиса) до середины каждого гамильтонова контура подграфа не превышающее времени, отведенного на езду при максимальной загрузке автотранспортной сети.
3. Определить упрощением модели запрещенные потоки, реализуемые транзитно через другие точки мегаполиса. В результате упрощения модели ее функциональная связность уменьшается настолько, что становится возможным частичное квазиупорядочение упрощенной модели.
4. Частично упорядочить упрощенную модель. Удалить все замыкающие дуги. Полученные гамильтоновы контуры, соответствующие словам исходной модели сопоставить скоростному кольцу, на котором отсутствуют светофоры и которое не пересекает ни один поток. Полученная в итоге модель определяет сеть скоростного движения.

Доклад является развитием исследований автора, начатых в ее кандидатской диссертации.

1. *Горбатов В.А.* Фундаментальные основы дискретной математики, – М., Издательство физико-математической литературы РАН, 1999, 544 с.

Дискретная математика как инструмент повышения конкурентоспособности предприятия

Горбатов Александр Вячеславович

*Московский институт стали и сплавов (национальный
исследовательский технологический университет)(НИТУ МИСиС)*

Горбатова Марина Вячеславовна

*Московский инженерно-физический институт (национальный
исследовательский ядерный университет) (НИЯУ МИФИ)*

В современных условиях динамичного развития глобальной экономики, которое продолжается несмотря на определенные кризисные явления, многие отрасли мирового хозяйства переживают временные сложности, связанные с необходимостью постоянного повышения конкурентоспособности путем снижения всех видов издержек и повешения эффективности производства. Снижение издержек является, несомненно, одним из способов выживания и развития любого предприятия. Однако снижать издержки до бесконечности невозможно. Затраты на персонал, на социальную сферу, налоги не могут быть понижены без риска как для производства и социальной стабильности региона, в котором оно располагается, так и лично для его владельца или владельцев. Перенос производств в страны с низкой заработной платой далеко не всегда является разумным выходом по причине возможного отсутствия там необходимых кадров, политических рисках и тому подобного. Да и мест на Земле где с одной стороны имеются необходимые условия для развертывания производства, а с другой стороны заработная плата меньше, чем в Российской Федерации не так уж и много после коррекции курса рубля по отношению к доллару. В нашем случае, в случае горнодобывающей промышленности, перенос производства из страны в страну представляется тем более затруднительным в силу ограничений, накладываемых наличием месторождений и логистическими затратами на транспортировку сырья. Налоговые оптимизации становятся все менее возможными по причине общего процесса деофшоризации, который последовательно осуществляется в мире, а также по причине ужесточения ответственности за уход от налоговых отчислений со стороны государства, что активно проявляется в Российской Федерации в последние годы по мере последовательного повышения эффективности работы государственных органов управления. Экономия на заработной плате может привести к снижению производительности труда, росту аварийности на производстве, возрастанию риска техногенных аварий и росту социальной напряженности в регионе,

где горнодобывающее предприятие расположено. Из вышесказанного однозначно следует, что возможности привычных подходов к снижению издержек производства не только не безграничны, но для многих компаний уже реально исчерпаны.

Внедрение новых технологий в производственный процесс позволяет повышать производительность и, как следствие, конкурентоспособность компании. Однако доведение новых технологических разработок и инноваций до практического применения в условиях серийного производства является делом хотя и необходимым, но дорогостоящим, рискованным и далеко не всегда оправданным.

Еще одним направлением повышения конкурентоспособности горнодобывающей компании все чаще и чаще становится снижение затрат на управленческий персонал, напрямую не связанный с технологическими процессами. Однако даже сократив почти весь менеджмент и перенеся головной офис из Москвы в город с более низким уровнем жизни и, соответственно, более низкими издержками на его содержание, зачастую невозможно качественно повысить эффективность работы компании.

Выход из сложившейся ситуации частично может лежать в оптимизации процессов управления и технологических процессов на производстве. Очевидно, что к подобной оптимизации постоянно и прибегают, обращаясь к многочисленным консалтинговым компаниям, как иностранным, так и российским. Использование мирового опыта организации производства и технологий управления им позволяет последовательно совершенствовать процессы управления в горнодобывающих компаниях. При этом для собственника процесс принятия решений консультантами зачастую представляет из себя своеобразный «черный ящик» абсолютно непрозрачный для стороннего наблюдателя. Авторы полагают, что многим на практике приходилось сталкиваться с молодыми креативными консультантами, которые в совершенстве владеют менеджментом, но иногда не вполне хорошо представляют себе особенности функционирования реального производства.

Почему так получается? Один из ответов на этот вопрос заключается в недостаточно хорошем владении лицами, принимающими решения или их советниками математическим инструментарием. Прежде всего, имеются в виду инструментарий дискретной математики, в которой СССР, а потом и Российская Федерация были традиционно сильны. Речь здесь идет о том, что за счет грамотного моделирования управленческих и технологических процессов возможно достижение качественных улучшений в функционировании горнодобывающих компаний. В свою очередь, подобное моделирование невозможно без широко использования на практике инструментариев дискретной математики, как науки, которая изначально была ориентирована на решение широкого круга прикладных задач, в том числе и в области управления.

Разработанные советскими и российскими математиками в 20-м веке математические инструментарины, при их правильном применении, могут существенно повысить эффективность управленческой деятельности на всех уровнях и, соответственно, способствовать повышению конкурентоспособности российской экономики на глобальных рынках.

Список литературы

1. Горбатов В.А. Фундаментальные основы дискретной математики, – М., Издательство физико-математической литературы РАН, 1999, 544 с.
2. Горбатов В.А., Горбатов А.В., Горбатова М.В. Дискретная математика, – М., Астрель, 2003, 447 с.

Постановка и решение проблемы функциональной декомпозиции. История вопроса

Горбатов Александр Вячеславович

Московский институт стали и сплавов (национальный исследовательский технологический университет) (НИТУ МИСиС)

Горбатова Марина Вячеславовна

Московский инженерно-физический институт (национальный исследовательский ядерный университет) (НИЯУ МИФИ)

Значимой проблемой является проблема борьбы с перебором, не в бытовом, а в математическом смысле при поиске экстремальных значений функций в дискретной математике. При линейном росте размерности пространства, в котором ищется экстремум функции, число эквивалентных вариантов, которые необходимо перебрать, растет многоступенчато-экспоненциально или комбинаторно. Отсюда возникает проблема, которая была многократно сформулирована известными учеными в период 1898–1938 годов – понизить размерность исследуемого пространства путем представления его в виде декомпозиции пространств меньших размерностей. А. Пуанкаре в 1898 году, в связи с большим интересом к электрическим (Г. Кирхгофф) и магнитным (Д. Максвелл) сетям, сформулировал топологическую проблему схемности – найти необходимые и достаточные условия реализации матрицы в виде электрической (магнитной) сети, элементы которой численно равны взаимной проводимости между соответствующими узлами сети. При этом сеть декомпозируется в сети меньшей размерности, если она содержит в качестве собственной подсети двухполусную сеть. Эта проблема на данный момент является открытой.

В 1900 году Д. Гильберт в своем докладе на Международном конгрессе математиков сформулировал для математиков 20-го века 23 проблемы. 13-ая проблема была связана с проблемой декомпозиции – найдется ли непрерывная функция от трех переменных, недекомпозируемая через непрерывные функции от двух переменных. Отрицательный

ответ был получен в 1957 году В.И. Арнольдсом, который был усилен в том же году А.Н. Колмогоровым. Однако, строго говоря, предложенное этими учеными решение не являлось декомпозицией, а было ее «приближением» в виде аппроксимирующего трудновычислимого ряда.

В 1937 году в связи с развитием цифровой техники К. Шенноном была сформулирована проблема декомпозиции булевых функций, важность решения которой сильно возросла в настоящее время из-за широкого использования нейротехнологии в ведущих отраслях народного хозяйства – оборонной, финансовой и т.д. Проблема Шеннона, несмотря на многочисленные исследования, оставалась нерешенной вплоть до 1995 года, когда была решена первым соавтором данной статьи.

Список литературы

1. Горбатов В.А. Фундаментальные основы дискретной математики, – М., Издательство физико-математической литературы РАН, 1999, 544 с.
2. Горбатов В.А., Горбатов А.В., Горбатова М.В. Дискретная математика, – М., Астрель, 2003, 447 с.

Вклад профессора Вячеслава Афанасьевича Горбатова в решении проблемы синтеза параллельной декомпозиции автоматов

Горбатова Светлана Сергеевна

*Московский институт стали и сплавов (национальный
исследовательский технологический университет) (НИТУ МИСЦС)*

Проблема синтеза параллельной декомпозиции автоматов была поставлена американскими учеными Дж. Хартманисом и Р. Стирисом в 1964 году. Для решения данной проблемы ими была предложена алгебра пар. Подход этих авторов был основан на поиске специальной системы разбиений множества внутренних состояний. Принципиальными недостатками такого подхода являются:

1. Необходимость перебора всех систем подмножества внутренних состояний графа переходов, число которых только в случае разбиения соизмеримо с числом 2 в степени $|V|$, где V – число вершин графа переходов.
2. Разбиениями со свойством подстановки обладает малая доля автоматов. Следовательно, практически всегда необходима генерация всех систем подмножеств внутренних состояний, что для реальных автоматов нереализуемо даже машинным способом. Вопрос о том, обладает ли автомат разбиением со свойством подстановки, может выясниться только на последнем шаге порождения разбиений. Отсюда даже для малой доли автоматов, обладающих разбиением со свойством подстановки, трудоемкость поиска этого разбиения велика.
3. По существу, процедуры этого подхода являются процедурами распознавания свойства подстановочности множества внутренних со-

стояний автомата, а не процедурами синтеза параллельной автоматной декомпозиции.

Спустя 10 лет (1974 год) японские ученые К. Нобуеки, А. Тадаши и Ю. Нориоши расширили алгебру пар до алгебры n -ок, $n = 2, 3, \dots, K$, но несмотря на это, не получили процедуру синтеза параллельной декомпозиции, а их процедура по-прежнему оставалась синтаксической процедурой распознавания параллельной декомпозируемости автоматов.

Ошибочность этих подходов заключалась в том, что априори авторы допускали декомпозируемость автомата и, используя синтаксические структуры фактического построения декомпозиции, убеждались в невозможности этого построения.

В 1972 году В.А. Горбатов, используя концепции предложенной им характеристической теории, показал структуру запрещенных фигур, наличие которых указывает на недекомпозируемость автомата, и предложил семантические процедуры синтеза параллельной декомпозиции произвольных автоматов. Математическое обеспечение проектирования параллельной декомпозиции автоматов широко используется при разработке быстродействующих отказоустойчивых вычислительных комплексов.

Список литературы

1. Горбатов В.А., Горбатов А.В., Горбатова М.В. Теория автоматов, – М.

Разработка программного средства для трехмерной визуализации шахтной вентиляции

Аристова Полина Сергеевна

Горный институт НИТУ МИСиС

Рассмотрены аспекты разработки программных средств для геометрического моделирования и визуализации системы шахтной вентиляции. Рассматривается разработка системы трехмерной визуализации данных о геометрии выработок. Входные данные поступают из файла с определенной структурой, согласно техническому заданию.

Входные данные включают:

- количество узлов;
- номер узла;
- координаты узла;
- количество выработок;
- порядковый номер выработки;
- номера узлов, между которыми находится выработка;
- диаметр выработки.

Разработка системы, позволяющей через графический интерфейс проектировать схемы вентиляционных систем горных выработок:

- пределять расположение узлов вентиляционной системы;
- пределять расположения выработок вентиляционной системы между узлами;

- настраивать геометрические параметры (длину, диаметр и др.) узлов и выработок;
- отображать в трехмерном виде геометрию вентиляционной системы;
- обеспечивать возможность просмотра геометрии с различных ракурсов.

Нейроэмуляция и нейромоделирование на платформе NEUROX

Степанян Иван Викторович

*Институт машиноведения
им. А.А. Благонравова РАН (ИМАШ РАН)*

Платформа Neurox представляет собой САПР для удобного и наглядного моделирования и обучения биоморфных нейронных сетей и включает в себя сервер с реестром нейронных сетей, документацией и учебно-методическими материалами. Содержит скриптовый язык проектирования систем динамического распознавания, отслеживания, управления и баз знаний. Позволяет создавать новые нейросетевые технологии, в том числе системы многоуровневого и стайного управления. Предусмотрена возможность цифровой схмотехнической реализации нейронных моделей на вентиляльных интегральных матрицах (ПЛИС). Neurox – полностью отечественная разработка (автор моделей нейронов – Жданов А.А., ИТМиВТ РАН, соавтор и руководитель разработки – Степанян И.В., ИМАШ РАН). Платформа имеет научно-методическое обеспечение и адаптирована к внедрению в учебный процесс ВУЗов для подготовки специалистов в области технических и медико-биологических специальностей, связанных с исследованиями мозга, кибернетикой и робототехникой.

Список литературы

1. Система автоматизированного проектирования биоморфных нейронных сетей. Руководство пользователя. [intellect-labs.com http://neurox.intellect-labs.com/media/info_neurox.pdf](http://intellect-labs.com/media/info_neurox.pdf)

Перспективы развития современных дистанционных образовательных технологий

Свертилова Наталья Викторовна

*Российская академия народного хозяйства и
государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС)*

Термин «дистанционное обучение» подразумевает любую форму обучения, в которой преподаватель и обучаемый разделены в пространстве и (или) во времени. Появление Интернета и, как следствие, Интернет-технологий придали новый, стремительный вектор развития дистанционному обучению. На образовательном рынке появились электронные технологии, которые являются не просто обучающей програм-

мой, а определяются как комплекс программно-технических средств, методик, рабочих программ, оргмероприятий, тестов.

Секторное разделение современного рынка дистанционного образовательных технологий (ДОТ) можно определить следующим образом:

- корпоративный;
- ДОТ в системе высшего и среднего образования;
- ДОТ в органах государственного и местного управления.

Области применения ДОТ на корпоративном рынке во многом связаны с проведением профессионального обучения компаниями, имеющими территориально распределительную структуру, для своих специалистов и специалистов компаний-партнеров. В них обычно входят: образовательные курсы по существующим изделиям/услугам для менеджеров торговых предприятий, страховых компаний; курсы по обслуживанию и ремонту сложных технических изделий (автомобили, бытовая техника, оргтехника); обучение работе с программными продуктами; обучение приемам работы с технологическим и технологическим оборудованием; обучение новым методам работы специалистов планово-финансовых отделов, бухгалтерии и других подразделений компании.

Задачи, которые решаются при использовании ДОТ в системе высшего и среднего образования и в органах государственного и местного управления схожи: расширение возможностей получения профессионального образования; развитие системы дополнительного образования; развитие среднего/высшего/послевузовского образования, повышение квалификации и переподготовка кадров; создание онлайн-овых систем обучения и повышения квалификации.

Любая крупная компания или организация (коммерческая или бюджетная) сегодня уже выбрала или встает перед выбором полноценной ДОТ. Здесь возможны два основных пути: покупка готового решения или развертывание свободно-распространяемой ДОТ силами организации.

Какой бы вариант не был бы принят за основу, он должен отвечать следующим основным критериям: функциональность; надежность; стабильность; удовлетворительная стоимость; наличие средств разработки и доработки контента; поддержка SCORM стандарта; система проверки знаний; удобство использования; модульность; обеспечение доступа; 100 % мультимедийность; масштабируемость и расширяемость; перспективы развития и кросс-платформенность; качество технической поддержки; наличие русской локализации продукта; нахождение удаленного сервера на территории Российской Федерации.

На сегодняшний день, наиболее популярными системами дистанционного обучения являются следующие: Moodle; Sakai; WebTutor; eLearning Server 4G; «Прометей»; Spring Online; «1С:Электронное обучение»[1].

Стремительный рост популярности и востребованности дистанционного образования во всех секторах ДОТ, обуславливает формирова-

ние, развитие и внедрение в него новых, перспективных технологий. Особенно важно сегодня развитие таких ДОТ, которые позволяли бы реализовывать индивидуальный подход к каждому обучающемуся с целью повышения качества образовательного процесса. Это может быть формирование индивидуального графика обучения, формы представления материала и его объем, подбор тестов для проверки уровня усвоения материала и т.д. Для достижения указанной цели наиболее перспективным является внедрение в системы дистанционного обучения модулей, разработанных с помощью нейросетевых технологий. Такие разработки уже стали активно появляться на рынке ДОТ. Модули, основанные на нейросетевых технологиях могут, например, позволить оценить начальный уровень знаний обучающегося в необходимой области; выявить его индивидуальные особенности и характеристики (функциональную подвижность нервной системы; ее выносливость; оценить время динамического внимания и продуктивного восприятия различных видов представления информации). Основываясь на полученных данных, определить соответствующие параметры обучения. Также, с помощью подобных модулей, на основании результатов промежуточных тестов по усвоению и закреплению пройденного материала, можно перестроить дальнейшую программу обучения.

Список литературы

1. *Свертилова Н.В.* Современные электронные технологии в дистанционном обучении//Сборник статей международной научно-практической конференции «Государственное управление и развитие России: модели и проекты». Том 1. – М.: 2017, в печати.

Перспективы институциональных реформ, обеспечивающих инновационный рывок в области искусственного интеллекта

Овчинников Валерий Валентинович

*Московский институт стали и сплавов (национальный
исследовательский технологический университет) (НИТУ МИСУС)*

Из опыта массового применения искусственного интеллекта (ИИ) в разных видах экономической деятельности складывается шестая технологическая революция. Эта революция настоятельно требует проведения институциональных реформ, обеспечивающих стабильное развитие в экономике разных форм искусственного интеллекта. Как показывают выступления участников Всемирного экономического форума (ВЭФ) в Давосе в обществе растет интерес к новым институтам интеллектуальной собственности (ИИС), оказывающим более сильное влияние научно – технического прогресса ИИ на политику, экономику, образование.

С помощью хорошо изученных механизмов конвергенции нано, биотехнологий, информационных и когнитивных технологий ИИС способны активно участвовать в формировании из объектов ИИ глобального облачного интеллектуального ресурса (ГОИР). Ресурс ГОИР поддерживается глобальными институтами коммуникаций интеллектуальных оболочек (ИО), территориально рассредоточенных по всему мировому пространству. При этом, каждая ИО состоит из нескольких функциональных платформ (ФП). Каждая ФП трансформирует знания и технологии в производство продукции с использованием ИИ. При этом, ФП или ИО могут быть зарегистрированы подобно сайтам Интернет в любой стране мира. Тем самым, с помощью ресурса ГОИР и принадлежащих ему инновационных супермаркетов решается вечная проблема преобразования с минимальными затратами перспективных изобретений и открытий, устройств и способов в готовые инновационные продукты.

Каждая ФП под руководством ИО поддерживает определенные нормы, правила и вытекающие из них стандарты и быстро в отличие от государства реагирует на несоответствия между ними. Благодаря этому, ФП и ее собственный ресурс служат основой кооперации многочисленных предприятий, предусматривающей международное разделение труда, применение лучших мировых стандартов и обмен мировым опытом. К ресурсам ИИС относят глобальный индустриальный центр (ГИЦ), инновационный(ИС), образовательный (ОС) и финансовый супермаркеты (ФС).

При этом, ГИЦ выполняет функции координации взаимодействия между множеством ФП и множеством ИО. Фактически ГИЦ по глобальным инвестиционным стандартам привлекает необходимые ресурсы и координирует действия других супермаркетов ИС, ОС, ФС по превращению исходных знаний в конечные инновационные продукты.

За последние 5 лет на Форуме в Давосе были продемонстрированы различные промышленные образцы ИО, ФП из США, Китая, Германии, стран Латинской Америки. Часть представленных образцов ИО характеризуется простым сетевым взаимодействием через глобальные сети, включая традиционную сеть ИНТЕРНЕТ. Другие образцы ИО запрограммированы на действия, направленные на конвергенцию, например, нанотехнологий и биотехнологий. Такие образцы способны к обучению с помощью когнитивных технологий и работать в режиме обучаемых нейросетевых адаптеров.

Конструирование искусственного интеллекта с помощью конвергенции высоких технологий

Овчинников Валерий Валентинович

Московский институт стали и сплавов (национальный исследовательский технологический университет) (НИТУ МИСиС)

Мировому бизнесу и властям предстоит решить множество трудных проблем, связанных с созданием и использованием искусственного интеллекта (ИИ) в разных сферах человеческой деятельности. Сделать это можно путем конвергенции высоких технологий. Такая конвергенция решает главную задачу конструирования аппаратных средств ИИ на электронных чипах с разрешающей способностью нанотехнологий N в несколько нанометров. На таких чипах могут быть использованы открытые учеными механизмы биотехнологий (В). Кроме того, уже открыты и ждут своего применения изобретения и открытия в области информационных (I) и когнитивных (С) технологий. В результате на основе конструкции NBIC уже сейчас проектируются беспилотные автомобили, корабли и самолеты, воплощающие в себе лучшие качества ИИ.

Конструкция конвергенции технологий NBIC еще привлекательна тем, что обеспечивает возможность выгодного международного разделения труда, применения единых мировых стандартов и обмена мировым опытом разработки и использования устройств ИИ в совместном проекте ряда стран. Ядром международной конвергенции служат рассредоточенные по всему миру глобальные индустриальные центры (ГИЦ), способные использовать конструкции NBIC связанных между собой с помощью инновационных (ИС) и финансовых супермаркетов (ФС). При этом, ГИЦ обеспечивают информацией всех участников проекта, касающейся сведений о том, кому сопутствовал успех в нанотехнологиях, биотехнологиях, а кто преуспел в информационных или когнитивных технологиях. Супермаркеты ИС и ФС обеспечивают наиболее оптимальный способ преобразования изобретений и открытий в коммерческие продукты ИИ.

Конструирование устройств с ИИ происходит на любом уровне, даже молекулярном. Для этого, нужно с помощью дорогостоящей нанотехнологической фабрики (результата нанореволюции) изготовить электронный чип с заданной разрешающей плотностью компонентов. Далее нужно изучить и вмонтировать в чип с помощью биотехнологии некий механизм, заимствованный у природы. Например, изучение поведения в лесу муравьев, разведывающих новые пути к водным источникам, предоставляет в распоряжение исследователей ИИ новые аддитивные технологии ИИ. Далее происходит проверка ИИ на соответствие требованиям природного аналога и его механизма с помощью информационных технологий. И, наконец, необходимо провести обучение ИИ на электронном чипе с помощью когнитивных технологий. Круг конвергенции замыкается и требует новых корректирующих действий по созданию ИИ.

Можно привести массу других примеров, когда благодаря нанотехнологиям сверхминиатюрные электронные чипы используются для конструирования сложнейших «умных» и невидимых нанороботов. Таких роботов, которые способны проникнуть в человеческий организм и оставаться там для постоянного проведения диагностики здоровья человека. «Умные» наночипы в перспективе способны стать основой для конструирования различных искусственных человеческих органов, включая фрагменты центральной нервной системы, а также для роботов военного назначения.

Особое положение занимают конвергенции технологий типа ССЕИС (облако СС+экономика Е+информационные технологии I+когнитивные технологии С). Эти облачные технологии, например, позволяют сгенерировать в диалоге с вами финансовую отчетность бесконтактным способом в любой стране мира. Такие технологии применяют при оказании услуг по составлению финансовой отчетности компаниями из самых разных стран мира, гарантирующих высокое качество услуг для инвесторов.

Применение теоретико-множественных методов в объектно-ориентированном проектировании для анализа разрабатываемой модели

Гусев Данияр Олегович

ООО «Разработка информационных систем»

Все большее значение в экономическом развитии той или иной страны приобретает разработка и создание нового программного обеспечения, отвечающего требованиям современного рынка. Разрабатываемые программные продукты должны решать все более сложные задачи, что заставляет специалистов искать различные инструментари, упрощающие их создание и дальнейшую поддержку. Растущая популярность объектно-ориентированных языков показывает их перспективность в данном направлении. Основываясь на главной идее, представление концептуальной модели разрабатываемой системы в виде объектов и взаимодействие между данными объектами позволяет декомпозировать систему на подсистемы, что в свою очередь упрощает ее создание.

С ростом популярности объектно-ориентированных языков программирования формируется методика объектно-ориентированного проектирования. Данная методика считается относительно «молодой» и не содержит в себе четких правил разработки программного обеспечения с применением объектно-ориентированных языков программирования. На текущий момент в ней описывается ряд принципов и рекомендаций, которых стоит придерживаться при разработке крупных программных продуктов. Примером таких принципов являются SOLID-принципы. В данном докладе приводится один из примеров анализа объектной модели программного продукта теоретико-множественными методами. описы-

ваются специфические характеристики той или иной объектной модели, присущие ей при критичных нарушениях одного или нескольких принципов, а также предлагаются способы обнаружения данных нарушений.

Двойственные сети и непланарные графы

Петров Андрей Евгеньевич

Московский институт стали и сплавов (национальный исследовательский технологический университет) (НИТУ МИСЦ)

Тензорный метод позволил создать сетевые модели процессов и структуры систем разных предметных областей. При создании метода Крон постулировал инвариант мощности при изменении структуры, который не выполняется. Автор разрешил это противоречие, открыв, что мощность постоянна для двух двойственных сетей (закон сохранения потока энергии). Вячеслав Афанасьевич Горбатов в 1984 году указал автору, что для непланарного графа, а это графы K5 и K33, двойственный не существует. Матрица преобразования путей сети C, а для двойственной сети это ортогональная матрица $A = C^{-1t}$.

Матрица преобразования путей непланарной сети вырожденная? Нет, она существует. Матрица A сети для графа K5 использована для построения структуры сети, двойственной к этому непланарному графу. Получилась сеть, похожая на граф K33, а для графа K33 двойственная похожа на K5. Но не совсем – в одной сети 9 ветвей, в другой 10 ветвей. Расчеты токов для таких «двойственных» к непланарным графам сетям, показывают, что по законам Кирхгофа в двух узлах одной сети токи выходят, а в другой – входят. Это противоречие ждет своего решения.

Граф K33 есть модель трех отраслей, связанных поставками. Потоки денег, как известно в экономике, двойственные к потокам продуктов, а сеть не существует. Решение этой проблемы важно для моделирования экономических систем.

Низкополигональное моделирование и анимирование движения транспорта и пешеходов на участке дороги с пешеходным переходом

Ребрин Евгений Сергеевич
Мокрецова Людмила Олеговна

Московский институт стали и сплавов (национальный исследовательский технологический университет) (НИТУ МИСЦ)

В работе приведено обоснование необходимости совершенствования светотехнических решений дорожных пешеходных переходов для повышения их безопасности на основе современных источников освещения с применением компьютерных средств моделирования.

Для улучшения безопасности дорожно-транспортного движения используются светотехнические приборы, информирующие участников движения о возможных опасностях на дороге. Выделяют несколько условий, соблюдение которых повышает безопасность дорожного движения: обеспечение достаточно хорошей видимости пешеходного перехода водителями, движущихся со всех допустимых направлений; обеспечение видимости приближающихся автомобилей пешеходам; информирование участников движения о возможной опасности на дороге световыми сигналами.

Визуальная модель способна создать условия, приближенные к реальным, просчитать возможные варианты развития событий и определить оптимальные варианты решения поставленной задачи. Поскольку в работе исследуется дополнительное освещение дорожного полотна с пересечением пешеходного перехода, особое внимание уделяется моделированию света. Использовалось программное обеспечение для 3D-моделирования Autodesk 3ds Max с системой рендеринга V-Ray. В процессе разработки модели были использованы низкополигональные объекты для обеспечения быстрой визуализации анимационных эффектов сцены. В связи с этим, экспериментальным путем определялись наиболее оптимальные комбинации количества полигонов и качества текстур. В результате, далеко расположенные объекты были реализованы плоскими фотографиями низкого качества, эффект неба сделан при помощи низкополигональной текстурированной геосферы. Близ расположенные объекты, такие как автомобили и пешеходы, имеют в 10–20 раз больше полигонов, но используют низкокачественные текстуры. Допущены упрощения для ускорения визуализации. Прозрачные объекты, такие как стекла, не моделировались.

Разработанная модель представляет собой анимированную схему движения транспорта и пешеходов по участку дороги с пешеходным переходом в населенном пункте. Новое решение позволило создавать анимированные схемы движения за короткий промежуток времени без использования высокопроизводительной техники, такой, как «рендер-фермы», не влияя на теряя при этом на качество визуализации освещения.

Использование технологий захвата движения при мультимедийных представлениях «оживших картин»

***Катников Алексей Алексеевич
Мокрецова Людмила Олеговна***

Московский институт стали и сплавов (национальный исследовательский технологический университет) (НИТУ МИСиС)

В настоящее время стали активно применяться, так называемые, «Ожившие картины», как новый жанр изоматематики. В виде короткометражных анимационных фильмов они дополняют произведения художников, представляя их в движении и во времени, бьются и обыгрывая

сюжеты, рассказывая зрителям о смысловой нагрузке отдельных фрагментов картин. Для «Оживших картин» сегодня применяют персонажную анимацию, которую, в настоящее время, используют в индустрии кино и разработке компьютерных игр. Для разработки «Оживших картин» используются такие программные средства, как Blender, Autodesk 3ds Max и Maya. Одной из проблем при работе в данных программных системах, является скорость разработки персонажной анимации для двух и более персонажей, так как создание движения подразумевает отдельное представление и обработку каждой кости человека в целом.

Для увеличения скорости разработки анимации персонажей одним из решений является применение технологии захвата движения «Motion capture», что позволит разрабатывать персонажную анимацию одновременно для нескольких героев картин; достигать необходимой реалистичности в создании движения персонажа, выполнив анимацию с учетом всех особенностей движений человека при ходьбе и таких факторов, как центр тяжести и амортизация ;создавать базу данных (библиотеку в виде отдельных файлов в формате «.bip» и «.bvh») движений при создании анимации и последующего использования их в других «Оживших картинах».

На данном этапе исследования «Оживших картин» применялось программное обеспечение Autodesk 3ds Max и разработана анимация отдельного фрагмента персонажей проекта музея НИТУ МИСиС – «Завод Форшамбо». Следующим этапом работы является применение безмаркерной системы технологии захвата движения с использованием инфракрасной камеры kinect различных фрагментов картины, дополненных звуком, текстом. Особенность технологии разработки «Оживших картин» напрямую зависит от использования света при проектировании «оживших персонажей», что также является предметом нашего исследования.

В результате эксперимента разработан алгоритм создания оживших картин с использованием выбранного программного, математического и технического обеспечения. Выявлены недостатки в скорости разработки персонажной анимации в различных программных средствах. Созданы фрагменты отдельных движений персонажей картины с помощью безмаркерной системы захвата, направленные на создание базы данных и встроеной библиотеки движений для анимации «Оживших картин».

Исследование квантового компьютера и особенностей применения в задачах моделирования сложных физических систем

*Выгоняйло Радион Алексеевич
Федоров Алексей Романович
Седнин Никита Олегович*

Школа № 2114

Исследование квантового компьютера и особенностей его применения в задачах моделирования сложных физических систем.

В работе проводится сравнение производительности современных двоичных ЭВМ с квантовыми компьютерами.

Актуальность проблемы связана с увеличением размерности задач, решаемых перебором. Параллельность вычислений – особенность квантового компьютера, которая позволяет обрабатывать несколько задач одновременно, поэтому ему будут подильна работа, с которой классический компьютер будет справляться очень долгое время. В 1981 году Ричард Фейнман в выступлении на конференции высказал свое мнение о неэффективности классического компьютера, затронув тему квантовой физики и применения квантов для вычислений. И оказался прав, на ряду с ежегодными улучшениями процессоров, видеокарт, появлением новых технологий, стало развиваться направление квантовых компьютеров, которые могут параллельно обрабатывать информацию, как человеческий мозг. Неоспоримое превосходство квантового компьютера – это обработка больших объемов данных за очень короткое время. Основанная в 1999 году, компания «D wave» осуществляет производство квантовых компьютеров, за время их существования, было создано ни много ни мало, а 5 машин и их разработка производится по сегодняшний день [1]. Площадь, занимаемая квантовым компьютером, примерно сравнима с первыми электро-вычислительными машинами. Это связано с особенностями его строения. Оно во многом отличается он привычных нам классических компьютеров. Крио-система, охлаждающая процессор почти до абсолютного нуля занимает довольно обширную площадь. Вместо привычных нам битов там используются кубиты, а управляет ими импульсный генератор. Кубиты, согласно законам квантовой физики могут быть в запутанном состоянии, находиться в суперпозиции и проявлять свойства квантового параллелизма [2]. Благодаря этому, квантовый компьютер может проводить параллельные вычисления, а не последовательные, как классический компьютер. Тогда для квантового компьютера запишем формулу нахождения количества обрабатываемой информации. $I=2^n$, где n – количество кубит, а для классического компьютера будет справедливо равенство $I=n$. Для сравнения производительностей компьютеров выбрана задача визуального моде-

лирования термодинамической системы. Была написана программа, на игровом движке unity, которая позволяет симулировать поведение заданного количества молекул в веществе. Для расчетов были просимулированы 5000 молекул, затем вычислена память, требующаяся для моделирования системы одного моля вещества. Она равна $\approx 6 \cdot 10^{17}$ Пт, тогда по формуле $I=2^n$ соответствовать по производительности будет квантовый компьютер с 99 кубитами.

Подведем итоги исследования. Расчетным путем было доказано, что для симуляции одного моля вещества, в классическом компьютере необходимо $6 \cdot 10^{17}$ Пт оперативной памяти, а в квантовом компьютере 99 кубит. Будущее стоит за квантовыми компьютерами, всего лишь 99 кубит уже могут моделировать поведение молекул в веществе или просто обрабатывать большие массивы данных для конкретных задач.

Список литературы

1. Кулик С.Д., Берков А.В., Яковлев В.П. Введение в теорию квантовых вычислений (методы квантовой механики в кибернетике): учебное пособие. – М.: МИФИ, 2008.
2. <https://naked-science.ru/article/nakedscience/quantum-computers>

Редизайн и расширение функционала сайта архитектурно-дизайнерского бюро «объем»

*Дербенева Ольга Львовна
Бугров Никита Сергеевич*

Московский институт стали и сплавов (национальный исследовательский технологический университет) (НИТУ МИСУС)

В работе проведены исследования современных тенденций веб-программирования, веб-дизайна и графических тенденций, проанализированы сайты различных архитектурно-дизайнерских компаний, разработан фирменный стиль бюро «ОБЪЕМ», написаны серверный код сайта на языке программирования C#, верстка на HTML+CSS и пользовательские скрипты на языке программирования Java Script.

На этапе проектирования была переработана структура сайта – удалены неактуальные страницы и разделы, добавлены новые.

На этапе макетирования были отрисованы макеты каждой страницы, разработан фирменный стиль бюро – переработаны логотип и символ, выбран фирменный цвет и утвержден шрифт.

Бэкэнд – серверный код сайта – был написан с использованием паттерна MVC4. Был реализован режим администрирования и веб интерфейсы для работы с записями БД.

По утвержденным макетам была написана верстка. На страницах «АРХИТЕКТУРНЫЕ ПРОЕКТЫ» и «ДИЗАЙН ПРОЕКТЫ» была реализована асинхронная подгрузка проектов по несколько штук с помо-

щью AJAX для экономии трафика посетителя, уменьшения нагрузки на сервер и ускорения загрузки страницы.

Сайт был запущен в работу и на данный момент доступен по ссылке www.objom.ru.

Использование трехмерного моделирования для создания интерактивных мультимедийных полотен

***Васильев Михаил Владимирович
Мокрецова Людмила Олеговна***

*Московский институт стали и сплавов (национальный
исследовательский технологический университет) (НИТУ МИСИС)*

Рассмотрены механизмы создания «оживших картин». Произведен поиск и подбор подходящего оборудования для осуществления проекта.

Актуальность данного проекта заключается в возможности повысить качество образовательных, научных и развлекательных мероприятий. Благодаря данным технологиям процесс обучения будет иметь более развлекательную направленность, также будет получена возможность реконструировать объект, изображенный на картине, и, в последующем, рассмотреть его с требуемых ракурсов.

Предлагается создавать трехмерные объекты, схожие с объектами или фигурами на полотнах различных художников. Для создания и анимации используются САПР программы, а также программы для трехмерного моделирования. Монтаж видео осуществляется в программе Sony Vegas.

В дальнейшем для анимации может быть использована технология захвата движения (motion capture), а для создания моделей зданий или объектов, которые существуют в реальности можно применить технологию 3D сканирования с использованием надлежащего оборудования.

В перспективе, с использованием трехмерного моделирования можно будет создавать тематические залы, которые позволят погрузиться в эпоху или событие, представленное на картине или полотне. При развитии технологий производства оборудования для сканирования, воспроизведения, создания информации, и технологий захвата движения, детализация моделей и текстур будет максимально приближена к реальной, что приведет к практически неотличимому от реальности качеству изображения.

Совокупность представленных технологий позволит создавать высококачественные материалы для интерактивных выставок. Это позволит повысить качество мероприятий и получить возможность погружения в эпоху и события, представленные на картине.

Характеризация базового графа квазиклеточных сетей¹⁴

Аристов Антон Олегович

*Московский институт стали и сплавов (национальный
исследовательский технологический университет) (НИТУ МИСИС)*

В ряде работ автора рассматривается особый тип дискретных структур – квазиклеточные сети, представляющие собой дискретные структуры, состоящие из «клеток» (часто представляемых в виде взвешенных сферических областей пространства), между которыми существует отношение соседства, заданное в виде зависимости пространственных координат [1,2]. Каждая область пространства – клетка взвешивается набором параметров – базовых (неизменных), параметров клетки (изменяемых) и параметров микрообъекта, находящегося в клетке (изменяемых). Квазиклеточные сети являются динамическими дискретными структурами, рассматриваемыми в дискретном модельном времени, каждый такт которого происходит передача параметров микрообъекта между соседними клетками, а также изменение параметров этих клеток. Множество переходов состояний между клетками каждый такт модельного времени представляет собой циркуляцию в квазиклеточной сети. Рассматриваемые дискретные структуры позволяют моделировать на микро и макроуровне в рамках единой модели системы, поведение которых сводится к рассмотрению распространения потоков в ограниченном пространстве (потоковые системы). В такой интерпретации поток рассматривается как направленное распространение потокообразующих микрообъектов.

Особую роль при практической реализации квазиклеточных сетей играют приемы распределения координат (базовых параметров) клеток в пространстве – методы синтеза квазиклеточных сетей. Наиболее распространенным является метод базового графа, построенный на принципах визуализации графов [3] (использовании пространственных координат центров клеток). При таком способе каждое ребро базового графа заменяется множеством клеток, для которых выполняется условие соседства. Также метод базового графа позволяет перейти от теоретико-графовой модели (характерной для «потоков в сетях») к микро-моделированию, позволяющему также задавать неравномерные потоки.

Особый интерес представляет характеристика базового графа и выявление на его основе свойств квазиклеточной сети, а также формализация дополнительных требований к структуре клеток [2].

Вопросы планарности базового графа тесно связаны с проблемой реберного анастомоза в квазиклеточной сети [4]. Так, непланарность базового графа предполагает введение дополнительного базового параметра – цвета

¹⁴ Выполнено при поддержке РФФИ. Тема № 15–08–06453 А

клетки, что решает проблему реберного анастомоза квазиклеточной сети. Тогда при циркуляции осуществляется переход между клетками не только на основе условий соседства, но и при условии одинакового цвета клеток.

Рассмотрены отдельные классы квазиклеточных сетей, синтез которых сводится к задаче об упаковке кругов[5]. Для таких квазиклеточных сетей рассматриваются не только базовые графы, но и графы пересечений (для клеток). Выдвигается гипотеза о гомеоморфизме базового графа и графа пересечений.

Таким образом, рассматриваемые приемы направлены на анализ исходной модели, преобразуемой в квазиклеточную сеть с целью проведения такого преобразования в адекватную микромодель.

Список литературы

1. *Аристов А.О.* Теория квазиклеточных сетей : научная монография – М: МИСиС, 2014. – 188с. ISBN 978–5–600–00321–7.
2. *Аристов А.О.* Квазиклеточные сети. Синтез и циркуляция // Горный информационно-аналитический бюллетень : научно-технический журнал. – 2013. – № 2. – С.125–131.
3. *Di Battista, Giuseppe; Eades, Peter; Tamassia, Roberto; Tollis, Ioannis G.* *Graph Drawing: Algorithms for the Visualization of Graphs.* Prentice-Hall, 1999. 397 p. ISBN 0–13–301615–3.
4. *Аристов А.О.* Анастомоз в квазиклеточных сетях [Электронный ресурс] // Международный журнал. Устойчивое развитие: наука и практика. – Электрон. Журн. – 2014. – № 2(13) – С.164–168 – Режим доступа: <http://www.yrazvitie.ru/?p=1545> .
5. Теорема об упаковке кругов // Wikiwand [Электронный ресурс] – режим доступа : http://www.wikiwand.com/ru/Теорема_об_упаковке_кругов

Вопросы моделирования нейронных сетей в задачах управления

***Волкова Людмила Петровна
Калитин Денис Владимирович
Панкрушин Петр Юрьевич***

*Московский институт стали и сплавов (национальный
исследовательский технологический университет) (НИТУ МИСиС)*

Как отмечается в [1,2,3], задачи управления передвижением очистных подземных агрегатов связаны с необходимостью решения задач безлюдной выемки угля. В этих условиях особенно актуальным становится интеллектуальное управление, которое предполагает применение и моделирование нейронных сетей.

Важным компонентом процессов самоорганизации управления такими системами, учитывая сложные горно-геологические условия передвижения автоматизированных агрегатов, является прогнозирование развития ситуаций через оценки будущих событий [2]. Структура и особен-

ности функционирования информационного инструментария формирования прогноза определяются свойствами объекта управления. Поэтому при обучении нейронной сети должна использоваться предварительная информация о непараллельности штреков. Для этой цели может быть использована маркшейдерская информация о непараллельности штреков, которая формируется после выполнения проходческих работ [1].

Вопросы интеллектуализации систем управления и проектирования, возможности применения нейронных сетей в экспертных системах и системах принятия решений, напрямую связаны, прежде всего, с необходимостью моделирования и обучения нейронных сетей [4,5]. В настоящее время интенсивно развиваются теория и методы машинного обучения, которые могут облегчить задачу формирования пространства признаков объектов в этих задачах. Программная реализация искусственных нейросетей связана с выбором удобного инструментария. В этой связи для реализации моделей представляет интерес интерактивная оболочка Jupyter Notebook, разработанная для языка программирования Python, но совместимая и с другими языками программирования. Эта среда представляет собой удобный инструмент для проведения экспериментов, связанных с обработкой данных, и моделирования. Python 3 – высокоуровневый язык программирования, удобный инструмент для создания программ разного назначения. Этот язык активно развиваются, выходят новые версии с добавлением новых свойств. поддерживает несколько парадигм программирования, в том числе структурное, объектно-ориентированное, функциональное.

Список литературы

1. *Панкрушин П.Ю., Волкова Л.П.* О возможности применения нейронных сетей для управления струговым агрегатом в условиях непараллельности штреков. XI Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. – М: МГППУ, 2013. – 89с. Печатается по решению оргкомитета научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение-2013» (с. 63–64).
2. *Панкрушин П.Ю.* О формировании прогноза с учетом динамики возрастания ошибки. – XIII Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. – М: МГППУ, 2015. (НКП-2015, секция № 14 «Характеризационный анализ»).
3. *Волкова Л.П., Панкрушин П.Ю.* Особенности управления струговым агрегатом в условиях непараллельности штреков. Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: МГГУ, 2013г, № 6.
4. *Панкрушин П.Ю.* О необходимости распараллеливания информационных потоков при управлении струговым агрегатом. – XIV Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. – М: МГППУ, 2016. (НКП-2016, секция № 9 «Характеризационный анализ», с. 103–104).
5. *Волкова Л.П.* О применении искусственных нейронных сетей в экспертных системах САПР. – XIV Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». Тезисы докладов. – М: МГППУ, 2016. (НКП-2016, секция № 7 «Бионика и робототехника», с. 85).

Особенности проведения специальных стендовых испытаний на столкновение с посторонними предметами

Моргачев Константин Владимирович

Московский институт стали и сплавов (национальный исследовательский технологический университет) (НИТУ МИСЦС)

Такие факторы риска, как столкновения элементов корпуса самолета или газотурбинного двигателя (ГТД) с посторонними предметами (птицы, фрагменты льда, град, фрагменты двигателя самолета или шасси и др.), существенно влияют на безопасность полетов. А попадание на вход ГТД града, кусков льда, дождя представляют собой негативные атмосферные явления, влияющие на работу двигателя. При этом могут возникать такие явления, как срыв пламени в камере сгорания, останов двигателя, потеря возможности управления двигателем. В силу чего возникает необходимость стендовых экспериментальных исследований данных явлений в условиях, приближенных к реальным.

В Центральном институте авиационного моторостроения им. П.И. Баранова (ЦИАМ) в 2009 г. для проведения испытаний элементов планера на птицестойкость на территории стенда Ц-1М был создан опытный образец установки SO117/118, на которой были проведены испытания кабины, элементов крыла и хвостового оперения самолета «Суперджет – 100» на удар с птицей. На основе полученного опыта было принято решение о создании полноценного стенда для проведения специальных видов испытаний на базе стенда Т-15/10, названного Т-15П. Для реализации автоматизированной информационно-измерительной системы (АИИС) стенда были выбраны унифицированные программно-аппаратные решения компании National Instruments. Они отвечали современным требованиям и предоставляли интуитивно понятный интерфейс как конечному пользователю, так и разработчику ПО.

Процесс испытаний представляет собой заброс в заданную точку изделия с заданной скоростью постороннего предмета (птицы) за счет использования пневматической пушки. На испытуемом изделии осуществляется термостатирование для имитации условий высотного полета. При этом осуществляется сбор регламентированных параметров объекта.

Одним из ключевых параметров в данном виде испытаний является измерение скорости полета постороннего предмета (птицы). Для решения этой задачи в опытной установке SO117/118, развернутой на стенде Ц-1М, был применен измеритель скорости, разработанный в ЦИАМ им. П.И. Баранова, основанный на гибридном оптико-механическом принципе действия. В нем для определения скорости выполняются измерения промежутков времени между разрывами двух проволок и между затемнением фотодатчиков, засветку на которые осуществляют лазерные излучатели. Указанные механизмы взаимодействуют между собой, сра-

батывание оптических пар осуществляется только после срабатывания механических. Это связано с тем, что в условиях повышенной влажности в месте выхода из ствола пушки сжатого воздуха (газа) происходит конденсация водяных паров, что может приводить к преждевременному срабатыванию оптической пары. Позже выяснилось, что применение данного измерителя становится невозможным, если посторонними предметами являются град или лед, так как они разрушаются уже при столкновении с проволоками, не достигая объекта испытания. Поэтому в ЦИАМ им. П.И. Баранова был создан новый измеритель скорости, основанный только на оптическом принципе действия. Стало ясно, что для искомой точности измерения скорости необходимо осуществлять прицеливания с большей точностью, чем было изначально регламентировано. Поэтому был создан измеритель скорости, основанный на инфракрасных излучателях. В конкретном решении уже была не важна траектория движения постороннего предмета (птицы) и диаметр излучателя, так как срабатывания осуществлялось за счет малейшего падения освещенности фотоприемника. Кроме того, предмет пересекал не линию, как в случае использования проволок или лазерных излучателей, а плоскость, так как в данном решении используется две группы по три источника инфракрасного излучения и фотоприемника. Регистрация сигналов и вычисление регламентируемых параметров осуществляется за счет использования разработанных сотрудниками ЦИАМ контроллеров. Прошивка для контроллеров была написана на ассемблере специально для решения данной задачи. Вычисленное значение скорости (промежутка времени) по цифровому интерфейсу RS-232 передается в АИИС стенда Т-15П.

Другой проблемой организации испытаний является избавления от фрагментов пыжа, в который упаковывается птица, при столкновении с объектом испытаний. Пыж необходим для защиты птицы от ударов о ствол пушки в разгонном участке траектории. При его отсутствии возможно ее повреждения еще до выхода из дула пушки. Но после этого от пыжа необходимо избавиться, так как к исследуемому объекту должна лететь только птица. Поэтому после выхода из дула пыж ударяется об отбойник, который его тормозит, а птица продолжает свой полет уже самостоятельно. Но в этом случае происходит разрушение пыжа, что приводит к тому, что вместе с птицей к цели летят еще и его фрагменты. Для устранения этого до встречи с отбойником пыж сталкивается с системой ножей, призванной расколоть пыж и придать его фрагментам траектории, расходящиеся от траектории полета птицы. Эта задача была решена разработкой специализированной системы ножей и ее последующих испытаний, подтвердивших высокую эффективность данного подхода.

Еще одним вопросом при подобных испытаниях является время срабатывания пневматического клапана, осуществляющего подачу сжатого воздуха (газа) на пыж (посторонний предмет). Для реализации данной задачи

используется схема, при которой электромагнитный клапан открывает подачу сжатого воздуха на пневматический клапан, непосредственно подающий сжатый воздух (газ) на пыж (посторонний предмет) для достижения практически мгновенной выдачи всего объема воздуха (газа) в ствол пушки.

Измерение скорости полета постороннего предмета основано на последовательном прохождении предмета между парой датчиков, разнесенных между собой в пространстве. При прохождении предмета через первый датчик срабатывает триггер, который начинает отсчет импульсов высокой частоты (порядка 20 МГц), поступающих с прецизионного генератора. Прохождение через второй датчик вызывает окончание подсчета. Таким образом зная частоту, задаваемую с прецизионного генератора и количество импульсов можно получить длительность промежутка времени при последовательном прохождении предметом пары датчиков. Измерив заранее расстояние между датчиками прецизионным прибором можно получить скорость полета.

При этом существует сложноучитываемый фактор – срабатывание триггера производится лишь при первом срабатывании датчика, то есть последующие срабатывания не учитываются. Таким образом есть вероятность, что вместо измерения скорости полета заданного объекта, произойдет измерение скорости мусора (фрагментов пыжа) либо некорректное срабатывание системы, когда через первый и второй датчик пройдут разные объекты. Конечно, делается все возможное, чтобы минимизировать данную вероятность. Но тем не менее она не нулевая.

Скоростная видеозапись не позволяет осуществлять точное измерение скорости, так как нет формализованной привязки к отсечке времени старта и стопа и регламентируемых параметров стабильности, задаваемой на отсечку кадров, частоты.

Предлагается осуществлять запись всех меток времени при которых происходит срабатывание датчиков. А затем на основе сопоставления синхронизированных по времени скоростной видеозаписи и этих меток времени однозначно определить скорость и объект, которому она относится. Это позволит существенно увеличить точность и осуществить прецизионное измерение скорости множества объектов.

Программно-аппаратные решения, реализованные на стенде Т-15П, были успешно апробированы, после чего стенд Т-15П был введен в эксплуатацию и успешно аттестован. На новом стенде были проведены испытания защитной решетки вертолетного двигателя в интересах компании «Мотор Сич», лобового стекла поезда «Сапсан», лопаток двигателя ПД-14 для компании «Авиадвигатель», элементов корпуса и лопастей вертолета «Ми-38» в интересах компании «Вертолеты России», корпуса вертолета «Ансат» в интересах компании ПАО «Казанский вертолетный завод», остекления самолета «Т-50» в интересах

компании «Сухой», а также проведен ряд испытаний элементов корпуса «МС-21» для компании «Иркут».

Практические примеры использования стенда Т-15П подтвердили его способность осуществлять полный комплекс испытаний на столкновение элементов авиационной и др. техники с посторонними предметами, такими как град, лед, элементы шасси, элементы двигателя, птица, алюминиевые болванки и стеклянные бутылки на различных скоростях 20...270 м/с с возможностью увеличения диапазона в большую сторону по желанию заказчика. При этом стало возможным осуществлять скоростную видеозапись, регистрацию статических и динамических параметров систем, используя возможность термостатирования объектов испытания.

Геометрическое моделирование резервуарных объектов нефтяной промышленности

Яковлев Александр Юрьевич

В настоящее время нефтяная промышленность активно развивается, что влечет строительство новых и модернизацию существующих объектов на всех этапах добычи и переработки нефти.

В области проектирования резервуаров для хранения нефти и нефтехранилищ не предусмотрено специализированного программного обеспечения, которое бы упростило проектирование и создание моделей нефтяных резервуаров для проектировщиков.

Следовательно, для решения данной задачи необходимо узконаправленное программное обеспечение, которое не имеет аналогов. В связи с этим принято решение о его разработке и последующей реализации.

Таким образом, после реализации ПО для создания 3D-модели не требуется проектировщика, человека, который все будет моделировать вручную. Специалисту предметной области нужно будет ввести принципиально важные для него данные в ПО, и он получит полностью готовую 3D-модель.

Разработка интеллектуального планировщика для сапр струговых установок

*Костин Виталий Николаевич
Волкова Людмила Петровна*

Московский институт стали и сплавов (национальный исследовательский технологический университет) (НИТУ МИСИС)

Процесс проектирования струговых установок (СУ) в системе автоматизированного проектирования (САПР) представляет собой последовательное применение прикладных модулей для решения задачи проектирования. Данная последовательность определяется как входными данными, так и конечным результатом проектирования.

Последовательность модулей для реализации какого-либо проекта обычно называют «сценарием». Под «сценарием САПР» понимают объединение всех возможных сценариев проектов, которые можно выполнить с помощью данной САПР. При этом сценарий САПР можно представить в виде модельного графа.

При построении сети Петри для САПР СУ были приняты следующие допущения.

1. У каждого перехода одна выходная позиция. Это допущение вытекает из свойства модуля – каждый модуль может выполнять только одну функцию с определенным набором параметров, ее характеризующую.
2. Обозначения индексов переходов, моделирующих модули, для лучшего понимания алгоритма соответствуют обозначениям соответствующих модулей.
3. Номера позиций, моделирующих модели данных, состоят из двух цифр, первая цифра представляет номер перехода, для которого она является выходной, вторая цифра представляет номер перехода, для которого она является входной. Первая цифра – ноль показывает, что позиция должна иметь начальную маркировку, а ноль во второй цифре показывает, что это конечная позиция.

В соответствии с сетью Петри САПР СУ процесс проектирования можно представить выполнением сети Петри системы. При этом начальная маркировка определяется множеством входных моделей, которые заданы для проектирования. Процесс проектирования заканчивается при наличии хотя бы одной «фишки» в позициях, которые соответствуют выходным моделям проекта (понятие «фишка» используется для маркировки сети Петри). Тогда задача интеллектуального планировщика САПР СУ можно решить выполнением сети Петри системы.

Разработка Интеллектуального планировщика и включение его в САПР СУ позволит существенно упростить работу конструктора струговых установок.

Проектирование модели базы знаний экспертной системы по организации проектной деятельности школьников

Кожухов Артем Александрович

*Московский институт стали и сплавов (национальный
исследовательский технологический университет) (НИТУ МИСиС)*

С недавних пор проектная деятельность (ПД) является неотъемлемой частью школьного учебного процесса. Для организации ПД необходимо учитывать способности, личные предпочтения каждого учащегося, а также возможности школы в целом. Из-за неопытности школы в проведении ПД или же нежелания уделять этим пунктам должного

внимания, зачастую принимаются опрометчивые решения, что может повлечь за собой излишнюю нагрузку на руководителей проектов и несоответствие уровня проектов с уровнем способностей учащегося в ту или иную сторону.

В данном докладе рассматривается проектирование модели базы знаний экспертной системы по организации ПД школьников, которая на основе полученных ответов на вопросы сможет рекомендовать подходящий вариант ее проведения.

Применение графового анализа при проектировании программных продуктов

Зорин Иван Андреевич

*Московский институт стали и сплавов (национальный
исследовательский технологический университет) (НИТУ МИСИС)*

Проектирование объектно-ориентированной модели программного продукта в настоящий момент является наиболее творческой частью всего комплекса усилий по разработке программной системы. При этом, цена ошибки на этом этапе крайне высока, ибо именно в процессе построения архитектуры программного продукта закладывается набор ограничений и допущений, точек расширения и интеграции, благодаря или по вине которых впоследствии система может оказаться в достаточной степени гибкой или напротив косной и неприспособленной к изменениям.

Высокая степень ответственности системного архитектора диктует необходимость в разработке средств поддержки проектирования систем, которые бы взяли на себя не только рутинную работу (например, по превращению графической схемы классов в программный код), но и часть самой работы по проектированию. В идеале, СППР системного архитектора программных комплексов должна поддерживать полный цикл проектирования – от повышения удобства занесения требований к системе – до создания пользовательской документации на программный продукт.

Данная работа посвящена рассмотрению небольшой части проектирования системы, а именно – проектированию структуры классов программного продукта исходя из формализованного набора требований к нему.

Интегрально-эвристический подход к проектированию гибкой технологии угледобычи

Оганесян Армине Сейрановна

*Московский институт стали и сплавов (национальный
исследовательский технологический университет) (НИТУ МИСУС)*

На примере проектирования технологических систем угольных шахт описано новое научное направление исследований, заключающееся в создании и развитии методологии (системных методов, математических моделей и алгоритмов) комплексной оптимизации технологических процессов, технологических схем, режимов их работы и горнодобывающего оборудования на основе феноменологического подхода.

Данный подход базируется на интегрально-эвристическом принципе синтеза пространственно-планировочной топологии технологических схем, эвристическом принципе формирования режимов их работы, детерминированных моделях оптимальных процессов и выбора горнодобывающего оборудования, эвристико-эволюционном принципе оптимизации сложных систем. Для этого в состав системы расчетов должны входить программные комплексы, позволяющие решать следующие задачи:

- синтез пространственно-планировочной топологии (структуры) технологических схем;
- формирование технологических режимов работы основных технологических подсистем (очистные и подготовительные работы, вентиляция, транспорт-подъем, технологический комплекс поверхности и др.);
- расчет материальных и трудовых ресурсов;
- выбор оптимального горнодобывающего оборудования;
- расчет целевой функции (критерия оптимальности);
- технико-экономический анализ технологических схем;
- эвристико-эволюционная оптимизация пространственно-планировочной топологии, режимов работы и элементов горнодобывающего оборудования.

Исследование целесообразности разработки программы «сапр-электроснабжение»

Дьячков Иван Борисович

*Московский институт стали и сплавов (национальный
исследовательский технологический университет) (НИТУ МИСУС)*

Рассматривая специфику горного производства, горный инженер по специальности «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов» должен обладать знаниями, умениями и навыками проектировщика, электромонтажника и наладчика при

новом строительстве и техническом перевооружении действующего предприятия, а как специалист-эксплуатационник обеспечивать развитие систем электроснабжения и их безаварийную работу.

Нормальная производственная деятельность горного предприятия заключается в бесперебойной работе всех технологических подразделений. Одним из наиболее важных факторов бесперебойной работы является безотказность системы электроснабжения. Безотказность системы электроснабжения закладывается на стадии проектирования, и реализуется в процессе эксплуатации [1]. При проектировании необходимо разработать такую систему снабжения электрической энергией, которая обеспечит нормальную работу электроустановок не только в штатном, но и в послеаварийном режиме работы. Важнейший этап процесса проектирования должен включать в себя не только сбор и обработку исходных данных, но и получение данных от смежных отделов, занимающихся проектированием других инженерных систем (механические, сантехнические и др.).

На сегодняшний день методики, применяемые при проектировании систем снабжения электрической энергией [5,6], позволяют вести процесс проектирования вручную от технико-экономического обоснования до разработки рабочих чертежей. Ведение разработки в таком режиме увеличивает срок проектирования и соответственно реализацию проекта [1], что также не гарантирует отсутствие ошибок.

Для повышения точности расчетов и ускорения проектных работ требуется эргодическая система. Человеко-машинная система предусматривает перевод расчетной части проекта на автоматизированный способ проектирования, что позволит ускорить процесс проектирования и минимизировать возникновение ошибок при расчете параметров [4]. Создание эргодической системы проектирования целесообразно связано с необходимостью создания программного обеспечения и базы знаний, которые позволят вести процесс проектирования в автоматическом режиме, то есть создать систему автоматизированного проектирования системы электроснабжения.

При современном уровне развития техники, следствием усовершенствования расчета, будет обеспечение ускорения разработки системы электроснабжения горного предприятия при его проектировании. При разработке системы проектирования целесообразно рассмотреть возможность использования ее как обучающую программу для студентов, обучающихся по специальности «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов», а также обучающихся по смежным специальностям. Исходя из приведенного целесообразно создание программы, которая позволяла бы рассчитывать и наглядно показывать принципы расчета для проектирования систем электроснабжения, такие как выбор трансформаторов, воздушных линий, расчет токов короткого замыкания и т.д. Также необходимо учитывать возможность отсутствия или наличия на предприятии центральной понизительной подстанции необходимых для шахт рудников.

Автоматизация данного процесса позволяет сократить время расчета, повысить его точность и снизить вероятность ошибок.

Приведенное выше демонстрирует потребность в разработке, своевременность и необходимость выбранной темы для проработки в качестве дипломной работы.

Список литературы

1. *Плацанский Л.А.* Основы электроснабжения горных предприятий – М.:Издательство Московского Государственного Горного Университета, 2005 -499с.
2. *Плацанский Л.А.* Электроснабжение горного производства – М.: Московского Государственного Горного Университета, : 2013. – 299с
3. Горная энциклопедия – Режим доступа: <http://www.mining-enc.ru/e1/elektrosnabzheie-gornyx-predpriyatij/>
4. Школа для электрика– Режим доступа: <http://electricalschool.info/main/elsnabg/1536-avtomatizacija-sistem-upravlenija.html>
5. Библиотека гостей и нормативов– Режим доступа: http://ohranatruda.ru/ot_biblio//normativ/data_normativ/9/9258/index.php#i1671038
6. Знайтовар – Режим доступа: https://znaytovar.ru/gost/2/rtm_361832492_ukazaniya_po_ras.html
7. *Плацанский Л.А.* Основы моделирования и проектирования систем электроснабжения горных предприятий- М.: Издательство Московского Государственного Горного Университета: 1997. – 199с

Применение языка SWI-PROLOG в WEB-разработке

Карпович Елена Евгеньевна

Московский институт стали и сплавов (национальный исследовательский технологический университет) (НИТУ МИСис)

Язык логического программирования Prolog применялся для разработки экспертных систем и значительно упрощал трудоемкость их разработки. Новым применением языка Prolog стало Web-программирование [1]. Документы в WEB представляются в формате HTML. Язык HTML описывает документы в виде дерева с определенным набором элементов (тэгов), а SGML DTD (SGML – Standard Generalized Markup Language – стандартный обобщенный язык разметки; DOM – Document Type Declaration – объявление типа документа) налагает ограничения на то, как эти элементы могут быть вложены. Каждый узел иерархии имеет имя (имя элемента) – набор пар «имя-значение», известные как атрибут и контент соответственно, состоящий из элементов и текста (данных). Язык XML является аналогом SGML, но он более рациональный в использовании древовидной структуры данных, в нем возможно удаление многих редко используемых функций, встречающихся в SGML, для упрощения написания и чтения документа человеком. Первый SGML-анализатор для языка SWI-Prolog был создан Аньо Аньевверденом (Anjo Anjewierden) на основе SP-анализатора. Представление данных в языке Prolog в виде тер-

мов для древовидных структур SGML/XML сыграло аналогичную роль как DOM (от англ. Document Object Model – «объектная модель документа») – в объектно-ориентированном программировании.

SGML/ XML-анализатор в Prolog был реализован в виде библиотеки на языке программирования С, общий объем которой 11 835 строк. Наиболее естественно для Prolog – загрузка структур (+Src, -DOM, +Options), которые анализируются с помощью термов. Кроме того, SGML обеспечивает анализ, основанный на событиях анализатора, позволяющего совершать обратный вызов Prolog по событию SGML. Режим обратного вызова может иметь дело с неограниченным количеством документов в потоковом режиме. Его можно смешивать с режимом создания термов, когда обработчик событий вызывает анализатор для создания термина данных элементов. Эта функция используется для обработки больших файлов с повторяющимися записями в ограниченном объеме памяти. Документация по анализатору полностью доступна в сети Интернет по адресу [2].

Список литературы

1. *Огборн А.* Учебник – создание web-приложений на языке SWI-Prolog. <http://www.pathwayslms.com/swipltuts/html/>
2. SGML-анализатор SWI-Prolog. <http://www.swi-prolog.org/>

10. Нейросетевые и нейрокомпьютерные технологии – инструмент для получения новых научных знаний

Методы сжатия информационного пространства при прогнозировании в условиях неполноты информации

*Гусев Андрей Леонидович
Окунев Александр Анатольевич*

*Пермский государственный национальный
исследовательский университет (ПГНИУ)*

Решая задачу прогнозирования показателей по вектору определяющих показателей, исследователь исходит из того, что прогнозируемый показатель зависит от определяющих показателей. В рассматриваемом авторами классе задач анализируются значения показателей, представленные для нескольких объектов (территорий) и полученные в результате наблюдений в течение некоторого количества периодов времени. Аналогичные задачи решались в [1–5].

В докладе предлагается метод (модификации метода, приведенного в [4]), на первом этапе которого выполняется процедура сжатия информационного пространства. В результате выполнения процедуры исследователь получает усеченное (сжатое) множество наблюдений, на котором, благодаря меньшему разбросу значений показателей, можно построить приемлемую нейросетевую модель прогноза. Далее экстраполируя ошибки нейросети, можно построить прогноз для наблюдений, которые не попали в усеченное множество наблюдений. Такой метод успешно был использован в [3, 4] для прогнозирования показателей здоровья (показателей заболеваемости и показателей смертности) по территориям.

При применении этого метода исследователь может иметь дело с разными ситуациями. Например, если по значению какого-либо показателя наблюдение должно быть исключено, то исключается наблюдение целиком, даже тогда, когда значения других показателей данного наблюдения близки к средним значениям распределений. Или в случае, когда показатели имеют мультимодальное распределение, то могут быть удалены наблюдения со значениями показателей, которые являются модами распределений или близким к ним.

Исходя из этого, можно сформулировать различные модификации метода, каждая из которых в определенных условиях будет лучше остальных.

Пусть рассматриваемый набор данных состоит из M наблюдений. Каждое наблюдение состоит из прогнозируемого показателя y и неко-

того числа определяющих показателей. Пусть m – среднее значение какого-либо показателя, а σ – стандартное отклонение этого показателя, k – наперед заданный коэффициент.

Вариант 1. На каждом шаге сжатия исключаются из рассмотрения наблюдения, у которых хотя бы один показатель (прогнозируемый или определяющий) больше величины $m+k\sigma$ или меньше величины $m-k\sigma$.

Вариант 2. На каждом шаге сжатия исключаются из рассмотрения наблюдения, у которых хотя бы один определяющий показатель больше величины $m+k\sigma$ или меньше величины $m-k\sigma$.

Вариант 3. На каждом шаге сжатия исключаются из рассмотрения наблюдения, у которых прогнозируемый показатель больше величины $m+k\sigma$ или меньше величины $m-k\sigma$.

На данный момент сформулирован следующий критерий выбора метода сжатия. Для фиксированного значения k необходимо выполнить сжатие отдельно по определяющим показателям и по прогнозируемому показателю. Если полученные множества наблюдений пересекаются, отличаясь друг от друга не более, чем на 10 %, то рекомендуется сжимать сразу по всем показателям. Иначе следует выбрать вариант сжатия, у которого сжатое множество имеет большее количество наблюдений. Более четкие критерии выбора метода сжатия в настоящий момент являются предметом исследования авторов.

Список литературы

1. *Seung Min Lee, Roberts S.J. Multivariate Time Series Forecasting in Incomplete Environments. Technical Report PARG 08–03. University of Oxford: Oxford, Great Britain, 2008.*
2. *Tran V.G., Grieu S, Polit M. Time series and artificial neural networks for short-term electric consumptions forecast. Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, 2008.*
3. *Гусев А.Л. Непрерывный статистический контроль при управлении. Los Angeles (USA):Createspace, 2012.*
4. *Гусев А.Л. Нейронные сети и прогноз. Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века: сб. ст. по материалам Всероссийской научно-практической конференции (г. Пермь, 17–19 мая 2016 г.) / ПГНИУ. – Пермь, 2016. – С. 60–62.*
5. *Ясницкий Л.Н. Интеллектуальные системы. – М.: Лаборатория знаний, 2016. – 221 с.*

Метод экстраполяции ошибки нейросети при прогнозе

*Гусев Андрей Леонидович
Окунев Александр Анатольевич*

*Пермский государственный национальный
исследовательский университет (ПГНИУ)*

При решении задачи прогнозирования исследователь выдвигает гипотезу о том, что показатель y может быть спрогнозирован по вектору определяющих показателей. Однако обычно исследователь не может или не имеет возможности по различным причинам (например, показатель не измерялся и не фиксировался) учесть всех определяющих показателей, и часто даже не знает их количество. Такие ситуации возникают при попытке спрогнозировать показатели здоровья (показатели заболеваемости и показатели смертности) по показателям качества среды обитания на территориях. Аналогичные ситуации возникают при прогнозе экономических показателей по ресурсным показателям на предприятиях.

Общую задачу можно интерпретировать следующим образом. Прогнозируемый показатель y может быть спрогнозирован по известному определяющему вектору X и определяющему вектору Z , который является неизвестным. То есть вектор X и вектор Z несут информационную суть прогноза показателя y . В этом случае, можно оценить воздействие (то есть информационную суть прогноза) определяющего вектора Z на показатель y , как скалярного показателя z . Подобные задачи решались в [1–3].

Суть предлагаемого метода сводится к следующему. Все показатели фиксируются на протяжении T периодов по условным L территориям (объектам) с необходимым лагом. Таким образом, получается $M=T*L$ наблюдений. Из этого множества наблюдений по определенным правилам отбираются наблюдения (обычно, 10–30 % всех наблюдений) для которых можно спроектировать и построить нейронную сеть с достаточно простой структурой, которая будет иметь ошибку (погрешность) близкую к нулю.

Далее вычисляется ошибка для каждого из M наблюдений. Ошибка для каждого наблюдения является дополнительным скалярным показателем z (условным показателем, который отображает общее воздействие неучтенных в нейросети показателей, влияющих на прогнозируемый показатель). После этого необходимо рассчитать показатель z по каждой территории для прогнозируемого временного периода. В докладе приводится алгоритм экстраполяции z и получения z на прогнозируемый временной период по каждой территории. Теперь достаточно подставить значения вектора X для прогнозируемого временно-

го периода по территориям в построенную нейронную сеть и, получив псевдо прогноз по территориям с помощью нейросети по территориям, прибавить значения рассчитанного значения z для прогнозируемого временного периода по территориям. Эта сумма и будет значением прогнозируемого показателя по территориям.

В качестве примера использования этого метода из статистического справочника [4] был случайным образом выбран показатель «Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм». В справочнике содержатся только 5 показателей качества среды обитания: «Использование свежей воды», «Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты», «Улавливание загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников», «Объем оборотной и последовательно используемой воды» и «Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников». Все показатели анализировались за 10 лет (2005–2014 годы).

Ошибкой прогноза считаем среднюю ошибку по территориям, а ошибкой прогноза по территории – модуль разности между прогнозным и фактическим показателями заболеваемости по территории, разделенный на размах показателя заболеваемости (разницу между максимальным и минимальным значениями показателя заболеваемости за исследуемый период времени) и умноженный на 100 %.

На сжатом множестве из 58 наблюдений (около 10 % всех наблюдений) была построена нейросеть со следующими параметрами: 5 входов, 1 выход, 1 скрытый слой с 10 нейронами, на входах и скрытом слое в качестве активационной функции использовался гиперболический тангенс, для обучения нейросети применялся алгоритм упругого распространения. Результирующая средняя ошибка прогноза оказалась равной 1,42 %.

Список литературы

1. *Гусев А.Л.* Непрерывный статистический контроль при управлении. – Los Angeles (USA): Createspace, 2012. – 128 с.
2. *Гусев А.Л.* Нейронные сети и прогноз. Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века: сб. ст. по материалам Всероссийской научно-практической конференции (г. Пермь, 17–19 мая 2016 г.) / ПГНИУ. – Пермь, 2016. – С. 60–62.
3. *Ясницкий Л.Н.* Интеллектуальные системы. – М.: Лаборатория знаний, 2016. – 221 с.
4. Регионы России. Социально-экономические показатели 2015. Статистический сборник: Росстат. – М., 2015. – 1266 с.

Возможности выявления способности людей к художественной деятельности методами искусственного интеллекта

Овчинникова Екатерина Владимировна

*Пермский государственный национальный
исследовательский университет (ПГНИУ)*

В работе описана попытка создания математической модели, предназначенной для выявления способностей людей к художественной деятельности. В основе модели лежит нейронная сеть, обученная на социологических, астрологических и биографических данных некоторых выдающихся художников XV-XX веков. Исследование математической модели позволило оценить степень влияния используемых входных параметров и продемонстрировать их воздействие на способность некоторых известных художников к творческой деятельности.

Проблема выбора профессии рано или поздно встает перед всеми, кто задумывается о своем будущем. Часто этот выбор делают родители ребенка в раннем возрасте, пытаясь вырастить творческую личность, например, великого пианиста или великого художника. Однако иногда при этом не учитываются врожденные способности человека, его талант в определенной сфере, а ведь без этого важного компонента невозможно достигнуть вершин в своей деятельности. Поэтому необходимо как можно раньше определить наличие у человека каких-либо талантов, чтобы своевременно начать их развивать.

В последнее время при разработке методик выявления акмеологического потенциала человека помимо психологических тестов, основанных на экспертных знаниях, начинают применяться методы математического моделирования, в частности – нейронные сети. Так, в работе [1] методом нейросетевого моделирования предпринята попытка создания методики выявления способностей людей к научной деятельности, в [2] – к бизнесу, в [3] – к руководящей работе, в [4] сообщается о нейронной сети, которая позволяет прогнозировать степень успешности выпускника вуза, а также подбирать оптимальную траекторию обучения, способствующую достижению успеха.

Частным случаем проблемы определения акмеологического потенциала является выявление таланта к художественной деятельности. История знает немало примеров, когда данная стезя была выбрана ошибочно, и человек, считавший себя художником, не добивался успеха и вынужден был сменить сферу деятельности. Также были и случаи, когда талант был «зарыт в землю», не развивался в силу того, что его обладатель не до конца осознавал свое призвание – стать художником. Подобное происходит и по сей день, поэтому проблема является актуальной и требует разработки новых решений.

В данной статье рассматривается возможность определения предрасположенности человека к художественной деятельности с помощью нейронных сетей.

В результате анализа биографий известных художников было выбрано 17 входных параметров, которые являются общими для людей из разных эпох:

Сеть имеет один выход, принимающий значения 0 (если человек не имеет склонности к художественной деятельности) или 1 (если имеет).

Множество исходных данных состоит из структурированной информации о 92 художниках и 90 известных личностях, не обладавших талантом к написанию картин (бизнесменов, политиков, ученых и т.д.).

Проектирование, оптимизация, обучение, тестирование нейронной сети и эксперименты над нейросетевой математической моделью выполнялись с помощью нейропакета «Нейросимулятор 5.10» [5] по методике, сложившейся в Пермской научной школе искусственного интеллекта [6]. В результате была получена нейронная сеть, представляющая собой перцептрон с 17-ю входными нейронами, одним скрытым слоем с девятью нейронами и одним выходным нейроном.

Для проверки работы нейросетевой модели после ее успешного обучения было сформировано множество из 30 примеров, выбранных случайным образом из общего множества исходных данных. При тестировании было выявлено, что нейронная сеть выдает неверный результат в 7 из 30 случаев, что соответствует 23 %. Таким образом, нейронная сеть правильно определяет, способен ли человек к художественной деятельности в 77 % случаев.

Необходимо отметить, что данный результат был достигнут путем проведения неоднократных переобучений нейросети, и при новом обучении ошибка тестирования, скорее всего, возрастет. Таким образом, полученная модель не является стабильной, однако, нейронную сеть, обученную с погрешностью 23 %, можно использовать для исследования.

Для исследования полученной модели необходимо, в первую очередь, определить степень зависимости результата от входных параметров, то есть, значимость параметров. В процессе анализа было выявлено, что все выбранные параметры оказывают влияние на результат, поэтому нет необходимости исключать какие-то из них.

После определения значимых параметров можно исследовать зависимости результата от изменения параметров. Подобные зависимости можно получить с помощью фиксации одних входных параметров и постепенного изменения других. Для этого были взяты в качестве примеров одного художника (Валентин Серов) и одного бизнесмена, не обладающего такими способностями (Билл Гейтс).

Анализируя данные, полученные в ходе исследования, можно отметить ряд интересных результатов, полученных методом нейросетевого математического моделирования:

1. Билл Гейтс имел бы способности к художественной деятельности, если бы был женщиной или родился в семье рабочих, торговцев или среднего класса, а также если бы у него были в семье художники. Кроме того, предрасположенность к рисованию была бы выше, если бы он родился в деревне, а не в городе. В остальных случаях изменение параметров не привело к существенному изменению результата.
2. Валентин Серов не обладал бы склонностью к художественной деятельности, если бы родился в городе или в семье рабочих, торговцев или среднего класса. Изменение прочих параметров не оказало существенного влияния на результат.

Таким образом, в данной работе была построена нейросетевая модель для определения склонности человека к художественной деятельности, которая позволяет получить результат с достоверностью 77 %. Несмотря на ее нестабильную работу (изменение ошибки тестирования в зависимости от конкретного обучения), ее можно использовать для дальнейших разработок в данной области. В частности, возможны доработки данной модели путем расширения исходного множества данных или введения новых параметров, в том числе и психологических.

Список литературы

1. Ясницкий Л.Н., Байдин Д.Ю., Макурина Т.В., Черепанов Ф.М. Возможности выявления способности людей к научной деятельности методами искусственного интеллекта // Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века: сб. ст. по материалам Всерос. Научн.-прот. конф. (г.Пермь, 17–19 мая 2016 г.) / Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2016. С. 193–200.
2. Ясницкий Л.Н., Порошина А.М., Тавафиев А.Ф. Нейросетевые технологии как инструмент для прогнозирования успешности предпринимательской деятельности // Российское предпринимательство. – 2010. – № 4(2). – С. 8–13.
3. Ясницкий Л.Н., Михалева Ю.А., Черепанов Ф.М. Возможности методов искусственного интеллекта для выявления и использования новых знаний на примере задачи управления персоналом // International Journal of Unconventional Science. Журнал Формирующихся Направлений Науки. 2014. Вып. 6; URL: <http://www.unconv-science.org/n6/yasnitsky/>
4. Ясницкий Л.Н., Кузнецов А.Г., Селезнева С.М., Солохина А.Д., Тюлькина Д.В., Черепанов Ф.М. Применение нейросетевых технологий в изучении акмеологического потенциала студентов вуза // Вестник Пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. 2014. № 4. С. 120–126.
5. Черепанов Ф.М., Ясницкий Л.Н. Нейросимулятор 5.0. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014618208. Заявка Роспатент № 2014614649. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 12 августа 2014г.
6. Ясницкий Л.Н. Интеллектуальные системы. – М.: Лаборатория знаний, 2016. – 221 с.

Исследование зависимости продолжительности жизни населения в регионах России от доли русского населения

Борисенко Даниил Андреевич

Пермский государственный национальный исследовательский университет (ПГНИУ)

В работе рассматривается зависимость среднего показателя продолжительности жизни в регионе от доли русского населения в данном регионе. В качестве инструмента для выполнения данной работы были выбраны нейросетевые технологии.

В сегодняшние дни нейросетевые технологии стали общеизвестными не только в научных кругах. Они активно применяются в экономике и бизнесе, в медицине, в авионике, в связи, в ИТ-сфере, в автоматизации производства, в робототехнике, в политических и социологических технологиях, в системах безопасности и охранных системах, в геологоразведке и т.д. И одним из направлений примирения нейросетевых технологий является прогнозирование и выявление зависимостей [1,2].

Основная цель работы – определение зависимостей среднего показателя продолжительности жизни в регионах России с использованием аппарата искусственных нейронных сетей.

Для обучения и тестирования нейронной сети были использованы данные из Центральной базы статистических данных, сайта федеральной службы статистики, сайта налоговой службы и статьи финансового журнала [3–7], где были взяты данные по 80 регионам и городам России, в том числе Пермский край, г. Москва, Чукотский АО. Для каждого из данных регионов имеется статистическая информация с 2006 по 2014 (всего имеется 720 картежей).

Для прогнозирования среднего показателя жизни в регионе была спроектирована нейронная сеть в нейросимуляторе Nsim5.0 [8], которая содержит 91 входных нейронов:

- x_1 - x_{80} – идентификатор региона
- x_{81} – год, в котором зафиксированы показатели
- x_{82} – показатель реального валового регионального продукта на душу населения
- x_{83} – доля людей с высшим образованием в регионе
- x_{84} – разница между средней температурой зимой и летом
- x_{85} – натуральный логарифм от показателя налогов по экспорту минеральных ресурсов на душу населения
- x_{86} – натуральный логарифм от количества прерванных беременностей
- x_{87} – количество литров чистого спирта, выпитого за год
- x_{88} – доля русского населения
- x_{89} – показатель количества убийств в регионе на душу населения

- x_{90} – натуральный логарифм от количества белка, употребляемого в регионе на душу населения
- x_{91} – натуральный логарифм от количества населения

Затем экспериментальным путем подбирались различные варианты построения нейронной сети из условия обеспечения минимальной ошибки тестирования. В результате была получена нейронная сеть с алгоритмом обучения Упругого распространения, содержащая один скрытый слой с тремя нейронами. Данная сеть была обучена на множестве из 650 примеров и проверена на тестирующем множестве, не входящим в множество для обучения, состоящим из 60 примеров. При этом ошибка обучения составляет 1,418 %.

Далее с помощью функции автоматического построения нейронных сетей пакета IBM SPSS Statistics [9], были получены нейронные сети, также проводить прогноз среднего показателя продолжительности жизни в регионе. Наименьший процент ошибок (0,026 %) в полученных сетях имеет Многослойный перцептор с алгоритмом оптимизации «Метод масштабируемых сопряженных градиентов» с 91 входным нейроном, одним скрытым слоем, на котором находятся 3 нейрона.

Затем для прогнозирования с помощью спроектированных нейронных сетей была выбраны значения показателей за все годы (от 2006 до 2014) в Пермском крае, для каждого года была взята доля русского населения от 77,1086 % до 97,1086 % с шагом в 1 % (по данным доля русского населения в Пермском крае составляет 87,1086 %). В результате была получена зависимость: при виртуальном увеличении доли русского населения в Пермском крае 77,1086 % до 97,1086 % средний уровень жизни в регионе уменьшается, при условии, что все другие факторы не изменяются.

Далее аналогичная работа была проведена для города Москва: для прогнозирования взяты значения показателей за годы с 2006 по 2009, а доля населения от 81,6504 % до 100 % (по данным доля русского населения в Москве составляет 91,6504 %). Получили такую же закономерность: при виртуальном увеличении доли русского населения происходит уменьшение среднего показателя продолжительности жизни в регионе. Затем аналогичная работа была проведена для Чукотского АО: для прогнозирования взяты значения показателей за годы с 2006 по 2009, а доля населения от 42,4918 % до 62,4918 % (по данным доля русского населения в Чукотском АО составляет 52,4918 %). Получили такую же закономерность: при виртуальном увеличении доли русского населения происходит уменьшение среднего показателя продолжительности жизни в регионе.

Результаты, полученные при прогнозировании с помощью программы нейросимулятор 5.0 соотносятся с результатами прогноза, полученные с помощью программы «IBM SPSS Statistics», характер выявленной зависимости принципиально не изменился.

Таким образом, при прогнозировании среднего показателя продолжительности жизни в Пермском крае, Москве и в Чукотском АО при помощи нейросетей, построенных с использованием программ Нейросимулятор 5.0 и «IBM SPSS Statistics», имеем, что в большинстве случаев показатель уменьшается при виртуальном увеличении доли русского населения при условии, что все остальные показатели, такие как валовые региональный продукт, численность населения, количество употребления белка на душу населения, количество абортотв на душу населения и прочее останутся неизменными.

Список литературы

1. Ясницкий Л.Н. Интеллектуальные системы. – М.: Лаборатория знаний, 2016. – 221 с.
2. Ежов А.А., Шумский С.А. Нейрокомпьютинг и его применение в экономике и бизнесе. М.: МИФИ, 1998. – 224с.
3. Центральная база статистических данных. Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа: <http://cbsd.gks.ru>.
4. Демографический ежегодник России. Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1137674209312.
5. Регионы России. Социально-экономические показатели. Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156.
6. Статистика и аналитика. Федеральная налоговая служба. Режим доступа: https://www.nalog.ru/rn77/related_activities/statistics_and_analytics.
7. Авксентьев Н.А., Байдин В.М., Зарубина О.А., Сисюгина Н.Н. Частные расходы на здравоохранение в регионах России: факторы и последствия. // Финансовый журнал. Научно-практическое издание. № 6 (34) ноябрь-декабрь 2016; Научно-исследовательский финансовый институт.
8. Черепанов Ф.М., Ясницкий Л.Н. Нейросимулятор 5.0. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014618208. Заявка Роспатент № 2014614649. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 12 августа 2014 г.
9. Корпорация IBM. IBM SPSS Statistics, Free trial version 23. Режим доступа: <https://www.ibm.com/us-en/marketplace/statistical-analysis-and-reporting/purchase>.

Разработка алгоритмов обнаружения и классификации многословных научных терминов на основе искусственных нейронных сетей

*Бахтин Вадим Вячеславович
Суворова Валерия Александровна*

*Пермский государственный национальный
исследовательский университет (ПГНИУ)*

В работе описывается метод интеллектуального анализа текста, который позволяет находить в научных текстах новые термины из нескольких слов и классифицировать их в соответствии с системой заданных классов, именуемых в данной работе полями.

Данный метод может быть использован для автоматизированного пополнения словарей и упрощения анализа текстов учеными-лингвистами. Описанная в работе реализация метода позволяет анализировать тесты на русском и английском языке.

Основная цель работы – разработка алгоритмов обнаружения и классификации многословных терминов для заранее определенной предметной области, который использует аппарат нейронных сетей для отнесения терминов к заданным классам.

Основные задачи, вытекающие из поставленной цели:

1. Разработка алгоритма идентификации одно-, двух-, трехсловных терминов в научных текстах с использованием базы терминологии конкретной предметной области.
2. Разработка алгоритма классификации полученных терминов с использованием элементов искусственного интеллекта при наличии существующей системы классов данной области.

В описанном исследовании использовалась база терминов информационной системы «Семограф» [1]. Для создания реализации метода была выбрана предметная область компьютерная вирусология. База терминов получена из проекта «Graph Semantic Modelling of Computer Virology Terminology».

Рассмотрим алгоритм автоматической идентификации терминов. Алгоритм автоматической идентификации терминов получает на вход текст для анализа, а также список терминов LT (list of terms), импортированных из БД (ИС «Семограф»). Алгоритм состоит из следующих шагов:

1. Идентифицируются отдельные слова, отбрасываются разделители, определяются координаты этого слова (номер абзаца, номер слова в абзаце).
2. Определяется основа каждого слова путем отбрасывания приставок, суффиксов и окончаний (использовался свободно распространяемый Snowball Stemmer).
3. Каждое слово сохраняется в бинарное дерево поиска, элементы которого имеют следующий вид:

- a. Основа слова.
 - b. Список слов с данной основой (список содержит само слово и его координаты в тексте).
 - c. Логическая переменная flag, которая показывает, является ли данная основа термином (инициализирована в «false»).
4. Запускается поиск терминов из списка LT по созданному дереву, если основа термина найдена в дереве, то переменная flag этого элемента принимает значение «true».
 5. Строится список ST (sorted terms), в котором слова располагаются в порядке, соответствующем их порядку в тексте. Для его построения просматриваются все элементы дерева, если flag равна «true», то все термины из списка данного элемента перезаписываются в ST в соответствии с их координатами.
 6. Создается список NT (new terms), в который будут заноситься новые термины, составленные из нескольких слов. В нем также будет храниться длина нового термина (количество слов) и его тип (категория, к которой термин будет отнесен на этапе категоризации).
 7. Просматриваются пары (тройки) слов, уже являющиеся односложными терминами, и в случае, если они стоят друг за другом (последовательные номера в абзаце) и одном абзаце (совпадают номера абзаца), данная пара (тройка) слов считается термином, она добавляется в список NT.

Перейдем к рассмотрению автоматической классификации терминов с использованием нейросетевых технологий.

Для осуществления категоризации терминов применяется технология нейронной сети, а именно, видоизмененный перцептрон Розенблатта, нейронная сеть, созданная на основе математического нейрона МакКаллока-Питтса[2]. При категоризации терминов, состоящих из двух и трех слов, в качестве входных данных выступают идентификаторы полей и весовые коэффициенты соответствующих полей. Каждая основа слова из базы ИС «Семограф» уже отнесена к определенному полю, изначальный весовой коэффициент каждого поля равен 0. На основании этих данных нейронная сеть определяет поле и передает на выход его идентификатор.

Для категоризации двухсловных терминов используется сеть из одного слоя, который получает весовые коэффициенты каждого слова словосочетания (весовые коэффициенты соответствуют полям), и использует сигмоиду SG в качестве функции возбуждения.

Нейрон переходит в возбужденное состояние при одновременном выполнении следующих условий:

1. $W1 \geq W2$
2. $1/(\exp(-(w1+w2))+1) > 1/2$

В этом случае термин получает номер поля первого слова, иначе – второго.

Для категоризации трехсловных терминов используется двухслойная сеть, на вход первому слою подаются те же данные, что и для двухсложного, первый слой по такому же алгоритму определяет номера полей для пар слов $\{1,2\}$, $\{1,3\}$, $\{2,3\}$. После этого подключается второй слой нейросети, получающий на вход результаты категоризации выше-названных пар. Функцией возбуждения будет функция выбора максимума М. Ей на вход подаются поля, определенные для трех пар, определяется вес каждого из полей, поле с максимальным весом передается как выходные данные, это поле становится полем всего термина.

Рассмотрим непосредственно алгоритм автоматической категоризации терминов (работает совместно с пунктами 7–8 идентификации терминов):

1. При добавлении терминов, состоящих из двух слов, в список NT (п.7 алгоритма идентификации), запускается определение типа сложного термина с помощью нейронной сети. Она работает следующим образом: в нейронную сеть передаются типы двух исходных терминов, сравниваются весовые коэффициенты синапсов для каждого из слов пары, эти весовые коэффициенты для каждой пары типов хранятся в базе данных. Типом словосочетания из двух слов признается тип того термина, весовой коэффициент которого больше. Этот тип записывается в качестве типа конечного термина.
2. При добавлении терминов, состоящих из трех слов, в список NT (п.7 алгоритма идентификации), попарно запускается алгоритм, описанный в п. 1, для каждой пары слов из тройки ($\{1,2\}$; $\{1,3\}$; $\{2,3\}$). После, нейрон второго слоя выбирает поле с максимальным весом, его тип и присваивается всему термину.

При обучении нейронной сети применяется метод поощрения/наказания: сравнивается результат системы и результат, полученный от пользователя, если совпали – изменений не производится, иначе – верное поле получает увеличение веса, а неверное – уменьшение ($\pm 0,1$).

Алгоритмы помогают организовать процесс машинного обучения с заданными классами, то есть интеллектуальный анализ текста выполняется на основе контрольного образца, представляющего собой коллекцию категоризированных элементов (терминов). Термин может быть представлен отдельным словом или конструкцией, включающей одно или несколько слов или символов. Каждому элементу коллекции присвоена категория. Работа программы заключается в идентификации и категоризации уже известных или новых терминов, в состав которых входят леммы (основы, неизменные части) терминов, включенных в коллекцию. Программа определяет одно-, двух- и трехсловные термины.

Список литературы

1. ИС «Semograf» [Электронный ресурс] URL: <http://semograph.com/> (дата обращения: 11.01.2017)
2. Ясницкий Л.Н. Введение в искусственный интеллект. Учеб. пособие для ВУЗов. – М.: Изд. центр «Академия», 2005. –176 с.

Опыт разработки и исследования модели обнаружения сетевых атак на основе искусственных нейронных сетей

Суворова Валерия Александровна

*Пермский государственный национальный
исследовательский университет (ПГНИУ)*

В работе предлагается построение нейросетевой модели обнаружения вторжений на основе анализа сетевого трафика. В дальнейшем данная модель может быть применена в качестве одного из элементов многоуровневой системы защиты от вторжений наряду со стандартными методами.

Системы обнаружения компьютерных атак являются важными элементами системы безопасности компьютерных корпоративных сетей [1], разработка новых методов обнаружения вторжений, позволяющих повысить уровень защищенности компьютерных систем, является востребованной и актуальной.

Основная цель работы – разработка модели обнаружения и классификации атак, обладающая способностью адаптации к изменениям поведения вычислительной сети, основанная на использовании аппарата искусственных нейронных сетей [2].

Для обучения и тестирования нейронной сети были использованы данные из общедоступной базы KDD Cup 1999 Data [3], содержащей сведения о легальных сетевых соединениях и 22 видах атак, где для каждой записи имеется 41 параметр (продолжительность соединения, тип протокола число переданных байт, флаг и т.д.).

Чтобы проверить возможность использования нейронных сетей для обнаружения сетевых атак, в нейросимуляторе Nsim5.0 [4] была спроектирована нейронная сеть, способная отличать нормальные соединения от подозрительных, без определения вида атаки. Полученная сеть содержит 41 входной нейрон и один выходной, который принимает значения 1 и 2 (1 – легальное соединение, 2 – атака). Затем экспериментальным путем подбирались различные варианты построения нейронной сети из условия обеспечения минимальной ошибки тестирования. В результате была получена конкретная нейронная сеть MLP 41–7-1, способная обнаруживать факт наличия атаки с высокой вероятностью (ошибка обучения и тестирования сети составила 0 % на обучающем и тестирующем множестве соответственно). Данная сеть была проверена на множестве из 1000 примеров, которые не входили в обучающее и тестовое множества, при этом ошибка проверки составила примерно 0,6 %, следовательно, нейронные сети способны успешно решать задачу идентификации компьютерных атак.

Далее с помощью функции автоматического построения нейронных сетей (ANS) пакета Statistica [5], были получены нейронные сети, спо-

собные не просто выявлять атаку в соединении, но и определять ее вид. Полученные нейронные сети были построены на входном множестве мощностью 50 000 записей, которое разбивается на обучающее, тестовое и проверочное в соотношении 70 %:15 %:15 %.

В результате автоматического перебора с помощью функции ANS были получены 5 наилучших вариантов построения нейронных сетей. Каждая из них позволяет с высокой точностью определить вид атаки – ошибка обучения не превышает 0,15 %, ошибка тестирования не более 0,18 % и ошибка проверки не превышает 0,16 %.

Для уменьшения нагрузки на нейронную сеть и снижения вычислительных затрат следует устранить избыточность входных данных, сократив множество входных нейронов. Для этого можно выявить группы линейно-зависимых признаков соединения и избавиться от наличия линейных зависимостей. Результаты определения коэффициента линейной корреляции позволили определить группы линейно зависимых параметров. В дальнейшем при построении нейронной сети с сокращенным набором параметров из каждой группы линейно-зависимых признаков был оставлен только один.

Далее были определены наименее значимые признаки для сетей с полным набором параметров с помощью встроенных инструментов Neural Networks пакета STATISTICA. Было вычислено среднее значение значимости для каждого признака по пяти нейронным сетям с полным набором параметров. Были выявлены 10 признаков с наименьшей средней значимостью, которые являются наименее информативными при вычислении результата. И в дальнейшем при построении нейронных сетей с сокращенным числом параметров, они были исключены из входного множества.

Полученные результаты позволили сократить множество входных нейронов с 41 до 21 и построить нейронные сети с сокращенным набором параметров. В качестве входного множества использовались те же данные, что и для построения нейросетей с полным входным множеством, т.е. объем входных данных составил 50 000 записей о соединениях.

Несмотря на то, что входное множество параметров было сокращено, полученные нейронные сети обладают высокой способностью распознавания и классификации атак: ошибка проверки для каждого из 5 случаев не превышает 0,23 %, что незначительно выше ошибки проверки для сетей с полным набором параметров.

Наилучшими характеристиками обладает сеть MLP 98–6–23: ошибка обучения составила 0,17 %, ошибка тестирования – 0,24 %, ошибка проверки – 0,17 %. Поэтому далее было выполнено сравнение данной модели с аналогичными нейронными сетями, решающими задачу распознавания атак, описанными в работах [6], [7], [8].

Нейронная сеть, описанная в [6] использует всего 9 входных параметров и позволяет определить только факт наличия атаки без определения типа атаки с вероятностью 93 %.

Нейросетевая модель, предложенная в работе [7] также не идентифицирует тип атаки, а определяет ее вероятность, используя 38 числовых входных параметров. При этом данная сеть имеет большую ошибку первого рода ($7,5 \pm 3,9\%$ и малую ошибку второго рода $0,035 \pm 0,030\%$). То есть данная сеть распознает атаки с достаточно высокой вероятностью, но имеет недостатки в распознавании сетевого трафика без каких-либо угроз.

В работе [8] представлены различные варианты построения нейронной сети (сеть прямого распространения, сеть Кохонена) и для каждой из сетей выведена точность определения конкретного типа атаки, которая составляет от 73 % до 99,99 %. Однако модель требует 41 входной параметр.

Результаты сравнения полученной модели с другими нейросетями показывают эффективность разработанной нейронной сети и сравнительно высокую точность определения вида атак.

Таким образом, в ходе выполненной работы были построены нейросетевые математические модели с полным и сокращенным набором входных параметров, проведен анализ их характеристик, выявлены наиболее значимые параметры, оказывающие наибольшее влияние на точность определения и классификации атак. В результате была получена оптимальная модель нейронной сети MLP 98–6–23, использующая 21 входной параметр, способная определять тип атаки с вероятностью 99,83 % (на проверочном множестве мощностью 7500 записей). В дальнейшем на основе полученной модели предполагается разработка системы обнаружения атак, которая может быть использована в составе различных программных комплексов для повышения уровня сетевой безопасности.

Список литературы

1. *Шаньгин В.Ф.* Информационная безопасность компьютерных систем и сетей; учеб. пособие. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2011. – 416 с.
2. *Ясницкий Л.Н.* Интеллектуальные системы. – М.: Лаборатория знаний, 2016. – 221 с.
3. KDD Cup 1999 Data [Электронный ресурс] URL: <http://kdd.ics.uci.edu/databases/kddcup99> (дата обращения: 3.01.2017)
4. *Черепанов Ф.М., Ясницкий Л.Н.* Нейросимулятор 5.0. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014618208. Заявка Роспатент № 2014614649. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 12 августа 2014 г.
5. *Боровиков В.П.* Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks: Методология и технологии современного анализа данных. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия – Телеком, 2008. – 392 с.
6. *Мустафаев А.Г.* Нейросетевая система обнаружения компьютерных атак на основе анализа сетевого трафика // Вопросы безопасности. – 2016. – № 2. [Электронный ресурс] URL: http://e-notabene.ru/nb/article_18834.html (дата обращения: 3.01.2017)
7. *Жигулин П.В., Мальцев А.В., Мельников М.А., Подворчан Д.Э.* Анализ сетевого трафика на основе нейронных сетей // Электронные средства и системы управления № 2, 2013 – с.44–48.

8. Емельянова Ю.Г., Талалаев А.А., Тищенко И.П., Фраленко В.П. Нейросетевая технология обнаружения сетевых атак на информационные ресурсы // Программные системы: Теория и приложения № 3(7), 2011 – С. 3–15.

Разработка и исследование нейросетевых моделей массовой оценки и прогнозирования рыночной стоимости объектов жилой недвижимости

Алексеев Александр Олегович

Харитонов Валерий Алексеевич

*Пермский национальный исследовательский
политехнический университет*

Ясницкий Виталий Леонидович

ООО «ВМВ» (г.Екатеринбург)

Высокая актуальность создания универсального инструмента, позволяющего проводить рыночную оценку объектов недвижимости с различными характеристиками с высокой степенью точности, обусловлена проводимой налоговой реформой в России. С 1 января 2017 года, в соответствии с действующим федеральным законом, для расчета налога на имущество физических лиц используется кадастровая стоимость принадлежащих физическим лицам объектов недвижимости [1]. Закон закрепляет принципы, согласно которых налоговой базой является кадастровая стоимость принадлежащих физическим лицам объектов недвижимости, которая, в свою очередь, определяется на основе рыночной информации, связанной с экономическими характеристиками использования объекта недвижимости. При этом, до 2020 года, исчисление налога от кадастровой стоимости объекта недвижимости, должно быть внедрено на территории всей Российской Федерации.

В настоящее время существует ряд экономико-математических моделей, предназначенных для массовой оценки объектов недвижимости, учитывающих их строительно-эксплуатационные характеристики, но не учитывающих меняющуюся макроэкономическую ситуацию в регионе, стране и мире. Недостатком таких статических моделей является их быстрое устаревание, необходимость постоянной актуализации и непригодность для среднесрочного прогнозирования. С другой стороны, существуют динамические модели, учитывающие текущее макроэкономическое состояние, однако предназначенные для прогнозирования и исследования общей ценовой ситуации на рынке недвижимости, но не для массовой оценки стоимости объектов недвижимости с их разнообразием строительно-эксплуатационных характеристик. В настоящей работе развивается предложенный в [2] подход к созданию комплексных моделей, обладающих свойствами указанных статических и динамических моделей.

Оптимальная структура спроектированной в пакете Statistica Neural Networks (компания StatSoft) нейронной сети представляла собой перцептрон, имеющий 14 входных нейронов, один скрытый слой с 12 нейронами и один выходной нейрон. В качестве активационных функций использовались функции гиперболического тангенса. Источником входящей информации были сетевые ресурсы агентств недвижимости, предоставляющих информации о продаже вторичной жилой недвижимости на территории г.Перми и Екатеринбурга. В результате анализа были выбраны 14 ключевых параметров объектов жилой недвижимости, представляющих как количественные, так и качественные показатели, наилучшим образом характеризующие объекты исследования. Выходная переменная является численной и соответствует предполагаемой цене объекта недвижимости в российских рублях.

После оптимизации и обучения нейронной сети ее прогностические свойства проверялись на примерах тестирующего множества, которые в процессе обучения не участвовали. Средняя относительная ошибка тестирования нейронной сети, в том числе, определенная по методике многократной перекрестной проверки, не превысила 6 %.

Исследование полученных моделей региональных рынков жилой недвижимости позволило выявить ключевые ценообразующие факторы, формирующие рыночную стоимость различных типов жилых объектов.

Также исследованы экономические зависимости: зависимость удельной стоимости квадратного метра жилых объектов от объема ипотечного кредитования, зависимость удельной стоимости в зависимости от объемов возводимого жилья на территории региона. С помощью полученных моделей рассчитаны и оценены ряд показателей: предельный эффект и коэффициент эластичности. Данный анализ позволил выявить ряд особенностей для регионов, в частности, прогнозируемое значительное падение цен на однокомнатные квартиры Екатеринбурга в случае увеличения темпов жилищного строительства при практически полном отсутствии аналогичного эффекта на пермском рынке недвижимости, и последствия увеличения объемов ипотечного кредитования, по-разному проявляющихся в Екатеринбурге и в Перми.

Дальнейшим этапом исследования планируется создание программной системы, пригодной для использования на всей территории Российской Федерации, что является особенно актуальным при реализации органами власти налоговой реформы и переходе на кадастровый расчет налога на имущество физических лиц всех объектов жилой недвижимости.

Список литературы

1. Федеральный закон «О государственной кадастровой оценке» от 03.07.2016 N 237-ФЗ.
2. Ясницкий Л.Н., Ясницкий В.Л. Методика создания комплексной экономико-математической модели массовой оценки стоимости

объектов недвижимости на примере квартирного рынка города Перми // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2016. № 2(29). С. 54–69. doi: 10.17072/1994–9960–2016–2–54–69

Оценки адекватности нейросетевых моделей в алгоритмах предпроцессорной обработки при администрировании доходов бюджетов

Бирюков Александр Николаевич

*Башкирский государственный университет (БГУ),
Стерлитамакский филиал*

Объектом рассмотрения настоящей работы является весьма глубокое проникновение требований эффективного обучения нейросетей в алгоритмы предпроцессорной обработки. Разработан метод оценки адекватности нейросетевых моделей в отсутствии каких-либо априорных сведений о законе распределения шумов в данных. Данный метод позволил взаимосвязано управлять качеством предпроцессорной обработки финансовых данных и качеством их аппроксимации в нейросети для бюджетных органов.

В статье рассматривается класс задач бюджетного администрирования, для которого зашумление данных достаточно большое, поэтому необходимость регуляризации задач восстановления гиперповерхности – необходимая предпосылка эффективности гибридных моделей. В частности, указывается, что игнорировать некорректность постановки задачи нельзя. Для ее преодоления имеются два пути:

1. введение обратной задачи в класс корректных (условно корректных по Тихонову) путем привлечения дополнительной информации об искомом решении;
2. управление классическими алгоритмами решения некорректно поставленных задач.

Оба пути основаны на достижениях главным образом отечественных ученых. Существующие регуляризирующие алгоритмы используют исходную базу данных как некоторую внешнюю неизменную «данность».

Автором статьи предложен системный подход к проблеме обеспечения устойчивости нейросетевого отображения при восстановлении гиперповерхности с сильным зашумлением данных на основе теории регуляризации по А.Н.Тихонову, а также байесовского подхода. Суть этого метода состоит в том, что для обеспечения состоятельности алгоритма регуляризации обратной задачи по А.Н.Тихонову база исходных данных не используется как некоторая «застывшая» категория, а подвергается предобработке (структурированию) с использованием общесистемных законов кибернетики (закона энтропийного равновесия открытой системы, неполного подавления дисфункций структуриро-

ванной системы, резервирования). Суть предполагаемого подхода детализирована и реализована в практической концепции «регуляризации» в данном исследовании с помощью операций алгоритма при построении нейросетевой модели.

Способ настройки чувствительности к ошибкам первого и второго рода для алгоритмов обучения нейронных сетей¹⁵

Черепанов Федор Михайлович

*Пермский государственный
гуманитарно-педагогический университет*

В математической статистике существуют понятия ошибок первого рода и ошибок второго рода, которые обозначают случай ошибочного принятия положительного решения, при необходимости принятия отрицательного, и наоборот, принятия отрицательного решения при необходимости принятия положительного. Кроме статистики эти понятия используются и в других областях, когда речь идет о принятии «бинарного» решения на основе некоего критерия, который с некоторой вероятностью может давать ложный результат [3].

В классической теории нейронных сетей критерий оптимизации построен на минимизации среднеквадратичной ошибки, таким образом, ошибки первого и второго рода учитываются в равной степени [4, 5]. В общем случае это является оправданным подходом, однако существуют области, где значение ошибок разного рода имеет неравнозначную важность. Хороший пример такого случая приведен в работе А.И.Галушкина [1]: В случае применения системы обнаружения мин с помощью геолокатора при ошибочном отнесении камня к mine равнозначно некоторой небольшой потере времени пользователем геолокатора. Потери же, связанные с ошибочным отнесением мины к классу камней связаны с жизнью сапера. Другим примером области, где ошибки второго рода крайне нежелательны является задача постановки медицинского диагноза, т.к. в этом случае они дают ложное убеждение, что заболевание отсутствует, в то время как в действительности оно есть.

В теории вероятностей в таких случаях применяют критерий Неймана-Пирсона, в соответствии с которым вероятность ошибки второго рода должна быть минимальной, а вероятность ошибки первого рода не должна превосходить некоторой заданной величины [3]. В настоящей работе предпринята попытка применить подобную классификацию ошибок к задаче дифференциального диагностирования заболеваний. Это позволило разработать процедуру обучения нейронной сети

¹⁵ Работа выполняется при поддержке гранта РФФИ 16–01–00164.

с критерием оптимизации, сходным с критерием Неймана-Пирсона. Вообще же, идея модификации самих алгоритмов обучения нейронных сетей, позволяющая учитывать специфические особенности моделируемой предметной области, в частности – медицины, по-видимому, впервые была высказана и реализована в работе [2].

Определим некоторую функцию нелинейного масштабирования, через которую будем применять для преобразования значения функции потерь (ошибки) нейросети в процессе ее обучения, таким образом, чтобы она усиливала или ослабляла ошибки первого или второго рода, получаемые при обучении сети, в соответствии с заданными коэффициентами α и β . Пример такой функции можно найти в работе [6].

Применяя эту конструкцию в алгоритмах обучения нейронных сетей с учителем при вычислении значений ошибок, которые используются для нахождения приращений весовых коэффициентов можно управлять приоритетом оптимизации по ошибке первого или второго рода, соответственно: установим критерий оптимизации сети – минимизация случаев выставления нейронной сетью диагноза с меньшим уровнем тяжести, чем есть на самом деле, при фиксированном уровне противоположных ошибок. При этом процедура настройки алгоритма обучения будет выглядеть следующим образом: варьируя значение параметра α в некоторой окрестности 1, на каждом шаге обучаем нейронную сеть, вычисляя процент ошибок первого и второго рода на тестовом множестве, выбираем такое значение параметра α , при котором достигается минимум ошибки второго рода, при уровне ошибки первого рода не превосходящим заданную величину, например, 7 %.

Если дать интерпретацию нейронной сети, обученной с по данному критерию, с точки зрения проблемы дифференциальной медицинской диагностики получим следующие результаты: при наличии противоречивых данных о степени тяжести заболевания, при схожих диагностических данных и отсутствии другой информации, предпочтение отдается диагнозу с большим уровнем тяжести, или положительному результату наличия заболевания при бинарных значениях выхода. Это уменьшает количество диагнозов с заниженной степенью тяжести заболевания, выдаваемых нейронной сетью, но сопровождается некоторым количеством увеличения неверно выдаваемых диагнозов с завышенной предполагаемой тяжестью заболевания, однако не выше предела в 7 %, заданного в критерии ограничения.

Предлагаемый способ настройки чувствительности к ошибкам первого и второго родов планируется применить в системе диагностики и прогнозирования развития сердечно-сосудистых заболеваний [7, 8], в частности – для выявления новых медицинских знаний.

Список литературы

1. *Галушкин А.И.* О методах настройки многослойных нейронных сетей // XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014 (г. Москва, 16–19 июня 2014 г.). – М., 2014. – С. 3936–3947.
2. *Галушкин А.И., Зак Л.С., Тюхов Б.П.* К сравнению критериев оптимизации адаптивных систем распознавания образов // Кибернетика. 1970. № 6. – С. 122–130.
3. *Ивановский Р.И.* Теория вероятностей и математическая статистика. Основы, прикладные аспекты с примерами и задачами в среде Mathcad. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 528 стр.
4. *Ясницкий Л.Н.* Введение в искусственный интеллект. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. 176 с.
5. *Haykin, S.* Neural networks: A comprehensive foundation (2nd ed.). New Jersey: Prentice Hall International, Inc. 1999. 1103 p.
6. *Черепанов Ф.М.* Способ настройки чувствительности к ошибкам первого и второго рода для алгоритмов обучения нейронных сетей // Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века: сб. ст. по материалам Всерос. науч.-практ. конф. (г. Пермь, 17–19 мая 2016 г.) / Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – Пермь, 2016. – С. 187–191.
7. *Yasnitsky L.N., Dumler A.A., Poleshchuk A.N., Bogdanov C.V., Cherepanov F.M.* Artificial Neural Networks for Obtaining New Medical Knowledge: Diagnostics and Prediction of Cardiovascular Disease Progression // Biology and Medicine (Aligarh). 2015. 7(2): BM-095–15, 8 pages. ([http://www.biomedonline.com/Articles/Vol7_2_2015/BM-095–15_Artificial-Neural-Networks-for-Obtaining-New-Medical-Knowledge-Diagnostics-and-Prediction-of-Cardiovascular-Disease-Progr.pdf](http://www.biomedonline.com/Articles/Vol7_2_2015/BM-095-15_Artificial-Neural-Networks-for-Obtaining-New-Medical-Knowledge-Diagnostics-and-Prediction-of-Cardiovascular-Disease-Progr.pdf)).
8. *Yasnitsky L.N., Dumler A.A., Bogdanov K.V., Poleschuk A.N., Cherepanov F.M., Makurina T.V., Chugaynov S.V.* Diagnosis and Prognosis of Cardiovascular Diseases on the Basis of Neural Networks // Biomedical Engineering. 2013. Vol. 47. No 3. Pp. 160–163. DOI: 10.1007/s10527–013–9359–0.

Гибридная нейро-экспертная система моделирования диагностики и развития сердечно-сосудистых заболеваний¹⁶

Ясницкий Леонид Нахимович

*Пермский государственный национальный
исследовательский университет (ПГНИУ)*

Черепанов Федор Михайлович

*Пермский государственный
гуманитарно-педагогический университет*

В настоящее время наблюдается лавинообразный рост публикаций, посвященных применению нейронных сетей в медицине. Помимо термина «диагностика» иногда используется термин «прогноз», понимаемый,

¹⁶ Работа выполняется при поддержке гранта РФФИ 16–01–00164.

однако только в узком смысле этого слова – как «исход заболевания», (тот же диагноз), а не процесс, развивающийся во времени. Публикуются солидные обзоры, посвященные перечислению успехов, анализу возможностей и перспектив применения нейросетевых систем в медицине. Однако эти системы, хотя и показывают неплохие результаты диагностики заболеваний, однако они не пригодны для прогнозирования развития заболеваний на длительные периоды времени, а значит и не годятся для оптимизации схем лечения больных. В связи с этим в них не упоминается о возможностях решения чрезвычайно важной для медицинской практики задачи – моделирования развития заболеваний с целью оптимизации прогнозов путем варьирования входных параметров, т.е. – для подбора оптимальных параметров профилактики и лечения заболеваний.

Ранее в [1, 2], была предложена концепция идеологического объединения технологии нейронных сетей с технологией экспертных систем, заключающаяся в том, что в создаваемые обычным способом нейронные сети, заносятся дополнительные экспертные знания, содержащиеся в Европейской шкале «SCORE» При вводится гипотеза о том, что между рисками по шкале «SCORE» и степенью прогрессирования заболеваний, рассчитываемой с помощью создаваемой нами нейросетевой математической модели, должна быть прямо пропорциональная зависимость.

Допустим, что для какого-либо пациента нейронная сеть оценила степень развития какого-либо сердечно-сосудистого заболевания: « y_0 ». Требуется выполнить прогноз этой величины на пять лет вперед и исследовать – как будет изменяться этот прогноз с изменением образа и условий жизни пациента. Увеличив на 5 лет входной параметр « x_0 », кодирующий «Возраст пациента» и, выполняя расчет с помощью нейронной сети, получаем новое прогнозное значение степени развития заболевания, которое обозначим через « y ». Тогда « $b=y/y_0$ » – коэффициент, показывающий, во сколько раз увеличилась степень развития сердечно-сосудистого заболевания рассматриваемого пациента за прогнозируемый пятилетний период.

Заметим, что данный прогноз выполнен с помощью нейронной сети при изменении одного только возраста пациента. При этом все остальные входные параметры модели сохранены неизменными. Поэтому при таком прогнозировании не учитывается возможность появления с возрастом пациента других симптомов и заболеваний.

Для того чтобы учесть указанные возрастные изменения предлагается выполнить корректировку прогнозного значения « y » с помощью формулы: « $z=yk/b$ »,

где « z » – откорректированное прогнозное значение степени развития заболевания рассматриваемого пациента.

Далее, выполняется исследование влияния изменения образа и условий жизни пациента на его прогнозируемую на пять лет вперед степень

развития заболевания, т.е. – на величину «z». Варьируется какой-либо входной параметр модели «x1», кодирующий, например, «Вес пациента». С помощью нейронной сети рассчитывается соответствующее этой вариации значение степени развития заболевания «y1», которое затем корректируется по той же формуле: «z1=y1k/b».

После этого, варьируется какой-либо другой входной параметр нейросетевой модели «x2», кодирующий, например, «Курение», и вычисляется соответствующее этой вариации значение степени развития заболевания «y2», которое затем корректируется по аналогичной формуле. И так далее.

В результате, мы получаем оценку состояния здоровья пациента: «y0» – на текущий день; «z» – на пять лет вперед при условии неизменного образа и условий жизни пациента; «z1» – на пять лет вперед при варьировании входного параметра «x1»; (т.е. в случае увеличения, или уменьшения веса пациента); «z2» – на пять лет вперед при варьировании входного параметра «x2» (т.е. в случае, если пациент перестанет, или наоборот, начнет курить) и т.д.

Уточненные значения коэффициента «k», рассчитанные с помощью шкалы «SCORE», составляют: при прогнозировании на пять лет «k=1,6»; на десять лет «k=2,7»; на пятнадцать лет «k=4,3».

Погружая обученную нейронную сеть в программную систему, автоматически выполняющую пункты приведенного выше алгоритма параметрической идентификации нейросетевой математической модели, мы получаем гибридную диагностико-прогностическую нейро-экспертную систему.

Гибридной эту системы мы называем потому, что при ее создании использованы две технологии искусственного интеллекта: технология нейронных сетей и технология экспертных систем. В нее заложены как нейросетевые знания, извлеченные из медицинской практики, так и экспертные знания, заложенные в «SCORE».

По-нашему мнению, предлагаемый алгоритм принятия решений соответствует современным представлениям о том, как это делает сам человек. Сначала его решения формируются под влиянием накопленного опыта, интуиции, эмоций. Согласно основным гипотезам нейроинформатики (Мак-Каллок, Питтс, Розенблатт) эти предварительные эмоционально-интуитивные решения вырабатываются как результат вычислительной деятельности нейронов биологической нейронной сети человека. Однако затем эти предварительные решения (в частности – диагнозы заболеваний) корректируются, и в окончательном виде решения принимаются человеком (врачом) уже после обдумывания, т.е. с использованием экспертных знаний – правил и законов изучаемой предметной области (медицинской науки), известных человеку.

Достоверность диагнозов и прогнозов, сделанных с помощью нейро-экспертной кардио-диагностической системы подтверждена проверкой ее работы на примерах постановки диагнозов пациентам,

информация о которых в создании интеллектуальной системы не использовалась. Кроме того, адекватность демонстрационного прототипа интеллектуальной системы подтверждена его опытной эксплуатацией в отделе неотложной кардиологии и кардиологическом отделении ГАУЗ ПК ГКБ № 4 г. Перми, а также в ряде отдаленных сел Пермского края, где система оказалась особенно полезной. Обратиться к ней, проверить состояние здоровья, узнать, какое оно будет в ближайшие годы, узнать, каким образом можно снизить риски потери трудоспособности с учетом особенностей вашего организма, можно с сайта Пермского отделения Научного совета РАН по методологии искусственного интеллекта www.PermAI.ru из раздела «Проекты».

Прототип нейро-экспертной системы уже был использован для исследования моделируемой области с целью выявления и изучения медицинских закономерностей, усвоенных нейросетями в результате обучения и параметрической идентификации. Так, нейросетевая математическая модель позволила на количественном уровне исследовать известный в медицине факт влияния употребления алкоголя на склонность к заболеваниям сердечно-сосудистой системы. Оказалось, что этот эффект зависит от таких параметров пациента как рост, индекс массы, возраст, пол, курение, занятия спортом, артериальное давление и др., и в каждом конкретном случае он может проявляться не только с отрицательным, но и с положительным эффектом.

То же самое выяснилось с часто даваемыми врачами-кардиологами рекомендациями относительно образа жизни и диеты кардиологических больных. Оказалось, что заключение о пользе или вреде рекомендаций зависит от сочетания довольно значительного количества входных параметров системы, характеризующих конкретного пациента, его состояние здоровья и образа жизни. Отсюда следует, что в каждом конкретном случае такие рекомендации должны даваться строго индивидуально.

Надо отметить, что обнаруженный методом математического моделирования факт, не вполне согласуется со сложившейся в современной медицине практикой рекомендовать один и тот же образ жизни всем без исключения людям: «не пить», «не курить», «ограничить употребление кофе», «сбросить вес», «ограничить физические и умственные нагрузки», «регулярно делать физзарядку», «соблюдать гипо-холестериновую диету», «поддерживать в норме артериальное давление» и т.д. Наши исследования показали, что данная медицинская практика нуждается в корректировке. Эти рекомендации действительно полезны для большинства людей. Но, как показали виртуальные компьютерные эксперименты, имеется немало исключений. Компьютерные исследования показали, что данные стандартные рекомендации для некоторых людей, количество которых составляет от 3 до 15 процентов, не только не полезны, но и могут причинить вред. Выявить таких людей позволяет демонстрационный прототип разрабатываемой интеллектуальной системы.

Выявились также некоторые знания, носящие глобальный характер, т.е., относящиеся для всех без исключения кардиологических больных. Например, компьютерные эксперименты показали, что занятия утренней физзарядкой ни в одном из двухсот моделируемых случаев не способствовали снижению риска инфаркта, а в 19 % случаях, наоборот, явились одной из основных причин его возникновения. Из двухсот моделируемых инфарктников 14 избежали бы это заболевание, если бы имели вес на 5 кг меньше и 22 человека, если бы их вес был меньше на 10 кг.

Приведенные здесь результаты нейросетевого моделирования, хотя и противоречат (частично) традиционно применяемым в медицинской практике рекомендациям, однако в целом положительно воспринимаются специалистами-медиками.

Список литературы

1. *Yasnitsky L.N., Dumler A.A., Poleshchuk A.N., Bogdanov C.V., Cherepanov F.M.* Artificial Neural Networks for Obtaining New Medical Knowledge: Diagnostics and Prediction of Cardiovascular Disease Progression // *Biology and Medicine (Aligarh)*. 2015. 7(2): BM-095–15, 8 pages. (http://www.biolmedonline.com/Articles/Vol7_2_2015/BM-095-15_Artificial-Neural-Networks-for-Obtaining-New-Medical-Knowledge-Diagnostics-and-Prediction-of-Cardiovascular-Disease-Progr.pdf).
2. *Yasnitsky L.N., Dumler A.A., Bogdanov K.V., Poleschuk A.N., Cherepanov F.M., Makurina T.V., Chugaynov S.V.* Diagnosis and Prognosis of Cardiovascular Diseases on the Basis of Neural Networks // *Biomedical Engineering*. 2013. Vol. 47. No 3. Pp. 160–163. DOI: 10.1007/s10527-013-9359-0.

Прогнозирование городских пожаров с помощью нейронной сети

Пономарева Ольга Андреевна

*Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»*

Городские пожары наносят большой ущерб экономике города, причем последствия пожаров не только сгоревшие здания, но и человеческие жизни. Такие жертвы можно было бы избежать или хотя бы уменьшить, если суметь предсказывать вероятность возникновения пожара в зданиях города.

Для прогнозирования вероятности городского пожара в г.Перми со следующими входными параметрами: X1 – Район, X2 – Объект пожара, X3 – Этажность дома, X4 – Этаж проживания, X5 – Наличие печного отопления, X6 – Наличие электрооборудования, X7 – Наличие газового оборудования, X8 – День недели, X9 – Время, X10 – Категория населения, X11 – Состояние алкогольного опьянения, X12 – Наличие привычки курить. В качестве выходного параметра D была выбрана вероятность возникновения пожара.

Проектирование, обучение, тестирование было проведено в нейросимуляторе «Нейросимулятор 5.0» [1]. В качестве оптимальной структуры нейронной сети был выбран перцептрон с 12 нейронами входного слоя, четырьмя нейронами на первом скрытом слое, одним нейроном на втором скрытом слое и одним выходным нейроном. В качестве активационных функций нейронов скрытого и выходного слоя был выбран тангенс гиперболический, а в качестве алгоритма обучения был указан алгоритм упругого распространения. С помощью сайта [2] было сформировано статистическое множество из 1388 примеров, которые были разделены на две части, где первая часть – обучающее множество (1200 пример), а вторая – тестирующее множество (188 примеров). Для того чтобы найти наиболее удачную модель были проведены эксперименты с разными комбинациями активационных функций, количества скрытых слоев, количества нейронов на скрытом слое. В результате была получена модель, имеющая среднеквадратичную относительную ошибку обучения 14,7 % и тестирования 27,94 %.

Программный инструмент «Нейросимулятор 5» позволяет определить ключевые параметры, которые имеют наибольший вес при прогнозировании. В данном случае оказалось, что наибольший вес имеет параметр «Наличие печного отопления» (35,7 %) и «Состояние алкогольного опьянения» (22,1 %). Действительно, согласно статистике МЧС за 2016 основными причинами пожаров является нарушение правил пожарной безопасности при эксплуатации печей (34 %) и неосторожное обращение с огнем (26 %) [3]. Наименьшими значениями обладают параметры: «Как категория населения», «Район», «Этаж проживания», «Наличие привычки курить».

С помощью созданной модели была спрогнозирована вероятность пожара в зависимости от времени и дня недели. В результате, оказалось, что пик вероятности приходится с 2:00 до 4:00 утра в пятницу и воскресенье. Данный прогноз подтверждается официальными данными МЧС, согласно которым утверждается, что наибольшее количество пожаров приходится с 02.00 до 04.00 часов в воскресенье с вероятностью 28 %, понедельник (24 %), пятницу (21 %), вторник и среду (по 12 %), четверг (8 %), субботу (7 %) [4].

Аналогичным образом была спрогнозирована вероятность пожара в зависимости от района и категории населения. Согласно результатам наиболее подверженными пожару являются трудоспособные (работающие). Скорее всего, это связано с тем, что данная категория людей не может быстро среагировать на возникновение пожара в доме и его предотвратить, так как находится на работе. Согласно модели в таких районах, как Индустриальный, Дзержинский, Свердловский наиболее вероятно возгорание здания. Этот факт может быть связан с тем, что именно в этих районах находится больше всех частных домов и бесхозных строений, имеющих печное отопление.

Полученные прогнозы могут быть применены для разработки стратегии предотвращения городских пожаров благодаря более эффективному распределению ресурсов при проведении проверок в различных районах города.

Список литературы

1. Черепанов Ф.М., Ясницкий Л.Н. Нейросимулятор 5.0. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014618208. Заявка Роспатент № 2014614649. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 12 августа 2014 г.
2. Сводка ЧС и происшествий по Перми [Электронный ресурс] [Режим доступа: <http://59.mchs.gov.ru/operationalpage/digest/2016/>] [Проверено: 29.01.2017].
3. Анализ пожаров, произошедших на территории города Перми 2016 [Электронный ресурс] [Режим доступа: http://www.old.gorodperm.ru/economic/mob/fire_safety/] [Проверено: 29.01.2017].
4. Статистика пожаров в Перми [Электронный ресурс] [Режим доступа: <http://raion.gorodperm.ru/>] [Проверено: 29.01.2017]

Информационная система мониторинга метапредметных результатов обучения

Худякова Анна Владимировна

*ФГБОУ ВО Пермский государственный
гуманитарно-педагогический университет*

Актуальность заявленной темы определяется необходимостью разработки механизмов оценивания метапредметных результатов, обучающихся в условиях перехода на новые Федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС).

Созданные в настоящее время системы электронных дневников и журналов позволяют отслеживать динамику только предметных результатов обучающихся, в то время как новые ФГОС смещают акцент на формирование и диагностику метапредметных результатов обучения.

В силу своей природы, являясь, по сути ориентировочными действиями, метапредметные действия составляют психологическую основу и являются важным условием успешности решения обучающимися учебных задач. Соответственно уровень их сформированности может быть качественно оценен и измерен.

Мониторинг метапредметных результатов может проводиться в ходе различных процедур: в результате выполнения специально сконструированных диагностических задач, направленных на оценку уровня сформированности конкретного вида универсальных учебных действий; в ходе выполнения учебных и учебно-практических задач средствами учебных предметов; при выполнении комплексных заданий на межпредметной основе (итоговые комплексные работы).

Чтобы отследить продвижение каждого ребенка по пути развития УУД и определить эффективность собственной педагогической работы, нужен некоторый инструментарий, программа, которая позволит обрабатывать большие объемы информации и определять уровень сформированности УУД.

Чаще всего, результаты диагностики метапредметных результатов каталогизируются по папкам, реже – для них создаются электронные таблицы (MS Excel, Google). Такой формат хранения результатов в дальнейшем затрудняет поиск информации и требует колоссальных трудозатрат для ее агрегирования и анализа.

Проектирование и реализация единой базы данных о состоянии и динамике показателей метапредметных результатов каждого обучающегося обеспечивает координацию деятельности всех участников образовательного процесса, позволяет определить факторы, влияющие на динамику метапредметных результатов образовательной деятельности и принять меры по минимизации их действия и устранению отрицательных последствий.

Использование нейросетевых методов обработки информации при анализе образовательных результатов позволяет спрогнозировать их дальнейшее развитие и предложить возможные варианты индивидуальных образовательных траекторий.

Опыт разработки и исследования нейросетевой модели предварительной диагностики заболеваний желудочно-кишечного тракта

Скачкова Ирина Николаевна

Пермский государственный национальный исследовательский университет (ПГНИУ)

В российских и зарубежных статьях, посвященных медицинской диагностике, часто появляется информация о применении и разработках систем нейросетевого моделирования. Список отраслей медицины, в которых ведутся эксперименты в области нейросетевых технологий, обширен и продолжает расти.

В настоящей работе описан опыт разработки нейросетевой системы дифференциальной диагностики заболеваний желудочно-кишечного тракта: гастрита, гастроэзофагенальной рефлюксной болезни, холецистита, панкреатита, гепатита, цирроза печени, синдрома раздраженного кишечника и язвенной болезни.

Классическая схема построения нейронной сети предполагает наличие группы входных параметров (нейронов), являющихся информацией об объекте исследования, и нескольких выходных нейронов, количество которых задается равным количеству всевозможных заболеваний. Эта схема используется во многих нейросетевых диагностических системах, но в

ходе экспериментов выяснилось, что, замена одной сети с N выходами на N сетей с одним выходом позволяет снизить погрешность постановки диагнозов, поэтому возможно исследовать каждое заболевание отдельно [1].

Целью данной работы является создание системы медицинской диагностики, которая позволит ставить предварительные диагнозы восьми заболеваний желудочно-кишечного тракта, на основании параметров-признаков, полученных с помощью заполненных врачами-экспертами анкет.

В статьях, которые были изучены при анализе литературы, целью нейросетевых систем было определение наличия или отсутствия заболеваний [2, 3 и др.], либо выражение степени уверенности в наличии заболевания [4, 5]. В данной работе цель поставлена более конкретизировано: необходимо не только выявить здоров или болен пациент, но также определить степень развития его заболевания. Кроме того, целью исследования являлось использование нейросетевых моделей для выявления новых медицинских знаний [7].

Для создания системы докторами Пермского государственного медицинского университета им. акад. Е.А. Вагнера, был предоставлен набор данных, состоящий из 588 примеров. Каждый пример содержит информацию в виде признаков о пациентах, у которых выявлены заболевания желудочно-кишечного тракта различной степени, закодированные следующим образом: 0 – заболевания нет, ..., 4 – самая тяжелая форма. В множестве отображено максимально возможное количество параметров, характеризующих степень заболевания: демографические данные, жалобы пациента, анамнез жизни, анамнез заболевания, объективный статус и дополнительные методы исследования. Все множество, разбивалось на обучающее и тестирующее, в соотношении 90 %: 10 %. Таким образом, было обучено восемь самостоятельных нейронных сетей для каждого из заболеваний с одинаковым количеством входных параметров – 208 и одним выходом.

В качестве структуры использовался многослойный перцептрон, в котором количество скрытых слоев и нейронов на скрытых слоях подбирались экспериментальным путем, исходя из минимума среднеквадратичной погрешности на обучающем и тестирующем множествах. В качестве активационных функций нейронов скрытого и выходного слоев использовались сигмоидные функции. Проектирование, обучение и тестирование нейронных сетей производилось с помощью программы-нейросимулятора [6].

После обучения, диагностирующие свойства нейросетей проверялись на тестирующем множестве. В качестве оценок диагностирующих свойств использовались среднеквадратичная погрешность тестирования и точность постановки диагноза (процент правильно поставленных диагнозов среди пациентов тестирующей выборки). На первоначальном этапе ошибки тестирования составляли от 15 % (для заболевания

Цирроз печени) до 25 % (для заболевания Синдром раздраженного кишечника). Таким образом, изначально нейронные сети показали недостаточное качество постановки диагнозов. Поэтому было необходимо проанализировать исходные данные на наличие выбросов и противоречащих примеров, а также провести оптимизацию нейронных сетей, путем выявления и удаления незначимых параметров [1].

Под выбросами понимаются элементы совокупности, по каким-либо причинам выпадающие из общих закономерностей предметной области. Обнаружение таких примеров в обучающем множестве происходило с помощью статистических методов, и с помощью метода, определения подозрительных примеров, на основе нейросетевой модели. Суть его заключается в анализе примеров, для которых обученная нейросеть затрудняется поставить верную степень развития заболевания, то есть модуль разности между постановкой диагноза врача и диагнозом нейросети максимален. Было выдвинуто предположение, что подобные примеры выпадают из общей закономерности, но не означает, что их следует удалить. Так как существовала вероятность, что изначально при составлении множества могла быть допущена ошибка при постановке степени развития диагноза, подозрительные примеры повторно изучались врачами-специалистами и при необходимости были исправлены.

Также следовало обратить внимание, что на вход нейросетям изначально подавалось максимальное количество параметров и была предпринята попытка их сокращения. С помощью программы-нейросимулятора [6] были определены значимости каждого параметра на постановку диагноза. Параметры, значимость которых была близка к нулю, удалялись.

После оптимизации нейросетевых моделей и выявления выбросов удалось снизить погрешность тестирования и повысить точность постановки диагнозов. В результате были получены максимальная среднеквадратичная относительная погрешность тестирования – 16,46 % по заболеванию «Гастрит», и минимальная среднеквадратичная относительная погрешность тестирования – 9,23 % по заболеванию «Цирроз печени». Максимальная точность постановки составила 94 % для заболевания «Цирроз печени», самая низкая точность постановки диагнозов 88 % для заболевания «Гастроэзофагенальная рефлюксная болезнь».

Далее, было проведено исследование фактора «употребление алкоголя» на развитие гастрита. Рассматривались следующие значения параметра «Употребление алкоголя»: «Пациент не принимает алкоголь» и «Пациент принимает алкоголь регулярно». Для исследования выбрали данные 20 человек со значением параметра «Пациент не принимает алкоголь». Затем изменили значение данного параметра на «Пациент принимает алкоголь регулярно» и также поставили диагноз. Результат нейросетевого математического моделирования оказался несколько неожиданным. Вычислительные эксперименты показали, что изменение

параметра с «Пациент не принимает алкоголь» на «Пациент принимает алкоголь регулярно» ни в одном из 20 случаев не привело к существенному изменению диагноза.

Список литературы

1. Ясницкий Л.Н. Интеллектуальные системы. – М.: Лаборатория знаний, 2016. – 221 с.
2. Utomo C.P., Kardiana A., Yuliwulandari R. Breast Cancer Diagnosis using Artificial Neural Networks with extreme learning techniques // International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence, Vol. 3, No. 7, 2014.
3. Pournik O., Dorri S., Zabolinezhad H., Alavian S.M., Eslami S. A diagnostic model for cirrhosis in patients with non-alcoholic fatty liver disease: An artificial neural network approach // Medical Journal of the Islamic Republic of Iran. Vol. 28, Issue 1, 2014, Pages 1–6.
4. Yasnitsky L.N., Dumler A.A., Bogdanov K.V., Poleschuk A.N., Cherepanov F.M., Makurina T.V., Chugaynov S.V. Diagnosis and Prognosis of Cardiovascular Diseases on the Basis of Neural Networks // Biomedical Engineering. 2013. Vol. 47. No 3. Pp. 160–163. DOI: 10.1007/s10527-013-9359-0.
5. Ясницкий Л.Н., Думлер А.А., Полеицук А.Н., Богданов К.В., Черепанов Ф.М. Нейросетевая система экспресс-диагностики сердечно-сосудистых заболеваний // Пермский медицинский журнал. – 2011. – Т.28. – № 4. – С. 77–86.
6. Черепанов Ф.М., Ясницкий Л.Н. Нейросимулятор 4.0. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014612546. Заявка Роспатент № 2014610341. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 28 февраля 2014г.
7. Ясницкий Л.Н. Нейронные сети – инструмент для получения новых знаний: успехи, проблемы, перспективы. Нейрокомпьютеры: разработка, применение 2015; 5: 48–56.

**Нейросетевое прогнозирование интегральных
суточных потоков релятивистских электронов
на геостационарной орбите**

Сентемова Наталья Сергеевна

*Московский государственный университет
им. М.В.Ломоносова (МГУ)*

Доленко Сергей Анатольевич

Мяжкова Ирина Николаевна

*Научно-исследовательский институт ядерной физики
им. Д.В. Скобельцына МГУ им. М.В. Ломоносова*

Радиационные пояса Земли (РПЗ) – это области земной магнитосферы, в которых геомагнитным полем (близким к дипольному) захватываются и удерживаются заряженные частицы, преимущественно протоны и электроны. В первом приближении РПЗ представляют

собой тороид, в котором можно выделить две области – внутренний и внешний радиационные пояса, между которыми существует зазор. Электроны, в том числе и релятивистских энергий, присутствуют как во внутреннем, так и во внешнем РПЗ.

Пространственная и временная динамика у внутреннего и внешнего РПЗ также разная. Локализация и потоки частиц внутреннего РПЗ стабильны на временных масштабах меньше нескольких месяцев, тогда как внешний пояс отличается крайней нестабильностью: величина потока электронов может измениться в течение нескольких часов на порядок и более.

С практической точки зрения, качественный прогноз потоков релятивистских электронов внешнего РПЗ необходим в связи с постоянным усложнением и ростом числа космических аппаратов и миниатюризацией спутниковой электроники, и из-за возможных сбоев, вызываемых этими электронами в работе спутниковых систем.

Так как физические процессы, происходящие в магнитосфере Земли, известны недостаточно для эффективного применения теоретических моделей, для прогноза потоков электронов был выбран адаптивный метод нейросетевого прогнозирования.

Для прогнозирования были выбраны следующие входные данные с часовым разрешением: скорость потоков солнечного ветра, плотность протонов солнечного ветра, модуль и значения компонент магнитного поля Земли (все эти параметры измерялись в точке Лагранжа L1 между Землей и Солнцем), геомагнитные индексы Dst и Kp, значения потоков релятивистских ($E > 2$ МэВ) электронов на геостационарной орбите. Также были учтены суточное и годовое вращения Земли. Так как значения исследуемых данных представляют собой многомерный временной ряд, использовался классический для этого вида данных подход – его погружение, т.е. учет предыдущих значений величин. Все физические величины были взяты с оптимальной глубиной погружения по результатам исследования поведения автокорреляционной функции. В качестве выходных данных выступали интегральные суточные потоки (флюенсы) релятивистских ($E > 2$ МэВ) электронов на геостационарной орбите. После предварительной обработки данных для прогноза была выбрана наиболее эффективная из рассмотренных архитектур (варьировалось количество скрытых слоев, их обходных соединений, вариант с разделением скрытого слоя на 2,3 блока с различными передаточными функциями) – модель персептрона с одним скрытым слоем и сигмоидальной передаточной функцией.

Была осуществлена тренировка и применение нейронной сети, итогом работы которой стал прогноз потоков электронов с часовым шагом на 1–4 суток вперед от текущего часа. Для оценки качества полученных результатов были рассчитаны значения коэффициента корреляции, коэффициента множественной детерминации, среднее квадратичное от-

клонение. Как и ожидалось, качество прогноза нейронной сети падало с увеличением горизонта прогноза, но во всех случаях было выше, чем качество прогноза тривиальной модели, для которой прогнозируемое значение равно последнему известному значению.

Использование оптимальной глубины погружения для каждой входной физической величины позволило повысить качество прогноза по сравнению с использованием одинакового для всех величин погружения на 12 часов. Следует также отметить, что качество прогнозов, полученных по описанной методике, оказалось выше качества прогнозов, полученных авторами ранее с использованием среднесуточных значений всех входных данных.

Сравнение методов нормализации входных признаков в задаче нейросетевого прогнозирования уровня геомагнитных возмущений

*Широкий Владимир Романович
Мяжкова Ирина Николаевна
Доленко Сергей Анатольевич*

*Научно-исследовательский институт ядерной физики
им. Д.В. Скобельцына МГУ им. М.В. Ломоносова*

В работе представлены результаты нейросетевого прогнозирования значений временного ряда одного из ключевых геомагнитных индексов – Dst, который характеризует глобальные возмущения магнитного поля Земли, и вычисляется один раз в час Всемирным центром данных в Киото, Япония (Kyoto WDC) на основании показаний геомагнитных обсерваторий, находящихся на поверхности Земли вблизи экватора.

В работе были использованы данные космического аппарата ACE (Advanced Composition Explorer), а именно, плотность, скорость и температура солнечного ветра, компоненты и модуль вектора магнитной индукции межпланетного магнитного поля. Также в качестве входных данных использовались исторические значения прогнозируемого Dst индекса и временные характеристики, связанные с вращением Земли вокруг Солнца и вокруг своей оси. Все входные данные брались среднечасовые, с погружением временного ряда на глубину в 24 часа (25 значений каждого параметра), за исключением временных характеристик. Пропуски данных длиной в 12 часов и менее заполнялись путем интерполяции перед погружением, после погружения производилась очистка полученных примеров (удаление примеров, содержащих пропуски).

Нейросетевые модели прогнозировали среднечасовые значения индекса Dst с горизонтом прогноза от 1 до 12 часов. Для построения всех моделей использовалась одна и та же архитектура – многослойный персептрон с одним скрытым слоем.

К сожалению, многие из входных параметров имеют распределение значений, далекое от гауссова. В данной работе мы сравнили несколько нейросетевых моделей с разными способами представления входных данных. В первой мы использовали в качестве входных признаков нейросетевой модели исходные значения параметров. Во второй модели в качестве входных признаков использовались разности между погруженными и непогруженными среднечасовыми значениями параметров моделей, которые имеют распределение, близкое к нормальному. В третьей нейросетевой модели в качестве входных признаков использовались исходные данные, приведенные к нормальному распределению биективным нелинейным преобразованием.

Обучение моделей проводилось на данных за 1998–2009 годы. Данные за 2010–2015 годы использовались в качестве независимых данных (экзаменационного набора). Оценка качества нейросетевых моделей проводилась на наборах данных, не участвовавших в обучении. Наборы представлены полным экзаменационным набором, а также набором, содержащим только события (геомагнитные возмущения). В результатах работы представлены сравнительные характеристики полученных моделей, а также двух тривиальных моделей, первая из которых в качестве прогнозируемого значения использует последнее известное значение индекса, а вторая производит линейную экстраполяцию по двум последним среднечасовым значениям индекса. Показано, что все нейросетевые модели работают лучше обеих тривиальных, а преобразования входных данных позволяют повысить качество прогноза.

11. Нейрофилософия

О возможном нейрокомпьютерном управлении сознанием: ORCH OR квантовые процессы в нейрокомпьютере

*Цыганков Владимир Дмитриевич
НПК БИОМЕДИС*

В настоящем докладе изложены авторские соображения по важным, я бы их назвал, базовым, определяющим или фундаментальным, свойствам рассматриваемой Orch OR теории квантового сознания. Кроме того, за прошедшие 20 лет теория получила ряд экспериментальных подтверждений, а нейрокомпьютерное моделирование ее элементов и свойств подсказывает некоторые практические пути осуществления электромагнитного и ультразвукового управления сознанием, а также ментальными состояниями мозга. В докладе проиллюстрировано наличие в нейрокомпьютере определяющих свойств квантовой модели сознания, таких как оркестрируемость (Orch), объективная редукция (OR), нелокальная квантовая когерентность. Это позволяет рассматривать виртуальный нейрокомпьютер как альтернативный, небелковый носитель сознания.

Основные выводы:

1. Практическая ценность квантовой Orch OR теории сознания в том, что экспериментально установлена материальная квантовая природа и место осуществления акта осознания или сознательного выбора (OR) в микротрубочках пирамидных нейронов коры.
2. Точечное, локальное воздействие анестетиков (химических, ультразвуковых и электромагнитных) на тубулины в микротрубочках может стать средством эффективного управления ментальными состояниями мозга, терапии, а возможно, и процессами морфогенеза.
3. Нелокальная квантовая когерентность («оркестрируемость» – Orch) является физическим базисом многомерной пространственно-временной межнейронной координацией в мозге и основой возникновения «роевого интеллекта» и коллективного сознания.
4. Отдельные Orch OR процессы квантовой теории сознания С.Хаммероффа – Р.Пенроуза возможно моделировать на макроквантовом уровне с помощью виртуального нейрокомпьютера «ЭМБРИОН».
5. Нейрокомпьютер «ЭМБРИОН» может применяться для визуального картирования динамики психической деятельности и ментальных состояний мозга, а также быть возможным небелковым носителем сознания.
6. На основании дальнейшего анализа спектров частот, генерируемых и излучаемых в норме и в патологии молекулами тубулинов, микротрубочками нейронов, мышечными волокнами, отдельными нейро-

нами коры и мотонейронами, и их групп, а также спектров ЭЭГ, можно составить список эффективных частот для управления сознанием и терапии с помощью технологии БРТ.

Список литературы

1. *Цыганков В.Д.* Вселенский разум и квантовый нейрокомпьютер. М. СИНТЕГ. 2002. – 76 с.
2. *Николя Жизан.* Квантовая случайность: Нелокальность, телепортация и другие квантовые чудеса. М. АНФ. 2016. – 202 с.
3. *Шелдрейк Р.* Новая наука о жизни. РИПОЛ Классик. М. 2005.– 352 с.
4. *Беритов И.С.* Структура и функции коры большого мозга. М. НАУКА. 1969.– 532 с.
5. *Цыганков В.Д. Цыганков В.Д.* Нейрокомпьютер и мозг. М. СИНТЕГ. 2001. – 248 с.
6. Устройство БИОФОН (мультимедийный). http://www.biomedis.ru/biomedis_all.php

Структурно-порождающие процессы в психике

Артеменков Сергей Львович

Московский государственный психолого-педагогический университет (МГППУ)

Трансцендентальная психология, развитая проф. А.И. Миракяном в процессе исследования психических процессов восприятия, связана с попыткой преодоления так называемого продуктного подхода, явно или неявно предполагающего, что поиск неизвестных механизмов процесса непосредственно-чувственного восприятия можно осуществлять, полагаясь на свойства продуктов этого процесса. Представление о формопорождении в непосредственно-чувственном восприятии, развиваемое в трансцендентальной психологии, по сути предполагает гипотезу о том, что здесь наука имеет дело с порождающими процессами особого типа: механизмы их осуществления никак не связаны со свойствами исходных и конечных компонентов и продуктов этих процессов. С гносеологической точки зрения это означает, что эти механизмы, фактически, нельзя найти (а с методологической точки зрения это значит, что и не имеет смысла искать), основываясь на свойствах соответствующих продуктов.

В целом процессы формопорождения можно назвать структурно-порождающими «адиафорами», поскольку они порождают новые структуры и формы таким образом, который «безразличен» к этим продуктам. Такие механизмы, по всей видимости, не являются уникальными для психологии. Можно полагать, что они характерны для процессов перехода между системообразующими структурами, изучаемыми разными иерархически взаимосвязанными науками. Примеры таких процессов не обязательно искать в особо сложных многокомпонентных системах, хотя их особые возможности, которые обеспечивает сложность многокомпонентных ие-

рархически организованных процессов, при этом нельзя и недооценивать. В качестве относительно простого примера можно рассмотреть процесс образования молекулы хлорида натрия (поваренной соли). Атомы натрия и хлора по отдельности имеют определенные химические свойства, опасные в биологическом отношении. Будучи объединены в молекулу хлорида натрия, они вместе приобретают новые химические свойства, которые часто наоборот полезны и нужны для сохранения жизнеспособности биологической системы. При этом важно, что механизм процесса формообразования вещества хлорида натрия, по сути, имеет физическую природу и прямо никак не связан с химическими свойствами исходных атомов и результирующей молекулы. Формопорождающая система в результате может осуществлять взаимодействия в двух «мирах», относящихся к иерархически разным типам процессов, обладающим разными не связанными друг с другом закономерностями. Это, на наш взгляд, могут быть переходы между физическими и химическими, химическими и биологическими и между другими системами и процессами.

Таким образом, идея формопорождения в непосредственно-чувственном восприятии, выдвинутая А.И. Миракяном, является важной, как в связи с собственно исследованием восприятия и нахождением принципов и условий возможности осуществления перцептивных процессов, так и в плане возможности ее более широкого обобщения. С одной стороны, в общей системологии можно выделить отдельный класс структурно-порождающих процессов. С другой стороны, можно выдвинуть гипотезу о наличии структурно-порождающих процессов в психике человека, что соответственно должно иметь отражение в ее нейросетевых и иных моделях. В частности, в качестве именно такого процесса можно рассматривать непосредственно-чувственное восприятие, что позволяет отчасти снять с термина «трансцендентальная психология» налет мистической таинственности. Важной методологической проблемой, которая встает при изучении механизмов этих процессов, является то обстоятельство, что при изучении этих процессов нельзя однозначно полагаться на продуктивный подход, успешно применяемый во многих других случаях.

Мозг как нейронная сеть. Версия

Волкова Людмила Петровна

*Московский институт стали и сплавов (национальный
исследовательский технологический университет) (НИТУ МИСиС)*

Мозг функционирует по-разному в течение человеческой жизни. Это происходит благодаря его асимметрии. Сначала он «обучается», говоря условно, получая информацию через правую половину мозга. Это происходит, очевидно, когда человек растет, учится, наполняется впечатлениями от жизни, благодаря своим органам чувств. Результаты

этого «обучения» накапливаются в левой половине мозга и, с какого-то момента, наверное, начинают работать в авторитарном режиме, подавляя впечатления от реальной жизни. Эта тонкая грань становится все толще, превращаясь в поток непрерывных мыслей, скорее напоминающая некий генератор перебора вариантов по любому поводу.

Однако, можно сказать условно, что это – горизонтальная асимметрия. По вертикали – где-то проходит виртуальная грань между сознанием и подсознанием. Дискуссия о том, что такое «сознание» продолжается и сейчас. Но из своего опыта мы знаем, что сознательные решения иногда подавляются подсознанием, особенно в чрезвычайных ситуациях. Строго говоря, анализ собственной жизни каждому из нас может показать, какой из «архетипов» и в какой период своей жизни мы отработывали. Но часто ли мы делаем такой анализ, и делаем ли его вообще?

И наконец, мозг – это микрокосм, который взаимодействует с макрокосмом – Вселенной, вернее с ближайшей к нам ее частью – ноосферой. Следуя В.И. Вернадскому, мы представляем ее как новое состояние биосферы. Можно сказать, однако, что формируется Живой Коллективный Разум всего Человечества. Но если отождествлять его с понятием Глобальный мозг, то следует вспомнить, что существует Коллективное бессознательное (КБ). КБ – это коллективная память человечества. Если говорить о формировании в ноосфере Глобального мозга, то можно считать КБ подсознанием всего человечества, неким зеркалом, в котором отражаются индивидуальные микрокосмы, возникающие и уходящие в информационное пространство Вселенной вместе со своими новыми достижениями, как в области генетической информации, так и в области духа. Но рассматривая личность в иерархии макрокосм – микрокосмы, мы должны помнить, что наши мысли и деяния, отражаясь в зеркале КБ, возвращаются в иерархию в преобразованном виде через мысли и деяния других, воплощаясь в реальность из будущего.

О нейрофилософии биомеханики душевной жизни

Попей-оол Саида Кууларовна

*Московский авиационный институт (национальный
исследовательский университет) (НИУ МАИ)*

Гутник Борис Иосифович

РНИМУ им. Н.И. Пирогова

Феномен сознания веками приковывало к себе внимание ученых и философов. Дуалистические представления о существующей действительности мешали построить концепцию «биомеханики душевной жизни». Однако, открытие искусственного разума изменил научный взгляд на природу сознания, и с помощью натурфилософских (нейрофилософских) подходов ученые смогут исследовать не только биомеханику чувственно-логического восприятия, но и понять биомеханическую при-

роду душевной жизни. Так как сама природа не знает дуалистических противоречий внутри своего существования.

Система образования и гендерные различия

Зими́на Ирина Николаевна

Для всех очевидным является отличие мужчин от женщин. Мы отличаемся не только на физическом уровне, но и в строении и функционировании мозга, что объясняется различным функционалом, как с точки зрения биологического предназначения, так и с точки зрения роли и места в социуме.

Эти различия начинают проявляться еще до рождения. Санкт-Петербургские нейропсихологи в результате записей биотоков мозга младенцев и девочек функционирует по разному. Более того, существует точка зрения, что проанализировав взаимодействие электрических потенциалов в разных областях коры головного мозга можно с высокой степенью вероятности определить пол новорожденного.

Примеров проявления указанных различий можно привести немало. Мальчики и девочки отличаются остротой слуха. Мы по разному видим окружающий мир. Женщина прекрасно видит в секторе от 90 градусов (это минимум) до 180 градусов, то есть обладает развитым периферическим зрением. Угол обзора у мужчин редко превышает 45 градусов. Очевидно, что обработка визуальной информации требует значительных «вычислительных» ресурсов человеческого мозга, а значит процессы в мозге отвечающие за визуальное восприятие окружающего мира у мужчин и женщин различаются, как минимум, в количественных показателях. Список общеизвестных отличий между мужчиной и женщиной, которые непосредственно сказываются или объясняются (с какой стороны посмотреть) различиями в работе мозга можно продолжать.

При всех этих различиях, тем не менее, программа обучения мальчик и девочек является единой. Насколько это обосновано в современных условиях?

Прежде всего, давайте определимся в том, зачем обществу нужна система образования. Данная система обеспечивает воспроизводство социума в том виде, как это ему необходимо с учетом развития производственных сил и стоящих перед ним текущих и перспективных задач. Очевидно, что современная нам система образования создавалась для удовлетворения потребностей индустриального общества когда по меткому определению современного экономиста «человека надо было поймать, помыть, обучить и поставить к станку», так как каждый новый рабочий позволял собственнику производства и кредитующим его финансовым структурам увеличивать свою прибыль. Массовое производство требовало массового образования. Разница между образованием мальчиков и девочек для их последующего включения в индустриальную систему была сведена к

нулю. Скажем предельно цинично – если трем женщинам, чтобы они несли шпалу надо было платить меньше, чем двум мужчинам, то капиталиста это полностью устраивало. Мужчины и женщины оказались взаимозаменяемыми, а не взаимодополняющими элементами в производственных процессах. Данная картина была свойственна не только капиталистическим странам, но и странам социалистическим, где производственные процессы отличались только в части присвоения добавленной стоимости, но никак не в области технологий производства. При этом, любому минимально адекватному человеку очевидно, что создание условий при которых женщины таскают шпалы, работают на вредных производствах или, к примеру, добывают уголь, свидетельствует не о равноправии полов, а о критических перекосах в гендерном устройстве социума. О таких перекосах, которые привели к современному кризису семейных отношений, когда число заключаемых браков за единицу времени не сильно отличается от числа их расторжений. Причина этого лежит на поверхности – детей учат быть хорошими работниками, но при этом, девочек не учат быть женщинами (женами и матерями), мальчиков не учат быть мужчинами (мужьями, ответственными за содержание своих семей).

В настоящее же время в наиболее передовых странах происходит постепенный переход к шестому технологическому укладу, в условиях которого одним из основных производственных факторов становится способность человека творчески мыслить. В этих условиях возникнет, и уже возникает на наших глазах, насущная необходимость индивидуализировать процесс обучения с целью раскрытия творческого потенциала личности и создания максимально благоприятных условий для самореализации человека на благо и себя, и своей семьи, и социума.

В этой связи все более актуальным может стать вопрос о построении такой системы образования, которая позволяла бы наиболее полноценно «раскрыться» как мальчикам, так и девочкам с учетом не только их индивидуальных и гендерных особенностей, но и с учетом их различных ролей в семейных отношениях.

В России имеется богатейший опыт образования как мальчиков, так и девочек. К 1917 году страна подошла с существенными наработками в области раздельного образования, основы которого были заложены еще в 18-ом веке при Екатерине Великой. Советский период также принес существенный опыт в вопросах как раздельного, так и совместного образования и воспитания. Все эти наработки должны быть максимально полно проанализированы, а их опыт, несомненно, учтен при создании той системы образования, которая будет максимально полно соответствовать шестому технологическому укладу. Можно с уверенностью утверждать, что создание системы образования, учитывающей гендерные различия обучающихся является одним из необходимых условий успешного развития того или иного социума в условиях шестого технологического уклада и возрастающей глобальной конкуренции.

12. Когнитивные технологии в управлении сложными системами



Исследование когнитивных способностей операторов сложных технических систем на основе использования учебно-тренировочных средств

*Уральсков Владимир Анатольевич
Атясова Елена Владимировна
Червякова Анастасия Михайловна*

Военная академия РВСН им. Петра Великого

Массовое обновление сложных систем различного назначения требует опережающей подготовки операторов, способных к их эксплуатации в современных условиях. Качественная подготовка на этом этапе является основополагающей и достигается тренировкой с использованием новых учебно-тренировочных средств (УТС).

Данная работа посвящена описанию комплексного подхода к формированию системы автоматизации подготовки операторов сложных систем различного назначения посредством УТС.

Предлагаемый оригинальный подход заключается в повышении роли когнитивных функций в системе подготовки операторов сложных систем, путем включения в состав программного обеспечения учебно-тренировочных средств элементов оценки когнитивных функций оператора и проведением кластеризации задач подготовки на УТС по их взаимовлиянию на исследуемые когнитивные функции [1–5].

Список литературы

1. *Белавкин П.А., Федосеев С.А., Рожнов А.В., Лобанов И.А.* Исследование стратегической мобильности проблемно-ориентированных систем управления и их позиционирование в условиях развития информационного пространства // Известия ЮФУ. Технические науки. 2013. Тематический выпуск «Перспективные системы и задачи управления», № 3. С. 211–217.
2. *Рожнов А.В., Лобанов И.А., Скорик Н.А., Цыпелев В.В.* О нечеткой стратегии интеграции компонентов в интересах накопления опыта эволюционного моделирования проблемно-ориентированной системы управления на начальных этапах жизненного цикла / Труды 15-ой международной конференции CAD/CAM/PDM-2015. – М., С. 345–348.
3. *Рожнов А.В., Лобанов И.А.* Интеллектуализация средств ухода от конфликтов при переключении режимов управления ЛА с применением языкового формализма «схем радикалов» в предметной области «Smart Intelligent Aircraft Structure» / Материалы XI Междуна-

- родной конференции по Неравновесным процессам в соплах и струях (NPNJ'2016). М.: МАИ, 2016. С. 439–441.
4. *Рожнов А.В.* О проблеме сбалансированной девепонизации прорывных технологий автономных систем различного назначения / Труды 24-й Международной научной конференции «Проблемы управления безопасностью сложных систем». М. РГТУ, 2016. С. 73–76.
 5. *Нечаев В.В., Гончаренко В.И., Рожнов А.В., Лычев А.В., Лобанов И.А.* Интеграция компонентов виртуальной семантической среды и обобщенной модели анализа среды функционирования // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2016. Т. 12, номер 3, часть 1. С. 187–194 <http://ceur-ws.org/Vol-1761>.

Актуализация и особенности понимания в русскоязычной целевой аудитории общей дефиниции «искусственный интеллект»¹⁷

Оганджаниян Сергей Беникович

*Научное издательство
«Большая Российская энциклопедия»*

Рожнов Алексей Владимирович

*Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН)*

Гудова Любовь Романовна

*Московский государственный
университет им. М.В.Ломоносова (МГУ)*

«Artificial Intelligence» и «Искусственный интеллект» в русскоязычной целевой аудитории существенно различаются в особенностях их понимания по отношению к первоначально заданной дефиниции [1, 2]. Анализ, систематизация и выявление тенденций развития так называемых элементов искусственного интеллекта, компонентов конвергентных когнитивно-информационных технологий и другие возникающие новые вопросы в рамках развития докладов [3, 4] представляются в некотором противопоставлении логического и образного в мышлении. Это может быть полезно в интересах наиболее корректной в современных условиях и достижимой в практике развития техники актуализации применимого понятия [5, 6]. При этом следует учитывать объективные ограничения выразимости понятий средствами естественного языка и межкультурной коммуникации [7].

Предынтеллектуальная инфраструктура, «smart»-технологии и другие оригинальные и формирующиеся нововведения также представляют непосредственный интерес. Так, на прошлогодней XIV Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение»

¹⁷ Исследование выполнено при поддержке РФФИ, научный проект № 16–29–04326 офи_м.

было представлено краткое сообщение «К дискуссии о новых понятиях в сфере интеллекта: что есть «сверхискусственное»?» (А.В. Рожнов, Ф.А. Гречанюк) [6]. В дополнение к указанной постановке выделяется для обсуждения очередной проблемный междисциплинарный вопрос об эквивалентности современных технологий интеллектуальных информационных систем и сред, а также отработанных элементов искусственного интеллекта на различных этапах жизненного цикла сложных систем, в т. ч. при пролонгации их использования [2, 3, 5, 6].

Список литературы

1. *Оганджян С.Б., Рожнов А.В., Лобанов И.А., Тюрин С.А.* Творческие материалы «круглого стола». Часть I. Ретроспектива и реальная конкорданция исследований в сфере интеллекта // *Нейрокомпьютеры: разработка, применение.* 2016. № 1. С. 17–29.
2. *Рожнов А.В.* Творческие материалы «круглого стола». Часть II. Системная интеграция и моделирование новых эффектов в сфере интеллекта // *Нейрокомпьютеры: разработка, применение.* 2016. № 3. С. 3–12.
3. *Рожнов А.В., Лобанов И.А., Скорик Н.А., Цыпелев В.В.* О нечеткой стратегии интеграции компонентов в интересах накопления опыта эволюционного моделирования проблемно-ориентированной системы управления на начальных этапах жизненного цикла / *Труды 15-ой международной конференции CAD/CAM/PDM-2015.* – М., С. 345–348.
4. *Рожнов А.В.* О виртуальном молодежном научном круглом столе на страницах научно-технического журнала «Нейрокомпьютеры: разработка, применение» / *Тезисы докладов XIV Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» (Москва, 2016).* – М.: МГППУ, 2016. С. 12–15.
5. *Рожнов А.В.* Обобщенное представление криптопримитива «Sponge» в приложениях «smart»-технологий / *Тезисы докладов XIV Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» (Москва, 2016).* М.: МГППУ, 2016. С. 20–23.
6. *Рожнов А.В., Гречанюк Ф.А.* К дискуссии о новых понятиях в сфере интеллекта: что есть «сверхискусственное»? / *Тезисы докладов XIV Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» (Москва, 2016).* М.: МГППУ, 2016. С. 15–18.
7. *Нечаев В.В., Гончаренко В.И., Рожнов А.В., Лычев А.В., Лобанов И.А.* Интеграция компонентов виртуальной семантической среды и обобщенной модели анализа среды функционирования // *Современные информационные технологии и ИТ-образование.* 2016. Т. 12, номер 3, часть 1. С. 187–194 <http://ceur-ws.org/Vol-1761>.

Некоторые когнитивные и лингвистические аспекты проектирования речевого человеко-машинного интерфейса

*Фархадов Маис Паша
Васьковский Сергей Владимирович
Петухова Нина Васильевна*

*Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН)*

Работа посвящена исследованию проблематики речевых интерфейсов, предложены методы решения возникающих проблем при проектировании человеко-машинного интерфейса с применением речевых технологий, сформулированы правила создания эффективных интерфейсов, основанные на проведенных исследованиях и опыте реализации речевых приложений. Огромную роль в современном обществе играют новейшие информационные технологии. Важную роль во взаимодействии человека с информационной системой может играть речевой интерфейс. Следует отметить, что при проектировании речевого интерфейса недостаточно внедряются результаты, как прикладных, так и теоретических исследований в этой области. Это объясняется отсутствием легко измеряемых критериев, сильной контекстной зависимостью решений, плохой формализуемостью задач, а так же значительной трудоемкостью этих работ. В то же время, такие исследования являются весьма актуальными, поскольку приложения с речевыми интерфейсами получают все большее практическое распространение в различных сферах информационных технологий, и разработчики прикладных приложений нуждаются в конкретных рекомендациях.

Оценка деятельности авиакомпаний с использованием методологии анализа среды функционирования

Тимофеев Денис Александрович

*Национальный исследовательский
технологический университет «МИСиС», Москва*

Авиатранспорт в России, как и во всем мире, развивается быстрее других видов транспорта, вместе с этим растет и необходимость повышения конкурентоспособности авиакомпаний внутри отрасли [1]. Актуальность оценки эффективности авиакомпаний за последние годы повысилась ввиду происходящих во всем мире процессов глобализации, в том числе и в сегменте пассажирских авиаперевозок.

Целью настоящей работы является построение математических моделей и получение количественных оценок деятельности отечественных

авиакомпаний в части пассажирских авиаперевозок. Одним из перспективных подходов для решения данной проблемы является методология анализа среды функционирования, которая известна за рубежом как data envelopment analysis [2–3]. В работе проведен обзор зарубежной литературы, который позволил определить подходящие математические модели [4–6]. Все необходимые для расчетов статистические данные загружены с официальных сайтов авиакомпаний. На основе собранных аналитических показателей составлены модели методологии анализа среды функционирования. Предложенные модели оценки деятельности вузов могут быть использованы для выбора оптимальных путей повышения эффективности отдельных авиакомпаний и отрасли в целом.

Список литературы

1. Стратегия-2020: Новая модель роста – новая социальная политика. Итоговый доклад о результатах экспертной работы по актуальным проблемам социально-экономической стратегии России на период до 2020 года. Книга 1; под научн. ред. В.А. Мау, Я.И. Кузьмина. – М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2013. – 430 с.
2. *Кривоножко В.Е., Лычев А.В.* Моделирование и анализ деятельности сложных систем. – М.: ЛЕНАНД, 2013. – 256 с. ISBN 978–5–9710–0559–9.
3. *Кривоножко В.Е., Пискунов А.А., Лычев А.В.* Построение функции оценки деятельности сложных систем // Доклады Академии наук. 2009. Т. 426. № 5. С. 608–612.
4. *Барышев П.Ф., Рожнов А.В., Губин А.Н., Лобанов И.А.* Обоснование информационно-аналитической системы в развитии методов и моделей согласования иерархических решений // Динамика сложных систем – XXI век. 2014. Т. 8. № 3. С. 43–52.
5. *Рожнов А.В.* Творческие материалы «Круглого стола». Часть II. Системная интеграция и моделирование новых эффектов в сфере интеллекта // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2016. № 3. С. 3–11.
6. *Антамошкин А.Н., Моргунова О.Н., Моргунов Е.П.* Методика исследования эффективности сложных иерархических систем // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. 2006. № 2 (9). С. 9–13.

Методика оценки рентабельности коммерческих банков на основе методологии анализа среды функционирования

Никитина Ксения Прохоровна

*Национальный исследовательский
технологический университет «МИСиС», Москва*

Коммерческие банки являются одним из важнейших элементов рыночной экономики. Их эффективная деятельность в первую очередь определяется стабильным положением банка на финансовом рынке. Не-

высокая эффективность банковской системы сопровождается низкими темпами экономического роста и, в конечном счете, может привести к импорту финансовых услуг из-за рубежа и уходу национальных финансовых посредников с рынка. Поэтому оценка банковской деятельности является одним из важнейших заданий экономического анализа [1].

В настоящее время на рынке присутствует достаточное число организаций, причастных к анализу банковской деятельности [2]. Несмотря на это, анализ деятельности коммерческих банков остается мало исследованным. В мировой литературе существует ряд моделей для анализа различных сложных экономических и социальных систем. Одним из таких подходов является анализ среды функционирования – непараметрический метод для измерения эффективности деятельности наблюдаемого объекта [3–5]. Методология АСФ дает научное обоснование для разработки наиболее успешных стратегий функционирования как отдельных банков, так и всей банковской системы в целом.

В работе методика оценки рентабельности коммерческих банков на основе методологии АСФ [6–8]. Для проведения количественного анализа российских банков с использованием предложенной методики, разработано программное обеспечение, которое осуществляет агрегацию банковских балансов, которые могут быть загружены с сайта Центрального банка РФ. Проведенные численные расчеты показывают адекватность построенных моделей.

Список литературы

1. *Алескерев Ф.Т., Мартынова Ю.И., Солодков В.М.* Анализ и оценка эффективности функционирования банков и банковских систем // Модернизация экономики и общественное развитие Текст.: в 3 кн. / Отв. ред. Е.Г. Ясин. – М.: ГУ-ВШЭ, 2007. – Кн. 3. – С. 65–79.
2. *Карминский А.М., Пересецкий А.А., Петров А.Е.* Рейтинги в экономике: Методология и практика / под ред. А.М. Карминского. – М.: Финансы и статистика, 2005.
3. *Лычев А.В.* Развитие и обобщение моделей методологии анализа среды функционирования для анализа деятельности сложных систем : дис. ... канд. физ.-мат. наук / Институт системного анализа Российской академии наук. Москва, 2008.
4. *Головань С.В., Назин В.В., Пересецкий А.А.* Непараметрические оценки эффективности российских банков // Модернизация экономики и глобализация: Сб. / Отв. ред. Е.Г. Ясин. – М.: Изд. дом ГУ-ВШЭ, 2009. – Кн.3. – С. 382–393.
5. *Кривоножко В.Е., Форсунд Ф.Р., Рожнов А.В., Лычев А.В.* Измерение эффекта масштаба в нерадиальных моделях методологии АСФ // Доклады академии наук. 2012. Т. 442, № 5. – С. 605–609.
6. *Кривоножко В.Е., Пискунов А.А., Лычев А.В.* Построение функции оценки деятельности сложных систем // Доклады Академии наук. 2009. Т. 426. № 5. – С. 608–612.
7. *Оганджян С.Б., Рожнов А.В., Бурмистров П.А., Лобанов И.А., Тюрин С.А.* Творческие материалы «Круглого стола». Часть I. Ретроспек-

- тива и реальная конкорданция исследований в сфере интеллекта // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2016. № 1. – С. 17–29.
8. *Моргунов Е.П.* Система поддержки принятия решений при исследовании эффективности сложных систем: принципы разработки, требования и архитектура // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. – 2007. – Вып. 3 (16). – С. 59–63.

О возможности построения интеллектуальной технологии управления процессом обеспечения экологической безопасности на базе геоинформационных систем

Бурлов Вячеслав Георгиевич

Попов Николай Николаевич

Миклуш Виктория Александровна

Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ) г.Санкт-Петербург

Управление процессом обеспечения экологической безопасности требует формировать процессы с наперед заданными свойствами. Однако для управления обычно используются модели, основанные на базе анализа. Это требует решения прямой задачи управления [1,2]. А ее решение не позволяет удовлетворять в полной мере сформулированным требованиям. В работе представлена концепция управления, основанная на синтезе, которая уже позволяет более полно удовлетворять этим требованиям. Новый подход основан на решении обратной задачи управления [1,2].

Рассмотрена диалектика развития социальной, экономической, технико-технологической систем и их влияние на процессы обеспечения экологической безопасности. Показано, что основа управления процессом обеспечения экологической безопасностью – это решение человека. Выявлены механизмы обеспечения экологической безопасности в акватории морского порта. Показано, что геоинформационная система (ГИС) – основа гарантированного достижения обеспечения требуемого уровня экологической безопасности. В качестве источника для формирования слоев ГИС рассмотрены, преимущественно, спутниковые системы зондирования Земли, способные вести наблюдения за поверхностью на разных длинах волн. Показана эффективность различных комбинаций каналов для выявления и картографирования наблюдаемых объектов. Даны рекомендации по сбору и адаптации данных, их анализа и построения системы помощи принятия управленческих решений.

Обоснована методология решения задачи разработки методики управления процессом обеспечения экологической безопасности. Методология основана на законе сохранения целостности объекта [1]. Разработана аналитическая динамической модели управления процессом обеспечения экологической безопасности. Установлены причинно-следственные связи между базовыми процессами обеспечения экологической безопасности

(Процесс образование угрозы. Процесс идентификации(распознания) угрозы. Процесс нейтрализации (профилактики) угрозы) [3,4]. В основу модели положена математическая модель решения человека. Показаны возможности модели для управления процессом обеспечения экологической безопасности на основе ГИС. Разработаны механизмы реализации условия существования процесса обеспечения экологической безопасности на основе сетевых моделей. Показаны возможности сетевого моделирования, которое позволяет увязывать временные интервалы и состояния базовых процессов управления с критическим временем и состояниями сетевых моделей [4]. Проведен анализ результатов на предмет использования ГИС для реализации разработанной модели. Разработана технологии использования ГИС для формирования обратной связи управления. Разработана методика реализации модели решения человека для управления процессом обеспечения экологической безопасности морского порта на основе ГИС.

Список литературы

1. *Бурлов В.Г.* О концепции гарантированного управления устойчивым развитием Арктической зоны на основе решения обратной задачи. // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2015. № 2 (16). С. 99–111
2. *Бурлов В.Г.* Концепция управления регионом на основе решения обратной задачи. // В книге: Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2016) Материалы Девятой международной конференции: в 2-х томах. Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. 2016. С. 181–184.
3. *Бурлов В.Г., Лепешкин О.М.* Моделирование процесса управления на основе теории радикалов //Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2016. № 3. С. 54–61.
4. *Burlov V.G., Grobitski A.M.* Development of a Model for Social System Management in the Construction Process Taking into Account Manager's Qualification// Humanities & Science University Journal. № 15 (2015), Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia.2015, pp.25–36.

Разработка алгоритмов выбора оптимального маршрута полета летательного аппарата в условиях противодействия¹⁸

***Воронин Кирилл Евгеньевич
Гаврилов Константин Юрьевич
Гончаренко Владимир Иванович***

*Московский авиационный институт (национальный
исследовательский университет) (НИУ МАИ)*

В работе решается задача нахождения оптимального маршрута полета летательного аппарата (ЛА) в зоне действия средств противовоздушной

¹⁸ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16–29–04326 офи_м).

и противоракетной обороны (ПВО и ПРО) противника, на основе анализа изображения карты местности. В качестве показателя оптимального пути полета ЛА рассматривается минимальная длина пути между точкой старта и точкой окончания полета, а также минимальная длительность пребывания ЛА в зоне обнаружения. Для нахождения оптимального пути и реализованы два алгоритма: алгоритм «случайных точек» и алгоритм А* (А-звездочка). Решение поставленной задачи реализовано в среде Matlab.

Разработанные алгоритмы прошли тестирование на типовых примерах расположения зон действия средств ПВО и ПРО. Выявлены достоинства и недостатки обоих алгоритмов для различных условий полета ЛА. Основным преимуществом алгоритма «случайных точек» является возможность его простой программной реализации. При этом он не всегда позволяет найти оптимальный путь полета ЛА, в отличие от алгоритма А*, который всегда находит такой путь.

Областью применения полученных результатов является создание программно-аппаратных комплексов для управления смешанными группировками ЛА.

Методика интеллектуализации процесса формирования информационной потребности студента вуза – как основа становления гражданина своей страны

Васильев Максим Николаевич

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)

Капицын Сергей Юрьевич

Военно-космическая академия

им. А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург

Управление процессом обеспечения национальной безопасности (НБ) требует формировать процессы с наперед заданными свойствами. Особенно при формировании процесса становления студента ВУЗа как гражданина своей страны. Однако для управления этим процессом обычно используются модели, основанные на базе анализа. Это требует решения прямой задачи управления.[1,2]. А ее решение не позволяет удовлетворять в полной мере сформулированным требованиям, при формировании гражданина. В работе представлена концепция управления, основанная на синтезе, которая уже позволяет более полно удовлетворять требованиям обеспечения национальной безопасности. Новый подход по формированию информационной потребности (ИП) студента основан на решении обратной задачи управления [1,2].

Критически важным ресурсом, оказывающим определяющее влияние на НБ, становится информация, циркулирующая в обществе. Для решения комплекса задач по формированию студента – гражданина

необходимо разработать теорию. Правильно построенная теория имеет три уровня, три составляющих [1]. Методология. Методы. Технология. Рассмотрена диалектика развития социальной, экономической, технико-технологической систем и их влияние на процессы формирования ИП. Показано, что формирование ИП основано на математической модели решение человека. Выявлены механизмы формирования ИП. Показаны особенности формирования ИП. Обоснована методология разработки методики формирования ИП. Методология основана на законе сохранения целостности объекта[1]. Разработана аналитическая динамическая модель ИП. Установлены причинно-следственных связей между базовыми процессами формирования ИП. Процесс образование целевой задачи (угрозы). Процесс идентификации (распознания) целевой задачи (угрозы). Процесс решения задачи (нейтрализации угрозы) [3,4]. В основу модели положена математическая модель решения человека. Показаны возможности модели для интеллектуализации процесса обеспечения национальной безопасности в образовательной среде. Разработаны механизмы реализации условия существования процесса обеспечения НБ на основе сетевых моделей. Показаны возможности сетевого моделирования, которое позволяет увязывать временные интервалы и состояния базовых процессов деятельности с критическим временем и состояниями сетевых моделей[4]. Разработана методика реализации математической модели решения человека для управления процессом формирования ИП в образовательной среде.

Список литературы

1. *Бурлов В.Г.* О концепции гарантированного управления устойчивым развитием Арктической зоны на основе решения обратной задачи. // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2015. № 2 (16). С. 99–111
2. *Бурлов В.Г.* Концепция управления регионом на основе решения обратной задачи. // В книге: УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ КРУПНОМАСШТАБНЫХ СИСТЕМ (MLSD'2016) Материалы Девятой международной конференции: в 2-х томах. Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. 2016. С. 181–184.
3. *Бурлов В.Г., Лепешкин О.М.* Моделирование процесса управления на основе теории радикалов //Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2016. № 3. С. 54–61.
4. *Burlov V.G., Grobitski A.M.* Development of a Model for Social System Management in the Construction Process Taking into Account Manager's Qualification// Humanities & Science University Journal. № 15 (2015), Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia.2015, pp.25–36.

О возможности интеллектуализации процессов обеспечения информационной

***Бурлов Вячеслав Георгиевич
Попова Алисса Николаевна***

*Российский государственный гидрометеорологический
университет (РГГМУ) г. Санкт-Петербург*

Статистика показывает, что количество атак на отдельных лиц, на корпорации и на государственные органы составляет почти \$400 млрд в виде потерянного дохода ежегодно, а около 90 % компаний признают, что противодействие подобным угрозам является для них актуальнейшей проблемой. [1]

Основными недостатками традиционно используемых средств и систем защиты информации являются жесткие принципы построения архитектуры и заключаются в практической невозможности подстраиваться и эффективно противодействовать новому информационному оружию. Такие системы и средства предназначены в основном для блокировки известных потенциально-вредоносных программно-технических средств.[2] В настоящее время системы, способные самостоятельно учиться и самостоятельно анализировать, является или не является та или иная новая программа, или система, потенциально вредоносной, а также эффективно противодействовать угрозе, еще только начинают появляться и входить в массовую эксплуатацию.

Искусственный интеллект (ИИ) является подразделением компьютерной науки, занимающейся разработкой систем и программного обеспечения, способного действовать разумно, и делать те действия, которые обычно делают люди – одинаково хорошо, а иногда и лучше. Например, ИИ быстрее и качественнее предотвратит атаку в реальном времени, чем это сделал бы человек, за счет быстрого поиска наиболее предпочтительного решения. Машины и приложения в этой области предназначены для имитации функций действительного человеческого интеллекта, то есть думать так, как думаем мы. [3]

Для решения комплекса задач по обеспечению ИБ необходимо разработать теорию. Правильно построенная теория имеет три уровня, три составляющих [4]. Методология. Методы. Технология. Процесс обеспечения ИБ основан на математической модели решение человека. Выявлены механизмы обеспечения ИБ. Обоснована методология разработки методики обеспечения ИБ. Методология основана на законе сохранения целостности объекта[4]. Разработана аналитическая динамическая модель. Установлены причинно-следственных связей между базовыми процессами обеспечения ИБ. Процесс образование угрозы. Процесс идентификации угрозы. Процесс нейтрализации угрозы [5,7]. Показаны возможности модели для интеллектуализации процесса обеспечения ИБ. Разработаны механизмы реализации условия существования процесса обеспечения ИБ

на основе сетевых моделей. Показаны возможности сетевого моделирования, которое позволяет увязывать временные интервалы и состояния базовых процессов деятельности с критическим временем и состояниями сетевых моделей[6]. Разработана методика реализации математической модели решения человека для обеспечения ИБ.

Абсолютное предотвращение кибер-угроз и атак представляет собой идеал, но, к сожалению, неизбежно то, что инциденты будут происходить. И когда они происходят, быстрое реагирование имеет решающее значение и сводит к минимуму как ущерб от нападения, так и время восстановления работоспособности системы.

Список литературы

1. Cyberisk [Электронный ресурс]: Artificial Intelligence in Cyber Security. URL: <http://www.cyberisk.biz> (дата обращения: 31.01.2017).
2. Бородакий Ю.В. Интеллектуальные системы обеспечения информационной безопасности // Известия ЮФУ. Технические науки. 2005. № 4. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnye-sistemy-obespecheniya-informatsionnoy-bezopasnosti> (дата обращения: 31.01.2017).
3. TensorFlow [Электронный ресурс]: Open source software library for numerical computation using data flow graphs. URL: <https://www.tensorflow.org/tutorials/> (дата обращения: 31.01.2017).
4. Бурлов В.Г. О концепции гарантированного управления устойчивым развитием Арктической зоны на основе решения обратной задачи.// Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2015. № 2 (16). С. 99–111
5. Бурлов В.Г., Лепешкин О.М. Моделирование процесса управления на основе теории радикалов //Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2016. № 3. С. 54–61.
6. Burlov V.G., Grobitski A.M. Development of a Model for Social System Management in the Construction Process Taking into Account Manager's Qualification// Humanities & Science University Journal. № 15 (2015), Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia.2015, pp.25–36.
7. Бурлов В.Г. Синтез модели управления информационной безопасностью. В сборнике: Информационные управляющие системы и технологии. Материалы IV Международной научно-практической конференции (ИУСТ-ОДЕССА-2015). 2015. С. 147–150.

Некоторые аспекты построения гибридных интеллектуальных сред с использованием возможностей искусственных иммунных систем

Гречанюк Федор Александрович

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) (НИУ МАИ)

В докладе представлены результаты поисковых исследований при построении элементов гибридной интеллектуальной среды [1–4].

При этом одним из наиболее интересных направлений построения различного рода информационных систем выбраны комплексные модели, обеспечивающие реализацию новых возможностей искусственных иммунных систем. Неслучаен и выбор предметной области – информационно-управляющие системы медицинских и профилактических учреждений. Собственно говоря, опытная эксплуатация традиционных информационных систем в медицинской сфере и навела на подобную аналогию при выработке сформированных в работе рекомендаций. Характерной особенностью является то, что предложенный подход позволяет накапливать отрицательный опыт. И именно на основе такового накопленного опыта формируются своего рода «иммунные реакции», предположительно обеспечивающие предотвращение неправильных (ошибочных) действий персонала. Основные преимущества развиваемого подхода заключаются в следующем: 1. Сравнительно быстрая реакция среды на незнакомые условия; 2. Потенциальное отсутствие ограничений на поиск новых методов решения известных задач в перспективе; 3. В определенном смысле «симбиотические отношения» человека и гибридной интеллектуальной среды в поиске приемливых решений в условиях недостатка качественной информации о наблюдаемых объектах. Содержанием последующих этапов настоящего исследования является разработка интерфейсных модулей и утилитарных сервисов указанных информационных систем.

Список литературы

1. *Рожнов А.В., Гречанюк Ф.А.* К дискуссии о новых понятиях в сфере интеллекта: что есть «сверхискусственное»? / Тезисы докладов XIV Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» (Москва, 2016). М.: МГППУ, 2016. С. 15–18.
2. *Рожнов А.В.* О виртуальном молодежном научном круглом столе на страницах научно-технического журнала «Нейрокомпьютеры: разработка, применение» / Тезисы докладов XIV Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» (Москва, 2016). М.: МГППУ, 2016. С. 12–15.
3. *Рожнов А.В.* Обобщенное представление криптопримитива «Sponge» в приложениях «smart»-технологий / Тезисы докладов XIV Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» (Москва, 2016). М.: МГППУ, 2016. С. 20–23.
4. *Нечаев В.В., Гончаренко В.И., Рожнов А.В., Лычев А.В., Лобанов И.А.* Интеграция компонентов виртуальной семантической среды и обобщенной модели анализа среды функционирования // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2016. Т. 12, номер 3, часть 1. С. 187–194 <http://ceur-ws.org/Vol-1761>.

Синтезированный способ построения модели управления транспортным средством

Андрашитов Дмитрий Сергеевич

Военная академия РВСН им. Петра Великого

Современные транспортные средства представляют собой малогабаритные, высокоманевренные, механические системы с большим числом, различных по функциональному назначению, электронных, вычислительных и интеллектуальных устройств. Они, в свою очередь, способствуют поддержанию заданного уровня скорости на дороге, определяют допустимое расстояние до препятствия при парковке, регулируют яркость освещения и т.д. Подобные устройства на автомобиле не просто создают комфортные условия для водителя, но и повышают общий уровень безопасности на дороге.

Однако все вышеперечисленные средства и системы в автомобиле для своей эффективной работы требуют оперативной информации о текущем положении автомобиля и скорости его движения. Добиться этого позволяют датчики, микропроцессоры и интеллектуальные автоматизированные системы управления, априорной информацией для которых служат GPS данные и математическая модель движения динамической системы. Таким образом, от качества оценки параметров модели движения транспортных средств напрямую зависит работа его внутренних систем, а, следовательно, и безопасность на дороге.

Правильно составить математическую модель движения автомобиля позволяют существующие методы классической теории идентификации, экспертных систем, нечеткой логики и другие. При этом выбор метода построения модели отдельного агрегата зависит от его функционального назначения в автомобиле. К примеру, в адаптивной системе автоматического управления фирмы «Toyota» для построения модели датчиков смесеобразования и датчика положения педали акселерометра, возможно, применять методы фильтрации типа фильтр Калмана. В то время как в системе управления двигателем фирмы «General Motors», которая охватывает различные механизмы и подсистемы автомобиля – двигатель, трансмиссию, тормоза, подвеску, рулевое управление и учитывает условия неопределенности необходимо применять теорию нечеткой логики, так как для построения модели системы обычных дифференциальных уравнений не достаточно. Таким образом, синтез подобных алгоритмов позволяет получить новый способ построения модели управления транспортным средством.

Список литературы

1. *Andrashitov D.S., Kostoglotov A.A., Kuznetsov A.A., Lazarenko S.V. Structural synthesis of Lagrangian systems of automatic control with*

- the use of first integrals of motion// Информационно-измерительные и управляющие системы. 2015. Т. 13. № 12. С. 12–18.
2. *Андрашитов Д.С., Костоглотов А.А., Костоглотов А.И., Лазаренко С.В., Ценных Б.М.* Универсальный метод синтеза оптимальных управлений нелинейными Лагранжевыми динамическими системами// Инженерный вестник Дона. 2014. Т. 28. № 1. С. 2.

О возможности интеллектуализации процесса защиты WI-FI сети от несанкционированного доступа

Калатур Николай Петрович

Российский государственный гидрометеорологический университет

В настоящее время широкое распространение получили Wi-Fi сети, а вместе с ними и их защита [1]. Для обеспечения безопасности сети возможно использование моделирования основных процессов. Моделирование позволяет рационально распределять имеющиеся ресурсы для защиты сети от несанкционированного доступа (НСД). В качестве основных уязвимостей Wi-Fi сети выступают получение доступа к устройству, находящемуся в сети, получение доступа к сетевому маршрутизатору и перехват пакетов с целью анализа и дальнейшего получения пароля.

Интеллектуализация основана на моделировании деятельности человека по обеспечению информационной безопасности (ИБ). Решение – основа деятельности человека. Разработка адекватной модели решения человека позволяет интеллектуализировать процесс обеспечения ИБ. Для решения комплекса задач обеспечения ИБ необходимо разработать теорию. Правильно построенная теория имеет три уровня, три составляющих [2,3]. Методология. Методы. Технология. Рассмотрена диалектика развития социальной, экономической, технико-технологической систем и их влияние на процессы обеспечения ИБ WI-FI сети. Показано, что обеспечение ИБ основано на математической модели решение человека. Выявлены механизмы обеспечения ИБ WI-FI сети. Обоснована методология разработки методики обеспечения ИБ WI-FI сети. Методология основана на законе сохранения целостности объекта[1]. Разработана аналитическая динамическая модель обеспечения ИБ WI-FI сети. Установлены причинно-следственных связей между базовыми процессами обеспечения ИБ WI-FI сети. Процесс образование угрозы. Процесс идентификации угрозы. Процесс нейтрализации угрозы [3,4]. В основу модели положена математическая модель решения человека. Показаны возможности модели для интеллектуализации процесса обеспечения ИБ WI-FI сети. Разработаны механизмы реализации условия существования процесса обеспечения ИБ WI-FI сети на основе сетевых моделей [4]. Показаны возможности сетевого моделирования, которое позволяет увязывать временные интервалы и состояния базовых процессов деятельности с критическим временем

и состояниями сетевых моделей [4]. Разработана методика реализации математической модели решения человека для управления процессом обеспечения ИБ WI-FI сети. Процесс появления проблемы опирается на уязвимости, т.к. действия злоумышленника ограничены возможностями, получаемыми при эксплуатации этих уязвимостей. Процессы идентификации проблемы и нейтрализации проблемы опираются на имеющиеся в распоряжении отдела защиты технические и человеческие ресурсы. Основной характеристикой каждой модели является время. Основной задачей при построении моделей является сведение времени идентификации и нейтрализации угрозы по возможности к минимуму [5]. Для оптимизации временных интервалов, необходимых для проведения работ, производятся расчеты ранних и поздних наступления событий, резерв времени и полный резерв времени. Наличие резервов позволяет перераспределить технические и человеческие ресурсы, что способствует ускорению процессов идентификации и нейтрализации проблемы, что в свою очередь повысит уровень защищенности системы.

Список литературы

1. *Владимиров А., Гавриленко В., Михайловский А.* WI-FI: «боевые» приемы взлома и защиты беспроводных сетей. – М. : Пресс, 2005 год – 463 с.
2. *Бурлов В.Г.* О концепции гарантированного управления устойчивым развитием Арктической зоны на основе решения обратной задачи. // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2015. № 2 (16). С. 99–111
3. *Бурлов В.Г., Лепешкин О.М.* Моделирование процесса управления на основе теории радикалов //Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2016. № 3. С. 54–61.
4. *Burlov V.G., Grobitski A.M.* Development of a Model for Social System Management in the Construction Process Taking into Account Manager's Qualification// Humanities & Science University Journal. № 15 (2015), Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia.2015, pp.25–36.
5. *Бурлов В.Г.* Синтез модели управления информационной безопасностью. В сборнике: Информационные управляющие системы и технологии. Материалы IV Международной научно-практической конференции (ИУСТ-ОДЕССА-2015). 2015. С. 147–150.

О задаче выбора признаков наблюдаемого состояния сложного динамического объекта в условиях различного качества измерительной информации

*Русаков Константин Дмитриевич
Хиль Сергей Шотович*

Военная академия РВСН им. Петра Великого

Обозначена актуальная задача оценки функционального состояния объекта РКТ посредством перехода к другому пространству призна-

ков наблюдаемого состояния в условиях различного качества измерительной информации. В последнее время активное развитие получает повышение уровня автоматизации процессов управления состояниями сложных технических систем. Решение данной проблемы сводится, в основном, к поиску решений по формированию и совершенствованию соответствующих правил принятия управленческих решений. При этом, в штатных условиях и ситуациях создание таких правил, во многих случаях, не вызывает особых проблем, однако, в нестандартных условиях решение данной задачи является проблематичным.

В задачах контроля и испытания вооружения и военной техники немаловажную роль играет процесс анализа измерительной информации. Только пройдя все этапы обработки, мы можем принять решение о том или ином состоянии объекта испытаний. Однако решение о состоянии объекта принять сложно, если к нам поступила информация с очень низким качеством, а именно:

- мы не получили достаточный объем измерительной информации;
- шумовая составляющая настолько велика, что получить полезный сигнал очень проблематично.

Одним из видов технического состояния объекта является правильное/неправильное функционирование. Заметим, что при функционировании объекта испытаний, система управления задействует в объекте различные функции, узлы, агрегаты. Из этого следует что объект, под воздействием системы управления, будет находиться в различных устойчивых и равновесных фазах своего функционирования, которые будем определять, как функциональные состояния объекта испытаний. Задача состоит в следующем: по имеющимся выборочным данным наблюдений за входным и выходным сигналами с интервалом дискретизации Δt требуется оценить значения коэффициентов соответствующей математической модели, обеспечивающих минимум величины функционала невязки между модельными и фактическими данными. Изменение коэффициентов соответствующей математической модели будет говорить о смене функционального состояния системы.

Список литературы

1. *Васильев В.В.* Математические методы анализа летательных аппаратов как объектов управления и испытания. – МО РФ, 1992.
2. Кириллов Н.П. Функциональное состояние технического объекта. Дефиниция понятия // Авиакосмическое приборостроение. 2010, № 10. С.31–40
3. *Дилигенская А.Н.* Идентификация объектов управления. – СГТУ, 2009.
4. *Русаков К.Д.* К оценке функционального состояния объектов РКТ в условиях различного качества измерительной информации // XIV Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение». – М:МГППУ, 2016 – С.89

5. Рудько А.С. Экономия энергии бортового источника питания малогабаритного космического аппарата // Современные проблемы управления природными ресурсами и развитием социально-экономических систем: материалы XII международной научной конференции; в 4-х ч. / под ред. А.В. Семенова, Н.Г. Малышева, Ю.С. Руденко. – М.: изд. ЧОУВО «МУ им. С.Ю. Витте», 2016. Ч. 4.

Обработка изображений дзз с применением интеллектуальных технологий в интересах эффективного управления сложными системами

Скорик Николай Андреевич

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет) (НИУ МАИ)

В докладе представлены результаты моделирования годовой динамики растительности, полученные с использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Разработана упрощенная модель динамики роста без учета некоторых второстепенных антропогенных и иных факторов [1]. Проведен ряд расчетов с применением современных интеллектуальных технологий, на основе которых сформированы предложения и рекомендации по повышению эффективности управления сложными системами [2, 3]. На основе результатов моделирования также были выделены новые, интересные задачи дальнейшего развития интеллектуальных технологий сложных систем и их компонентов [4–7].

Список литературы

1. Alexander Kozlov Maria Kozlova and Nikolai Skorik. A simple harmonic model for fapar temporal dynamics at wetlands in volga-akhtuba floodplain [Журнал] // Remote Sensing – Open Access Journal. – 2016 г. – стр. 1–9.
2. Рожнов А.В., Лобанов И.А., Скорик Н.А., Цытелев В.В. О нечеткой стратегии интеграции компонентов в интересах накопления опыта эволюционного моделирования проблемно-ориентированной системы управления на начальных этапах жизненного цикла / Труды 15-ой международной конференции «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта» (CAD/CAM/PDM-2015, Москва). М.: ООО «Аналитик», 2015. С. 345–348.
3. Рожнов А.В., Скорик Н.А., Васильев Е.Г. Информационный дизайн компонентов дополненной реальности при их системной интеграции для геопространственного мультимедиа / Тезисы 15-ой международной конференции «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта» (CAD/CAM/PDM-2015, Москва). М.: ООО «Аналитик», 2015. С. 35.
4. Скорик Н.А., Рожнов А.В. Разработка и исследование модельных объектов на примере опыта создания и применения системы «Звено-СПБ»/

- Современное состояние и перспективы развития систем авиационного оборудования. Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2015. Сборник статей по материалам II Межвузовской НПК курсантов и слушателей «Молодежные чтения памяти Ю.А. Гагарина». С. 133–135.
5. *Гончаренко В.И., Кучерявенко Д.С., Гойденко В.К., Скорик Н.А.* Распознавание типа аварийной ситуации при испытании беспилотного космического аппарата на основе использования вейвлет-преобразования // *Нейрокомпьютеры: разработка, применение.* 2016, № 1. С. 39–48.
 6. *Рожнов А.В.* О виртуальном молодежном научном круглом столе на страницах научно-технического журнала *Нейрокомпьютеры: разработка, применение* / Тезисы докладов XIV Всероссийской научной конференции *Нейрокомпьютеры и их применение* (Москва, 2016). М.: МГППУ, 2016. С. 12–15.
 7. *Нечаев В.В., Гончаренко В.И., Рожнов А.В., Лычев А.В., Лобанов И.А.* Интеграция компонентов виртуальной семантической среды и обобщенной модели анализа среды функционирования // *Современные информационные технологии и ИТ-образование.* 2016. Т. 12, номер 3, часть 1. С. 187–194 <http://ceur-ws.org/Vol-1761>.

Оценка влияния программного обеспечения обработки экспериментальных данных на результаты испытаний технических систем

Девлетханов Ниямудин Нажмудинович

Военная академия РВСН им. Петра Великого

При разработке современных сложных технических систем, из-за невозможности получения адекватного теоретического описания, примерно до 40 % всех возникающих проблем решаются при помощи испытаний. Порядок проведения испытаний с точки зрения информационной составляющей (измерений) можно представить следующими этапами:

1. с помощью системы сбора информации (датчиковой аппаратуры) получают измеряемые параметры;
2. система обработки информации позволяет обработать полученные данные с целью ослабления погрешностей, возникающих при воздействии различных возмущающих факторов;
3. анализ измерительной информации с целью определения текущего технического состояния и выдачи управляющих воздействий.

Ограниченное финансирование и сокращении сроков проведение опытно-испытательных работ, диктует необходимость отказа от экстенсивного пути реализации технологий испытаний и перехода к интенсивному развитию и внедрению автоматизированных систем испытаний на основе имитационно-моделирующего программного комплекса, в которой функции сбора, обработки и представления результатов реализованы с использованием программных средств – синтетических приборов.

Вместе с тем программные средства могут вносить дополнительные ошибки в результаты измерений, которые обусловлены несовершен-

ством используемых алгоритмов, возможностью возникновения программных или аппаратных сбоев, потерь и искажений данных и т.д.

Очень трудно, а подчас невозможно описать многомерные законы распределений, отражающие влияние всех погрешностей. Поэтому используют упрощенный способ оценки влияния нескольких погрешностей на конечный результат измерения. Он состоит в том, чтобы вместо законов распределений вероятности оперировать их интервальными или энтропийными оценками. Этот подход хорошо работает для жестко коррелированных составляющих погрешностей. Законы распределений таких погрешностей повторяют форму закона вызывающей их величины. При отсутствии корреляционных связей, вероятности составляющих не зависят друг от друга. Возникает задача оценки композиции случайных величин с различными видами законов распределений. Аналитически эта задача решена лишь для комбинаций нормального и равномерного распределений. Однако в работе современных виртуальных и синтетических СИ используются куда более сложные модели измерений. Кроме тривиальных математических операций, они реализуют различные алгоритмы: численное интегрирование по отсчетам функции, цифровая фильтрация, быстрое преобразование Фурье и т.д. Появление дополнительных погрешностей в этом случае обусловлено приближенными оценками, заложенными как в уравнении измерения, так и в алгоритме его решения с помощью ПО.

Нет однозначных выводов о статистической устойчивости и принадлежности законов распределения погрешностей к какому-либо типу. Также неизвестно как влияет на суммарную погрешность различные комбинации синтетических приборов и их совместимость. Чтобы выделить погрешность виртуального прибора, необходим более глубокий анализ составляющих компонентов неопределенности.

Разработка интеллектуальной подсистемы автоматизированного оценивания уровня освоения компетенций в АСО вуза

Андрияш Анна Евгеньевна

Военная академия РВСН им. Петра Великого

В настоящее время компетентностный подход является основополагающим в системе российского, в том числе и военного, образования. Каждый ВУЗ должен иметь средства оценки не только знаний и умений, но и компетенций специалистов. Таким образом, инновационные процессы в российском образовании ставят перед профессорско-преподавательским корпусом все более глобальные цели: вооружение специалиста набором компетенций, которые позволят повысить уровень его компетентности. Проблемой современных вузов по-прежнему остается организация процесса измерения компетенций. Для вновь разрабатыва-

емого программно-алгоритмического обеспечения должны быть определены системные свойства компетенции, факторы влияния, способы ее количественного выражения, решены вопросы обобщения когнитивных знаний экспертов и организации экспертизы в процессе оценки компетенции, использующие алгоритмы нечеткой логики. В сложных системах методы традиционной теории принятия решений, опирающейся на выбор лучшей альтернативы из множества четко сформулированных альтернатив, оказываются недостаточными. Информация, на основе которой принимаются решения в таких системах, неизбежно содержит существенную долю качественных, нечетких, субъективно оцененных данных и является представлением знаний эксперта (или группы экспертов) о ситуации, описывающей проблемную область. Поэтому использование моделей, основанных на когнитивных картах, в настоящий момент представляется наиболее перспективным. Процесс когнитивного моделирования происходит на двух уровнях: концептуальном и математическом. На первом уровне эксперты, исходя из своих знаний и представлений о предметной области, формируют модель в виде набора понятий и причинно-следственных связей между ними, при этом взаимовлияния между факторами могут иметь различную интенсивность, которая может меняться с течением времени. Затем на основе этих понятий строится когнитивная карта, обработка которой ведется на уровне математического моделирования.

В докладе предлагается подход к построению нечеткой когнитивной карты в которой выделяются входные и выходные переменные, а связи описываются нечеткими правилами.

Тепловизионное диагностирование средств электроники

Гойденко Владимир Константинович

Военная академия связи им. маршала С.М. Буденного

В настоящее время одна из основных проблем, стоящих перед радиоэлектроникой, связана с требованием увеличения количества обрабатываемой информации вычислительными и управляющими электронными системами с одновременным уменьшением их габаритов и потребляемой энергии. Трудозатраты и время диагностирования средств электроники постоянно увеличиваются. Методы диагностирования, которые используют в качестве «параметра контроля» температуру, показывают достаточную эффективность. Это связано с тем, что 70–95 % всех форм энергии в радиотехнических устройствах (РТУ), в конечном счете, превращается в тепловую, что свидетельствует о целесообразности выбора в качестве параметра, характеризующего ее техническое состояние, температуры. Метод основан на исследовании, проводимом

благодаря измерению температуры поверхности всей электрической установки или объекта, а также его определенных элементов. Чаще всего для реализации данного метода используется система с применением тепловизора. На данном этапе исследования производится анализ и выбор средств моделирования тепловых процессов в печатных узлах средств электроники. Планируется провести анализ автоматических алгоритмов диагностирования и требований к тепловизионному оборудованию. Исследуемые технические решения необходимо шире использовать в средствах электроники, в необитаемых аппаратных (отсеках) узлов связи и других сложных технологических объектов, где отсутствует контролирующий персонал, а встроенные системы контроля не дают полного представления о техническом состоянии РТУ и сопутствующего технологического оборудования, систем жизнеобеспечения.

Сравнительный анализ способов моделирования управления сложной технической системы с применением элементов когнитивных технологий

Людоговский Денис Александрович

Военная академия РВСН им. Петра Великого

В докладе представлены результаты исследований способов решения ряда прикладных задач, при моделировании сложных технических систем.

Проведена декомпозиция исследуемой системы и выделены компоненты, определяющие качество управления с учетом требований по организации защиты информации. Выделены основные этапы моделирования. Разработаны практические рекомендации по совершенствованию специального программного обеспечения с применением элементов когнитивных и нейросетевых технологий.

Разработка математической модели решения руководителя вуза и ее внедрение в контур управления, использующий Web-технологии

Грачев Михаил Иванович

Санкт –Петербургский университет

МВД г. Санкт-Петербург

Руководитель ВУЗа как лицо принимающее решение (ЛПР) в зависимости от обстановки формирует процесс деятельности. Основа этого процесса – это решение ЛПР[1]. Одним из основных требований к решению ЛПР является гарантия достижения цели деятельности ВУЗом. Удовлетворение данного требования зависит от метода синтеза модели решения ЛПР[2]. Использование Web-технологий повышает эффективность реализации решения руководителя.

ЛПР принимает решение на основе модели [2]. Решение ЛПР должно, как содержать модель процесса, который он формирует (управляет), так и являться системой [2,3]. Существует всего два подхода к разработке системы (модели). Это разработка на основе анализа и на основе синтеза. Для управления ВУЗом необходимо формировать процессы с наперед заданными свойствами. Это возможно только на основе знания закона построения и функционирования системы[2,3]. Однако в известных публикациях такая закономерность не представлена. В работе используется такой закон – закон сохранения целостности объекта (ЗСЦО) [2]. Это позволило синтезировать модель решения человека и применить управления ВУЗом. Аналитическая динамическая модель решения ЛПР позволяет организовывать процесс управления в интересах гарантированного достижения цели деятельности.

В рамках направления использования информационных технологий для управления ВУЗом в докладе рассматривается разработка математической модели управления, учитывающей возможности Web-технологий. В основу аналитической динамической модели положен закон сохранения целостности объекта. Разработка системы управления ВУЗом на основе предлагаемой модели позволит повысить оперативность управления ВУЗом при удовлетворении требований гарантии достижения цели управления. А целью является выбор и обоснование условия гарантированного достижения цели деятельности на основе синтеза математической модели решения руководителя ВУЗа, учитывающей возможности Web-технологий.

Для формирования условий, гарантирующих достижения цели деятельности используется естественно – научный подход (ЕНП) к управлению ВУЗом. ЕНП определяется интеграцией свойств Мышления человека, окружающего Мира и Познания реализуется научно-педагогической школой «Системная интеграция процессов государственного управления» [2].

В целом, в работе предложен метод управления ВУЗом, позволяющий учитывать возможности Web-технологий. Синтез системы управления предприятием на основе системы дифференциальных уравнений позволил реализовать гарантированный подход к управлению деятельности.

Модель управления, может быть далее усложнена, введением дополнительных обратных связей и учетом других условий. Данный подход с одной, стороны позволяет синтезировать адекватную модель управления решения руководителя ВУЗа, с другой стороны позволяет достаточно полно для практики учитывать возможности Web-технологий. [3,4] Внедрение в систему управления ВУЗа разработанной модели позволит отображать на экране браузера все технологические объекты процесса управления ВУЗа, оперативно получать информацию о рейтинге ВУЗа, отслеживать состояние отделов ВУЗа с любого рабочего места, в любой точке города в режиме on – line и оперативно принимать решения по дальнейшей логике деятельности.

Список литературы

1. *Моисеев Н.Н.* Математические задачи системного анализа// Изд-во: Либроком : 2012. – 490 стр.
2. *Бурлов В.Г.* О концепции гарантированного управления устойчивым развитием Арктической зоны на основе решения обратной задачи.// Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2015. № 2 (16). С. 99–111
3. *Бурлов В.Г., Лепешкин О.М.* Моделирование процесса управления на основе теории радикалов //Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2016. № 3. С. 54–61.
4. *Burlov V.G., Grobitski A.M.* Development of a Model for Social System Management in the Construction Process Taking into Account Manager's Qualification// Humanities & Science University Journal. № 15 (2015), Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia.2015, pp.25–36.

**Интеллектуальное здание и информационное
обеспечение интерфейсных модулей смешанных
робототехнических комплексов**

Гудов Геннадий Николаевич

*Российский государственный
гуманитарный университет (РГГУ)*

*Журавлева Нина Георгиевна
Иванова Ирина Николаевна*

*Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН)*

Разработка и внедрение новых технологий интеллектуальных зданий так или иначе, наряду с другими компонентами и модулями, обусловлены качеством интерфейсных модулей, используемых в их основе. Актуальность работы заключается в ее практической направленности на решение прикладных задач интеллектуальных зданий при определении существенных свойств сервисных интеграционных компонентов (интерфейсных модулей). Так, в общей предметной области информационного обеспечения смешанных робототехнических комплексов в первую очередь представляют непосредственный интерес характерные особенности построения интерфейсных модулей, формируемых, в свою очередь, в пополняемой среде интеграционных компонентов интеллектуальных зданий и «умного города» в целом.

Целевая установка, в рамках общего проблемного вопроса усовершенствования функциональности модулей, это выработка новых предложений по достижению требуемого уровня эффективности функционирования смешанных робототехнических комплексов различного назначения (интеграционных компонентов интеллектуальных зданий как стационарной части некоторой прединтеллектуальной инфраструктуры [1]) в условиях поведенческой неопределенности группы субъектов.

Ключевые положения теоретико-познавательной направленности, в частности, деятельности системы субъект-объект содержатся в трудах многих зарубежных и отечественных специалистов [1].

Методическую основу для автоматизированной поддержки процессов принятия решений составляют научные и практические работы, полный перечень которых чрезвычайно обширен и постоянно пополняется. Первые работы, посвященные сопровождения с предсказанием, были выполнены в еще в середине прошлого века. Была предложена обобщенная модель человека оператора, основные параметры которой чаще всего определялись автоматически методом непрерывной оптимизации. В таковых работах структура передаточной функции модели, как правило, выбирается заранее, а величина параметров подбирается в ходе опытной эксплуатации.

В данном докладе рассматриваются возможности совершенствования схемотехнических решений «прогнозирующих дисплеев» – прогнозируемое изменение параметров управляемого процесса оператор видит на экране дисплея [1]. Наиболее полную информацию о состоянии управляемого объекта используют различного рода тренажерные системы, исследуются внешние воздействия различной физической природы, например, положение и вибрация кресла оператора и т.п. полная оценка существующих разработок, посвященных исследованию динамических характеристик лица, принимающего решения, включенного в контур управления, осуществлена в цикле работ [2–9]. В частности, предлагается использовать инструментальные средства USL для описания и доработки функциональности сервиса в условиях поведенческой неопределенности смешанных робототехнических комплексов различного назначения.

Ключевые слова: информационное обеспечение, интерфейсный модуль (сервисный интеграционный компонент), функциональность сервиса, эффективность функционирования смешанного робототехнического комплекса

Список литературы

1. *Ботуз С.П.* Управление удаленным доступом. Защита интеллектуальной собственности в сети Internet // М.: Солон пресс, 2013. – 256 с.
2. *Ryukin S.E.* Energy-saving sliding mode control for pumping system fed by renewable energy / Proceedings of the 17th IEEE International Power Electronics and Motion Control Conference (IEEE PEMC 2016, Varna, Bulgaria). Piscataway, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2016. Т 1. С. 394–399.
3. *Рожнов А.В., Лобанов И.А.* Интеграция и управление контентом проблемно-ориентированной системы на ранней стадии жизненного цикла / Труды 13-й Международной конференции «Системы проектирования технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта» (CAD/CAM/PDM-2013, Москва). М.: ИПУ РАН, 2013. С. 320–322.
4. *Рожнов А.В., Лобанов И.А., Скорик Н.А., Цыпелев В.В.* О нечеткой стратегии интеграции компонентов в интересах накопления опыта

- эволюционного моделирования проблемно-ориентированной системы управления на начальных этапах жизненного цикла / Труды 15-ой международной конференции «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта» (CAD/CAM/PDM-2015, Москва). М.: ООО «Аналитик», 2015. С. 345–348.
5. *Рожнов А.В., Гречанюк Ф.А.* К дискуссии о новых понятиях в сфере интеллекта: что есть «сверхискусственное»? / Тезисы докладов XIV Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» (Москва, 2016). М.: МГППУ, 2016. С. 15–18.
 6. *Рожнов А.В.* Обобщенное представление криптопримитива «Sponge» в приложениях «smart»-технологий / Тезисы докладов XIV Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» (Москва, 2016). М.: МГППУ, 2016. С. 20–23.
 7. *Лобанов И.А., Рожнов А.В.* Разработка предложений по системной интеграции задач в единой технологии мониторинга чрезвычайных ситуаций / Материалы 9-ой Международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD'2016, Москва). М.: ИПУ РАН, 2016. Т. 2. С. 329–331.
 8. *Рожнов А.В., Лобанов И.А.* Интеллектуализация средств ухода от конфликтов при переключении режимов управления ЛА с применением языкового формализма «схем радикалов» в предметной области «Smart Intelligent Aircraft Structure» / Материалы XI Международной конференции по Неравновесным процессам в соплах и струях (NPNJ'2016). М.: МАИ, 2016. С. 439–441.
 9. *Нечаев В.В., Гончаренко В.И., Рожнов А.В., Лычев А.В., Лобанов И.А.* Интеграция компонентов виртуальной семантической среды и обобщенной модели анализа среды функционирования // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2016. Т. 12, номер 3, часть 1. С. 187–194.

Разработка интеллектуальной технологии управления процессом обеспечения электробезопасности на потенциально опасном объекте

Маньков Виктор Дмитриевич

*Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Управление процессом обеспечения электробезопасности требует формирования процессов с наперед заданными свойствами. Однако для управления обычно используются модели, основанные на базе анализа. Это требует решения прямой задачи управления [1,2]. А ее решение не позволяет удовлетворять в полной мере сформулированным требованиям. В работе представлена концепция управления, основанная на синтезе, которая уже позволяет более полно удовлетворять указанным требованиям. Новый подход основан на решении обратной задачи управления [1,2].

В работе рассмотрена диалектика развития социальной, экономической, технико-технологической систем и их влияние на процессы обеспечения электробезопасности. Показано, что управление процессом обеспечения электробезопасности основано на математической модели решения человека. Выявлены механизмы обеспечения электробезопасности на потенциально опасном объекте. Показаны особенности потенциально опасного объекта. Обоснована методология разработки методики управления процессом обеспечения электробезопасности. Методология основана на законе сохранения целостности объекта [1]. Разработана аналитическая динамическая модель управления процессом обеспечения электробезопасности. Установлены причинно-следственные связи между базовыми процессами обеспечения электробезопасности (Процесс образование угрозы. Процесс идентификации (распознания) угрозы. Процесс нейтрализации (профилактики) угрозы [3,4]. В основу модели управления положена математическая модель решения человека. Показаны возможности модели для интеллектуализации процесса обеспечения электробезопасности на потенциально опасном объекте. Разработаны механизмы реализации условия существования процесса обеспечения электробезопасности на основе сетевых моделей. Показаны возможности сетевого моделирования, которое позволяет увязывать временные интервалы и состояния базовых процессов управления с критическим временем и состояниями сетевых моделей [4]. Разработана методика реализации математической модели решения человека для управления процессом обеспечения электробезопасности потенциально опасного объекта.

Список литературы

1. *Бурлов В.Г.* О концепции гарантированного управления устойчивым развитием Арктической зоны на основе решения обратной задачи. // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2015. № 2 (16). С. 99–111
2. *Бурлов В.Г.* Концепция управления регионом на основе решения обратной задачи. // В книге: Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2016) Материалы Девятой международной конференции: в 2-х томах. Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. 2016. С. 181–184.
3. *Бурлов В.Г., Лепешкин О.М.* Моделирование процесса управления на основе теории радикалов // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2016. № 3. С. 54–61.
4. *Burlov V.G., Grobitski A.M.* Development of a Model for Social System Management in the Construction Process Taking into Account Manager's Qualification // Humanities & Science University Journal. № 15 (2015), Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia. 2015, pp.25–36.

Исследование формальной модели единого информационно-управляющего поля при сравнении схем информационного обмена смешанной группы беспилотных систем¹⁹

Гончаренко Владимир Иванович

*Московский авиационный институт (национальный
исследовательский университет) (НИУ МАИ)*

Лобанов Игорь Александрович

*Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН)*

К обсуждению предлагаются результаты исследования вариантов информационного и координированного траекторного взаимодействия пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов (беспилотных систем), действующих в составе смешанной группы. Рассмотрены условия их функционирования в едином информационно-управляющем поле. Проведен сравнительный анализ возможностей инструментальных средств имитационного и статистического моделирования при построении интеллектуальных систем управления динамическими объектами. Представлен краткий обзор поисковых исследований [1–8].

Обоснованы ряд положений, схемы, алгоритмы и элементы программно-математического обеспечения синтеза стратегий группового управления разнотипными летательными аппаратами для планирования на последующих этапах (предполетной подготовки); а также реализована формальная модель единого информационно-управляющего поля как среда функционирования смешанных групп пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов.

Список литературы

1. *Оганджян С.Б., Рожнов А.В., Бурмистров П.А., Лобанов И.А., Тюрин С.А.* Творческие материалы «круглого стола». Часть I. Ретроспектива и реальная конкорданция исследований в сфере интеллекта // *Нейрокомпьютеры: разработка, применение.* 2016. № 1. С. 17–29.
2. *Легович Ю.С., Рожнов А.В., Лобанов И.А., Чернякский Д.В.* Управление развитием в аспекте системной интеграции на предпроектном этапе жизненного цикла проблемно-ориентированных систем / Труды 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД-2015, Москва). М.: ИПУ РАН, 2015. Т. 2. С. 163–167.
3. *Рожнов А.В., Лобанов И.А., Скорик Н.А., Цыпелев В.В.* О нечеткой стратегии интеграции компонентов в интересах накопления опыта эволюционного моделирования проблемно-ориентированной системы управления на начальных этапах жизненного цикла / Труды

¹⁹ Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16–08–00832а.

- 15-ой международной конференции «Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта» (CAD/CAM/PDM-2015, Москва). М.: ООО «Аналитик», 2015. С. 345–348.
4. *Рожнов А.В., Лобанов И.А.* Интеграция и управление контентом проблемно-ориентированной системы на ранней стадии жизненного цикла / Труды 13-й Международной конференции «Системы проектирования технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта» (CAD/CAM/PDM-2013, Москва). М.: ИПУ РАН, 2013. С. 320–322.
 5. *Рожнов А.В., Лобанов И.А.* Интеллектуализация средств ухода от конфликтов при переключении режимов управления ЛА с применением языкового формализма «схем радикалов» в предметной области «Smart Intelligent Aircraft Structure» / Материалы XI Международной конференции по Неравновесным процессам в соплах и струях (NPNJ'2016). М.: МАИ, 2016. С. 439–441.
 6. *Белавкин П.А., Федосеев С.А., Рожнов А.В., Лобанов И.А.* Исследование стратегической мобильности проблемно-ориентированных систем управления и их позиционирование в условиях развития информационного пространства // Известия ЮФУ. Технические науки. 2013. Тематический выпуск «Перспективные системы и задачи управления», № 3. С. 211–217.
 7. *Лобанов И.А., Рожнов А.В.* Оценивание эффективности проблемно-ориентированной системы управления на ранних стадиях жизненного цикла комплекса ЛА с использованием модели FREE DISPOSAL HULL / Материалы 5-й Международной научной конференции «Фундаментальные проблемы системной безопасности и устойчивости» (Елец, 2014). Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2014. С. 377–379.
 8. *Нечаев В.В., Гончаренко В.И., Рожнов А.В., Лычѳв А.В., Лобанов И.А.* Интеграция компонентов виртуальной семантической среды и обобщенной модели анализа среды функционирования // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2016. Т. 12, номер 3, часть 1. С. 187–194.

Интеллектуальные права на интеллектуальные системы: вопросы возникновения и защиты

Слепко Галина Евгеньевна

Военный университет Министерства Обороны

Стражевич Юлия Николаевна

Сургутский государственный университет

Большинство развиваемых и внедряемых в оборот высокотехнологических и наукоемких систем как гражданского, так и иного назначения с точки зрения права представляют собой совокупность тех или иных результатов интеллектуальной деятельности (далее – РИД), на которые создатели или иные лица имеют различного вида интеллектуальные

права: личные неимущественные (авторства, на обнаружение и пр.) и имущественные, т.е. исключительные (главное из них – право распоряжаться результатом своей творческой деятельности). При чем, сами РИД могут иметь различную природу и охраняться авторским или патентным правом, либо как средство индивидуализации товара, работы, услуги и их производителей, но РИД одного вида охраняется только одним институтом права интеллектуальной собственности, поскольку все они разнородны. В то же время сложные интеллектуальные системы как объекты гражданских прав могут включать в себя элементы различных объектов интеллектуальных прав. Так, отдельные узлы и элементы беспилотных летательных аппаратов или иных автономных систем различного назначения [1] как изобретений или полезных моделей охраняются патентным правом, также и особенности его художественно-конструкторского решения как промышленный образец охраняются патентным правом. С другой стороны, его «интеллектуальная начинка» – программное обеспечение в виде программы для ЭВМ охраняется авторским правом, хотя сама программа и не является ни литературным, ни научным, ни художественным произведением. Более того, если в конструкции БПЛА используется топология интегральной микросхемы (чип, микрочип и т.п.), то она вообще не охраняется указанными институтами, а входит в группу так называемых «других / иных РИД». Более того, права на РИД различных видов возникают по различным основаниям: на объекты авторских прав – в силу создания и выражения в материальной форме; патентного – государственной регистрации (воплощается в выдаваемом соответствующим госорганом патенте); на топологию – в силу создания, но возможна и госрегистрация. Таким образом, один объект, включающий в себя РИД разных видов, попадает под действие различных по своей природе правовых норм только одной подотрасли гражданского права – права интеллектуальной собственности).

Кроме указанных внутривидовых проблем определения оснований возникновения и защиты интеллектуальных прав на указанные объекты проявляются проблемы и иных отраслей: возможны ли раздел между супругами и наследование исключительных прав или доходов от них в результате использования данного РИД [2; 3, с. 59–65]; проблемы кумулятивной защиты изобретений, которые включают сведения, составляющие государственную тайну, и их изъятие из коммерческого оборота; проблемы экологической и гуманитарной безопасности при их эксплуатации в интересах обороны государства и определения субъекта ответственности в случае причинения таким объектом вреда при его эксплуатации (создатель механизма, автор программы, иные лица) и пр. При этом, многие из указанных вопросов могут быть перенесены в сферу международного, в том числе международного гуманитарного, права [1]. Таким образом, значительное количество вопросов правового обеспечения создания, вне-

дрения и эксплуатации интеллектуальных систем на данный момент не имеют ответа и требуют тщательной проработки.

Список литературы

1. *Гончаренко В.И., Рожнов А.В., Губин А.Н., Слепко Г.Е.* К обсуждению тенденций развития автономных систем различного назначения. Дополнение // VII Московская международная конференция по исследованию операций (ORM2016): Москва, 17–22 октября 2016 г.: Труды. Том II / Отв. ред. Е.З. Мошонько. – М.: Изд-во ФИЦ ИУ РАН, 2016. – С. 109–110.
2. *Слепко Г.Е., Стражевич Ю.Н.* Наследственное преемство и авторские права: соотношение и особенности правового регулирования // Судья. – 2014. – № 3. – С. 25–29.
3. *Слепко Г.Е., Стражевич Ю.Н.* Правовое регулирование имущественных отношений супругов: Монография. – М.: МЮИ, 2015. – 320 с.

**Закон сохранения целостности
объекта – методологическая основа решения задач
информационной войны и обеспечения безопасности**

Бурлов Вячеслав Георгиевич

*Российский государственный гидрометеорологический
университет (РГГМУ) г.Санкт-Петербург*

Критически важным ресурсом, оказывающим определяющее влияние на национальную безопасность, становится информация, циркулирующая в обществе. В процессе деятельности социально-экономические образования различного уровня иерархии (от отдельного человека, организации, района до государства) при несовпадении целей деятельности возникают конфликты. В основе деятельности лежит решение человека (лица принимающего решение (ЛПР)).[1] Деятельность основывается на модели[2,3]. Под информацией обычно понимают сведения об окружающем мире и протекающих в нем процессах, воспринимаемые человеком или специальным устройством. Сведения, используемые человеком в своей деятельности, имеют у него модельную интерпретацию – модель целевого объекта. Зависимость деятельности человека от информации (модельного представления) сформировала новое направление в противоборстве социально – экономических образований как информационное, которое в конце 20-го века получило название «информационная война».

Деятельность осуществляется в 3-х системах: социальной, экономической, технико-технологической. Поэтому информационная война строится на воздействии на процессы, протекающие в этих системах.[3,4]

Социально-экономические система разрушаются через индивидуальное и массовое сознание.

Технико-технологическая через технические средства, в первую очередь, компьютеры и телекоммуникационные системы. Поэтому методология решения задач имеет два направления. [3,4]

Первое. Синтез формирования адекватных моделей социального поведения как отдельного человека, так государства в целом.

Второе. Синтез адекватной модели вычислений в компьютерах и телекоммуникационных системах. Второе направление деятельности получило название «Информационная безопасность». Для решения указанных проблем, методология решения задач информационной войны должна давать ЛПР условие существования процесса деятельности. Решение основано на системной интеграции свойств мышления человека, свойств объектов окружающего мира и всеобщей связи явлений. Разработанный естественно-научный подход (ЕНП) реализуется на базе трех принципов: трехкомпонентности познания, целостности мира, познаваемости. Первый характеризует взаимосвязанные абстрактное, абстрактно-конкретное и конкретное мышление. Второй – закон сохранения целостности объекта (ЗСЦО) – устойчивая объективная повторяющаяся связь свойств объекта и его действия при фиксированном предназначении. Третий – методами декомпозиции, абстрагирования, агрегирования. В основу условия существования процесса положен ЗСЦО. [3–5] Это позволило разработать механизм синтеза адекватной модели социального поведения, как отдельного человека, так и государства, в целом. Что стало возможным, благодаря синтезу математической модели решения человека в вероятностной и детерминированной постановке. А для технико-технологической системы – механизм синтеза адекватной модели компьютера, как альтернатива существующим вычислительным системам. Адекватность модели деятельности объекта как в социально-экономической, так и в технико-технологических системах, позволяет гарантировать безопасность к воздействию внешних и внутренних угроз в условиях информационной войны. [2–4]. Результаты позволяют обосновать как создание ситуационного центра управления информационными процессами в обществе, так и принципиально новых компьютерных технологий, способных решать задачи в условиях информационной войны.

Список литературы

1. *Моисеев Н.Н.* Математические задачи системного анализа// Изд-во: Либроком : 2012. – 490 стр.
2. *Бурлов В.Г.* О концепции гарантированного управления устойчивым развитием Арктической зоны на основе решения обратной задачи.// Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2015. № 2 (16). С. 99–111
3. *Бурлов В.Г., Лепешкин О.М.* Моделирование процесса управления на основе теории радикалов //Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2016. № 3. С. 54–61.
4. *Burlov V.G., Grobtski A.M.* Development of a Model for Social System Management in the Construction Process Taking into Account Manager's Qualification// Humanities & Science University Journal. № 15 (2015), Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia.2015, pp.25–36.

5. *Бурлов В.Г.* Синтез модели управления информационной безопасностью. В сборнике: Информационные управляющие системы и технологии. Материалы IV Международной научно-практической конференции (ИУСТ-ОДЕССА-2015). 2015. С. 147–150.

Об интеллектуализации процесса пропаганды на базе математической модели решения человека

Бурлов Вячеслав Георгиевич

Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ) г. Санкт-Петербург

Васильев Максим Николаевич

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ)

Капицын Сергей Юрьевич

Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург

Для гарантированного достижения цели деятельности по формированию процесса пропаганды требует формировать процессы с наперед заданными свойствами. Однако обычно используются модели, основанные на базе анализа. Это требует решения прямой задачи управления.[1,2]. А ее решение не позволяет удовлетворять в полной мере сформулированным требованиям пропаганды. В работе рассмотрена концепция формирования процесса пропаганды, основанная на синтезе, которая уже позволяет более полно удовлетворять этим требованиям. Новый подход основан на решении обратной задачи управления.[1,2].

Выявлена диалектика развития социальной, экономической, технико-технологической систем и их влияние на процесс ведения пропаганды. Показано, что управление процессом пропаганды основано на математической модели решения человека. Выявлены механизмы обеспечения пропаганды на потенциально нужные социальные объекты. Показаны особенности потенциально нужных социальные объекты. Обоснована методология разработки методики управления процессом пропаганды. Методология основана на законе сохранения целостности объекта[1]. Разработана аналитическая динамической модель управления процессом пропаганды. Установлены причинно-следственных связей между базовыми процессами обеспечения пропаганды (Процесс образование целевой задачи. Процесс идентификации (распознания) задачи (проблемы). Процесс реализации задачи [3,4]. В основу модели положена математическая модель решения человека. Показаны возможности модели для интеллектуализации процесса пропаганды на потенциально нужном социальном объекте. Разработаны механизмы реализации условия существования процесса осуществления пропаганды на основе сетевых моделей. Показаны возможности сетевого моделиро-

вания, которое позволяет увязывать временные интервалы и состояния базовых процессов пропаганды с критическим временем и состояниями сетевых моделей[4]. Разработана методика реализации математической модели решения человека для управления процессом пропаганды на потенциально нужном социальном объекте.

Список литературы

1. *Бурлов В.Г.* О концепции гарантированного управления устойчивым развитием Арктической зоны на основе решения обратной задачи. // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2015. № 2 (16). С. 99–111
2. *Бурлов В.Г.* Концепция управления регионом на основе решения обратной задачи. // В книге: Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2016) Материалы Девятой международной конференции: в 2-х томах. Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. 2016. С. 181–184.
3. *Бурлов В.Г., Лепешкин О.М.* Моделирование процесса управления на основе теории радикалов //Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2016. № 3. С. 54–61.
4. *Burlov V.G., Grobitski A.M.* Development of a Model for Social System Management in the Construction Process Taking into Account Manager's Qualification// Humanities & Science University Journal. № 15 (2015), Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia.2015, pp.25–36.

Интеллектуализация управления взаимовлиянием социальной, экономической, противопожарной систем для развития государственной противопожарной службы

*Лепешкин Олег Михайлович
Лепешкин Михаил Олегович*

*Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого (СПбПУ)*

Деятельность государства связана с наличием государственной противопожарной службы (ГПС), которая необходима для парирования угроз пожарной безопасности. Это сопряжено с рядом ограничений, обусловленных содержанием, развитием и укомплектованием ГПС. Развитие ГПС зависит от возможностями социальной и экономической систем. В современной геополитической обстановке требуется оперативная корректировка управления социальной и экономической системами для обеспечения соответствия ГПС заданному уровню развития. Это предполагает решение лицом принимающим решение (ЛПР) задачи формирования управления социальной, экономической, противопожарной системами для достижения требуемого уровня развития ГПС. Основа управления – решение человека[1]. ЛПР действует на основе трех категорий. Это Система. Модель. Предназначение. Деятельность

осуществляется в 3-х системах: социальной, экономической, противопожарной (техничко-технологической). Для успешного управления надо разрешить две проблемы.

Проблема 1. Для разработки системы известно два подхода [2]. Разработка системы на основе анализа. (Перебор вариантов). Разработка системы на основе синтеза. (Требуется знания закона построения и функционирования системы)[3,4]. Обычно используется первый подход. Но он не позволяет гарантировать достижение цели. В настоящей работе для решения проблемы 1 предлагается использовать для синтеза – закон сохранения целостности объекта (ЗСЦО), который обеспечивает достижения цели. (ЗСЦО – это устойчивая, объективная, повторяющаяся связь свойств объекта и свойств его действия при фиксированном предназначении) [3,4].

Проблема 2. ЛПР осуществляет управление на основе модели [1,3]. Для этого необходимо уметь синтезировать адекватные модели. Известны три подхода к оцениванию адекватности: проверка на практике; сравнение с эталоном; полнота учета основных закономерностей предметной области. Для управления в нашем случае подходит третий подход. Но для его реализации необходимо знать предложенный выше закон. В известных публикациях по управлению такой закон не рассматривался. Поэтому авторы предлагают для оценивания адекватности модели использовать ЗСЦО. [1,3–5].

Достижение цели управления возможно только на базе правильно построенной системы (ППС) и адекватной модели. Критерием адекватности является использование для ее синтеза ЗСЦО. Поэтому все построения ППТ реализованы на основе ЗСЦО. Что подтверждает целесообразность рассмотрения ЗСЦО как условия существования процесса управления. А как следствие – методологическую основу управления сложными социальными и экономическими системами. Полученные результаты базируются на системной интеграции свойств мышления человека, свойств объектов окружающего мира и всеобщей связи явлений. [3,4,5].

Для демонстрации возможностей методологии управления разработана аналитическая, динамическая модель управления в форме системы трех нелинейных дифференциальных уравнений [3,4]. Разработанная методология позволяет по-новому поставить задачу управления как отдельным регионом, так страной в целом. Модель основана на системной интеграции трех безразмерных относительных показателей: социального, экономического и противопожарного (техничко-технологического). Такой подход позволил объективно корректировать входные параметры, задавая выходные параметры как требуемые [3,4]. Динамическая модель взаимовлияния социальной, экономической и противопожарной систем государства позволяет интеллектуализировать процесс формирования рекомендаций для управления социальной, экономической и противопожарной систем в интересах требуемого, допустимого уровня развития ППС.

Список литературы

1. *Burlov, V.G., Grobitski, A.M.* Development of a Model for Social System Management in the Construction Process Taking into Account Manager's Qualification/ V.G. Burlov, A.M. Grobitski// Humanities & Science University Journal. – Russia, St. Petersburg: Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University.- 2015. – № 15. – Pp.25–36.
2. *Гуд, Г.Х., Маккол, Р.Э.* Системотехника: введение в проектирование больших систем/ Г.Х. Гуд, Р.Э. Маккол. – М.: Советское радио, 1962. – 383 с.
3. *Бурлов, В.Г.* О концепции гарантированного управления устойчивым развитием Арктической зоны на основе решения обратной задачи/ В.Г. Бурлов // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. – 2015. – № 2 (16). – С. 99–111.
4. *Бурлов, В.Г.* Концепции управления регионом на основе обратной задачи/ В.Г. Бурлов // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2016). Материалы Девятой международной конференции: в 2-х томах. Т. 2/ Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. – М.: ИПУ РАН, 2016. – С. 181–184
5. *Бурлов, В.Г., Лепешкин, О.М.* Моделирование процесса управления на основе теории радикалов / В.Г. Бурлов, О.М. Лепешкин //Нейро-компьютеры: разработка, применение. – 2016. – № 3. – С. 54–61.

О возможности интеллектуализации процесса управления взаимовлиянием социальной, экономической, военной систем государства в интересах развития ВС РФ

Пестун Ульян Анатольевич

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Деятельность государства связана с наличием Вооруженных Сил (ВС), которые необходимы для парирования внешних угроз. Это сопряжено с рядом ограничений, обусловленных содержанием, развитием и укомплектованием ВС. Развитие ВС зависит от возможностями социальной и экономической систем. В современной геополитической обстановке требуется оперативная корректировка управления социальной и экономической системами для обеспечения соответствия ВС заданному уровню развитию. Это предполагает решение лицом принимающим решение (ЛПР) задачи «Формирования управления социальной и экономической системами для достижения требуемого уровня развития ВС». Основа управления – решение человека[1]. ЛПР действует на основе трех категорий. Это Система. Модель. Предназначение. Деятельность осуществляется в 3-х системах: социальной, экономической, военной (технико-технологической). Для успешного управления надо разрешить две проблемы.

Проблема 1. Для разработки системы известно два подхода. [2]. Разработка системы на основе анализа. (Перебор вариантов). Разработка си-

стемы на основе синтеза. (Требует знания закона построения и функционирования системы)[3,4]. Обычно используется первый подход. Но он не позволяет гарантировать достижение цели. В настоящей работы для решения проблемы 1 предлагается использовать для синтеза – закон сохранения целостности объекта (ЗСЦО), который обеспечивает достижения цели. (ЗСЦО – это устойчивая, объективная, повторяющаяся связь свойств объекта и свойств его действия при фиксированном предназначении.) [3,4].

Проблема 2. ЛПП осуществляет управление на основе модели. [1,3]. Для этого необходимо уметь синтезировать адекватные модели. Известны три подхода к оцениванию адекватности. Проверка на практике. Сравнение с эталоном. Полнотой учета основных закономерностей предметной области. Для управления в нашем случая подходит третий подход. Но для его реализации необходимо знать такой закон. В известных публикациях по управлению такой закон не рассматривался. Поэтому авторы предлагают для оценивания адекватности модели использовать ЗСЦО. [1,3–5].

Достижение цели управления возможно только на базе правильно построенной системы (ППС) и адекватной модели. Критерием ППС является использованием для ее синтеза ЗСЦО. Критерием адекватности является использование для ее синтеза ЗСЦО. Поэтому все построения ЛПП реализовано на основе ЗСЦО. Что подтверждает целесообразность рассмотрения ЗСЦО как условие существования процесса управления. А как следствие – методологическую основу управления сложными социальными и экономическими системами. Полученные результаты базируются на системной интеграции свойств мышления человека, свойств объектов окружающего мира и всеобщей связи явлений. [3,4,5].

Для демонстрации возможностей методологии управления разработана аналитическая, динамическая модель управления в форме системы трех нелинейных дифференциальных уравнений. [3,4]. Разработанная методология позволяет по-новому поставить задачу управления как отдельным регионом, так страной в целом. Модель основана на системной интеграции трех безразмерных относительных показателей: социального, экономического и военного (технично-технологического). Такой подход позволил объективно корректировать входные параметры, задавая выходные параметры как требуемые [3,4]. Динамическая модель взаимовлияния социальной, экономической и военной систем государства позволяет интеллектуализировать процесс формирования рекомендаций для управления социальной и экономической систем в интересах требуемого, допустимого развития ВС.

Список литературы

1. *Burlov V.G., Grobitski A.M.* Development of a Model for Social System Management in the Construction Process Tak-ing into Account Manager's Qualification// Humanities & Science University Journal. № 15 (2015), Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia.2015, pp.25–36.
2. *Гуд, Г.Х., Маккол, Р.Э.* Системотехника: введение в проектирование больших систем.// Издательство : М.: Советское радио, 1962г. – 383с.

3. *Бурлов В.Г.* О концепции гарантированного управления устойчивым развитием Арктической зоны на основе решения обратной задачи. // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2015. № 2 (16). С. 99–111.
4. *Бурлов В.Г.* Концепции управления регионом на основе обратной задачи. В книге: УПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЕМ КРУПНОМАСШТАБНЫХ СИСТЕМ (MLSD'2016) Материалы Девятой международной конференции: в 2-х томах. Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. 2016. С. 181–184.
5. *Бурлов В.Г., Лепешкин О.М.* Моделирование процесса управления на основе теории радикалов //Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2016. № 3. С. 54–61.

Управление сложными системами и конвергентные когнитивно-информационные технологии (введение)²⁰

Прокопенков Александр Александрович

Рожнов Алексей Владимирович

Военная академия РВСН им. Петра Великого

Карнов Владимир Владимирович

Военная академия Генерального Штаба ВС РФ

Проблемы управления сложными системами различной природы, создание последующих «надстроек» по отношению к таковым и переход к ожидаемым поколениям сверхсложных систем ставят новые [1], ранее недоступные вопросы перед разработчиками элементов искусственного интеллекта в составе перспективных и новых конвергентных когнитивно-информационных технологий [<http://it-edu.oit.cmc.msu.ru/index.php/convergent/convergent-2016>]. Не вдаваясь детально в рамках сообщения в представлении «теории творчества» по Платону (который, «... отвергая мысль о рационально познаваемой основе творческого акта, не хотел довольствоваться одним лишь отрицательным результатом. – И если источником творчества не может быть сообщаемое другим знание, понимание и изучение, тогда что же такое творчество? [<http://vikent.ru/enc/5420/>]) в докладе предлагаются к обсуждению варианты решения задачи поэтапного построения сложных социально-технических (социотехнических) систем с реализацией возможностей алогического принятия решений [<http://moralmachine.mit.edu/hl/ru>]. В некотором смысле заявленную установку возможно отчасти соотносить и с осознанием: «Интуитивизм алогический (антиинтеллектуализм) англ. intuitivism, logic; нем. Intuitivismus, unlogischer. Интуитивизм, противопоставляющий интуицию интеллекту как знание, адекватное знанию неадекватному».

В тоже время, практика опытной эксплуатации сложных систем на основе экспериментальных и прорывных технологий в реалистичных условиях наталкивается на ряд очевидных трудностей, обусловленных

²⁰ Исследование выполнено при поддержке РФФИ, научный проект № 16–29–04326 офи_м.

недостаточным развитием видов обеспечения современных средств и методов управления, в том числе новых компонентов конвергентных когнитивно-информационных технологий, обладающих «образным» восприятием [2, 3]. Достигаемой целевой установкой данной работы является обоснование предположений и практических рекомендаций по совершенствованию элементов информационно-лингвистического, алгоритмического и информационно-аналитического и других видов обеспечения сложных систем различного назначения при управлении ими в критичных условиях деградации ресурсной базы [1–7]. Одним из направлений развития в смежных предметных областях, активно и плодотворно развиваемых в настоящее время, является построение многомодальных интерфейсов указанных систем. Так, в частности [4–7], творческим коллективом используется и регулярно пополняется набор представлений «виртуальная семантическая среда», «ядро экономики обмена» и другие. При этом в числе первичных модельных объектов были выделены «зеркальные нейроны» и колониальный организм «вольвокс» – базовые прототипы при исследовании условий возникновения конвергентного эффекта для когнитивных технологий.

Развитием данной тематики предполагается приложение метода упругих карт в задачах информационно-аналитического обеспечения управления сложными системами. Внешним дополнением метода упругих карт предлагается сочетание возможностей известных подходов, моделей и алгоритмов согласования иерархических решений, анализа среды функционирования, регенеративного анализа моделей при частичной дискретизации пространства состояний, оперативного мониторинга (контроля) поведенческой активности субъектов критичных сегментов сложных социально-технических (социотехнических) систем [1, 3, 5, 7].

Список литературы

1. Рожнов А.В. О развитии автономных систем различного назначения: имитозащита, системная интеграция и интеллектуальное управление (введение) / Конференция «Фундаментальная наука – Армии» (ФАНО) // II Международный военно-технический Форум «Армия-2016». – Кубинка, Моск. обл.: КВЦ ВППиО «Патриот», 2016.
2. Белавкин П.А., Федосеев С.А., Рожнов А.В., Лобанов И.А. Исследование стратегической мобильности проблемно-ориентированных систем управления и их позиционирование в условиях развития информационного пространства // Известия ЮФУ. Технические науки. 2013. Тематический выпуск «Перспективные системы и задачи управления», № 3. С. 211–217.
3. Гудов Г.Н., Рожнов А.В. К проблемному вопросу описания потенциальных условий реализации угроз безопасности информации эволюционирующих социотехнических систем / Тезисы докладов Научно-практической конференции-совещания «Методы и средства обеспечения информационной безопасности (кибербезопасности) АСУ ТП» (Москва, 2016). М.: ИПУ РАН, 2016. С. 11–13.

4. Рожнов А.В. О виртуальном молодежном научном круглом столе на страницах научно-технического журнала «Нейрокомпьютеры: разработка, применение» / Тезисы докладов XIV Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» (Москва, 2016). М.: МГППУ, 2016. С. 12–15.
5. Рожнов А.В. Обобщенное представление криптопримитива «Sponge» в приложениях «smart»-технологий / Тезисы докладов XIV Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» (Москва, 2016). М.: МГППУ, 2016. С. 20–23.
6. Рожнов А.В., Гречанюк Ф.А. К дискуссии о новых понятиях в сфере интеллекта: что есть «сверхискусственное»? / Тезисы докладов XIV Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» (Москва, 2016). М.: МГППУ, 2016. С. 15–18.
7. Нечаев В.В., Гончаренко В.И., Рожнов А.В., Лычев А.В., Лобанов И.А. Интеграция компонентов виртуальной семантической среды и обобщенной модели анализа среды функционирования // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2016. Т. 12, номер 3, часть 1. С. 187–194 <http://ceur-ws.org/Vol-1761>.

Оценка непротиворечивости понятийного аппарата научных исследований на основе ориентированных когнитивных сетей

Павловский Игорь Станиславович

*Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН)*

В условиях реализации междисциплинарных проектов [1] неизбежно возникает проблема общения между специалистами из разных областей знаний. Решение указанной проблемы возможно путем формирования междисциплинарного языка общения специалистов [2], который базируется на общем понятийном аппарате. Очевидным требованием к такому понятийному аппарату является непротиворечивость включенных в него понятий.

В качестве модели междисциплинарного понятийного аппарата может рассматриваться ориентированная когнитивная сеть, в которой узлы моделируют понятия, а связи соответствуют отношениям между понятиями. Однако существующие методы анализа подобных сетей не позволяют дать общую оценку их непротиворечивости, поскольку реализуют главным образом теоретико-множественный подход к описанию взаимосвязей между понятиями [3].

Предлагаемый в докладе подход основан на системном описании понятий. В рамках данного подхода каждое понятие рассматривается как система иерархически связанных терминов. Это дает возможность упорядочить ориентированную когнитивную сеть в виде иерархической структуры [4], что в свою очередь позволяет ввести новые обобщенные показатели, которые помогают не только выявить противоречия в понятийном аппарате, но и дать рекомендации по их устранению.

Список литературы

1. *Соболевский А.* Конвергенция или интеграция? <http://www.sbras.info/articles/sciencestruct/konvergenziya-ili-integratsiya>
2. *Новиков Д.А.* Системы междисциплинарной природы и инженерное образование // Инженерная педагогика. 2011. № 13. С.178–185.
3. *Евин И.А.* Введение в теорию сложных сетей // Компьютерные исследования и моделирование. 2010, Т. 2 № 2 С. 121–141.
4. *Павловский И.С.* Иерархическая структуризация семантической сети терминов в решении проблемы смысловой интеграции больших информационных ресурсов / Материалы 9-ой Международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD'2016, Москва). М.: ИПУ РАН, 2016. Т. 2. С. 433–436.

**Вероятностно-импульсные нейронные сети
для прогноза трансформаций растровых изображений**

Диане Секу Абделькадер

*Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН)*

Рассмотрена модифицированная модель нейронных сетей прямого распространения [1, 2], позволяющая осуществлять прогноз эволюции входного растрового образа по результатам обучения на выборке последовательных видеок кадров [3]. Вероятностно-пороговый характер активации нейронов в составе сети определяет импульсный режим ее функционирования. Тем самым обеспечивается вариативность прогноза по отношению ко входной информации. Замыкание выходных сигналов нейронной сети на ее входы позволяет обеспечить многошаговый прогноз. Использование нейронов с локальными рецептивными полями и бинарная природа растровых образов, порождаемых сетью, открывают перспективы для существенного повышения вычислительной эффективности нейросетевых алгоритмов обработки информации в технических системах.

Ключевым отличием предложенной модели вероятностно-импульсной нейронной сети (ВИНС) от нейронных сетей с детерминистической активационной функцией [4] является ее вариативность, которая выражается в возможности сети прогнозировать различные трансформации изображения из одной и той же бифуркационной точки фазового пространства. Это открывает перспективы для создания развитых моделей мышления в составе интеллектуальных информационно-управляющих систем [5], способных анализировать возможные варианты развития событий и с упреждением принимать целесообразные управляющие решения.

Практическое использование развиваемого подхода к прогнозу растровых информационных образов связано с задачами управления автономными робототехническими системами; организации охранных систем видеонаблюдения; прогноза атмосферных процессов; финансовой аналитики; медицины и т.д. [6]. Бинарность и неполносвязность рассмо-

тренной вероятностно-импульсной сети открывают широкие перспективы для ее высокоскоростной аппаратной реализации, рассчитанной на решение задач обработки информации в режиме реального времени.

Список литературы

1. Диане С.А.К. Распознавание и генерация образов в нейронной сети с иерархической связностью //Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – М.: Радиотехника. – 2014. – № 1. – С. 47–57.
2. G.E. Hinton, R.R. Salakhutdinov. Reducing the Dimensionality of Data with Neural Networks //Science. – 2006–07–28. – Vol. 313, fasc. 5786. – pp. 504–507.
3. Martin Riedmiller and Heinrich Braun, Rprop – A Fast Adaptive Learning Algorithm //Proceedings of the International Symposium on Computer and Information Science VII, 1992.
4. J.J. Hopfield, Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities //Proceedings of National Academy of Sciences, vol. 79 no. 8 pp. 2554–2558, April 1982.
5. Rajagopal Ananthanarayanan, Steven K. Esser, Horst D. Simon, and Dharmendra S. Modha, The Cat is Out of The Bag: Cortical Simulations with 10^9 neurons and 10^{13} synapses //Supercomputing 09: Proceedings of the ACM/IEEE SC2009 Conference on High Performance Networking and Computing, Nov 14–20, 2009, Portland, OR.
6. Ponulak F., Kasinski A, Introduction to spiking neural networks: Information processing, learning and applications //Acta neurobiologiae experimentalis 71: pp. 409–433, 2010.

**Использование многозначной и линейной логик
в трансформации графов самоадаптирующихся систем**

Максимов Дмитрий Юрьевич

*Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова РАН (ИПУ РАН)*

Самоадаптирующиеся системы автономно адаптируются к изменениям как требований пользователя, так и операционного окружения в целях поддержания требуемых свойств и функционирования [1,2]. В анализе таких систем используется аппарат графовых грамматик [3]. Для выбора между разными графовыми грамматиками при моделировании таких систем предлагается использовать импликацию специального типа [4–6] и множество истинностных значений некоторого топоса ассоциированного с системой. Эти импликация и истинностные значения используются для оценки варианта трансформации соответствующего графа. В случае очень сложного для анализа графа предлагается его упрощать, что приводит к недистрибутивной решетке подграфов и, следовательно, к невозможности использования импликации классического типа. В этом случае, при задании на этой решетке дополнительной структуры моноида, можно определить операции линейно логики и

использовать оценку линейной импликации для выбора варианта трансформации графа. Подход демонстрируется на модели функционирования некоторой сложной системы (разгрузки автомобилей в порту) [7], и приводит к автоматизированному выбору адаптации процесса, следующему только из внутренних свойств системы. Причем при обоих предлагаемых схемах выбора получаются одинаковые решения, что свидетельствует о том, что логическая структура решетки задач системы может определять ее поведение. Этот результат представляет интерес как новый эффект структурной организации в сфере интеллекта [8].

Список литературы

1. *M. Salehie, L. Tahvildari*, Self-adaptive software: Landscape and research challenges, *ACM Trans. Auton.* 4 (2) (2009) 14:1–14:42.
2. *Bucchiarone, H. Ehrig, C. Ermel, et al.*, Rule-based modeling and static analysis of self-adaptive systems by graph transformation, *LNCS* 8950 (2015) 582–601.
3. *H. Ehrig, K. Ehrig, U. Prange, et al.*, *Fundamentals of Algebraic Graph Transformations*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006.
4. *Максимов Д.Ю.* Реконфигурирование системной иерархии методами многозначной логики, *Автоматика и телемеханика* 77 (3) (2016) 123–136
5. *D. Maximov, N. Vasiliev's* logic ideas and the categorical semantics of manyvalued logic, *Logica Universalis* (1) (2016) 21–43.
6. *Максимов Д.Ю., Логика Н.А.* Васильева и многозначные логики, *Логические исследования*, 22 (1) (2016) 82–107.
7. *F. Bose, J. Piotrowski, B. Scholz-Reiter*; Autonomously controlled storage management in vehicle logistics – applications of rfid and mobile computing systems, *Int. Journal of RT Technologies: Research an Application* 1 (1) (2009) 57–76.
8. *Рожнов А.В.* Творческие материалы «круглого стола». Часть II. Системная интеграция и моделирование новых эффектов в сфере интеллекта // *Нейрокомпьютеры: разработка, применение.* 3 (2016) 3–12.

Метод контрактур и его развитие в цифровую эпоху: предыстория, современность, дополненная реальность и этика

Тюрин Сергей Анатольевич

*Военная академия РВСН
им. Петра Великого, ТРК ВС РФ «Звезда»*

Аббревиатуры (сокращения) издревле применялись в письме. Целью таких сокращений были в основном экономия места на дорогостоящем носителе текстовой информации (бересте, керамике, пергаменте и др.), ну, и конечно, быстрота написания наиболее часто употребляемых слов и выражений. Еще с тех пор, как вошли в широкое употребление прописные греческие и латинские буквы, появились многие по сей день используемые сократительные знаки для слогов, двойных согласных, двойных

гласных и целых слов и другие. Так, к примеру, в греческих рукописях встречается много подобных знаков, отчасти перешедших и в печатные издания, которые исчезли практически только уже в новейшее время. Поэтому именно в старинных греческих грамматиках возможно найти перечень наиболее часто употребляемых когда-то аббревиатур.

Так, в частности, метод контрактуры, то есть сокращение слова с помощью его начальных букв и окончания, греки использовали первоначально для сокращенного написания так называемых «Nomina sacra» («священных имен»), например $\theta\varsigma$ вместо $\theta\epsilon\acute{o}\varsigma$ («бог»). Римляне заимствовали у них эту систему и стали применять ее и для обозначения обычных понятий (frs – fratres, брат, gra – gratia, благодарность). Условное обозначение сокращения, черта над аббревиатурой, сменила примерно в III веке нашей эры обычную ранее точку. Аббревиатуры были заимствованы также и из скорописи, например = «esse» («быть»), – «est» («есть»).

В докладе приводится наглядный пример приложения и обобщения метода контрактуры при представлении источника «Гедель, Эшер, Бах» (англ. Gödel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid (сокращенно GEB)) – популярная книга Дугласа Хофштадтера, которая была удостоена Пулитцеровской премии (в номинации «Нехудожественная литература», General nonfiction). Издательство представило данную книгу в 1979 году как «метафорическую фугу о разумах и машинах в духе Льюиса Кэрролла». На поверхности работа исследует некоторые параллели в работах и биографиях логика Курта Геделя, художника М.К. Эшера и композитора Иоганна Себастьяна Баха. При более глубоком рассмотрении она представляет собой вполне удачную попытку освещения известных концепций, на которых базируются математика, симметрия и разум.

Прагматическим аспектом данного сообщения является перенос метода контрактур в современные технологии дополненной реальности. В этом ключе первичный интерес вызывает некоторые этические вопросы использования подобных технологий в цифровую эпоху. Рассмотрен частный пример недавних когнитивно-социальных конфликтов в культовых местах (совершения обрядов) и провокационных действий в аспекте дальнейшего развития сетевого пространства. Сформированы предложения по учету этих особенностей в приложениях дополненной реальности [1–6].

Список литературы

1. *Оганджян С.Б., Рожнов А.В., Бурмистров П.А., Лобанов И.А., Тюрин С.А.* Творческие материалы «круглого стола». Часть I. Ретроспектива и реальная конкорданция исследований в сфере интеллекта // *Нейрокомпьютеры: разработка, применение.* 2016. № 1. С. 17–29.
2. *Рожнов А.В.* Творческие материалы «круглого стола». Часть II. Системная интеграция и моделирование новых эффектов в сфере интеллекта // *Нейрокомпьютеры: разработка, применение.* 2016. № 3. С. 3–12.

3. *Рожнов А.В.* О виртуальном молодежном научном круглом столе на страницах научно-технического журнала «Нейрокомпьютеры: разработка, применение» / Тезисы докладов XIV Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» (Москва, 2016). М.: МГППУ, 2016. С. 12–15.
4. *Рожнов А.В.* Обобщенное представление криптопримитива «Sponge» в приложениях «smart»-технологий / Тезисы докладов XIV Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение» (Москва, 2016). М.: МГППУ, 2016. С. 20–23.
5. *Нечаев В.В., Гончаренко В.И., Рожнов А.В., Лычев А.В., Лобанов И.А.* Интеграция компонентов виртуальной семантической среды и обобщенной модели анализа среды функционирования // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2016. Т. 12, номер 3, часть 1. С. 187–194 <http://ceur-ws.org/Vol-1761>.

Проблемные вопросы кросс-девайс таргетинга

Кублик Евгений Ильич

Батраков Валерий Александрович

*Финансовый университет при Правительстве
Российской Федерации (ФинУниверситет)*

Вербицкий Андрей Сергеевич

*Российский экономический университет
им. Г.В.Плеханова (РЭУ)*

В настоящее время возрастает количество компаний заинтересованных в использовании различных технологий, позволяющих обнаруживать интернет-активность пользователей на различных устройствах. Необходимо уметь определять девайсы и местоположение пользователя, учитывать его привычки и поведенческие геоданные, применять различные решения для разных устройств, чтобы впоследствии использовать эту информацию для улучшения взаимодействия с потенциальным клиентом.

Список литературы

1. Интеллектуализация сложных систем язык схем радикалов в проблемных вопросах предпроектных исследований, оснащения, сопровождения систем и в экспериментальных задачах внедрения критических наукоемких технологий: коллективная монография Будко Н.П., Будко П.А., Булгаков О.Ю., Васильев В.В., Давидчук В.В., Евграфов А.Е., Жук А.П., Карпов В.В., Князев В.В., Кублик Е.И., Лепешкин О.М., И Лощенков В., Ляченков С.В., Мезенцев А.В., Павловский И.С., Пирогов М.В., Попов А.А., Потюпкин А.Ю., Прошин Д.С., Радько С.А. и др. Информационно-измерительные и управляющие системы. 2009. Т. 7. № 3. С. 1–92.
2. Системная интеграция направлений научной деятельности в условиях формирования предынтеллектуальной инфраструктуры Рожнов А.В., Антиох Г.М., Селиверстов Д.Е., Кублик Е.И., Информационно-измерительные и управляющие системы. 2014. Т. 12. № 11. С. 59–63.

3. Совершенствование тренажерных комплексов различного назначения посредством реализации интеграционных компонентов виртуальной семантической среды Гончаренко В.И., Лобанов И.А., Кублик Е.И., Губин А.Н. В сборнике: Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM – 2016) труды XVI-ой международной молодежной конференции. 2016. С. 76–78.
4. Управление развитием в аспекте системной интеграции на пред-проектном этапе жизненного цикла проблемно-ориентированных систем Легович Ю.С., Рожнов А.В., Лобанов И.А., Чернявский Д.В. В сборнике: Имитационное моделирование. Теория и практика Седьмая всероссийская научно-практическая конференция, труды конференции в 2 томах. Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН; Под общей редакцией С.Н. Васильева, Р.М. Юсупова. 2015. С. 163–167.

Синтез математической модели решения человека для управления процессом лечения в интересах гарантированного достижения требуемого результата

Шацилло Олег Игоревич

*Российский государственный гидрометеорологический
университет (РГГМУ) г. Санкт-Петербург*

Управление процессом лечения человека требует формировать условия с заранее заданными свойствами. То есть, последовательность воздействия на организм должна гарантировать достижение требуемого результата. Однако для управления процессом лечения обычно используются модели, основанные на базе анализа. Другими словами – процесс воздействия на организм сводится к перебору вариантов. Такой подход требует решения прямой задачи управления лечебным процессом [1, 2]. А решение этой задачи не удовлетворяет сформулированным требованиям к результату лечения. В нашей работе представлена основанная на синтезе концепция управления лечебным воздействием на организм человека, которая позволяет гарантированно удовлетворять этим требованиям. Новый подход основан на решении обратной задачи управления [2, 3], которая базируется на применении закона сохранения целостности объекта [1, 2].

Рассмотрена диалектика развития теории функциональных систем и ее влияние на особенности лечебного процесса. Показано, что управление лечебным процессом основано на математической модели решения человека. Выявлены механизмы обеспечения гарантии достижения цели лечения. Показаны особенности физиологии лечебного процесса. Обоснована методология разработки методики управления лечебным процессом, базирующаяся на законе сохранения целостности объекта [1, 2]. Разработана аналитическая версия динамической модели управления

лечебным процессом. Установлены причинно-следственные связи между базовыми процессами собственно лечебного воздействия на человека, процесс распознавания организмом (идентификации) лечебного воздействия, процесс реализации лечебного воздействия [3, 4]. В основу модели положена математическая модель решения человека. Показаны возможности модели для интеллектуализации лечебного процесса. Разработаны механизмы реализации условия существования лечебного процесса на основе сетевых моделей. Представлены варианты сетевого моделирования, позволяющие увязывать временные интервалы и состояния базовых процессов управления с критическим временем и состоянием сетевых моделей [5]. Разработана методика реализации математической модели решения врача для управления лечебным процессом в интересах гарантии достижения цели лечения больного.

Список литературы

1. *Бурлов В.Г.* Методология оценивания и управления рисками возникновения ЧС в организационно-технических и социально-экономических системах. В сборнике: Региональные риски чрезвычайных ситуаций и управление природной и техногенной безопасностью муниципальных образований Материалы девятой Всероссийской научно-практической конференции по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Центр стратегических исследований гражданской защиты МЧС России. 2004. С. 220–233.
2. *Бурлов В.Г.* О концепции гарантированного управления устойчивым развитием Арктической зоны на основе решения обратной задачи. // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2015. № 2 (16). С. 99–111
3. *Бурлов В.Г.* Концепция управления регионом на основе решения обратной задачи. // В книге: Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2016) Материалы Девятой международной конференции: в 2-х томах. Под общей редакцией С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. 2016. С. 181–184.
4. *Бурлов В.Г., Лепешкин О.М.* Моделирование процесса управления на основе теории радикалов //Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2016. № 3. С. 54–61.
5. *Burlov V.G., Grobitski A.M.* Development of a Model for Social System Management in the Construction Process Taking into Account Manager's Qualification// Humanities & Science University Journal. № 15 (2015), Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia.2015, pp. 25–36.

**XV Всероссийская научная конференция
«Нейрокомпьютеры и их применение»
Тезисы докладов.**

Подписано в печать: [29.12.2016](#)
Формат: 60*90/₁₆. Бумага офсетная.
Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. п. 17,3 Усл.-изд. л. 15,7
Тираж 160 экз.

Отпечатано в отделе визуальных коммуникаций
ФГБОУ ВО МГППУ