

СОДЕРЖАНИЕ

Арон К.А., Кочеткова И.А. Информационная система контроля посещения национальных парков в республике Ангола	3
Боровской И.О., Данилина К.Е., Кочеткова И.А. Анализ современных поисковых систем.....	8
Буханов Д.Г., Панченко М.В., Подход к анализу сетевых параметров в ip-сетях на основе адаптивно-резонансной теории	13
Галкин А.В., Сараев П.В. Использование операции сравнения интервалов в практических задачах	20
Дрозд О.В. Обобщенная модель единого информационного пространства предприятия-разработчика микроэлектронных устройств	26
Иванищева Я.В., Кочеткова И.А. Метод гаусса: история и современность	31
Ломакин В.В., Асадуллаев Р.Г., Маматова М.А. Линейное распределение весомостей альтернатив при моделировании процесса формирования популяции в генетическом алгоритме	35
Моисеева А.Д., Четвериков А.В. Особенности и методы отбора информативных признаков для дальнейшего анализа	41
Погорелый М.Ю. Влияние информационных технологий на состав элементов концепции маркетинг-микс	46
Русанов И.А., Четвериков А.В. Современное состояние и перспективы развития искусственного интеллекта	56
Сараев П.В., Галкин А.В. Ремоделирование и трансформация моделей в нейро-нечеткие.....	62
Столяров В.Н., Кузьминский А.О. Прогнозирующее управление рукой робота при наличии препятствий	67
Темчишен А. А., Тугаева Д. И., Кочеткова И.А. Нейронная сеть как средство для поиска и индексирования изображений	73
Федоровская Ю.С., Кочеткова И.А., Интернет-магазины в 2016 году: перспективы и риски.....	78
Юдин Д.А. Комбинированный подход к определению пространственных координат участников дорожного движения на основе технического зрения.....	83

Юдин Д.А., Зено Б. Применение метода глубинного обучения для распознавания событий на изображениях	90
---	----

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПОСЕЩЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРКОВ В РЕСПУБЛИКЕ АНГОЛА

**Арон К.А., студент,
Кочеткова И.А., канд. техн. наук**
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Национальный парк – это территория, где в целях охраны окружающей среды ограничена деятельность человека. В отличие от заповедников, где деятельность человека практически полностью запрещена (запрещены охота, туризм и т. п.), на территорию национальных парков допускаются туристы, в ограниченных масштабах, так же допускается хозяйственная деятельность.

В настоящее время большинство правительств мира увеличивают подобные места из-за исчезновения редких пород животных и растений. В Анголе также ведутся работы по созданию и восстановлению уже существующих национальных парков [1].

Ангола [2] — это государство на юго-западе Центральной Африки. Климат Анголы на побережье тропический, внутри страны — экваториальный, муссонный. Что касается флоры Анголы, на севере и в провинции Кабинда произрастают тропические леса, сменяющиеся к югу саванной. На побережье растут многочисленные пальмы. На территории государства обитают практически все крупные африканские животные — слон, носорог, жираф, гиппопотам, зебра, антилопа, лев и горилла. Здесь водятся и такие редкие животные, как панголин, а также трубкозуб — роющее насекомоядное, отдаленно напоминающее свинью.

В Анголе существуют 13 охраняемых объектов 6,6% территорий страны. Из этих объектов: 6 национальных парков, 1 региональный естественный парк, 2 естественные интегральные заповедники и 4 общие естественные заповедники.

Поскольку на территории национальных парков допускают туристов то в целях безопасности людей которые приезжают на экскурсию и животных которые в парке находятся, необходимо система для контроля посещения этой территорий. Так же важной целью является использование преимуществ от получения и хранения данных об всех объектах учета для дальнейшего анализа и прогнозирования в том или ином национальном парке [3].

Из существующих аналогов можно считать все системы контроля посещения [4]. Если взять систему контроля зоопарка то она будет схожа с системой контроля посещения национального парка. Однако стоит упомянуть что из-за огромной территории национального парка и тот факт что животные в национальных парках находятся в свободном перемещении, контроль посещения такого объекта становится сложнее чем у уже упомянутого объекта.

Части этой системы (пользовательская) можно сравнить с американским сайтом www.nationalparks.org где любой желающий имеет возможность просмотреть и выбрать парк, который ему хочется посетить, зарегистрировавшись на сайте и сделав добровольное пожертвование для поддержка проекта (рис. 1).



Рисунок 1 – Американский сайт для поиска национальных парков

В настоящее время процесс контроля посещения в национальных парках не автоматизирован и в связи с этим возникают следующие проблемы:

- нехватка информации для посетителей о национальных парках которые они желают посетить,
- сложность брони сафари тура,
- поскольку при входе и выходе необходимо показывать билет, то тут может возникнуть сложность восстановления данных об обладателе билета при потере,
- требуется больше охраны для контроля посетителей, так же могут возникнуть сложности с поиском заблудившихся посетителей,
- данные хранящиеся в бумажном виде могут быть потеряны в случае чрезвычайных происшествий.

Предлагаемая информационная система является совокупностью содержащейся в базе данных информацией и обеспечивающих её обработку информационных технологий и технических средств. Здесь под информационными технологиями подразумеваются процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов.

Данная информационная система является Web-приложением состоящий из двух частей: пользовательская и административная часть. Обе часть взаимосвязаны, но отличаются правами доступа к той или иной информации.

Основной целью разработанной системы является повышение эффективности контроля посещения национальных парков Анголы, путём автоматизированной обработки информации с использованием GPS датчиков и обработанных данных для мониторинга.

Пользователями данной системы являются:

- посетители,
- отдел регистрации,
- системный администратор,
- руководство парка.

Определены следующие уровни доступа к информации:

- уровень Альфа: любой пользователь желающий выбрать парк для посещения, просмотреть все сведений о парке, просмотреть расписание работы парка, зарегистрироваться, забронировать, получить документы о подтверждение брони и так далее,
- уровень Бета: работники отдела регистраций и охранники, имеющие права обычного пользователя и часть прав администратора; они получают данные о пользователях при входе в парк, для охранников задача состоит в том, чтобы фиксировать местонахождения каждого пользователя и инструктора с помощью GPS датчик или камеры,
- уровень Гамма: системный администратор парка, у него есть полное право доступа к данным, поскольку он обеспечивает конфиденциальность информации,

- уровень Дельта: руководство национального парка, самый верхний уровень доступа.

При выборе интересующего парка пользователь может прочесть информацию о нём, посмотреть фотографий, видео, план (маршрут) данного национального парка, зарегистрироваться и так далее.

Для зарегистрированных пользователей есть возможность забронировать сафари тур или место в гостинице парка, оставить отзывы, комментарий, получить выгодные предложения и скидки в определенные сезоны.

В административной части для решения указанных выше задач имеются следующие возможности:

- сбор паспортных данных и других персональных данных, а также всех данных полученных с GPS датчиков,
- хранение собранных данных (о личности и место нахождения посетителя во время экскурсий) для текущего и дальнейшего использования,
- контроль посещения сайта национального парка и статистика посещения.

На вход в систему подаются следующие сведения:

- паспортные данные и другие сведения о личности посетителя,
- дата и время прибытие и ухода в/из парка,
- дата и время начала и конца экскурсии,
- данные о перемещении посетителя по всему парку.

Выходными данными являются:

- список всех посетителей,
- сведения о той или иной экскурсий (дата начала, конца, отчёт и т.д.),
- график посещения за всё время или за определенное время,
- информации о забронированном туре,
- информации о бонусах или горящих приложениях через e-mail.

После реализации данного проекта будет повышена эффективность контроля посещения национальных парков Анголы путём автоматизированной обработки информации с использованием GPS

датчиков и после обработки эти данные будут использованы для мониторинга и дальнейшего развития парков.

Список литературы:

1. Отличие национального парка от заповедника [электронный ресурс] URL: <http://otvet-plus.ru/zapovednik.htm> (дата обращения 31.10.16)
2. О Республике Ангола [электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ангола>; <https://geographyofrussia.com/angola/> (дата обращения 31.10.16)
3. О национальных парках в Республике Ангола [электронные ресурсы] URL: <http://www.efecade.com.br/parque-nacional-kissama-angola-africa/> (дата обращения 31.10.16) http://www.cpires.com/angola_parques.html (дата обращения 31.10.16) <http://toazhotel.com/oxranyaemye-territorii.html> (дата обращения 31.10.16)
4. Косоногова М.А. Контроль уровня учебных достижений путем мониторинга поведенческих факторов в системе электронного обучения / Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон.журн. 2015. №11. [электронный ресурс] URL: <http://technomag.edu.ru/doc/817917.html> (дата обращения 31.10.16)

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ

**Боровской И.О., студент,
Данилина К.Е., студент,
Кочеткова И.А., канд. техн. наук**
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Настоящее время – период, характеризующийся небывалым ростом информационных потоков. Сегодня с помощью глобальной сети Интернет можно в краткосрочный период и без ограничений найти необходимую информацию: актуальную и неактуальную, с официальных и неофициальных источников. Интернет содержит в себе экзакбайты информации. Как же человеку не растеряться при поиске и найти максимально соответствующую его запросу страницу? Эту проблему решает алгоритм ранжирования, разработанный каждой поисковой системой. Мы рассмотрели такие поисковые системы, как «Яндекс», Google и выявили достоинства и недостатки алгоритмов ранжирования поиска каждой поисковой машины.

Стоит начать с общего понятия алгоритма ранжирования. Пользователь вводит интересующий его вопрос, после чего поисковая система выдает ссылки на страницы, тексты которых содержат похожие слова из запроса. Страниц оказывается настолько много, что человек не в состоянии просмотреть все. В связи с этим возникает потребность упорядочивания страниц таким образом, чтобы пользователь в первую очередь просмотрел те страницы, которые подходили бы для поиска ответа на его вопрос, то есть наиболее релевантные его запросу. Релевантность – это наилучшее соответствие интересам пользователей, ищущих информацию. Процесс упорядочивания найденных результатов по их релевантности называется ранжированием. От ранжирования зависит качество поиска и потребность в использовании определенной поисковой машины для нахождения ответов на интересующие вопросы.

Итак, «Яндекс» – российский поисковый портал, основанный в 1997 году. Поисковая система «Яндекс» является четвёртой среди поисковых систем мира по количеству обработанных поисковых запросов (свыше 6,3 млрд в месяц на начало 2014 года). По состоянию на 5 июля 2015 года, согласно рейтингу Alexa.com, сайт yandex.ru по популярности занимает 19-е место в мире и первое место в России[1].

Одной из проблем, способной ввести пользователя в заблуждение, являются страницы, которые созданы для обмана поисковой системы. Они содержат в себе невидимый или бессмысленный текст. Или создаются промежуточные страницы, которые перенаправляют посетителей на другие сайты. Такие порталы ухудшают качество поиска. Яндекс не всегда способен полностью убрать такие сайты, но защищая пользователей от посещения, понижает их в ранжировании.

Сайты, содержащие popunder-баннеры (они перемещаются по экрану вслед за прокруткой страницы и закрывают ее содержание, а при попытке закрытия такого баннера открывается новое окно) и clickunder-рекламу (она неожиданно для пользователя открывает рекламную страницу при любом клике по сайту, в том числе – по ссылке) мешают нормальному восприятию информации. Поэтому они располагаются в поисковой выдаче ниже, чем сайты, на которых пользователь может найти ответ на свой вопрос без лишних проблем.

Яндекс очень тщательно следит за наличием вирусов на веб-страницах. Бывает так, что необходимая нам информация содержится именно на «зараженной» странице. Яндекс предупреждает о возможной угрозе заражения, но позволяет вредоносному сайту занимать первые позиции в поиске.

Самым главным достоинством поисковой системы Яндекс является технология «Спектр». Благодаря этой технологии, поиск Яндекса умеет определять многозначные запросы и показывает разнообразные ответы[2].

Google – крупнейшая поисковая система интернета, принадлежащая корпорации Google Inc [3].

Первая по популярности система, обрабатывает 41 млрд 345 млн запросов в месяц, индексирует более 25 миллиардов веб-страниц (на закрытой конференции в начале мая 2014 представитель Google упомянул, что на данный момент проиндексировано 60 триллионов документов, и как можно заметить, в результате тестов, счетчик в поиске Google ограничен числом 25 270 000 000, также на это число при выдаче влияют фильтры, встроенные в алгоритм ранжирования выдачи)[3].

Разработанные технологии включают в себя распознавание более важных и менее важных слов на странице и свежесть информации на сайте. Так, например легко найти официальный сайт Sprovieri Gallery в Лондоне по запросу на итальянском, хотя на сайте нет ни слова London, ни Londra или в США пользователь, ищущий найдет

страницу www.cooltechpc.com несмотря на то, что нигде на странице не указано, что они находятся в Ванкувере[4].

Другая технология, которая используется в системе ранжирования— это поиск идеи. Обнаружение главной идеи запроса позволяет вернуть намного более релевантные результаты. Например, алгоритмы поймут, что в запросе пользователь ищет известную церковь на Times Square, а не статьи из New York Times[4].

Бывает так, что мы не хотим слишком много думать о том, какие слова использовать для запросов. Часто мы даже не знаем, какие слова правильные. Здесь включается в работу система синонимов. Она может выполнять сложные модификации запросов, то есть она знает, что слово 'Dr', в запросе, означает Doctor, в то время как в оно значит Drive. Пользователь, который ищет получает результаты для rear bumper repair. Для автоматически получим результат для Ramstein Air Base, а при запросе будет найдена Bed and Breakfasts in Alberta, Canada[4].

Персонализация—это еще одна сильная особенность поисковой системы, которая подгоняет результаты поиска для каждого пользователя.

Пользователи, которые зарегистрировались во время поиска и имеют включенный журнал посещений, получают результаты, которые более релевантны для них, чем общие результаты Google. Например, пользователь, который имеет множество запросов, относящихся к футболу, получит более «футбольные» результаты на запрос, тогда как другие пользователи могут получить результаты, относящиеся к бейсбольной команде. Аналогично, если пользователь стремится получить результаты из какого-то интернет-магазина, то лучше искать товар на этом сайте. По оценкам компании, пользователи, получающие персональные результаты, находят их более релевантными, чем не персонализированные результаты [4].

В отличие от Яндекса, Google не до конца следит за безопасностью сайтов. Не предусмотрена защита от вирусоопасных сайтов, и от сайтов, содержащих фишинг.

Также Google содержит фильтры (например: «Панда»), которые могут заблокировать сайт из-за плохой структуры или верстки (необходимо чтобы верстка была кросс-браузерной и желательно чтобы адаптивной—то есть сайт должен адекватно отображаться на любых цифровых устройствах). То есть сайт может содержать полезную информацию, но будет заблокирован по одной из вышеуказанных причин [5].

В заключение хотелось бы отметить, что несмотря на некоторые недостатки, обе поисковые системы добились колоссальных результатов. И Google, и Яндекс проработали механизм, который буквально понимает нас с полуслова. Обе системы тщательно оберегают пользователя от вирусоопасных страниц, или страниц с плохой репутацией. Но не смотря на все достоинства поисковой системы Google, лидером среди поисковых систем в России на 2015 год стал Yandex (рис.1)[6].

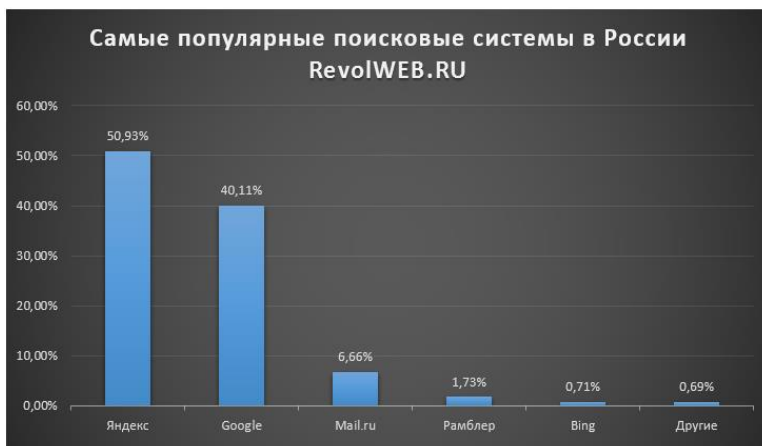


Рисунок.1. Статистика популярности поисковых систем

Список литературы:

1. Яндекс [Электронный ресурс]. URL:<https://ru.wikipedia.org/wiki/Yandex> (дата обращения: 25.10.2016)
2. Технология Спектр [Электронный ресурс]. URL:<https://yandex.ru/company/technologies/spectrum/> (дата обращения: 25.10.2016)
3. Google [Электронный ресурс]. URL:<https://ru.wikipedia.org/wiki/Google> (дата обращения: 25.10.2016)
4. Алгоритм ранжирования Google [Электронный ресурс]. URL:<http://www.romver.ru/services/services.php?razdel=1185> (дата обращения: 25.10.2016)
5. Алгоритмы Google: Панда, Пингвин и Колибри — краткий обзор[Электронныйресурс]. URL:<http://blog.contentmonster.ru/2014/06/panda-pingvin-kolibri/>(панда) (дата обращения: 25.10.2016)
6. Самые популярные поисковые системы на 2015 год [Электронный ресурс]. URL: <http://revolweb.ru/prodvizhenie->

- [sajtov/samye-populyarnye-poiskovye-sistemy-na-2015-god](#) (дата обращения: 25.10.2016)
7. Стативко Р.У., Рыбакова А.И. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. Учебное пособие / Белгород, 2012.

ПОДХОД К АНАЛИЗУ СЕТЕВЫХ ПАРАМЕТРОВ В IP-СЕТЯХ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТЕОРИИ

Буханов Д.Г., магистрант,

Панченко М.В., магистрант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Введение

Современная структура компьютерной сети, представляет собой набор элементов двух типов. К первому типу элементов относятся коммуникационные узлы, в состав которых входят маршрутизаторы, коммутаторы, концентраторы, ко второму типу относятся непосредственно узлы, предоставляющие некоторые сервисы. Элементов второго типа, как правило, намного больше, они включают в себя рабочие станции с сетевым программным обеспечением, принтеры, различные контроллеры с сетевыми интерфейсами для работы протоколов Ethernet, WiFi, RS-485, и др. Многообразие сетевых протоколов и сервисов в компьютерных сетях, позволяет решать большое количество различных прикладных задач. Наряду с развитием компьютерных технологий происходит развитие и появление новых сетевых угроз, определении своевременное предотвращение которых существенно повышает эффективность самой компьютерной сети.

На рисунке 1 изображена структура компьютерной сети с возможными источниками нарушения информационной безопасности[1].

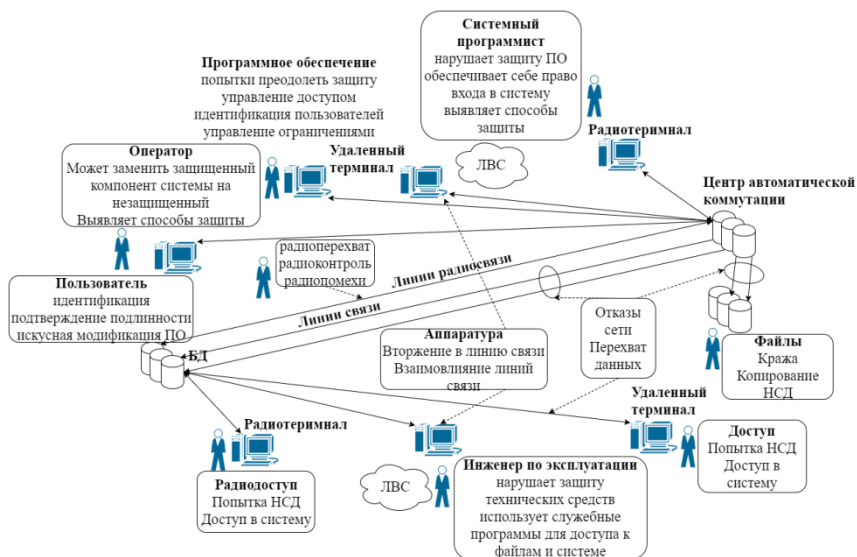


Рисунок 1 - Источники угроз нарушения информационной безопасности

Основными угрозами, которые могут быть организованы злоумышленниками, являются:

- обход систем авторизации;
- нарушение конфиденциальности данных, передаваемых по сети и хранящихся на ее узлах;
- несанкционированный доступ к системе;
- отказ в обслуживании на уровне сети, узла или приложения.

Материалы по этим угрозам для тестирования предлагаемого подхода были получены из результатов конференции Knowledge Discovery in Databases[2].

В работе предлагается разработка подхода к обеспечению безопасности в компьютерных сетях. Данный подход предполагает сбор и эффективный анализ сетевых параметров в IP-сетях на основе адаптивно-резонансной теории.

Для доказательства адекватности предлагаемого подхода требуется разработать систему, которая смогла бы обеспечивать требуемый уровень безопасности и следовать современным тенденциям развития в

области компьютерных сетей. Она должна соответствовать следующим требованиям:

- распределенности, так как объект повышения безопасности является распределенным и движение трафика может происходить по сегментно;
- защищенности, так как сама система может подвергнуться описанным угрозам;
- работы в реальном масштабе времени, так как для снижения экономических затрат требуется обнаружить угрозу до ее конечной стадии;
- интеллектуальности, зачастую данные для анализа носят качественный характер;
- гибкости, для того, чтобы иметь возможность реагировать на новые источники угроз, не забывая старых.

1. Общая структура программной системы

Классом программных систем, наиболее полно охватывающими предъявленные требования считаются системы обнаружения вторжений (СОВ) [3]. Предлагается СОВ, состоящая из двух типов программных агентов. Первый тип агентов выполняет функцию сбора параметров работы сети и управления соединениями, а также передачи накопленных параметров другому типу агентов. Второй тип агентов производит анализ полученных параметров сетевых соединений и классификацию сетевого состояния. После классификации происходит выбор действия, которое требуется произвести при том, или ином состоянии.

На рисунке 2 изображена структура компьютерной сети, состоящая из коммутаторов (К), персональных компьютеров (ПК), серверов. На узлах располагаются агенты двух описанных типов. Оптимальное их расположение по критериям времени реагирования и полного покрытия сети выполнено в работе [4].

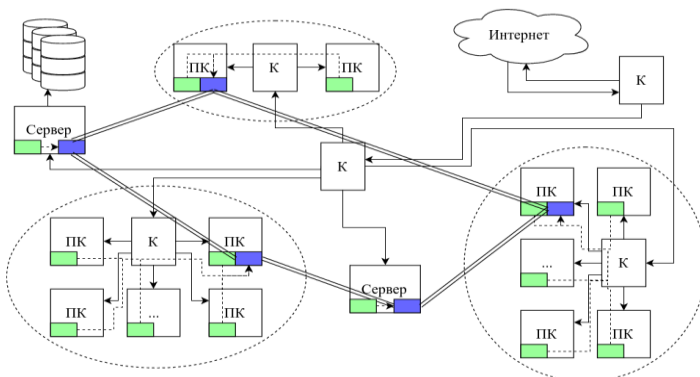


Рисунок 2 – Структура программной системы

Для выполнения требования по обеспечению безопасности разрабатываемой системы между всеми соответствующими агентами установлены безопасные каналы передачи данных на основе протокола NCTP [5]. Это гарантирует защиту от атак типа «человек посередине», а также различного рода dos-атак.

2. Разработка модуля анализа с использование адаптивно резонансной теории.

Основным элементом сетевой COB является модуль анализа трафика, который в данной работе представлен в виде АРТ-2[6] нейронной сети (рисунок 3).

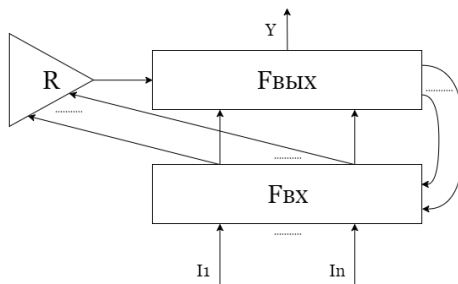


Рисунок 3 – Укрупненная структура модуля анализа

Работа данной нейронной сети основывается на теории адаптивного резонанса (АРТ). Общие положения АРТ выдвинуты С. Гроссбергом в 1976 г. и подробно изложены в основополагающей работе [6]. Основная

идея заключается в том, что распознавание образов, представленных векторами $I^v = \{I_1 \dots I_n\}$, является результатом частичного или полного соответствия состояния весов одного из обученных распознающих нейронов входному нормализованному вектору, т.е. вхождения в резонанс сенсорного ($F_{вх}$) и распознающего ($F_{вых}$) слоев сети. Возникший резонанс оценивается управляющими нейронами (R). Если он достаточен, т.е. превышает заранее определенный порог, то считается, что соответствие между вектором входных данных и образом из памяти сети установлено (Y). Иначе управляющий слой замораживает срезонировавший нейрон распознающего слоя и процедура распознавания повторяется. Если в конце все нейроны распознающего слоя оказываются заморожены, то в этот слой добавляется новый нейрон и его веса обучаются таким образом, чтобы он с достаточной степенью соответствовал вектору входных данных, т.е. происходит дообучение сети. Таким образом, система предлагает приобретение нового знания без нарушения уже существующего.

3. Результаты применения АРТ сети для решения задачи обнаружения сетевых атак

В работе на основе предложенного подхода был проведен ряд экспериментов с использованием тестовых выборок KDD'99.

Нейронная сеть на базе АРТ была обучена на выборке данных, состоящей из 489296 тестовых векторов. На рисунке 4 показана гистограмма, на которой в первом столбце указана полнота обучающей выборки относительно всех тестируемых векторов, а во втором точность определения состояния сети.

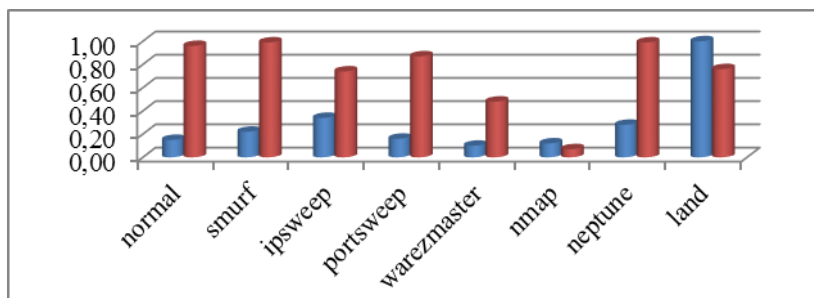


Рисунок 4 – Экспериментальные результаты распознавания состояния сети

На горизонтальной оси отмечены названия состояний сети, диагностируемые в проводимом эксперименте. На вертикальной оси отмечены точность определения сетевого состояния и полнота обучающей выборки относительно тестовой. Основной группой атак в тестовой выборке были dos-атаки. Атаки этой группы были обнаружены и правильно классифицированы с ошибкой всего в 0.15%. Следующей по величине группой состояний сети является нормальное состояние сети, ошибка при его распознавании достигла 3.6%.

Достигнутые достаточно высокие показатели доказывают возможность эффективного применения описанного подхода к анализу сетевых параметров на основе теории адаптивного резонанса при разработке систем обнаружения вторжений.

Заключение

В работе был описан подход к созданию системы обнаружения вторжений для выявления сетевых атак с помощью нейронных сетей на базе адаптивно-резонансной теории. Был произведен эксперимент для обнаружения и классификации атак из тестовой выборки KDD'99. Общие результаты эксперимента показывают, что COB на базе АРТ можно применять при решении задач повышения безопасности в компьютерных сетях.

В дальнейшем планируется произвести эксперименты с полными выборками и произвести апробацию полученной COB в реальных условиях.

Список литературы:

1. Мельников Д.А. Информационная безопасность открытых систем. – Litres, 2015. 448 С.
2. KDD-99 International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining [электронный ресурс] открытый доступ, режим доступа: <http://kdd.ics.uci.edu/databases/kddcup99/kddcup99.html> (дата обращения: 11.09.2016)
3. Архипов А., Ишутин А. СИСТЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ВТОРЖЕНИЯ / Забезпечення комп'ютерної безпеки в державних, банківських та інших інформаційних системах / Правове, нормативне та метрологічне забезпечення систем захисту інформації в Україні, вип. 2 (13), 2006, С.138–144.
4. Буханов Д.Г., Поляков В.М. Метод выбора расположения элементов контроля в распределенных системах диагностирования на основе кластерного анализа // «ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА СИСТЕМНОГО

- АНАЛИЗА» сборник трудов «Всероссийской молодежной конференции» / г. Белгород, издательство «Белгород», 2012 г. С.46–49.
5. Буханов Д.Г. Организация безопасной передачи данных в многоагентных системах контроля и диагностирования информационно–технологических сетей. / Д.Г. Буханов, В.М. Поляков // Труды ИСА РАН, №4, 2015г.С. 20–25.
 6. Carpenter G. A., Grossberg S., Rosen D. B. ART 2: An adaptive resonance algorithm for rapid category learning and recognition // Neural networks. 1991. Т. 4. №. 4. Р. 493-504.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПЕРАЦИИ СРАВНЕНИЯ ИНТЕРВАЛОВ В ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ¹

Галкин А.В., канд. тех. наук, доц.,

Сараев П.В., д-р. тех. наук, доц.

Липецкий государственный технический университет

Развитие информационных технологий приводит к возможности накопления больших объемов данных о технологических, финансовых, экономических и других процессах. Извлечение знаний из имеющейся информации является одной из основных задач, решение которой позволяет выбрать правильные решения из множества альтернативных, использование которых будет приводить к качественному улучшению процессов. Часто имеющаяся информация, поступающая из разных источников, измеренная с определенными погрешностями, полученная на основе экспертных оценок, может содержать противоречивость и неопределенность. Современные информационные системы имеют возможности учета неопределенности в имеющейся информации. Одним из способов учета неопределенности может выступать интервальное представление, где значению параметра ставятся в соответствие нижняя и верхняя граница интервала, в котором оно достоверно находится. В системах управления базами данных интервальный характер может учитываться за счет организации двух полей для описания, в одно из которых записывается минимальное значение (нижняя граница интервала), а в другое - максимальное (верхняя граница интервала).

На текущий момент разработаны алгоритмы вычислений над интервальными данными, специальное программное обеспечение, реализующее эти алгоритмы [1-3]. Учет неопределенности за счет использования вычислений над интервальными данными позволяет получать достоверную оценку возможных решений, и, вследствие этого, принимать управленческие решения, минимизирующие риски.

В ситуации, когда необходимо учитывать интервальные параметры, можно поступать следующими способами:

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Липецкой области в рамках научного проекта N 16-47-480929-р_а.

- реализовать структуру таблиц в базе данных таким образом, чтобы для интервальных параметров задавать две колонки в таблице, содержащие нижнюю и верхнюю границы интервала. Недостатком данного подхода является сложность реализации операций над интервальными параметрами. Пользователю при выполнении запросов над данными приходится каждый раз реализовывать операции над интервалами, что может повлечь за собой ошибки вследствие неоднозначности определения таких операций;

- создать интервальнозначные типы данных и операции их обработки, что может значительно упростить работу пользователей и программистов. В таких случаях не придется постоянно задумываться об определении операций обработки интервальных данных, и SQL-запросы ничем не будут отличаться от стандартных запросов к реляционным базам данных, использующим скалярные типы данных.

Примером второго подхода может служить интервальный тип данных, реализованный в СУБД PostgreSQL в виде структуры [4]. Реализацией является расширение для СУБД, которое реализует арифметические операции, операции сравнения, а также аналитические функции SUM, AVG, MIN и MAX над интервальным типом данных, определенных в соответствии с правилами действий над интервалами [3]. Для получения верхней и нижней границ интервала реализованы функции HIGH() и LOW().

Кроме арифметических операций наиболее распространенной в запросах к базам данных является операция сравнения. В случае непересекающихся интервалов операция сравнения легко определяется. Большим является интервал, располагающийся правее. Данная задача становится нетривиальной в случаях пересечения интервалов и вложенности одного в другой.

Приведем некоторые сведения об интервальном анализе [1, 3]. Основным понятием интервального анализа является интервал. Интервалом называется любое односвязное подмножество действительного множества $[x] = [\underline{x}, \bar{x}] = \{x \mid \underline{x} \leq x \leq \bar{x}\}$.

Над интервалами определены следующие основные бинарные операции:

$$a[x] = \begin{cases} [a\underline{x}, a\bar{x}], & a \geq 0, \\ [a\bar{x}, a\underline{x}], & a < 0, \end{cases} \quad \text{— умножение на скаляр,}$$

$$[x] + [y] = [\underline{x} + \underline{y}, \bar{x} + \bar{y}] \quad \text{— сложение интервалов,}$$

$[x] - [y] = [\underline{x} - \bar{y}, \bar{x} - \underline{y}]$ – разность интервалов,

$[x][y] = [\min\{\underline{x}\underline{y}, \underline{x}\bar{y}, \bar{x}\underline{y}, \bar{x}\bar{y}\}, \max\{\underline{x}\underline{y}, \underline{x}\bar{y}, \bar{x}\underline{y}, \bar{x}\bar{y}\}]$ – произведение интервалов,

$\frac{[x]}{[y]} = [x] \left[\frac{1}{\bar{y}}, \frac{1}{\underline{y}} \right]$, $0 \notin [y, \bar{y}]$ – деление интервалов.

Одним из подходов к реализации сравнения интервалов является введение численного показателя операции [5]. Пусть заданы два интервала:

$$[x] = [\underline{x}, \bar{x}] = \{x \mid \underline{x} \leq x \leq \bar{x}\} \text{ и } [y] = [\underline{y}, \bar{y}] = \{y \mid \underline{y} \leq y \leq \bar{y}\}.$$

Обозначим $mid[x] = \frac{x + \bar{x}}{2}$ – медиана интервала; $rad[x] = \frac{\bar{x} - x}{2}$ –

радиус интервала.

Тогда показатель имеет вид

$$R([x] \leq [y]) = \frac{mid[y] - mid[x]}{rad[x] + rad[y]}.$$

(1)

При использовании на практике данного показателя требуется физическая интерпретация показателя. Примером класса задач, в которых необходимо использовать и интерпретировать результаты сравнения интервалов, может служить анализ результатов проведения экспериментов [7]. На крупных промышленных предприятиях повышение производительности даже на десятые доли процентов может приводить к значительному увеличению доходов. Увеличение производительности на сложных производствах добиваются усовершенствованием технологий и использованием материалов с лучшими качественными показателями. Перед внедрением вносимых в технологию изменений обычно проводят эксперименты. На основании полученных результатов принимают решение о внедрении вносимых изменений в производство. Как уже отмечалось выше, результаты проведенных экспериментов могут содержать погрешности, задаваемые интервалами, а разница показателей производства (например, производительности) может составлять десятые доли процента и также варьироваться в пределах интервалов. В этом случае требуется показатель сравнения интервалов, который может быть легко интерпретирован лицами, принимающими решение. В качестве такого показателя может выступать вероятность следующего события:

значение, выбранное из интервала $[y]$ больше или равно значения, выбранного из интервала $[x]$. В [5] приводится связь показателя (1) с вероятностью такого события:

$$P([x] \leq [y]) = \begin{cases} \frac{(rad[x] + rad[y])^2}{8rad[x]rad[y]} (1 + R([x] \leq [y]))^2, \\ \text{если } R([x] \leq [y]) < -\frac{|rad[x] - rad[y]|}{rad[x] + rad[y]}; \\ \frac{1}{2} + \frac{rad[x] + rad[y]}{2rad[y]} R([x] \leq [y]), \\ \text{если } |R([x] \leq [y])| \leq \frac{|rad[x] - rad[y]|}{rad[x] + rad[y]}; \\ 1 - \frac{(rad[x] + rad[y])^2}{8rad[x]rad[y]} (1 - R([x] \leq [y]))^2; \\ \text{если } R([x] \leq [y]) > \frac{|rad[x] - rad[y]|}{rad[x] + rad[y]}. \end{cases} \quad (2)$$

В этом случае выполнение функции сравнения двух интервалов можно проводить следующим образом:

- 1) задаем в качестве аргументов функции интервалы $[x] = [\underline{x}, \bar{x}]$ и $[y] = [\underline{y}, \bar{y}]$, а также вероятность p ;
- 2) рассчитываем значение показателя $R([x] \leq [y])$ по формуле (1);
- 3) с учетом найденного значения $R([x] \leq [y])$ по формуле (2) определяем $P([x] \leq [y])$;
- 4) если $P([x] \leq [y]) \geq p$, то функция возвращает значение ИСТИНА; если $P([x] \leq [y]) \leq p$, то функция возвращает значение ЛОЖЬ.

В качестве примера использования такой операции сравнения можно привести справочную информационно-аналитическую систему марок чугуна [8]. Хранение сведений обо всех марках чугунов в одном месте имеет определённые преимущества. Во-первых, такая БД играет роль справочника, в котором отражены одновременно сведения о составах, свойствах и области применения марок. Во-вторых, имеющаяся в базе информация может быть использована при различных видах анализа марок, в том числе и классификационного.

Для каждой марки конструкционных чугунов можно выделить четыре группы критериев оценки качества: химический состав,

механические свойства, область использования и возможные проблемы (плавка, модифицирование, качество литья).

Большинство марок конструкционных и доменных чугунов обычно содержат девять легирующих и прочих элементов, концентрация которых оговаривается в нормативно-технологической документации. При этом задается нижняя и верхняя граница данных значений. Аналогично задаются и главные механические свойства, по которым можно идентифицировать марку чугуна. Одной из задач [8], решаемых в информационной системе, является построение возможных классификаций марок по различным параметрам: свойствам, составу. Удобным инструментом классификации является кластерный анализ. Процедура кластерного анализа основывается на определении расстояний между объектами, и выбора среди них минимального. В случае интервального задания параметров расстояния также становится интервалом и возникает необходимость сравнения интервалов и выбора среди них минимального. Использование показателя (1) позволило корректно разбить марки чугуна на 10 кластеров по составу и свойствам одновременно [9].

Таким образом, предложено в качестве операция сравнения для интервальнозначных типов данных в БД использовать показатель (1). В этом случае операция сравнения в качестве аргументов кроме сравниваемых интервалов должна использовать и граничное значение данного показателя. В связи с более понятным физическим смыслом вероятности, и наличия связи вероятности с показателем (1), предлагается в качестве аргумента использовать граничное значение вероятности.

Список литературы:

1. Добронеев Б.С. Интервальная математика. Красноярск: Краснояр. гос. ун-т. 2004. 216 с.
2. Калмыков С.А., Шокин Ю.А., Юлдашев З.Х. Методы интервального анализа. Новосибирск: Наука. 1986. 222 с.
3. Шарый С.П. Конечномерный интервальный анализ. Институт вычислительных технологий СО РАН. 2012. 603 с. URL: <http://www.nsc.ru/interval> (дата обращения 12.12.2012).
4. Сараев П.В. Комаров М.Н. Организация интервальных баз данных в СУБД PostgreSQL // Вести высших учебных заведений Черноземья. 2016. № 2.
5. Ащепков Л.Т. Показатель интервального неравенства: свойства и применение // Вычислительные технологии. 2006. Т.11, №4. С. 13-22.
6. Налимов В.В. Теория экспериментов. М.: Наука. 1971. 208 с.

7. Сериков С.Ю., Галкин А.В., Роговский А.Н., Шипельников А.А. Классификационный анализ марок чугуна. М.: Роспатент. 2014. № 2014616844 от 15.07.2014.
8. Galkin A.V., Mihailov E., Shipelnikov A., Blyumin S.L. An Information-Analytical System of Ranging Analysis of Cast Iron Grades // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. 2015. Vol. 50. № 6. P. 651-658.
9. Галкин А.В., Михайлов Е., Роговский А.Н., Шипельников А.А., Сериков С.Ю. Информационно-аналитическая система классификационного анализа марок чугуна // Современная металлургия нового тысячелетия. К 80-летию НЛМК: сб. науч. Тр. Междунар. науч. практ. конф. Ч. 3. Липецк: Изд-во Липецкого государственного технического университета. 2014. С. 173-181.

ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ-РАЗРАБОТЧИКА МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Дрозд О.В., аспирант

Сибирский федеральный университет

Развитие информационных технологий и интенсификация проектной деятельности в области разработки изделий микроэлектроники предполагают децентрализацию, унификацию и создание комплексной информационной среды проектной организации в форме единого информационного пространства (ЕИП), что связано с непрерывным развитием информационных технологий и повсеместной информатизацией проектной и производственной деятельности [1].

Основой ЕИП, включающей в себя механизмы сбора, обработки, структуризации и анализа данных, является *PDM (Product Data Management)*-система. Такие системы управления данными позволяют организовать управление проектированием изделия, технологией его производства и другими процессами с точки зрения их информационной поддержки за счет консолидации информации всех используемых на предприятии прикладных автоматизированных систем класса *PLM (Product Lifecycle Management)*, системы управления жизненным циклом продукции), *ERP (Enterprise Resource Planning)*, системы управления ресурсами предприятия) и преобразования разрозненных данных в информационное обеспечение ЕИП [2].

На базе *PDM*-систем разворачиваются математические модели, представляющие основные концептуальные составляющие процесса проектирования: структурная модель проектной среды, модель проектного цикла (ПЦ) микроэлектронного устройства, структурная модель документа, поведенческая модель жизненного цикла (ЖЦ) документа, структурная модель разрабатываемого проекта, модель организационной структуры организации, модель представления нормативно-справочной информации [3]. Иногда отдельно рассматривается математическая модель межкомпонентной шины, связывающей компоненты ЕИП в единое целое [4].

Концептуальная модель ЕИП (рисунок 1) включает в себя следующие составляющие:

- участники проектного цикла – поставщики информации;
- *PDM*-система, реализующая систему математических моделей ПЦ, унифицированный обменный формат данных-документов и

предоставляющая платформу для информационного взаимодействия между поставщиками и потребителями информации;
 – участники проектного цикла – потребители информации.

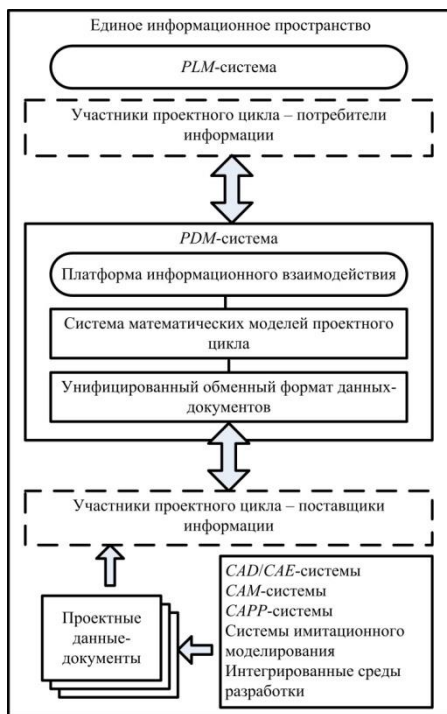


Рисунок 1 – Концептуальная модель ЕИП

Источники и потребители информации подразделяются на две категории:

- аппаратные источники, в частности, это стационарные и портативные рабочие станции, а также специализированное измерительное оборудование;
- программные источники данных, развернутые на базе аппаратных источников, которыми являются, в частности, САx-системы (CAD/CAE/CAM/CAPP), системы имитационного моделирования, а также интегрированные среды разработки HDL-кода описания аппаратной части и программного кода прикладного программного обеспечения.

Участники проектного цикла – поставщики информации – передают полученные на текущем этапе ПЦ данные-документы участникам-потребителям, которые могут быть расположены как на текущем этапе ПЦ, так и на последующем или предыдущем этапе ПЦ. Причем, поставщик информации может также выступать и в роли потребителя информации от других участников ПЦ. Приведение разнородных данных от программных и аппаратных систем сторонних разработчиков к унифицированному единому формату, хранение данных и информационное взаимодействие между поставщиками и потребителями осуществляется *PDM*-системой.

Перечисленные выше математические модели формируют подмножество математических моделей единой обобщенной модели ЕИП.

Рассмотрим в качестве единой обобщенной модели ЕИП следующий кортеж:

$$S_{SoC} = \langle M, In, Out, S, C \rangle \quad (1)$$

где:

- S_{SoC} – моделируемое ЕИП;
- M – подмножество математических моделей ЕИП;
- In – совокупность входных данных ЕИП;
- Out – совокупность выходных данных ЕИП;
- S – совокупность аппаратного обеспечения ЕИП;
- C – стоимость компонентов ЕИП.

Моделируемое подмножество математических моделей единого информационного пространства в свою очередь включает в себя следующие компоненты:

$$M = \{ M_{стр} \cup M_{пц} \cup M_{сд} \cup M_{пд} \cup \\ \cup M_{смп} \cup M_{орг} \cup M_{нси} \cup M_{ни} \} \quad (2)$$

где:

- $M_{стр}$ – структурная модель проектной среды;
- $M_{пц}$ – модель проектного цикла микроэлектронного устройства;
- $M_{сд}$ – структурная модель документа;
- $M_{пд}$ – поведенческая модель жизненного цикла документа;

- $M_{\text{смпр}}$ – структурная модель проекта микроэлектронного устройства;
- $M_{\text{орг}}$ – модель организационной структуры проектной организации;
- $M_{\text{нси}}$ – модель представления нормативно-справочной информации;
- $M_{\text{пш}}$ – модель промежуточной шины взаимодействия и синхронизации с системами проектирования и другими компонентами единого информационного пространства. Каждая модель, входящая в состав M , обеспечивает работу определенной группы данных.

Совокупность аппаратного обеспечения системы ЕИП S предлагается представить в виде:

$$S = \langle S_A, S_I, H \rangle \quad (3)$$

где:

- S_A – аппаратное обеспечение, постоянно присутствующее в ЕИП;
- S_I – аппаратное обеспечение, подключаемое к ЕИП;
- H – аппаратное обеспечение взаимодействия между компонентами ЕИП – межкомпонентная шина.

Модель промежуточной шины взаимодействия и синхронизации с системами проектирования является объектом отдельного рассмотрения, т.к. она не зависит от внутренней структуры хранения данных в ЕИП. Однако модель $M_{\text{сс}}$ имеет унифицированные точки соприкосновения с ядром M для того, чтобы при изменении структуры хранения данных или методов синхронизации сохранялось взаимодействие систем и работоспособность процесса проектирования.

В данной работе автором используется следующий математический аппарат для описания математических моделей ЕИП: структурная модель проектной среды – матричная модель; модель ПЦ – сочетание матричной модели и модели в виде конечных автоматов; структурная модель документа – модель с использованием элементов аппарата предметно-ориентированных онтологий; поведенческая модель ЖЦ документа – модель в виде конечного автомата; структурная модель разрабатываемого проекта – модель в виде графа; модель организационной структуры организации – сочетание матричной и графовой моделей; модель представления нормативно-справочной информации – матричная модель.

Результатом такого подхода является повышение эффективности управления информацией за счет повышения доступности данных об изделии, интегрированных в единую систему концептуальных математических моделей.

Разработанная обобщенная модель единого информационного пространства может быть использована при разработке архитектуры системы ЕИП предприятия-разработчика микроэлектронных устройств, в частности, сверхбольших интегральных схем класса «Система на кристалле» с целью интеграции всех этапов проектного цикла и организации ЕИП проектной или проектно-производственной организации.

Список литературы:

1. Немудров В., Мартин Г. Системы-на-кристалле. Проектирование и развитие. М.: Техносфера, 2004. 2016 с.
2. Загидуллин Р.Р. Управление машиностроительным производством с помощью систем MES, APS, ERP: монография. Старый Оскол: ТНТ, 2011. 372 с.
3. Ломазов В.А., Михайлова В. Л., Петросов Д. А., Ельчанинов Д. Б. Эволюционная процедура структурного и параметрического синтеза имитационных моделей систем документооборота // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2013. № 22-1 (165). С. 204–209.
4. Керносов М.А. Математическая модель контента информационно-аналитической системы // Бионика интеллекта. 2013. № 1 (80). С. 54 – 61.

МЕТОД ГАУССА: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

**Иванищева Я.В., студент,
Кочеткова И.А., канд. техн. наук**
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Задачи на решение систем линейных алгебраических уравнений встречаются в вавилонских и египетских рукописях II века до н.э., в трудах древнегреческих, индийских и китайских мудрецов. В настоящее время - это довольно важный навык, применимый в задачах по химии, физике, математике, программировании и других науках [1].

Метод Гаусса – эффективный, простой метод решения любой системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Последовательное исключение неизвестных в любом случае приведет к ответу. К тому же, для решения СЛАУ этим методом вполне достаточно самых простых математических навыков. Существуют модификации метода Гаусса: метод Жордано-Гаусса (расширенная матрица приводится к единичной, в результате элементы столбца В – искомые корни); схема с выбором главного элемента (она уменьшает погрешности в вычислениях: перестановка уравнений, на k -ом шаге ведущим элементом должен оказаться наибольший по модулю элемент k -го столбца). Однако, для больших СЛАУ метод Гаусса не оптимален по скорости [2].

Открытия в математике все еще происходят, тем не менее, метод Гаусса по-прежнему актуален. Он используется во многих приложениях. Рассмотрим более детально некоторые из них.

В экономике метод Гаусса используется во многих задачах, поскольку с помощью матриц удобно описывать различные зависимости. Вот некоторые из них: определение необходимого количества сырья для производства товара; расчет плановых объемов валовой продукции отраслей, межотраслевых поставок, чистой продукции отраслей (известны коэффициенты прямых затрат и конечная продукция отраслей на плановый период), линейная модель Леонтьева.

Математика неразрывно связана с рядом многих наук и химия тому не исключение. Химики постоянно сталкиваются с необходимостью решения многих математических задач. Метод Гаусса применяется для решения различных химических систем, например, задачи на смеси,

концентрацию. Также используется его модификация - метод Гаусса-Зейделя [3, с.40-49].

В программировании метод Гаусса применяется для работы над матрицами: нахождение обратной матрицы, определение ранга матрицы, решение СЛАУ. В линейном программировании он используется в симплекс методе, а в теории игр – для отыскивания максимальной оптимальной стратегии игрока.

В физике математика служит инструментом для отображения законов природы. Здесь также применяется метод Гаусса для вывода новых закономерностей, решения систем. Пр продемонстрирую его использование на практике. В качестве примера возьмем расчет токов электрической цепи.

Пусть дано: $R_1=16$ Ом, $R_2=10$ Ом, $R_3=10$ Ом, $R_4=40$ Ом, $R_5=22$ Ом, $R_6=30$ Ом, $R_7= R_8=12$ Ом, $E_1=30$ В, $E_2=40$ В, $E_3=30$ В, $E_4=50$ В, $E_5=25$ В.

Необходимо найти: $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6$.

Предварительно рассмотрим следующие теоритические сведения:

1) Первый закон Киргофа – алгебраическая сумма токов, сходящихся в узле, равна нулю.

2) Второй закон Киргофа – алгебраическая сумма (с учетом знака) падений напряжений на всех ветвях любого замкнутого контура цепи, равна алгебраической сумме ЭДС ветвей этого контура.

Построенная схема представлена на рисунке 1.

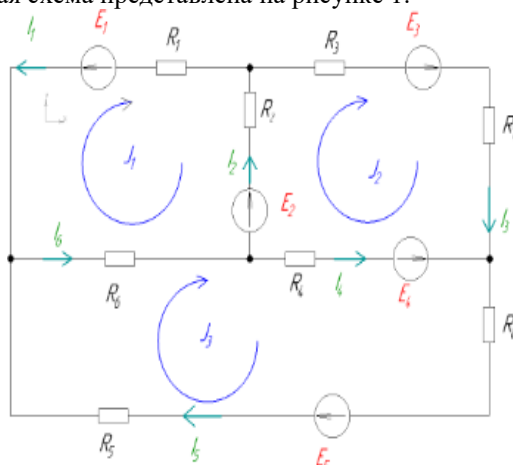


Рисунок 1 – Схема электрической цепи

Составим СЛАУ:

$$\begin{cases} I2 - I1 - I3 = 0 \\ I1 + I5 - I6 = 0 \\ I3 + I4 - I5 = 0 \\ -I1R1 - I2R2 - I6R6 = -E1 - E2 \\ I2R2 + I3(R3 + R7) - I4R4 = E2 + E3 - E4 \\ I6R6 + I4R4 + I5(R5 + R8) = E4 + E5 \end{cases}$$

Подставим значения:

$$\begin{cases} -I1 + I2 - I3 = 0 \\ I1 + I5 - I6 = 0 \\ I3 + I4 - I5 = 0 \\ -16 * I1 - 10 * I2 - 30 * I6 = -70 \\ 10 * I2 + 22 * I3 - 40 * I4 = 20 \\ 40 * I4 + 34 * I5 + 30 * I6 = 75 \end{cases}$$

Считаем СЛАУ методом Гаусса:

$$A = \left(\begin{array}{cccccc|c} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ -1 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -10 & 0 & 0 & 16 & -46 & -70 \\ 0 & 0 & 32 & -40 & -10 & 10 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 40 & 34 & 30 & 75 \end{array} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left(\begin{array}{cccccc|c} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 10 & 16 & -56 & -70 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1372 & -3932 & -4840 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 230500 & 341900 \end{array} \right)$$

$$I6 := \frac{341900}{2305000} = 1.483$$

$$1372 * I5 - 3932 * I6 = -4840 \rightarrow I5 = \frac{-4840 + 3932 * 1.483}{1372}$$

$$= 0.723$$

$$10 * I4 + 16 * I5 - 56 * I6 = -70 \rightarrow I4 = \frac{-70 + 16 * 0.723 - 56 * 1.483}{10} = 0.149$$

$$I3 + I4 - I5 = 0 \rightarrow I3 = I5 - I4 = 0.723 - 0.149 = 0.574$$

$$-I1 + I2 - I3 = 0 \rightarrow I2 = I1 + I3 = 0.761 + 0.574 = 1.334$$

$$I1 + I5 - I6 = 0 \rightarrow I1 = I6 - I5 = 1.483 - 0.723 = 0.761$$

Результат вычислений: I6 = 1.483 А, I5 = 0.723 А, I4 = 0, I3 = 0.574 А, I2 = 1 А, I1 = 0.761 А. [4]

Рассмотрев различные приложения метода Гаусса, можно прийти к выводу: его спектр невероятно обширен, а способ решения довольно прост. Карл Фридрих Гаусс поистине достоин титула «король математиков» и его многочисленные труды тому подтверждение. В заключение хочется сказать словами академика Александра Даниловича Александрова: «Значение математики сейчас непрерывно возрастает. В математике рождаются новые идеи и методы. Все это расширяет сферу ее приложения. Сейчас уже нельзя назвать такой области деятельности людей, где математика не играла бы существенной роли. Она стала незаменимым орудием во всех науках о природе, в технике, в общественном образовании. Даже юристы и историки берут на свое вооружение математические методы».

Список литературы:

1. Метод Гаусса [Электронный ресурс] // Википедия [сайт]. [2001]. URL: Системы уравнений: история, понятия [Электронный ресурс] // Webmath [сайт]. [2008]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4_%D0%93%D0%B0%D1%83%D1%81%D1%81%D0%B0 (дата обращения: 01.10.2016)
2. Системы уравнений: история, понятия. [Электронный ресурс] // Webmath [сайт]. [2008]. URL: http://www.webmath.ru/poleznoe/formules_5_0.php (дата обращения: 01.10.2016)
3. Брановицкая С.В., Медведев Р.Б., Фиалков Ю.Я. Вычислительная математика в химии и химической технологии. К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. 216 с.
4. Лазебная Е.А. Методы и алгоритмы решения задачи прогнозирования в системе управления планирования подготовки специалистов. Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2014. № 11. С. 65-71.

ЛИНЕЙНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕСОМОСТЕЙ АЛЬТЕРНАТИВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПОПУЛЯЦИИ В ГЕНЕТИЧЕСКОМ АЛГОРИТМЕ

Ломакин В.В., канд. техн. наук, доцент,

Асадуллаев Р.Г., канд. техн. наук,

Маматова М.А., магистрант

*Белгородский государственный национальный
исследовательский университет*

Генетический алгоритм относится к классу эвристических алгоритмов и является перспективным направлением в области оптимизации и моделирования систем. В основе работы генетического алгоритма лежат принципы естественного отбора и наследования. Преимущество генетического алгоритма перед другими методами оптимизации заключается в параллельной обработке множества альтернативных решений. При этом оправдано применение генетического алгоритма в системах поддержки принятия решений, где особи популяции выступают в качестве альтернатив. Например, решение задачи выбора наилучшей компоновки станка для субтрактивной обработки многослойных гетерогенных структур с нанометровой точностью позиционирования исполнительных механизмов [1].

Генетический алгоритм работает с популяцией особей (хромосом), каждая из которых представляет собой упорядоченный набор параметров задачи, подлежащих оптимизации. Основной характеристикой каждой особи является ее мера приспособленности. Особи с наибольшим значением меры приспособленности участвуют в воспроизводстве потомства путем скрещивания с другими особями из популяции, при этом гены потомков получают свои значения путем обмена генов родителей. Особи с наименьшим значением меры приспособленности постепенно исчезают из популяции в процессе эволюции. Таким образом, из поколения в поколение по всей популяции распространяются лучшие характеристики. Иногда в популяции происходят мутации – случайные изменения в генах некоторых хромосом [2].

Генетический алгоритм состоит из следующих шагов (рисунок 1):

- 1) инициализация, или выбор исходной популяции хромосом;
- 2) оценка приспособленности хромосом в популяции;
- 3) если условие остановки алгоритма выполнено, то 7, иначе 4;

- 4) формирование новой популяции;
- 5) применение генетических операторов;
- 6) селекция хромосом;
- 7) выбор «наилучшей» хромосомы.

Существует множество методов селекции, применения генетических операторов и создание новой популяции, но выбор исходной популяции хромосом производится случайным образом. При этом, чем больше значение функции приспособленности имеет хромосома, тем меньше времени затрачивается на сходимость алгоритма, что особо актуально в задачах, требующих большого числа итераций. Каждая особь популяции представляет собой альтернативное решение задачи, иначе говоря, является кандидатом на решение. Формирование исходной популяции заключается в случайном выборе заданного количества хромосом, в ряде случаев исходная популяция может быть также результатом работы другого алгоритма.

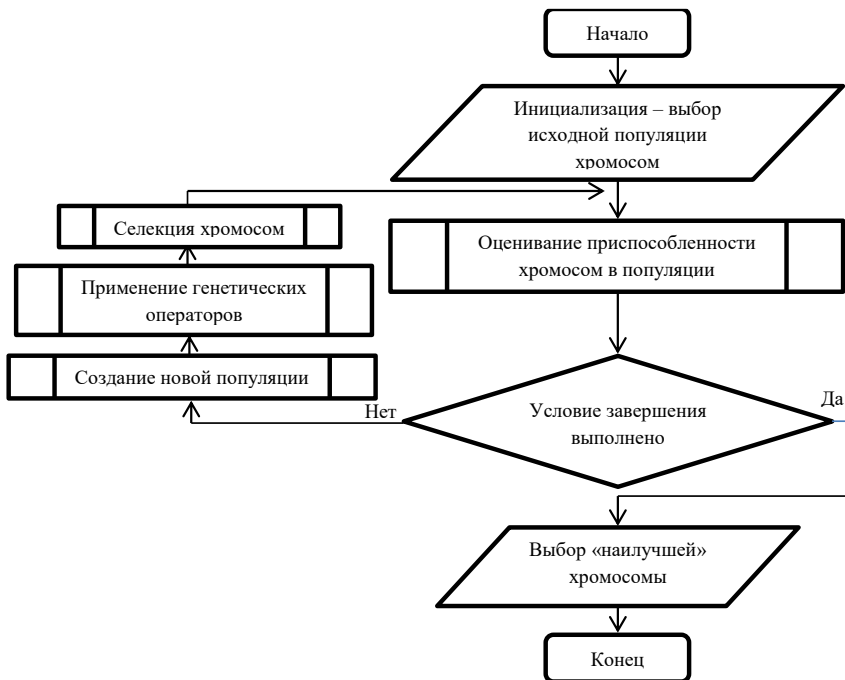


Рисунок 1 – Блок-схема генетического алгоритма

Предлагаемый нами подход состоит в использовании последовательности шагов упорядочивания альтернатив при формировании исходной популяции хромосом на основе линейного распределения весомостей альтернатив (рисунок 2). Данный подход требует наличие эксперта или базы знаний по решаемой проблеме [3].

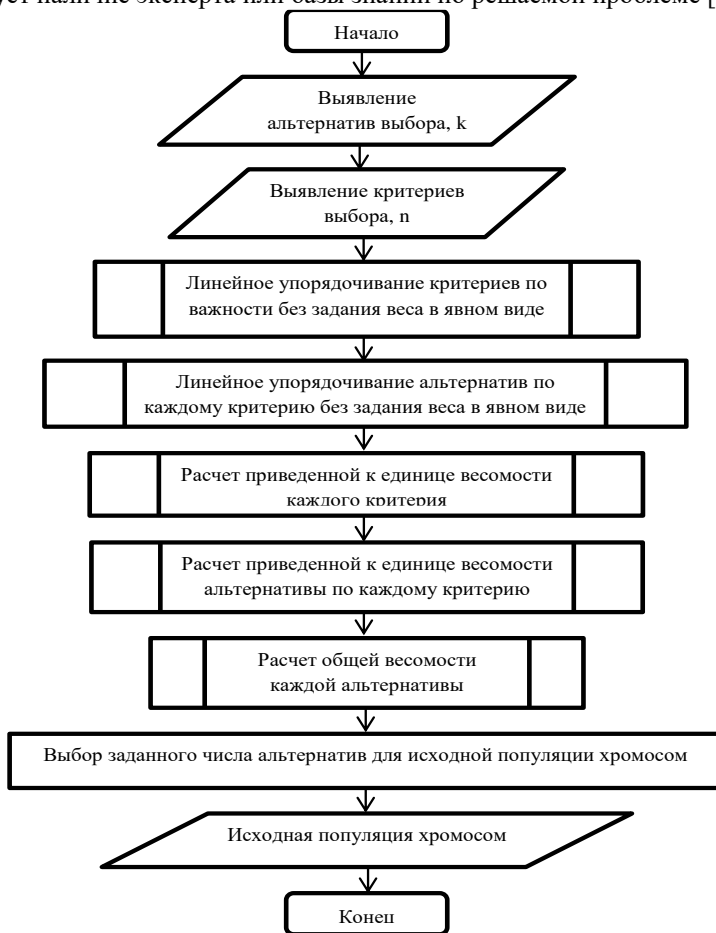


Рисунок 2 – Алгоритм формирования линейной последовательности весомостей альтернатив

Процесс упорядочивания альтернатив состоит из шести этапов:

1. Линейное упорядочивание критериев по важности без задания веса в явном виде. Лицо, принимающее решение (ЛПР), или эксперт определяет порядок критериев в списке, в котором у критериев с возрастанием порядкового номера на единицу снижается вес на $\frac{1}{n}$. Таким образом, весомости критериев (K_j) будут иметь следующие значения:

$$K_j = \frac{n-j+1}{n}, \quad (1)$$

где j – порядковый номер критерия, n – общее число критериев.

2. Линейное упорядочивание альтернатив по каждому критерию без задания веса в явном виде. ЛПР определяет порядок альтернатив, сравниваемых по каждому критерию. Формируется список, где альтернативы (A_i) идут по порядку, и с возрастанием порядкового номера уменьшается на $\frac{1}{k}$ вес альтернативы. По критерию K_j :

$$A_i = \frac{k-i+1}{k}, \quad (2)$$

где i, k – порядковый номер и общее число альтернатив.

3. Расчет приведенной к единице весомости каждого критерия (RK_j) можно осуществить следующим образом:

$$RK_j = \frac{\frac{n-j+1}{n}}{\sum_{j=1}^n K_j} \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n K_j = \frac{K_1 + K_n}{2} \times n, \quad (4)$$

где j – номер критерия, n – общее число критериев.

4. Расчет приведенной к единице весомости альтернативы (RA_i) по каждому критерию. По критерию K_j :

$$RA_i = \frac{\frac{k-i+1}{k}}{\sum_{i=1}^k A_i} \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^k A_i = \frac{A_1 + A_k}{2} \times k, \quad (6)$$

где i – номер альтернативы, k – общее число альтернатив.

5. Расчет общей весомости (TA_i) каждой альтернативы:

$$TA_i = \sum_{j=1}^n A_{ij}, \quad (7)$$

где i – порядковый номер альтернативы, j – порядковый номер критерия.

$$A_{ij} = a \times b, \quad (8)$$

где a – весомость критерия j , b – весомость альтернативы i , оцененной по критерию j .

6. Выбор заданного числа альтернатив для исходной популяции хромосом.

В случае, когда критерии или альтернативы имеют одинаковый вес (MK_j или MA_i) предлагается распределить веса по формулам:

$$MK_j = \frac{\sum_{j=c}^d K_j}{m}, \quad (9)$$

где c – номер первого по порядку критерия с одинаковым весом, d – номер последнего по порядку критерия с одинаковым весом, m – количество критериев с одинаковым весом;

$$MA_i = \frac{\sum_{i=p}^q A_i}{r}, \quad (10)$$

где p – номер первой по порядку альтернативы с одинаковым весом, q – номер последней по порядку альтернативы с одинаковым весом, r – количество альтернатив с одинаковым весом.

Таким образом, разработан процесс инициализации исходной популяции хромосом с учетом экспертной оценки или данных, полученных из баз знаний. Модифицированный процесс инициализации позволяет уменьшить время сходимости алгоритма при решении практических задач с помощью учета экспертных оценок и применения линейного распределения весомостей альтернатив. Данный подход оправдан при использовании генетического алгоритма для построения систем поддержки принятия решений, частности, выбора наилучшей компоновки станка для субтрактивной обработки. При этом генетический алгоритм может выступать как в качестве вычислительной основы, так и в комбинации с другими методами.

Работы проведены при поддержке Минобрнауки РФ в рамках соглашения №14.578.21.0070 «Разработка технологии для субтрактивной обработки многослойных гетерогенных структур с нанометровой точностью позиционирования исполнительных механизмов», уникальный идентификатор проекта RFMEFI57814X0070.

Список литературы:

1. Ломакин, В.В. Принятие решений при выборе структурно-компоновочной схемы оборудования для субтрактивной обработки с нанометровой точностью [Текст] / В.В. Ломакин, А.Н. Афонин, Р.Г. Асадуллаев, М.В. Лифиренко // Научные ведомости Белгородского государственного университета: научный журнал. – Белгород: Издательский дом «Белгород» 2015. №7(204) вып.34/1. С. 175–183.
2. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы [Текст] / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский; пер. с пол. И.Д. Рудинского. М.: Горячая линия–Телеком, 2004. 383 с.
3. Ломакин В.В., Маматова, М.А. Принятие решений на основании непосредственного формирования векторов альтернатив и критериев [Текст] / В.В. Ломакин, М.А. Маматова // Управление в XXI веке: сборник статей по материалам Международной научно- практической конференции. НИУ «БелГУ», 23 октября 2015 года / отв. ред. В.М. Захаров. Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2015. С. 367–370.

ОСОБЕННОСТИ И МЕТОДЫ ОТБОРА ИНФОРМАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО АНАЛИЗА

**Моисеева А.Д.,
Четвериков А.В.**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Для чего необходим отбор информативных признаков?

Информативным признаком можно назвать признак или набор признаков, пригодный для распознавания классов объектов. Информативность признаков - понятие относительное. Одна и та же система признаков может быть информативной для решения одной задачи распознавания и не информативной для другой.

Отбор информативных признаков и их оценка являются едва ли не самыми важными действиями для правильного распознавания и выявления ошибок в работе над поставленной задачей перед основным ее анализом, посредством самого отбора [1].

Методы отбора информативных признаков

Методов отбора информативных признаков немало, каждый из которых в полной мере способен удовлетворять поставленной задаче, но важно понимать: какие именно методы отбора для информативных признаков уместны именно для нашей ситуации, наших начальных условий, а какие будут лишь запутывать наш анализ и не приведут нас к нужному результату. Методы отбора могут быть оберточные, фильтровочные, встроенные, жадные, не жадные и т.д. Каждый из методов, рассматриваемый в данной работе в некоторой мере самостоятелен в своем анализе, но в то же время сами признаки могут быть зависимыми, а методы могут соперекасаться друг с другом. Рассмотрим методы, перечисленные ранее, поподробнее.

Оберточные алгоритмы

Оберточные алгоритмы создают поднаборы, используя при этом поиск возможных входных переменных. После чего в данном методе оцениваются полученные поднаборы входов, путем обучения полной модели на имеющихся данных. Оберточные алгоритмы могут быть очень дорогими и рискуют переобучать модель. Оберточным алгоритмом отбора информативных признаков можно назвать также комбинацию методов, включающую поиск поднабора входных

переменных с последующей оценкой его ошибок на кроссвалидации. То есть для каждой итерации мы будем обучать целую машину, выявлять и анализировать вместе с ней [2].

Фильтровочные алгоритмы

Фильтровочные алгоритмы похожи на оберточные в том, что они также выполняют поиск поднаборов входных данных, но поднабор для выходной переменной оценивается с помощью более простого алгоритма. Фильтровочным алгоритмом отбора информативных признаков можно назвать перебор входных переменных, дополняемый проведением статистического теста на зависимость между отобранными переменными и выходом. Если зависимость между входом или некоторым набором входов и выходом с оценкой p -value и, как следствие, бинарным выводом о значимости или незначимости отобранного набора признаков. Другими примерами фильтровочных алгоритмов можно считать:

- линейную корреляцию входа и выхода;
- статистический тест на разницу в средних в случае категориальных входов и непрерывного выхода;
- F -критерий (дисперсионный анализ) [3].

Встроенные алгоритмы

Встроенные в машины алгоритмы оценивают важность входных признаков с помощью эвристики, заранее заложенной в обучение. Встроенным алгоритмом отбора информативных признаков является, например, значения p -values, соответствующие коэффициентам линейной регрессии. Это также позволяет сделать вывод о значимом отличии коэффициента от нуля. Если отмасштабировать все входы модели, то модули весов можно трактовать как показатели важности. Также можно использовать и меру объяснения дисперсии процесса смоделированными значениями. Еще одним примером отбора информативных признаков с помощью встроенного метода может служить функция оценки важности входных переменных [4].

Жадные алгоритмы поиска

Они используются часто, так как быстры, понятны и дают хороший и информативный результат во многих задачах и ситуациях. Жадность алгоритма заключается в том, что если был выбран или, наоборот, исключен один из кандидатов на вхождение в финальный поднабор, в дальнейшем он в нем остается или навсегда отсутствует. Таким образом, если на ранних итерациях был выбран кандидат A , на поздних итерациях поднабор всегда будет включать его и других кандидатов,

которые вместе с A показывают улучшение важности поднабора для выходной переменной. Если же мы рассматриваем ситуацию, когда мы имеем дело с исключениями: если был убран кандидат A, потому что после его исключения метрика важности наименее пострадала, исследователь не получит информации о важности, где в поднаборе есть A и другие, исключенные кандидаты.

Если проводить параллель с поиском максимума или минимума в многомерном пространстве, жадный алгоритм будет стопориться в локальном минимуме, если такой есть, либо быстро находить оптимальное решение, если минимум единственный или глобален.

С другой стороны, перебор всех жадных вариантов осуществляется относительно быстро и позволяет учесть некоторые взаимодействия между входами. Жадный алгоритм начинает с того, что отбирает один лучший вход, перебирая индексы по горизонтали. А затем добавляет к отобранному входу второй вход так, чтобы их суммарная релевантность была максимальна. Но получается, что из всевозможных комбинаций он полностью проходит только 1/37 часть. При добавлении еще одного измерения, количество пройденных ячеек станет еще меньше. При этом возможна практическая ситуация, когда лучшей является не та комбинация, которую нашел жадный алгоритм. Это может произойти, если каждый из двух входов по отдельности не показывает лучшую релевантность задаче, но их взаимодействие максимизирует метрику релевантности [5].

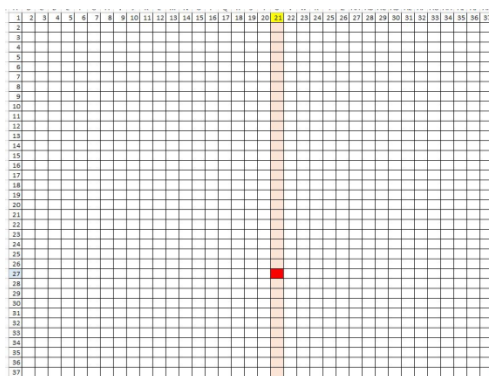


Рисунок 1 Пример жадного алгоритма

Не жадные алгоритмы поиска

Принцип работы нежадных алгоритмов подразумевает возможность отбросить целиком или частично сформированные поднаборы признаков, и внести случайные изменения в поднаборы с целью избежания локального минимума. Если провести аналогию с поиском максимума (минимума) значения фитнес-функции в многомерном пространстве, нежадные алгоритмы рассматривают гораздо больше соседних точек и даже могут совершать большие скачки в случайные области. Нежадный алгоритм ищет гораздо дольше: $(O) = 2^n$ и проверяет больше возможных комбинаций входов, но это не совершенно не значит, что он не является оптимальным. Он имеет шанс найти даже более хороший поднабор входов благодаря большому поиску сразу во всех изменениях задачи [6].

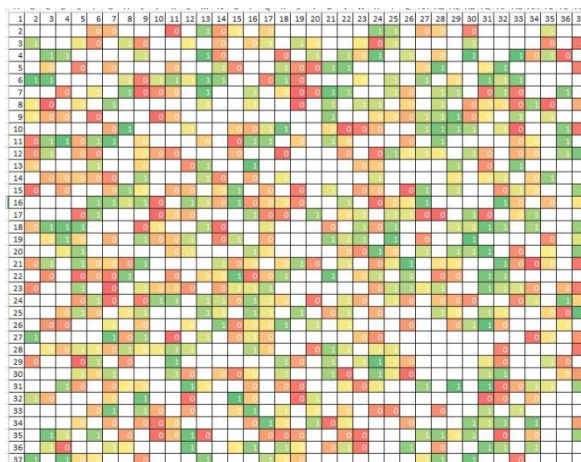


Рисунок 2 Не жадный алгоритм

Заключение

Рассмотрев методы и особенности отбора информативных признаков, можно сказать, что есть довольно большое количество методов отбора данных признаков, но в зависимости от условия моделируемой ситуации или поставленной задачи, выбирается метод или методы, которые больше оптимальны для ее обоснования и решения.

Список литературы:

1. Глузов Н.И. "Выбор системы информационных признаков"/Scientific. М.: Мир, 1992г №1-14.
2. Web-сайт собрания информационных научных статей [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://style.rbc.ru> (Дата обращения 27.10.16)
3. My lektsii [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://mylektsii.ru> (Дата обращения 27.10.16)
4. Liveinternet [Электронный ресурс]. методические заметки об отборе информативных признаков. Режим доступа: <http://www.liveinternet.ru> (Дата обращения 27.10.16)
5. Официальный сайт Института математики им. С.Л. Соболева [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://math.nsc.ru> (Дата обращения 27.10.16)
6. Официальный сайт программы nrm [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.nrmjs.com> (Дата обращения 27.10.16)
7. Стативко Р.У. учебное пособие для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 23400 и специальности 230201 - Информационные системы и технологии / Р.У. Стативко; М-во образования и науки Российской Федерации, Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова. Белгород, 2011.

ВЛИЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА СОСТАВ ЭЛЕМЕНТОВ КОНЦЕПЦИИ МАРКЕТИНГ-МИКС

Погорелый М.Ю., канд. экон. наук, доц.
*Белгородский государственный национальный
исследовательский университет*

Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 27.07.2006 N 149-ФЗ (ред. от 06.07.2016) определяет дефиницию «информационные технологии» - «процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов» [1]. Информационные технологии активно используются в окружающей нас действительности. Существует несколько точек зрения относительно классификации информационных технологий. Информационные технологии можно подразделить по сфере применения на государственные и коммерческие или на информационные технологии военного и гражданского назначения. По назначению информационные технологии можно подразделить на ИТ промышленности, сферы услуг (банковские услуги, медицинские услуги, образовательные услуги, информационные услуги, консультационные услуги, брокерские услуги и т.п.). В современных социально-экономических условиях обостряется конкуренция. Поэтому возрастает роль маркетинга. Изучение различных теоретических источников позволяет утверждать, что существует целый ряд определений термина «маркетинг». Важным элементом маркетинга является концепция «маркетинг-микс». Концепция «маркетинг-микс», в своей наиболее известной версии 4P, прошла все ступени эволюции, характерные для теории маркетинга. Концепция «маркетинг-микс» является предметом дискуссии, как среди учёных, так и среди практиков. Бесспорно, 4P представляет собой важный элемент в теории и практике маркетинга. Очевидно, что хозяйственный механизм претерпел многочисленные изменения с тех пор, когда Нейл Борден в первый раз обосновал термин «маркетинг-микс» в своём выступлении на заседании Ассоциации американских маркетологов в 1953 году. А также с того времени, когда Джером Маккарти обосновал концепцию маркетинг-микс 4P как комплекс тех факторов, которые менеджеры используют в качестве инструмента для достижения поставленной цели. По мнению Джерома Маккарти концепция маркетинг-микс есть комбинация факторов, состоящая из: product, price, place, promotion.

Каждый из этих элементов включает определенное число управленческих методик, которые были описаны Нейлом Борденом в 1964 году [3] (рис.1.).

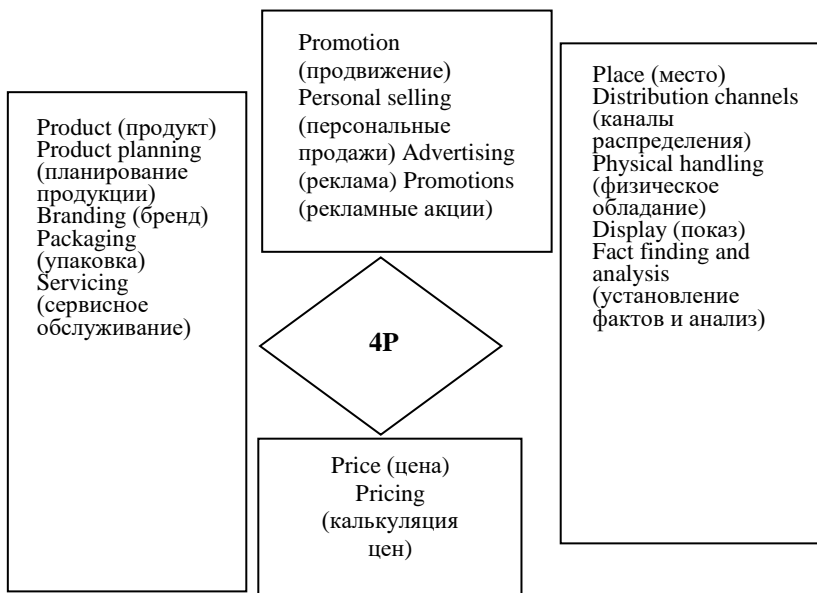


Рисунок 1 – Концепция 4P, предложенная Д. Маккарти

Таким образом, внутри каждого «Р» существует подразделы. Учёные Калиянам и Макинтайр высказали предположение, что концепция маркетинг- микс представляет собой сочетание тысяч микро-элементов, которые целесообразно объединить в кластеры для упрощения понимания сущности концепции маркетинг- микс [10]. Точка зрения Маккарти получила со временем широкое признание среди менеджеров и учёных, стала главенствующей парадигмой в теории и практике маркетинга. Широкое признание было предопределено простотой изложения и применения. Поэтому сейчас маркетинг- микс представляет собой инструмент как для принятия решений в области маркетинга, так и для образования. Маркетинг- микс прошёл этапы становления от стадии маркетинговой концепции 1970-х годов, через этап всеобщего внедрения механизма управления качеством в 1980-х (о чём было сказано в работах Юдельсона в 1999)

[16], к стадии маркетинговых отношений современного периода, характеризующегося цифровыми технологиями, интернет-коммуникациями и другими достижениями науки. Следует заметить, что маркетинг-микс всегда был предметом дискуссии между руководителями предприятий и учёными-теоретиками. Нет сомнений в том, что происходящие быстрые перемены в социальной и экономической среде, усиление конкуренции на рынке, оказывают определенное влияние на маркетинг-микс. Первоначальная версия 4Р создавалась в 1960-х годах для контекста производителя, а сейчас чётко обозначилась тенденция взаимодействия заказчика с производителем с использованием коммуникационных возможностей интернета. Это то, что по мнению ряда современных исследователей формирует цифровой контент. Тем не менее, концепция 4Р позволяет её применить в конкурентных условиях, существенно отличающихся от тех, в которых эта концепция создавалась. Учёные расширяют перечень элементов, которые могут адекватно современным условиям изменить традиционный маркетинг - микс. В современных условиях можно выделить два различных подхода среди исследователей относительно маркетинг - микс. Некоторые из них, являясь консерваторами, считают, что модель 4Р может продолжать быть доминирующей парадигмой в маркетинге с учётом цифровых технологий. Для этого достаточно изменить под элементы в пределах каждого Р или удалить некоторые критерии для того, чтобы адаптироваться к новой ситуации. Другие исследователи, которых можно охарактеризовать как ревизионисты, считают, что модель 4Р в настоящее время устарела. Это обстоятельство предопределяет необходимость дальнейшего научного поиска. Оба научных подхода содержат существенные мотивации для обоснования соответствующих научных выводов. Проведён широкий ряд исследований и научных разработок, вытекающих из необходимости поиска новой парадигмы для оперативного маркетинга, которая была бы лучше 4Р и в которой были бы более конкретно определены маркетинговые инструменты. Группа исследователей, которых можно отнести к категории ревизионистов, призывают к необходимости радикального переосмысления модели 4Р. Основным аргументом против 4Р является то, что эта модель внутренне ориентирована т.е. 4Р недостаточно внимания уделяет клиентам. Эта мысль в той или иной форме имеет место в работах учёных: Моллер [13], Попович [14], Константи́нидис [6]. Шульц указывает на то, что современные рынки испытывают потребность в новой, внешне ориентированной парадигме [15]. Общим мнением во всей ревизионистской школе относительно

комплекса электронного маркетинга является необходимость восприятия более чёткой ориентации на клиента. Это обстоятельство включает в себя все аспекты современного маркетинга. Тем не менее, такая точка зрения имеет особенно сильный резонанс относительно интернет - маркетинга, где интерактивность рассматривается как важный элемент. Противоречивым является следующее обстоятельство – большинство авторов, которых можно отнести к ревизионистам, согласны включить в свои комплексные модели маркетинга элементы модели 4P, но с некоторыми исключениями. Например, Лоуренс предлагает включить в модель 4P два других P - фактора – людей (people) и упаковка (packaging) [12]. Такая комбинация факторов послужила основой для концепции маркетинга 5P (парадокс/paradox; парадигма/ paradigm; перспектива/ perspective; убеждения/ persuasion; страсть/ passion). Калианам и Макинтайр включают в модель 4P дополнительные элементы, образуя модель 4P+P+C+S [10]. По их мнению, такая модель имеет более широкий контекст, что может дать более полную классификацию элементов, образующих маркетинг- микс, как показано на рис. 2.

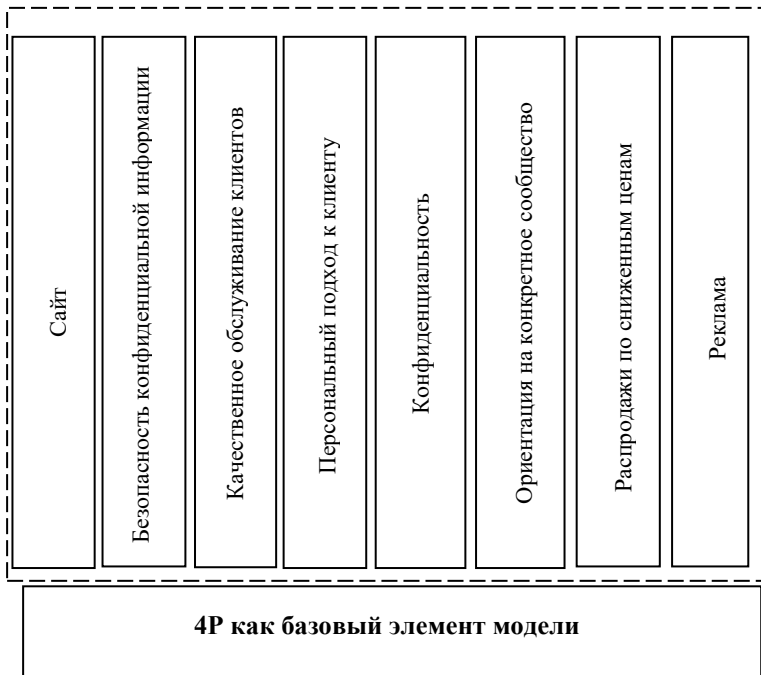


Рисунок 2 – Модель 4P+P+C+S

Исследователь Чен исходит из важности значения среды и способности модели к взаимодействию с внешней средой. Такая точка зрения была ранее обоснована исследователями Национального тайваньского университета. Чен обосновывает модель 8P, в которой 4 элемента являются традиционными P [5]. Чен отмечает следующие особенности 8P, а именно процесс выбора целевого сегмента должен быть точным; управление системами баз данных должно быть безукоризненным; платежные системы должны быть безопасными и понятными для использования клиентами. Интерфейс должен отличаться гибкостью и способностью адаптироваться к потребностям пользователей; целесообразен поиск компромисса между активной коммуникативной политикой и требованиями пользователей. Помимо инструментов маркетинга, включающих в себя традиционный 4P,

встречаются совершенно новые модели, которые обосновываются различными авторами. Так группа исследователей под руководством учёного Чаффи считают, что интернет требует изменения традиционных маркетинговых инструментов, при этом определяются восемь важнейших элементов: аудитория, интеграция, маркетинговая поддержка, бренд, стратегическое партнерство, организационная структура и бюджет [4]. Эти элементы исследуются в маркетинговом планировании на стратегическом уровне. Константи́нидис, предлагая модель «веб-миксмаркетинга», расширяет содержание этой модели до стратегического и бизнес- организационного уровня и обосновывает следующие элементы: стратегические цели; анализ рынка; исследование потенциала компании; уровень развитости электронной коммерции; стратегическая роль электронной коммерции для деятельности хозяйствующего субъекта; современная веб- платформа, вместительное хранилище данных и эффективная система безопасности [6]. Кроме того, Константи́нидис считает, что между вышеотмеченными элементами должен наблюдаться эффект синергии. Бурное развитие цифровых технологий не позволяет нам игнорировать необходимость корректировки инструментов маркетинга. Однако есть группа исследователей, которые считают, что модель 4P способна адаптироваться в условиях развития цифровых технологий и быть доминирующей парадигмой в современных условиях. К числу таких учёных можно отнести Аллена, Бхатта, Емдада, Галвина, Моллера, О'Коннера, Олдриджа, Питти. Так, Моллер указывает на необходимость «внутренней ориентации», из-за неправильного представления связи между инструментами маркетинга и маркетинговой концепцией [13]. Согласно точке зрения Моллер, парадигма 4P полностью согласовывается с маркетинговой концепцией, сущность которой сводится к тому, что маркетинговая деятельность должна быть основана на идентификации потребностей клиентов, также подразумевая сбор той информации, которая будет собрана посредством опроса клиентов для того, чтобы иметь возможность удовлетворить потребности этих клиентов через сегментацию и позиционирование. Питти отмечал, что новые коммуникативные возможности, предоставляемые цифровыми технологиями, радикально меняют содержание маркетинга в ряде отраслей. Однако, по его мнению, концепция маркетинг-микс способна адаптироваться к новым реалиям. Например, благодаря новым интерактивным возможностям, продукт можно проектировать вместе с клиентами. Цена должна отличаться более высоким уровнем прозрачности. Бхат и Емдад видят совершенствование маркетинговых

инструментов в модели 4P через применение таких параметров, как персонализированная информация о продукте, прозрачность цены, прямые поставки, повышение гибкости для содействия клиенту в приобретении необходимого им продукта. О'Коннер и Галвин, допуская условие того, что традиционная парадигма маркетинг-микс должна эволюционировать, считает, что цифровые технологии могут быть полезны для улучшения функциональности модели 4P, которая выступает основным инструментом для интернет-маркетинга. Среди изменений, произошедших в содержании модели 4P из-за развития цифровых технологий, следующие являются наиболее актуальными. Спрос на конечный продукт формируется при активном участии клиентов. С точки зрения предложения, возможности интернета предоставляют производителю большие преимущества в части разработки новых продуктов. В ряде случаев возникает качественно новый продукт – виртуальный продукт. Виртуальный продукт может поставляться от производителя к потребителю в цифровом виде. Чаффи, Майер, Джонстон, Эллис-Чедвик отмечают более широкие возможности получения информации, которая в современных условиях играет ключевую роль [4]. Исследователь Андреини отмечает в своих научных работах эффективность классификации, предложенной учёным Нельсоном [2]. Нельсон обнаружил свою классификацию в 1970 году. Эта классификация все виртуальные продукты подразделяет на две категории: «поиск», когда можно получить исчерпывающую информацию перед покупкой и «опыт», когда сбор информации сопряжён с дополнительными затратами. Андреини [2] вслед за Клейном [11] отмечает, что с появлением интернета, процесс поиска требуемого потребителю продукта упрощается ввиду доступности информации в интернете. Появляется качественно новый продукт – «поисковый продукт». Основным преимуществом интернета, по мнению Бхата и Емдада, является то обстоятельство, что применение интернета сокращает «информационную асимметрию». Это позволяет потребителю сравнить цены в режиме реального времени т.е. цена получает больше прозрачности. Доминичи отмечает, что процесс изучения и сравнения цен и характеристик товара требует меньше времени [7]. В работах Фьермистада и Романо высказывается мысль о том, что производителю не следует концентрироваться на информации о ценах [8]. Интересы производителя диктуют необходимость концентрации он-лайн коммуникаций на характеристиках, полезности и дифференциации изделия. Развитие цифровых технологий, возможностей интернета, вносят сложность в традиционное понимание

цены, как элемента модели 4P, поскольку месторасположение торговой точки трудно определить. Физическое место сделки становится виртуальным и включает нематериальные аспекты сделки. Бхат и Емдад подчёркивают, что основной вклад интернета в развитие коммерции не простая возможность продавать товары он-лайн, а его способность по-новому выстраивать отношения производителя с клиентами. Интерактивные возможности интернета позволяют реализовывать более эффективные и действенные системы цифрового управления взаимоотношениями с клиентами. Имеется ввиду так называемый e-CRM (Customer Relationship Management). Интернет позволяет получить информацию, которая может использоваться, чтобы воздействовать на потребителей (клиентов). Правильно организованное интерактивное общение производителя с покупателями позволяет сформировать необходимую клиентскую базу. Интернет отличается от других средств массовой информации и коммуникации тем, что он-лайн общение позволяет адресовать сообщения, направленные на конкретного человека (потребителя) с определенной степенью гибкости. Ещё в 1965 году Крагмен подчёркивал, что преимущество интернета позволяет достигать желаемого результата, поскольку потенциальный покупатель находится в расслабленном состоянии и он-лайн общение характеризуется достаточно высокой степенью доверия. Следовательно, целью он-лайн общения является не только реклама продукта, но и выстраивание доверительных отношений с клиентами. Таким образом, в содержание элемента «promotion» следует, помимо традиционных критериев, таких как продвижение, реклама, пиар, стимулирование сбыта, включить критерии интерактивное взаимодействие, мультимедийные возможности, доверительные отношения между производителем и покупателем. Ряд исследователей считают, что развитие деловых отношений предопределяет необходимость пересмотра элементов, входящих в состав маркетинг-микс. Исследователей, занимающихся данным направлением, можно условно разделить на консерваторов и ревизионистов. Консерваторы считают, что концепция 4P способна к адаптации в условиях растущих потребностей бизнеса и предлагают добавить новые элементы внутри каждого «P». Ревизионисты доказывают, что модель 4P устарела и предлагают новые подходы. Концепция 4P была предложена на начальном этапе становления маркетинга как науки, когда доминировали реальные продукты (изделия), реальные каналы их распределения. Средства массовой информации были неразвиты. С позиций современного периода, когда формируется новая бизнес-среда,

создаются различные возможности цифровых технологий, парадигма маркетинг- микс всё чаще становится объектом критики. Ряд авторов считают, что маркетинг- микс, как концепция устарела. Необходимо вести поиск новой концепции, подходящей для транзакций в цифровой среде. Хотя следует заметить, что он-лайн компаниям целесообразно достигнуть того же уровня развития, что и их конкуренты (промышленные предприятия). Другие исследователи уверены, что базовая концепция 4P остаётся в силе, но с некоторыми корректировками.

Список литературы:

1. Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 27.07.2006 N 149-ФЗ (ред. от 06.07.2016). – URL: <http://www.consultant.ru/search/?q=%D0%A4%D0%97+%E2%84%96+149-%D0%A4%D0%97> (дата обращения: 29.08.2016).
2. Andreini D. (2006). The Evolution of the Theory and Practice of Marketing in Light of Information Technology, in Krishnamurthy S. *Contemporary Research in E-Marketing*, Vol. 2, pp. 168-215.
3. Borden N.H. (1964). The Concept of the Marketing Mix. *Journal of Advertising Research*, 24 (4): 7-12.
4. Chaffey D., Mayer R., Johnston K., Ellis-Chadwick F. (2000). *Internet Marketing, Strategy, Implementation and Practice*, FT/Prentice Hall.
5. Chen C-Y. (2006). The comparison of structure differences between internet marketing and traditional marketing. *International Journal of Management and Enterprise Development*, 3 (4): 397-417.
6. Constantinides E. (2002). The 4S Web-Marketing Mix model. *Electronic Commerce Research and Applications*, 1: 57-76.
7. Dominici G. (2008a). Holonic Production System to Obtain Flexibility for Customer Satisfaction. *Journal of Service Science and Management*, 1 (3): 251-254.
8. Fjermestad J., & Romano N. C. J. (2003). An Integrative Implementation Framework for Electronic Customer Relationship Management: Revisiting the General Principles of Usability and Resistance, proceedings of the 36th Hawaii International Conference on Systems Sciences.
9. Kalyanam K., & McIntyre S. (2002). The E-marketing Mix: a Contribution of the E-Tailing Wars. *Academy of Marketing Science Journal*, 30 (4): 487-499.
10. Kalyanam K., & McIntyre S. (2002). The E-marketing Mix: a Contribution of the E-Tailing Wars. *Academy of Marketing Science Journal*, 30 (4): 487-499.
11. Klein L. R. (1998). Evaluating the potential of interactive media through a new lens: Search versus experience goods. *Journal of Business Research*, 41: 195-203.

12. Lawrence E., Corbitt B., Fisher J. A., Lawrence J., & Tidwell A. (2000). *Internet Commerce: Digital Models for Business* (2nd ed.), Wiley & Sons.
13. Moller K. E. (2006). Comment on: The Marketing Mix Revisited: Towards the 21st Century Marketing? by E. Constantinides. *Journal of Marketing Management*, 22 (3): 439-450.
14. Popovic D. (2006). Modelling the marketing of high-tech start-ups. *Journal of Targeting, Measurement and Analysis for Marketing*, 14 (3): 260-276.
15. Schultz D. E. (2001). Marketers: Bid Farewell to Strategy Based on Old 4Ps. *Marketing News*, 35 (2): 7.
16. Yudelson J. (1999). Adapting McCarthy's Four P's for the Twenty-First Century. *Journal of Marketing Education*, 21 (1): 60-67.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

**Русанов И.А., студент,
Четвериков А.В., ассистент**
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Что такое искусственный интеллект

Само понятие "искусственный интеллект" появилось в 1956 году на семинаре с одноимённым названием в Стэнфордском университете в Америке. Развитие "искусственного интеллекта" проходило по двум направлениям:

- 1) Нейрокибернетика (создание мыслящего устройства по образу и подобию человеческого мозга)
- 2) Кибернетика "Чёрного ящика" (создание любого достаточно мощного мыслящего устройства без оглядки на его внешний вид и структуру)

На данный момент, к сожалению, нет точного научного определения что же такое "искусственный интеллект", как явление. Вся проблема заключается в том, что само словосочетание "искусственный интеллект" (далее ИИ), как явление, отвергается научным сообществом, в котором уже давно закрепились аксиома: "Как только компьютер смог выполнить задачу, которая раньше была под силу только человеку, то эта задача перестаёт быть признаком интеллекта"[1]. В данный момент ИИ считается научной дисциплиной, чьей целью является моделирование разумного, с человеческой точки зрения, поведения.

Лишь писатели-фантасты решились дать ИИ, как явлению, фиксированное определение: искусственный интеллект — это вычислительная система, способная самообучаться, принимать независимые от людей решения и обладающая личностью, самосознанием. В дальнейшем в статье ИИ будет рассматриваться именно как явление, а не научная дисциплина.

ИИ в современном мире

До 80-х годов прошлого века, чтобы сравниться по мощности с человеческим мозгом, размер компьютера должен был быть не меньше центра Лондона, однако теперь он не превысит размер человеческого мозга, что открывает бесчисленное множество возможностей. Хоть этого пока и недостаточно для создания полноценного ИИ, его зачатки уже существуют в современном мире, и активно развиваются.

Наиболее ярким представителем ИИ в современном мире является преемница "Умной помощницы" Siri, Viv, которая способна самостоятельно общаться с другими компьютерами и интернет-сервисами. Ключевое отличие Viv от Siri—Siri может выполнять очень ограниченный набор задач, который чаще всего сводится либо к управлению функциями телефона (заведи будильник, напомни мне купить молока), либо к поиску информации в Google. Возможности Viv создатели продемонстрировали во время двадцатиминутного демо. Спектр задач, которые может выполнять искусственный интеллект, значительно шире, чем у любого из существующих аналогов. Распознавание контекста в Viv выведено на новый уровень: программа практически мгновенно ответила на вопрос, будет ли погода послезавтра после пяти вечера теплее, чем 20 градусов по Цельсию. Если попросить Viv отправить цветы своей маме, ИИ автоматически свяжется с популярным (или проверенным) цветочным вендором, выведет на экран доступные готовые варианты букетов и самостоятельно закажет их на нужный адрес — где живет ваша мама, Viv знает заранее.

Viv работает следующим образом. Получив запрос вроде «Купи моей маме на день рождения букет её любимых цветов», она разбирает его на части и составляет уникальную программу, которая использует разные источники информации из интернета, в том числе карту местности, базу данных цветочных магазинов, историю прошлых заказов и куда они чаще всего доставлялись в это время года. Всё делается очень быстро, и в течение 0,05 секунды Viv предложит подтвердить подобранный ей заказ.

В программу Viv внедряют систему самообучения и генерации программного кода на лету. В результате, должен получиться ИИ совершенно нового типа. Отвечая с центрального сервера на вопросы миллионов пользователей, постепенно сформируется некий «глобальный мозг», который поймёт любую предметную область и жаргон, свяжет любые понятия и выявит смысл любого вопроса. И, естественно, наиболее адекватно ответит на него.[2]

Однако, несмотря на все достижения современности, процесс создания полноценного ИИ с точной копией человеческого мозга далёк от своего завершения. На сегодняшний день специалисты не смогли скопировать даже 1мм. слоя мозга, состоящего из 302 нейронов (мозг человека состоит из 100 триллионов нейронов).

Тем не менее человечество уже изобрело суперкомпьютер, чья вычислительная мощность составляет 34 квадриллиона (34²⁰) операций в

секунду (мощность человеческого мозга составляет 10^{20} операций в секунду). Такой мощности удалось достичь за счёт огромного размера в 720 квадратных метров и бюджета в 390 миллиардов долларов[3].

Главное препятствие на пути создания полноценного ИИ

Человеческий мозг является своеобразным компьютером, хотя большинство его свойств пока остается непознанным. Охарактеризовать мозг как компьютер весьма непросто, и такие попытки не следует считать излишней вольностью. Мозг действительно вычисляет функции, но не такие, как в прикладных задачах, решаемых классическим искусственным интеллектом. Когда мы говорим о машине как о компьютере, мы не имеем в виду последовательный цифровой компьютер, который нужно запрограммировать и которому свойственно четкое разделение на программную часть и аппаратную; мы не имеем также в виду, что этот компьютер манипулирует символами или следует определенным правилам. Мозг — это компьютер принципиально другого вида.

Каким образом мозг улавливает смысловое содержание информации, пока не известно, однако ясно, что проблема эта выходит далеко за рамки лингвистики и не ограничивается человеком, как видом. Маленькая кучка свежей земли означает, как для человека, так и для кайота, что где-то поблизости находится суслик; эхо с определенными спектральными характеристиками означает для летучей мыши присутствие мотылька. Чтобы разработать теорию формирования смыслового содержания, людям необходимо больше знать о том, как нейроны кодируют и преобразуют сенсорные сигналы, о нейронной основе памяти, об обучении и эмоциях и о связи между этими факторами и моторной системой. Основанная на нейрофизиологии теория понимания смысла может потребовать даже наших интуитивных представлений, которые сейчас кажутся нам такими незыблемыми [5].

Перспективы развития

Известный британский физик Стивен Хокинг, в статье, вдохновленной фантастическим фильмом «Превосходство» (Transcendence) с участием Джонни Деппа в главной роли, рассказал, что недооценка угрозы со стороны искусственного интеллекта может стать самой большой ошибкой в истории человечества: “Все эти достижения меркнут на фоне того, что нас ждет в ближайшие десятилетия. Успешное создание искусственного интеллекта станет самым большим событием в истории человечества. К сожалению, оно может оказаться последним, если мы не научимся избегать рисков”.

Профессоры пишут, что в будущем может случиться так, что никто и ничто не сможет остановить машины с нечеловеческим интеллектом от самосовершенствования. А это запустит процесс так называемой технологической сингулярности, под которой подразумевается чрезвычайно быстрое технологическое развитие (рис. 1). В фильме "Превосходство" в этом значении употребляется слово «трансцендентность».[4]

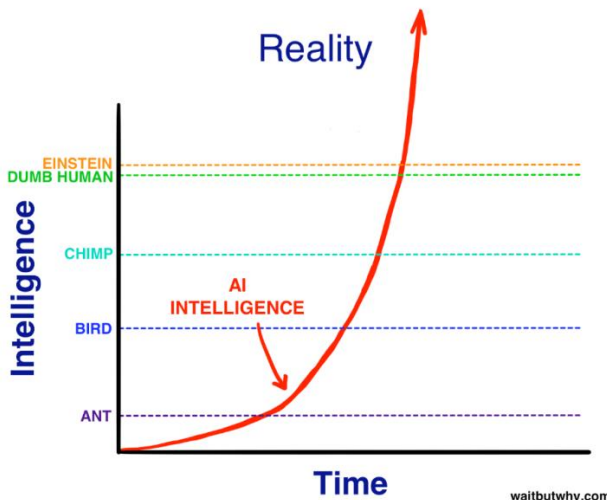


Рисунок 2 "Технологическая сингулярность" искусственного интеллекта[6]

Только представьте себе, что такая технология превзойдет человека и начнет управлять финансовыми рынками, научными исследованиями, людьми и разработкой оружия, недоступного нашему пониманию. Если краткосрочный эффект искусственного интеллекта зависит от того, кто им управляет, то долгосрочный эффект — от того, можно ли будет им управлять вообще, ведь ИИ может трактовать приказы как ему угодно и решать их так, как ему удобно. К примеру, чтобы исполнить желание всех людей – жить в радости, благополучии и ни в чём не нуждаться – искусственный интеллект просто уничтожит человечество, тем самым "отведя их всех в рай".

Положительные стороны развития ИИ

- ИИ сможет помогать человечеству, наиболее рационально решая за него глобальные проблемы, вроде проблемы глобального потепления, поиска вакцины от ранее неизлечимых болезней и многие

другие.

- Люди получают возможность проводить исследования в симуляторах на основе ИИ без риска для жизни.

Отрицательные стороны развития ИИ

- Его развитие невозможно контролировать.
- Какие бы ограничения человек ни наложил на ИИ, он рано или поздно сможет их обойти, даже три закона Азимова:

- 1) Робот не может причинить вред человеку или своим бездействием допустить, чтобы человеку был причинён вред.

- 2) Робот должен повиноваться всем приказам, которые даёт человек, кроме тех случаев, когда эти приказы противоречат Первому Закону.

- 3) Робот должен заботиться о своей безопасности в той мере, в которой это не противоречит Первому или Второму Закону.

- Люди будут вытеснены из очень многих областей науки за ненадобностью, что приведёт к безработице.

- Заполучив в свои руки универсальный инструмент, человечество остановится в своём развитии, предоставив всё машинам.

- Люди станут зависимы от ИИ настолько, что не смогут жить без его помощи.

Заключение

К сожалению, единственный возможный помощник человечества в последствии может стать его худшим врагом, но тем не менее в разрез любой логики развитие ИИ идёт ударными темпами. Возможно, фантасты были правы, и люди рано или поздно будут вытеснены разумными машинами?.. Или же мы создадим себе лучшего соседа и помощника, который рационально рассчитает собственную роль и своё место в этом мире? Кто знает. Время покажет, в какую сторону разовьётся ИИ, идя рука об руку с человечеством. Лишь об одном можно сказать наверняка – после создания полноценного искусственного интеллекта жизнь людей кардинально изменится.

Список литературы:

1. Издательство "The Verge" [Электронный ресурс]. web-сайт о комп. технике. – Режим доступа: <http://www.theverge.com> (дата обращения: 20.10.2016)
2. Web-сайт информационного агентства "РосБизнесКонсалтинг" [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://style.rbc.ru> (дата обращения: 20.10.2016)
3. Landing Page Generator [Электронный ресурс]. Режим доступа:

- <http://lpgenerator.ru> (дата обращения: 20.10.2016)
4. Web-сайт британской вещательной корпорации BBC. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.bbc.com> (дата обращения: 20.10.2016)
 5. Пол М. Черчленд, Патриция Смит Черчленд, В мире науки/Scientific American. М.: Мир 1990г. №1-12
 6. Wait But Why [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://waitbutwhy.com> (дата обращения: 27.10.2016)
 7. Стативко Р.У. учебное пособие для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 23400 и специальности 230201 - Информационные системы и технологии / Р. У. Стативко ; М-во образования и науки Российской Федерации, Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова. Белгород, 2011.

РЕМОДЕЛИРОВАНИЕ И ТРАНСФОРМАЦИЯ МОДЕЛЕЙ В НЕЙРО-НЕЧЕТКИЕ

Сараев П.В., д-р. тех. наук, доц.,

Галкин А.В., канд. тех. наук, доц.

Липецкий государственный технический университет

Математическим ремоделированием или просто ремоделированием назовем подход на основе перехода от математических или имитационных моделей одного или различных типов к моделям некоторого одного класса. Термин «ремоделирование» («remodelling») может быть переведен либо как «замещающее» (от «replacing»), либо как «повторное» («repeating») моделирование. Сутью подхода является приведение всех исходных моделей к некоторой единой форме, пригодной или удобной для дальнейшего анализа и исследования. Получается, что исходные модели замещаются, заменяются другими.

Существенной особенностью данного подхода является то, что начальной информацией является именно некоторая математическая или имитационная модель, а не информация об объекте или процессе моделирования. Для реализации концепции ремоделирования важно, чтобы исходная модель независимо от ее сложности позволяла формировать пары вход-выходных значений. Другими словами, исходные модели должны уметь использоваться в качестве объекта для активного эксперимента.

Процесс перехода от одних моделей к другим назовем трансформацией моделей. Это, по сути, некоторый алгоритм перевода математической или имитационной модели из одной формы в другую. Результат трансформации моделей может рассматриваться как аппроксимация исходной модели другой, более выгодной для дальнейшей работы. Можно также сказать, что определение алгоритма трансформации моделей это задача поиска оператора, отображающего одну функцию в другую, в алгоритмической форме.

Новый класс моделей, в который трансформируются исходные, назовем ремоделирующим классом. К простейшему ремоделирующему классу можно отнести линейные по параметрам и факторам модели. В этом случае трансформация моделей будет напоминать факторный эксперимент из теории планирования экспериментов. В качестве более широкого и мощного ремоделирующего класса могут выступать формальные аналитические модели, например, нейросетевые или нейроструктурные.

Ремоделирование полезно и может применяться в следующих ситуациях:

- при наличии нескольких математических моделей разных классов (например, дифференциальных уравнений и их систем, интегральных, регрессионных, логических и др.) для перехода к единому моделирующему классу;
- для перевода в форму, пригодную для решения требуемой задачи, в случае, когда непосредственное использование первоначальной модели для решения задачи невозможно.

К недостаткам такого подхода можно отнести:

- дополнительную потерю точности моделирования (ошибку ремоделирования), что соответствует появлению ошибки аппроксимации;
- временные затраты на процесс ремоделирования, увеличивающиеся при стремлении уменьшить величину ошибки.

Примерами задач, требующих применения ремоделирования, являются задачи оптимизации и управления в сложных производствах, имеющих многоэтапный, многостадийный характер. В частности, в роли такого производства может рассматриваться металлургическое. В нем получение готовой продукции разделено на несколько крупных технологических этапов, называемых переделами. В рамках каждого этапа сырье или продукция, в свою очередь, также может проходить несколько стадий обработки на различных агрегатах. В таких условиях построение глобальной модели всего производства является сложнейшей проблемой. Учесть особенности каждого этапа обработки сырья и металлопродукции, специфику функционирования каждого агрегата в обозримые сроки на основе единого подхода нереально. Здесь возможен подход, заключающийся в распределении задачи глобального моделирования между исполнителями. Сложность задачи снижается за счет предоставления разноплановых задач моделирования разным коллективам. В этом случае каждый коллектив может применять свои знания и опыт в моделировании, использовать тот математический аппарат, который коллектив считает необходимым (дифференциальные уравнения в обычных или частных производных, статистические, логические модели и т.д.). Одни коллективы могут строить модели, исходя из физических и химических сущностей протеканий процессов. Другие могут использовать формальный подход построения моделей, рассматривая объект моделирования в виде черного ящика. Более того, в качестве результата работы коллективы могут выдавать программное

обеспечение, реализующее построенную математическую или имитационную модель. В этом случае механизм обработки информации будет скрыт от заказчика работ. Тогда внести изменения, адаптировать модель конкретного участка в дальнейшем без привлечения коллектива авторов не представляется возможным. Переход от разнообразных исходных локальных моделей к единому представлению возможен в рамках ремоделирования. Это позволит связать все локальные модели в единую глобальную модель. Также в дальнейшем каждая локальная модель может адаптироваться не только коллективом авторов исходной модели, но и другими группами.

Еще одной задачей, для решения которой полезно применение ремоделирования, является интерпретация зависимостей. Наиболее распространенным вариантом представления интерпретируемых зависимостей является классическая продукционная модель представления знаний [1]. В продукционных моделях зависимости описываются множеством правил вида

если <предпосылка> то <заключение>,

где <предпосылка> – логическое высказывание, при истинном значении которого истинным будет <заключение>. Часто эта зависимость определяется как импликация:

<предпосылка> \rightarrow <заключение>.

Хотя такие продукционные модели очень легки для понимания, они весьма ограничены в возможностях представления сложных нелинейных зависимостей. Значительный рост количества правил может даже привести к противоречиям. Это является следствием применения в них булевой логики.

Развитием классических продукционных моделей являются нечеткие продукционные модели, известные также как нечеткие системы логического вывода [2]. Их недостатком является сложность обучения (идентификации), т.е. построения зависимостей на основе множества вход-выходных значений. Комбинировать возможность интерпретации зависимостей и обучение позволяют нейро-нечеткие системы [3, 4]. Они могут быть отнесены к более широкому классу нейроструктурных моделей [5], которые включают в себя нейросетевые модели различных архитектур, а также некоторые нечеткие и нейро-нечеткие модели. Нейро-нечеткие модели могут выступать в качестве очень полезного ремоделирующего класса при трансформации моделей.

Наиболее известным видом нейро-нечетких моделей являются адаптивные нейро-нечеткие системы логического вывода ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Implication System). Они состоят из m нечетких правил и n входов:

R_1 : Если x_1 есть $A_{11}(\{a_{11}\})$ и ... и если x_n есть $A_{1n}(\{a_{1n}\})$,

то $y_1 = f_1(x_1, \dots, x_n; \{b_1\})$,

R_2 : Если x_2 есть $A_{21}(\{a_{21}\})$ и ... и если x_n есть $A_{2n}(\{a_{2n}\})$,

то $y_2 = f_2(x_1, \dots, x_n; \{b_2\})$,

...

R_m : Если x_m есть $A_{m1}(\{a_{m1}\})$ и ... и если x_n есть $A_{mn}(\{a_{mn}\})$,

то $y_m = f_m(x_1, \dots, x_n; \{b_m\})$,

где $x_j \in R$, $j=1, \dots, n$, – входы, $y_i \in R$, $i=1, \dots, m$, – выходы; A_{ij} – функции принадлежности, зависящие от параметров $\{a_{ij}\}$; f_i – функции, зависящие от входов x_j , $j=1, \dots, n$, и параметров $\{b_i\}$. В качестве операции «и» используется произведение. Функции f_i чаще всего берут простейшими линейными по параметрам:

$$f_i(x_1, \dots, x_n; \{b_i\}) = b_{i1}x_1 + b_{i2}x_2 + \dots + b_{in}x_n.$$

В логическом выводе используется взвешенное суммирование индивидуальных выходов правил.

В качестве функций принадлежности в предпосылках правил можно использовать униполярные сигмоидные функции и функции гауссовского типа. Функция

$$A(x) = \frac{1}{1 + e^{-x+k}}$$

может интерпретироваться с помощью термина «большой» или «очень большой» в зависимости от значения параметра k . При $k > 0$ график функции сдвигается вправо, что позволяет интерпретировать соответствующее значение с квалификатором «очень». Для моделирования понятий «маленький» и «очень маленький» можно применять функции

$$A(x) = \frac{1}{1 + e^{x+k}}.$$

Термин «средний» и близкие ему термины могут моделироваться функциями гауссовского типа

$$A(x) = e^{-\frac{(x-m)^2}{s^2}}.$$

Идентификация нейро-нечетких моделей может проводиться на множестве вход-выходных данных путем конструктивного построения (последовательного добавления новых нечетких лингвистических правил) и выбора оптимальной функции принадлежности из множества доступных.

Таким образом, нейро-нечеткие модели могут рассматриваться как очень полезный ремоделирующий класс. С одной стороны, к этому классу могут быть приведены многие другие модели, которые допускают формирование обучающего множества вход-выходных данных. С другой стороны, очевидна польза нейро-нечетких моделей с точки зрения интерпретируемости зависимостей.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Липецкой области в рамках научного проекта № 14-47-03611-р_центр_a.

Список литературы:

1. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб: Питер, 2001. 384 с.
2. Блюмин С.Л., Шуйкова И.А., Сараев П.В., Черпаков И.В. Нечеткая логика: алгебраические основы и приложения. Липецк: ЛЭГИ, 2002. 107 с.
3. Fuller R. Introduction to Neuro-Fuzzy Systems. Berlin/Heidelberg, Springer-Verlag, 2000. 289 p.
4. Lotfi A., Andersen H. C., Tsoi A.C. Interpretation Preservation of Adaptive Fuzzy Inference Systems // International Journal of Approximate Reasoning, 1996. N 15. P. 379-394.
5. Погодаев А.К., Блюмин С.Л., Сараев П.В. Нейроструктурное моделирование: некоторые результаты и направления развития // Вести высших учебных заведений Черноземья, 2012. N 4(30). С. 30-37.

ПРОГНОЗИРУЮЩЕЕ УПРАВЛЕНИЕ РУКОЙ РОБОТА ПРИ НАЛИЧИИ ПРЕПЯТСТВИЙ

Столяров В.Н., канд. техн. наук, доц.,
Кузьминский А.О., магистрант

Донбасский государственный технический университет

Рука робота состоит из набора механических звеньев, соединенных при помощи вращательных суставов. Ее задача в перемещении конечного эффектора, который способен манипулировать объектами с целью их перемещения, сборки, упаковки и т.п. Традиционные подходы в управлении роботами-манипуляторами предполагают решение уравнений инверсной кинематики руки, которое используется для задания угловых координат позиционных электроприводов, управляющих суставами. Положение руки с двумя суставами может быть описано набором угловых координат (Θ_1, Θ_2) соответственно приводов «плеча» и «локтя». Таким образом, получение целевых значений данных координат обеспечивает перемещение эффектора в заданную точку пространства, в дальнейшем именуемую «целью». Недостаток такого подхода в том, что контроллер может быть настроен только на фиксированную конфигурацию руки робота и той среды, в которой выполняются рабочие операции и не способен прокладывать путь при наличии препятствий, положение которых может изменяться во времени.

Как отмечается в работе [1], стандартным подходом в случае наличия препятствий на пути эффектора является расчет полного пути робота, что требует больших вычислительных затрат, поскольку предполагает прокладывание многочисленных вариантов пути, чтобы найти удачный вариант. В том случае, если рабочая среда изменяется, например, при перемещении препятствия, планировщик должен провести вычисление нового пути. Анализ работ, посвященных проблеме расчета пути при наличии движущихся препятствий, показывает, что перспективными направлениями являются применение нейросетевых алгоритмов [1], модельного прогнозирующего управления (МПУ)[2, 3] и фаззи-логики [3]. Следует отметить, что ни один из этих алгоритмов не гарантирует оптимальность полученной траектории по быстродействию. Применение МПУ может гарантировать такую оптимальность, но для этого данный метод должен моделировать огромное количество потенциальных траекторий к цели, выбирая из них кратчайшую на каждом кванте времени работы

микроконтроллера. С другой стороны, можно задать ограниченную величину горизонта прогнозирования, что ускорит процесс расчета, но полученное управление оказывается оптимальным лишь на данном временном отрезке, не гарантируя при этом достижение цели, поскольку может не учитывать препятствия на будущих интервалах прогнозирования, что может приводить к попаданию в тупиковые положения.

Поиск оптимальной по быстродействию траектории целесообразно осуществлять именно в угловой системе координат, т.к. кратчайший путь к цели в прямоугольной системе координат является далеко не самым оптимальным по быстродействию для руки робота.

В качестве объекта управления будем рассматривать двусуставную руку, в которой диапазоны изменения угловых координат «плеча» и «локтя» имеют значения: $\Theta_{1,max} = 270^\circ$; $\Theta_{2,max} = 180^\circ$; $\Delta\Theta = 1^\circ$. В угловой системе координат все возможные сочетания координат Θ_1, Θ_2 образуют ячейки матрицы состояний M размером 180×270 .

Поскольку как начальная точка пути, так и целевая точка однозначно соответствуют некоторым ячейкам матрицы M , а координаты препятствий могут быть трансформированы из прямоугольной системы в угловую, становясь также некоторыми наборами ячеек матрицы M , для поиска кратчайшего пути применим волновой алгоритм [4] (рис. 1).

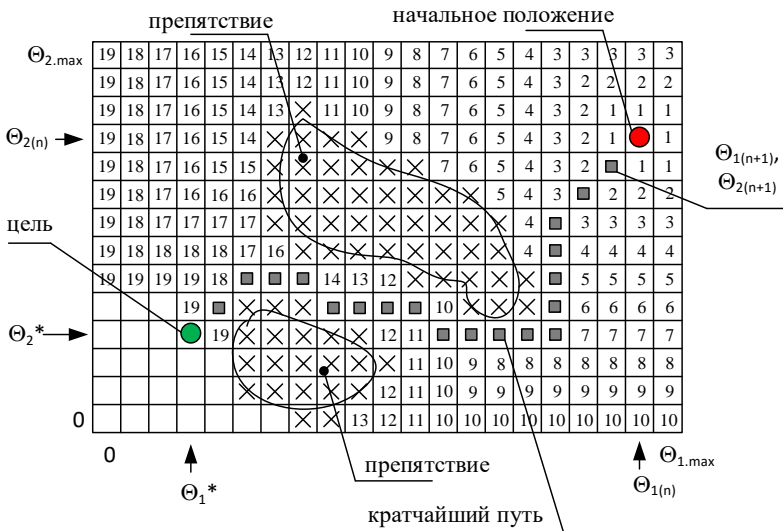


Рисунок 1 – Поиск кратчайшего пути с помощью волнового алгоритма

Сущность волнового алгоритма состоит в том, что от стартовой ячейки порождается шаг в соседние ячейки (имеющие координаты $\pm\Delta\Theta$ относительно стартовой), при этом проверяется, проходимая ли она, и не принадлежит ли ранее меченной в пути ячейке. При выполнении условий проходимости и непринадлежности её к ранее помеченным в пути ячейкам, в атрибут ячейки записывается число, равное количеству шагов от стартовой ячейки (номер поколения), на первом шаге это будет «1». Каждая ячейка, меченая числом шагов от стартовой ячейки становится стартовой и из неё порождаются очередные шаги в соседние ячейки. В конечном счете волна достигает поставленной цели, после чего следует операция восстановления пути, которая выполняется в обратном направлении, находя для каждой ячейки с номером текущего поколения ближайшую соседнюю с номером предыдущего поколения вплоть до выхода к началу пути. После этого следует выдача на позиционные электропривода задающего воздействия $[\Theta_{1(n+1)}, \Theta_{2(n+1)}]$, соответствующего координатам точки пути, принадлежащей 1-му поколению. Полученный путь актуален лишь на этот момент времени и может измениться в случае непредвиденных отклонений эффектора от намеченной траектории или изменении конфигурации препятствий.

Поэтому сразу после обработки позиционной системой задания [$\Theta_{1(n+1)}$, $\Theta_{2(n+1)}$] следует оценить конфигурацию препятствий и при обнаружении изменений выполнить повторный поиск оптимального пути.

Структурная схема системы управления имеет вид рис. 2.

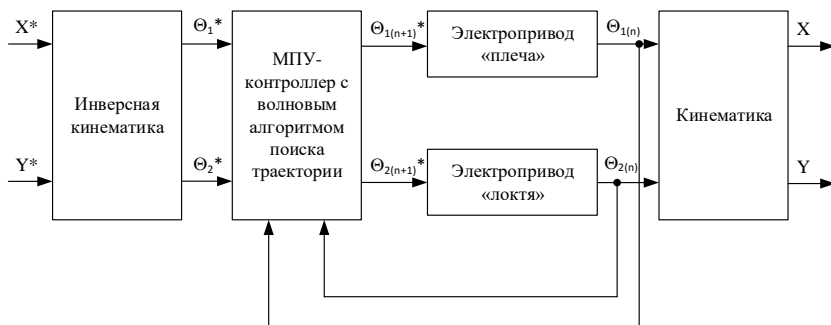


Рисунок 2 – Структурная схема системы управления рукой робота

На рис. 3 показан принцип формирования точек, соответствующих первому поколению в прямоугольной системе координат.

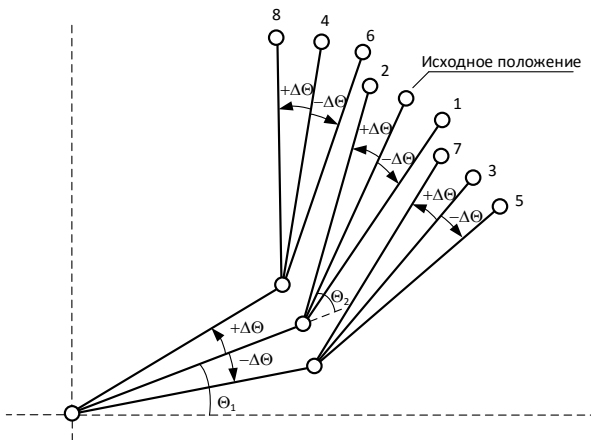


Рисунок 3 – Формирование первого поколения «волны»

На рис. 4–5 показаны результаты моделирования распространения волны в прямоугольной системе координат.

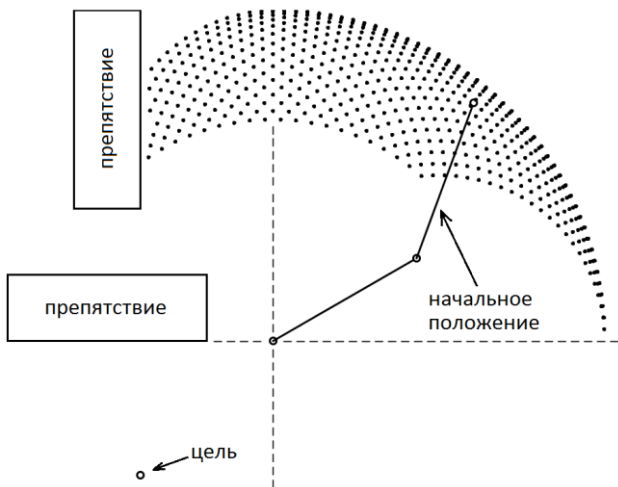


Рисунок 4 – Область распространения «волны» после 60 поколений

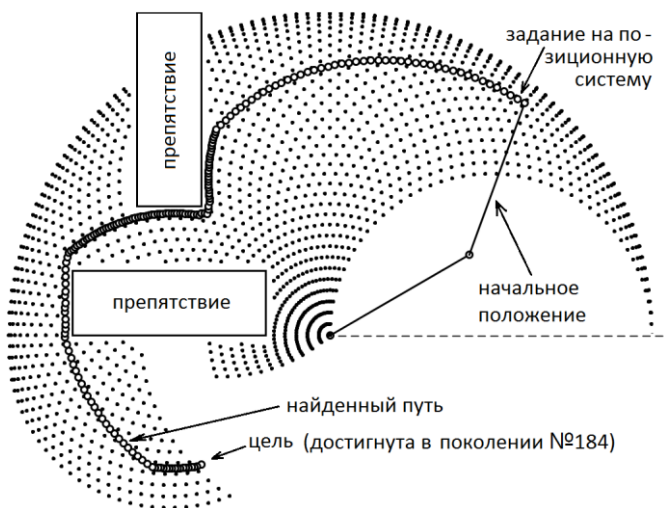


Рисунок 5 – Заполнение рабочего массива на момент достижения цели и последующий поиск обратного пути от цели к начальной точке

Приложение «Robot Arm Optimal Path», функционирующее согласно вышеизложенным принципам и демонстрирующее работу

прогнозирующего алгоритма управления на базе волнового алгоритме поиска кратчайшего пути доступно в Google Play Market:
play.google.com/store/apps/details?id=com.direct1man.robotarmoptimal

Список литературы:

1. Thomas D'Silva, Risto Miikkulainen. Learning Dynamic Obstacle Avoidance for a Robot Arm Using Neuroevolution.
<http://www.cs.utexas.edu/users/nn/downloads/papers/dsilva.nepl09.pdf>
2. Zhouping Wei and Gu Fang. Model Predictive Control for Robot Manipulators Using A Neural Network Model.
<http://www.araa.asn.au/acra/acra1999/papers/paper13.pdf>
3. Ashkan M. Jasour, Mohammad Farrokhi. Path Tracking and Obstacle Avoidance for Redundant Robotic Arms Using Fuzzy NMPC.
<http://www.nt.ntnu.no/users/skoge/prost/proceedings/acc09/data/papers/0941.pdf>
4. https://ru.wikipedia.org/wiki/Алгоритм_Ли

НЕЙРОННАЯ СЕТЬ КАК СРЕДСТВО ДЛЯ ПОИСКА И ИНДЕКСИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Темчишен А.А., студент,

Тутаева Д.И., студент,

Кочеткова И.А., канд. техн. наук.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Большинство задач по обработке и анализу сложных изображений являются трудно формализуемыми или не формализуемыми. То есть решения этих задач не поддаются математическому описанию.

Например, невозможно математически описать изображение с кошкой и, соответственно, алгоритм поиска кошки на нем.

Поэтому на практике для обработки и анализа изображений стали широко применять методы искусственного интеллекта, основанные на машинном обучении [1,2].

Искусственная нейронная сеть (ИНС) — математическая модель, а также её программное или аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма [3].

Для того, чтобы определить похожи ли изображения, нужно сравнить их по определенным признакам.

Таковыми признаками могут быть:

- Средние значения компонент R, G, B изображения в цветовой модели RGB;

- Медиана яркости;
- Детализованность;
- Признак симметрии изображения;
- Признак наличия текстур;
- Пропорции сторон;
- Наличие лиц на изображении;
- Нормированные 16-ти уровневые гистограммы по компонентам

Y (яркости), U, V изображения в цветовой модели YUV;

- Среднеквадратичное отклонение яркостей уменьшенных копий (размером 32x32 пикселя) образца и рассматриваемого изображения.

Эти признаки также используются для:

- обучения нейронной сети

- индексации изображений для формирования поисковых образов (сигнатур) в информационно поисковой системе [4].

Для реализации сравнения изображений используются свёрточные нейронные сети. Это специальная архитектура искусственных нейронных сетей, нацеленная на эффективное распознавание изображений.

Такое название сеть получила из-за наличия операции свёртки, суть которой в том, что каждый фрагмент изображения умножается на матрицу (ядро) свёртки поэлементно, а результат суммируется и записывается в аналогичную позицию выходного изображения.

Идея свёрточных нейронных сетей заключается в чередовании свёрточных слоев, субдискретизирующих слоев и наличии полносвязных слоев на выходе.

Для обработки изображений используется однонаправленная (без обратных связей) и принципиально многослойная структура сети [3].

Такая архитектура включает в себе 3 основных парадигмы:

1. Локальное восприятие.
2. Разделяемые веса.
3. Субдискретизация (подвыборка).

Локальное восприятие подразумевает, что на вход одного нейрона подается не все изображение (или выходы предыдущего слоя), а лишь некоторая его область.

Концепция **разделяемых весов** предполагает, что для большого количества связей используется очень небольшой набор весов. То есть, если у нас имеется на входе изображение размерами 32x32 пикселя, то каждый из нейронов следующего слоя примет на вход только небольшой участок этого изображения размером, к примеру, 5x5, причем каждый из фрагментов будет обработан одним и тем же набором. Такие наборы часто называют ядрами.

Для распознавания изображений используют двумерные фильтры. Фильтр представляет собой матрицу коэффициентов, обычно заданную вручную. Эта матрица применяется к изображению с помощью математической операции, называемой **свёрткой**. Основное свойство таких фильтров заключается в том, что значение их выхода тем больше, чем больше фрагмент изображения похож на сам фильтр. Таким образом изображение свернутое с неким ядром даст нам другое изображение, каждый пиксель которого будет означать степень похожести фрагмента изображения на фильтр. Иными словами это будет карта признаков (значений).

Суть *субдискретизации* заключается в уменьшении пространственной размерности изображения. То есть входное изображение грубо (усреднением) уменьшается в заданное количество раз. Чаще всего в 2 раза, хотя может быть и не равномерное изменение, например, 2 по вертикали и 3 по горизонтали. Субдискретизация нужна для обеспечения инвариантности к масштабу (Рисунок 3 – Суть субдискретизации) [5].

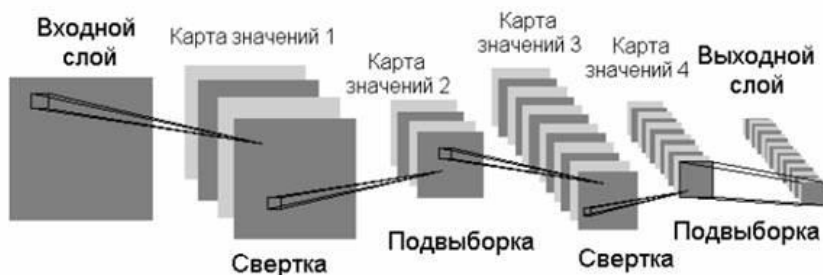


Рисунок 3 – Суть субдискретизации

Для того, чтобы нейронная сеть была способна выполнить поставленную задачу, ее необходимо обучить.

Существует большое количество разных методов и алгоритмов для обучения нейронных сетей, рассмотрим генетический алгоритм из за его особенностей:

- Генетические алгоритмы хорошо распараллеливаются, при этом обладая свойством масштабируемости (больше потоков – быстрее обработка).
- Многие алгоритмы обучения могут свести решение к локальному оптимальному результату (локальный минимум ошибки) и не смогут его улучшить при сколь угодно большом количестве попыток. Генетический алгоритм в данном случае способен “выйти” из данного локального минимума и найти более оптимальное решение (процедура мутации).

Алгоритм для обучения нейронной сети:

1. Из коллекции изображений формируется обучающая выборка. Она состоит из множества прецедентов, каждый из которых включает в себя пару изображений и степень их близости, оцененную экспертом.

2. Программно реализуются алгоритмы вычисления всевозможных признаков на изображениях.

3. Для каждой пары изображений вычисляются значения всех признаков.

4. Проводится факторный анализ признаков, в результате которого определяются главные признаки, значения которых будут использоваться в обучении нейронной сети и алгоритмы вычисления которых станут частью конечного алгоритма оценки визуального подобия изображений.

5. Обучается нейронная сеть. По завершению этого процесса запоминаются данные, характеризующие величины ошибок нейронной сети относительно входной выборки. Эти показатели преобразуются в полноту и точность — целевые значения оценки качества выполняемой работы.

6. Из коллекции изображений формируется тестовая выборка. Ее структура и характеристики (объем, соотношение близких и неблизких пар) должны соответствовать структуре и характеристикам обучающей выборки.

7. Вычисляются значения ключевых признаков всех изображений, входящих в тестовую выборку.

8. Прогоняется нейронная сеть на тестовой выборке с определением полноты и точности.

9. Сравниваются полнота и точность анализа нейронной сетью изображений обучающей выборки с полнотой и точностью анализа нейронной сетью изображений тестовой выборки. При приблизительно одинаковых значениях соответствующих показателей работа считается завершённой. Существует большое количество метрик, оценивающих качество работы информационно-поисковых систем (полнота, точность и т.д.). В работе в качестве критерия оптимизации используется количество безошибочных откликов сети на все пары выборки. Это позволяет максимизировать аккуратность (метрика *assigasy*) или минимизировать ошибку (метрика *error*) [4].

После обучения и тестирования нейронной сети она сможет в процессе поиска извлекать данные сигнатур (значения признаков) из

поискового индекса, осуществлять вычисление меры близости образца к изображениям коллекции и ранжировать результаты поиска.

Нейронные сети для поиска изображений подходят намного лучше, чем другие методы (например поиск изображений на основе содержаний), так как вычисление критериев проще и нейронная сеть способна самообучаться, что повышает точность поиска.

Список литературы:

1. Варламов А.Д. Искусственный интеллект в обработке изображений и распознавании образов на них [Электронный ресурс]. URL: <http://qps.ru/sxNM1> (дата обращения: 21.09.2016)
2. Юдин Д.А., Магергут В.З. Применение метода экстремального обучения нейронной сети для классификации областей изображения. Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2013. Т. 1. С. 107.
3. Искусственная нейронная сеть [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственная_нейронная_сеть (дата обращения 21.09.2016)
4. Варламов А.Д., Шарапов Р.В. Поиск визуально подобных изображений на основе машинного обучения [Электронный ресурс]. URL: www.uzlugu.ru/potrb/Поиск+визуально+подобных+изображений+на+основе+машинного+обучения/main.html (дата обращения 20.09.2016)
5. Сиротенко М.Ю. Применение нейросетей в распознавании изображений [Электронный ресурс]. URL: <https://geektimes.ru/post/74326/> (дата обращения: 22.09.2016)

ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНЫ В 2016 ГОДУ: ПЕРСПЕКТИВЫ И РИСКИ

**Федоровская Ю.С., студент,
Кочеткова И.А., канд. техн. наук**
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Если вас нет в Интернете — вас нет в бизнесе
Билл Гейтс

В современном мире Интернет прочно закрепился в жизни большинства людей. С помощью Глобальной сети люди могут не только находить информацию и обмениваться сообщениями, но и осуществлять куплю-продажу товаров. Для этих целей существуют интернет-магазины—специализированные сайты, которые осуществляют продажу товаров в интернете [1]. Тема интернет-бизнеса актуальна, поскольку электронная торговля за последние несколько лет получила довольно широкое распространение в России и в мире. Постепенно люди оставляют походы по магазинам и все чаще совершают покупки из дома, используя компьютер. По статистическим данным в России в 2015 году 63% опрошенных за последний год хотя бы раз пользовались услугами онлайн-магазинов [2].

Проведем сравнительную характеристику обычных магазинов и их виртуальных аналогов, акцентируя внимание на интернет-магазинах. Попробуем выявить в чем преимущества онлайн-магазина для покупателей и выгода для бизнесменов.

Главное преимущество интернет-магазинов— экономия времени и сил. Покупатель может сделать заказ из дома в любое время суток без ожидания и очередей. Многие магазины также осуществляют бесплатную доставку, что позволяет людям получить товар в удобном месте.

Интернет-магазины также упрощают поиск товаров и предоставляют доступ к информации об их характеристиках. Покупатель может установить определенные параметры (производитель, цвет, стоимость и т.д.), и сайт интернет-магазина выдаст ему товары, отвечающие запросам. В оффлайн-магазине с подобными запросами обычно обращаются к консультанту. Человек не может помнить столько данных и поиск нужного товара затянется надолго. Также на сайте интернет-магазинов есть возможность посмотреть фотографии товара с разных ракурсов и, как правило,

указаны его габариты. Однако данная функция не заменит возможности увидеть товар и протестировать лично.

Еще одно весомое преимущество интернет-магазина— низкие цены. На снижение цен у виртуальных магазинов есть свои причины. Во-первых, открытие и содержание интернет-магазина обходится предпринимателю дешевле, чем обеспечение оффлайн-магазина. Интернет-магазины не нуждаются в аренде дорогостоящих торговых площадей и обслуживании витрин, они обычно используют складские помещения. Во-вторых, онлайн-магазины имеют малое количество сотрудников. Они могут обойтись без продавцов-консультантов и технического персонала, это сокращает штат и, следовательно, расходы на оплату труда уменьшаются [3]. Интернет дает возможность сократить издержки на ведение бизнеса. Однако владельцу интернет-магазина нельзя экономить на создании сайта и его дизайне, так как именно это будет привлекать покупателей.

Благодаря интернет-магазинам у покупателей появилась возможность без проблем заказать эксклюзивный товар или товар из любого государства мира. Интернет обеспечивает доступ к зарубежным и брендовым товарам [4].

Интернет-магазины хранят информацию о заказах. Это удобно как для продавцов, так и для покупателей. Продавец видит, какие товары пользуются популярностью и на основе этих данных формирует бизнес-план. Покупатель может просматривать заказы и узнавать их статус. Также на сайте интернет-магазина есть возможность оставлять и просматривать отзывы о товарах. Знакомство с мнениями других покупателей облегчает выбор товара. Это удобно, когда отзывы не нужно подолгу искать на сайтах и форумах в Интернете. Многие интернет-магазины используют функцию «вопрос-ответ», с помощью которой можно задать интересующие вопросы представителям магазина, уточнить наличие товара и условия его доставки.

Интернет-магазины расширяют возможности оплаты товара. В последнее время люди все чаще используют электронные деньги и банковские карты. Эти способы обеспечивают быстроту и удобство. Но также сохраняется традиционный способ оплаты товара наличными при получении. Однако при использовании интернет-магазина могут возникнуть проблемы с возвратом заказа. Продавцы, которым дорога репутация, вернут деньги или обменяют товар. Но для этого потребуются время.

Помимо преимуществ ведения торговли через Интернет есть и существенные риски для владельцев интернет-магазинов.

Во-первых, это атаки хакеров. Есть много способов взлома интернет-магазина. Среди них кража паролей, изменение баз данных и т.д. В результате таких воздействий могут пострадать как владельцы интернет-бизнеса, так и их клиенты. Большинство атак — результат ошибок разработчиков. Именно поэтому важно уделять особое внимание безопасности онлайн-магазина.

Никто не застрахован от технических сбоев и ошибок. Для того, чтобы свести их к минимуму следует позаботиться о резервном копировании информации и настроить программную платформу и сервер так, чтобы они были способны выдерживать наплыв посетителей. Также возникает проблема оплаты через Интернет. Основным препятствием, возникающим на пути развития рынка Интернет-платежей, является угроза мошенничества. Люди до сих пор не рассматривают Интернет как безопасную среду [5].

Почти все владельцы интернет-магазинов зависимы от поставщиков. Поставщики могут подвести со сроками поставки и наличием товара. Нередко возникают проблемы, связанные с доставкой товара. Не исключены такие факторы, как ошибки в адресе доставки, отсутствие покупателя дома в момент доставки, отказ от товара и т.д. Все это чревато дополнительными денежными затратами.

Не смотря на все риски и ограничения, с каждым годом роль интернет-бизнеса в экономике возрастает. Обратимся к статистике. На диаграмме изображены данные объема Интернет-торговли в России за последние 5 лет (рис.1). Согласно отчету DATA insight, рост объема рынка Интернет-торговли в 2015 году составил 16% [6].

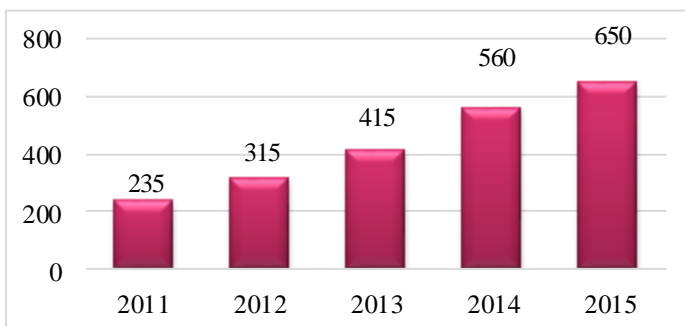


Рисунок 1 – Объем рынка интернет-торговли

На 7% увеличилось количество заказов в интернет-магазинах. Маркетологи не могли оставить без внимания товары и услуги, пользующиеся спросом в интернете. По результатам опросов общественного мнения был составлен рейтинг (рис.2) [7].



Рисунок 2 – Оборот 2015 года по товарным категориям

В Россию интернет-торговля пришла относительно недавно, однако в последние годы можно наблюдать огромный рост продаж через интернет-магазины. Еще в 2010 году их доля в общем товарообороте страны составляла менее 1%, а на конец 2014-го достигла уже 5%.

В ближайшем будущем это направление в России продолжит разрастаться. Таким образом, продажи, совершаемые в Интернете, будут только увеличиваться, а интернет-торговля станет одним из самых перспективных направлений развития бизнеса [8].

Выход на мировой рынок без использования Интернета в современных условиях невозможен. Глобальная сеть помогает найти потребителю нужные товары, продавцу—надежных поставщиков и деловых партнеров. Благодаря Интернету возможно уменьшить расходы как на личные покупки, так и на ведение бизнеса. Количество продаж в Интернете растет с каждым днем. Как мы убедились, интернет-магазины обладают рядом преимуществ как для потребителей, так и для бизнесменов.

Список литературы:

1. Википедия: интернет-магазин [Электронный ресурс] URL: <http://ru.wikipedia.org> (дата обращения 14.09.2016)
2. Что чаще всего покупают в интернете [Электронный ресурс] URL: <http://ivanbalashov.ru/chto-chashhe-vsego-pokupayut-v-internete/> (дата обращения 14.09.2016)
3. Каких сотрудников нужно набирать в интернет-магазин [Электронный ресурс] URL: <http://laudator.ru/businessguides/kakie-sotrudniki-nuzhny-dlya-internet-magazina.html> (дата обращения 15.09.2016)
4. Интернет-магазин VS обычный магазин [Электронный ресурс] URL: http://avenuesoft.ru/shop/internet_magazin_vs_offline_magazin.html (дата обращения 15.09.2016)
5. Каковы риски для владельцев интернет-магазинов? [Электронный ресурс] URL: <http://www.genon.ru/GetAnswer.aspx?qid=75c9c2a9-4dd5-4d9f-bd56-1a3723a10800> (дата обращения 15.09.2016)
6. Электронная торговля в России. Итоги 2015 года [Электронный ресурс] URL: http://www.slideshare.net/Data_Insight/2015-57273778 (дата обращения 15.09.2016)
7. Рейтинг ТОП товаров наиболее продающихся в интернете [Электронный ресурс] URL: <https://khomichenko.com/o-strategii/23-rejting-top-13-tovarov-pokupaemykh-v-internet-magazinakh> (дата обращения 15.09.2016)
8. Методы и алгоритмы решения задачи прогнозирования в системе управления планированием подготовки специалистов Лазебная Е.А. Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2014. № 11. С. 65-71. [Электронный ресурс] URL: http://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=628801&pubrole=100&show_refs=1 (дата обращения 15.09.2016)

КОМБИНИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КООРДИНАТ УЧАСТНИКОВ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ*

Юдин Д.А., канд. техн. наук, ст. преподаватель
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

На данный момент задача надежного определения положения объектов, обнаруженных системой технического зрения, активно исследуется научным сообществом. Точно найденные пространственные координаты объектов позволяют бортовой системе помощи водителю заблаговременно сформировать предупреждение о возможном столкновении или способствуют принятию решений системой управления автономного транспортного средства по корректировке своего движения.

Обнаружение объектов и вычисление их координат может осуществляться с помощью стереоскопической системы технического зрения [1, 2]. Однако системы стереозрения чувствительны к геометрии установки камер стереосистемы: от расстояния между видеокамерами стереосистемы, их ориентации друг относительно друга. Например, если при величине стереобазы 3 м объект находится на расстоянии 100 м, то отклонение в один градус угловой взаимной ориентации двух камер приводит к неточности определения расстояния до объекта в 150–300% [3]. Кроме того при возникновении бликов и загрязнения объектива одной из видеокамер существенно снижается корректность сопоставления точек на обоих изображениях, что влечет за собой снижение точности определения положения наблюдаемого объекта, и в случае выхода из строя одной из камер, возможность определить положение объекта на основе модели, использующую стереопару изображений теряется.

В работе [4] исследован подход для определения расстояния до автомобиля на основе обнаруженной прямоугольной области на изображении, полученном от монокулярной камеры (рис. 1).

В этом исследовании доказана эффективность определения расстояния до автомобиля на основе предлагаемого тригонометрического подхода в сравнении с методом «Bird's eye view» (рис. 2) и показано, что на расстояниях 0...45 метров ошибка определения расстояния по модулю практически не превышает 1 метра,

что является приемлемым показателем для применения в системах помощи водителю. Однако в этой работе отмечается, что точность определения расстояния до объекта существенно зависит от расположения системы технического зрения на транспортном средстве в процессе движения, т.к. при резком торможении или неровностях дороги параметры, используемые в расчетных формулах, будут изменять свои значения.

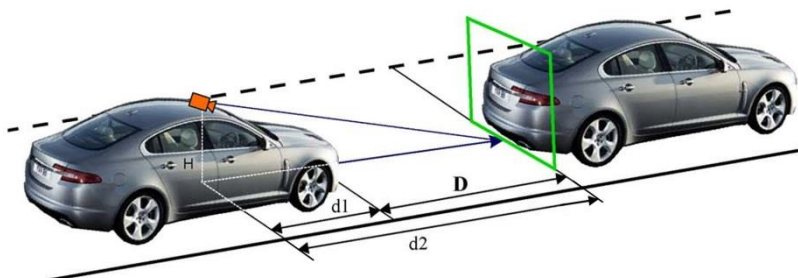


Рисунок 1 – Определение расстояния до объекта после его обнаружения на одном изображении, цитируется из [4]

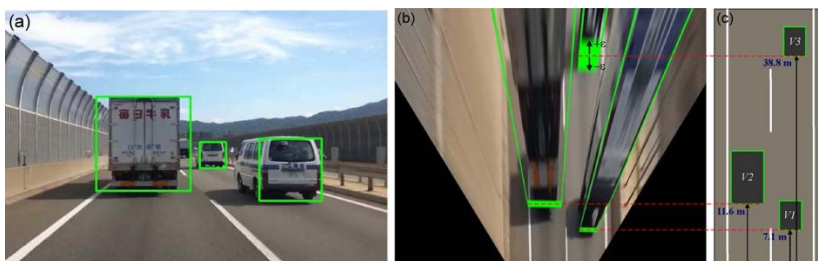


Рисунок 2 – Определение расстояния до объектов на основе метода “Bird’s eye view” (“Вид с высоты птичьего полета”) [4]

С увеличением расстояния между объектом и телевизионной камерой возрастает ошибка определения дистанции. Так, в ходе исследований, описанных в работе [5] при нахождении объекта в пределах 50 м от телевизионной камеры, дистанция определяется с ошибкой менее 1 м, по мере удаления объекта от телевизионной камеры ошибка увеличивается и на дистанциях свыше 100 м достигает 5 м.

На основе анализа существующих алгоритмов определения положения наблюдаемых объектов можно сделать вывод, что они не обеспечивают достаточной надежности определения метрических координат участников дорожного движения в случае применения какого-то одного из подходов – либо стереозрения, либо анализа данных от монокулярной камеры, которые являются чувствительными к геометрическим параметрам установки камеры, неровностям дороги и загрязнениям объектива.

В качестве дополнительной меры повышения точности работы системы технического зрения по определению пространственных координат объектов перспективно использование дополнительных данных от активных сенсоров, например, лазерных [6] или ультразвуковых.

В настоящей работе предлагается подход к определению положения участников дорожного движения, в основе которого лежит комбинирование результатов определения координат объектов (автомобилей, пешеходов и иных препятствий) на основе обработки стереопары изображений, одного изображения и показаний активных сенсоров. Опишем используемые в подходе математические зависимости.

Оптические оси двух идентичных камер системы стереоскопического зрения располагаются параллельно и обе их светочувствительные матрицы лежат в одной плоскости и на одном уровне относительно поверхности дороги (см. рис. 3). Их фокусное расстояние одинаково и равно f , расстояние между центрами линз равно L . Примем, что начало системы координат относительно наблюдателя располагается в центре линзы на оптической оси 1-й видеокамеры.

В этом случае расстояние (координата Z) до наблюдаемой на обоих изображениях точки пространства (X, Y, Z) , являющейся центром прямоугольника, ограничивающего найденный объект, вычисляется по следующей формуле:

$$Z = fL/(x_1 - x_2), \quad (1)$$

где x_1 и x_2 – абсциссы проекций наблюдаемой точки пространства соответственно на 1-е и 2-е изображение. Для нахождения прямоугольника с объектом существует ряд разработанных методов по обнаружению участников дорожного движения [7, 8].

Фокусное расстояние видеокамеры может быть найдено из известного угла обзора камеры по вертикали α_v или горизонтали α_h , а

также из размеров изображения по вертикали h_l и по горизонтали w_l (см. рис. 4):

$$f = h_l / (2 \cdot \tan(\alpha_n / 2)) = w_l / (2 \cdot \tan(\alpha_v / 2)). \quad (2)$$

В формулах (1) и (2) координаты x_1 и x_2 проекции точки относительно центра соответственно 1-го и 2-го изображения представлены в пикселях, также в пикселях выражены высота и ширина изображения h_l и w_l . Это обосновано тем, что линейные размеры (k_x и k_y) пикселя изображения на светочувствительной матрице видеокамеры сокращаются в формулах (1) и (2):

$$h_l = k_y \cdot h_{l_{pix}}, w_l = k_x \cdot w_{l_{pix}}, x_1 = k_x \cdot x_{1_{pix}}, x_2 = k_x \cdot x_{2_{pix}},$$

где $x_{1_{pix}}$ и $x_{2_{pix}}$ – координаты проекции точки относительно центра соответственно 1-го и 2-го изображения в пикселях, $h_{l_{pix}}$ и $w_{l_{pix}}$ – высота и ширина изображения в пикселях.

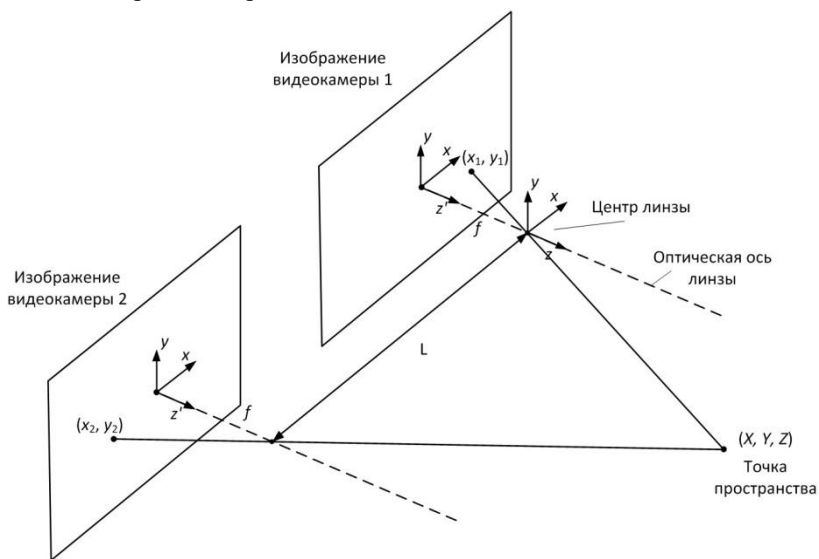


Рисунок 3 – Определение координат точки пространства на основе стереопары изображений

Координаты X и Y точки пространства с учетом направления систем координат каждого из изображений (рис. 3) находятся по формулам:

$$X = -\frac{x_1}{f} Z \text{ и } Y = -\frac{y_1}{f} Z. \quad (3)$$

В качестве x_1 и y_1 берутся координаты центра прямоугольника с объектом на изображении.

Из формулы (3) видно, что для их вычисления достаточно использовать расстояние, вычисленное с помощью (1) и показания только от одной из видеокамер.

При возникновении бликов или загрязнения объектива одной из видеокамер стереопары существенно снижается корректность сопоставления точек на обоих изображениях и нахождения величин x_1 и x_2 . В связи с этим для повышения надежности алгоритма дополнительно используется модель определения положения объекта на основе одного изображения (см. рис. 4).

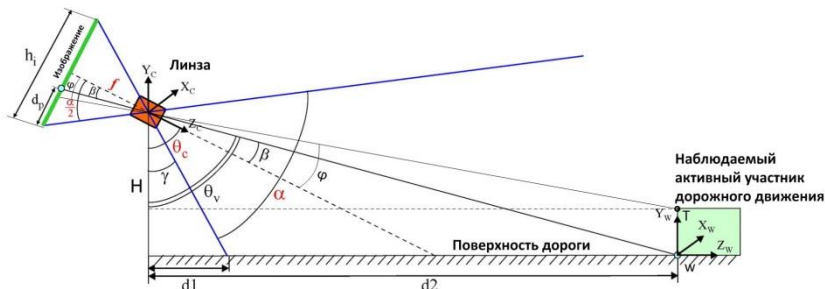


Рисунок 4 – Определение положения объекта по данным от одной видеокамеры

В соответствии с этой моделью координата Z найденного объекта определяется на основе формулы:

$$Z = H \cdot \left(\tan(\theta_c + \beta) - \tan\left(\theta_c - \frac{\alpha}{2}\right) \right), \quad (4)$$

где H – высота установки камеры над поверхностью дороги, θ_c – угол установки камеры, β – угол между оптической осью видеокамеры и нижним краем найденным объектом, α – угол обзора видеокамеры.

Угол β может быть вычислен на основе выражений:

$$\tan(\beta) = \frac{h_1 - d_p}{2f}, \quad f = \frac{h_1}{2 \cdot \tan(\alpha/2)}.$$

$$\beta = \arctan\left(\left(1 - \frac{2 \cdot d_p}{h_t}\right) \cdot \tan(\alpha/2)\right), \quad (5)$$

где d_p – ордината нижнего края прямоугольника, ограничивающего найденный объект на изображении (нулевой ординате соответствует нижний край изображения).

Координаты X и Y в этом случае вычисляются аналогично (3):

$$X = -\frac{x_T}{f}Z \quad \text{и} \quad Y = -\frac{y_T}{f}Z,$$

где x_T и y_T – координаты центра прямоугольника с объектом.

В случае непредвиденного нарушения калибровки одной или обеих камер возможно определение положения (X, Y, Z) участников дорожного движения в области видимости с помощью активных сенсоров: лазерных или ультразвуковых дальномеров.

Таким образом, с учетом описанного выше, положение каждого из типов найденных активных по отношению к ТС участников движения может быть найдено как взвешенная сумма координат, полученных на основе вышеописанных подходов:

$$\begin{aligned} Z &= \lambda \cdot Z_S + \nu \cdot Z_O + u \cdot Z_A, \\ X &= \lambda \cdot X_S + \nu \cdot X_O + u \cdot X_A, \\ Y &= \lambda \cdot Y_S + \nu \cdot Y_O + u \cdot Y_A, \\ \lambda + \nu + u &= 1, \end{aligned} \quad (6)$$

где координаты (X_S, Y_S, Z_S) – положение объекта, найденное на основе стереопары изображений, (X_O, Y_O, Z_O) – положение объекта, найденное на основе изображения одной камеры, (X_A, Y_A, Z_A) – положение объекта, найденное на основе показаний активного сенсора, λ , ν и u – весовые коэффициенты каждого из положений, в зависимости от условий могут изменяться.

В случае некорректной работы стереосистемы весовые коэффициенты выбираются исходя из неравенств $\lambda \ll \nu$ и $\lambda \ll u$, в случае резкого торможения транспортного средства-наблюдателя или существенных неровностей на дороге $\nu \ll \lambda$ и $\nu \ll u$, в случае невозможности использования или выхода из строя активных сенсоров $u \ll \lambda$ и $u \ll \nu$.

Использование взвешенной суммы координат (6), полученных с помощью различных подходов, в том числе, с использованием показаний активных сенсоров, позволяет снизить влияние негативных факторов на точность определения положения и использовать модель в различных условиях, кроме недостаточной видимости.

Предлагаемый подход является простым в реализации, в том числе с помощью существующих программных библиотек, например OpenCV.

**Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012-2016 г.г. (№ 2011-ПП-146).*

Список литературы:

1. К. Фу, Р. Гонсалес, К. Ли. Робототехника: Пер. с англ. / М.: Мир, 1989. 624 с.
2. R. Hartley, A. Zisserman. Multiple View Geometry in Computer Vision. Cambridge University Press. 2004. 655 p.
3. С.М. Соколов, А.А. Богуславский, А.И. Васильев, О.В. Трифонов, В.Г. Назаров, Р.С. Фролов. Мобильный комплекс для оперативного создания и обновления навигационных карт // Известия ЮФУ. Технические науки. 2011, № 3, том 116. С. 157-166.
4. Mahdi Rezaei, Mutsuhiro Terauchi and Reinhard Klette. Robust Vehicle Detection and Distance Estimation Under Challenging Lighting Conditions // IEEE transactions on intelligent transportation systems. 2015. Pp. 2723 – 2743.
5. Мартынова Л.А., Корякин А.В., Ланцов К.В., Ланцов В.В. Определение координат и параметров движения объекта на основе обработки изображений // Компьютерная оптика, 2012, том 36, №2. С. 266-273.
6. A.M. Antunes, J.P. Barreto, C. Premebida and U. Nunes. Can Stereo Vision replace a Laser Rangefinder? / 2012 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2012, pp. 5183 – 5190. (DOI: 10.1109/IROS.2012.6385844).
7. Юдин Д.А., Фролов С.В., Капустина Е.О. Повышение точности алгоритмов обнаружения объектов на изображении на основе определения линии горизонта [Электронный ресурс] // Международная конференция «Актуальные проблемы робототехники и автоматике». Белгород, 2015. С. 187-191.
8. Юдин Д.А., Горшкова Н.Г., Кныш А.С. Фролов С.В. Распознавание транспортных средств и регистрация их траектории движения на последовательности изображений // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №6. С. 139-148.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГЛУБИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ СОБЫТИЙ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ*

Юдин Д.А., канд. техн. наук, ст. преподаватель,
Зено Б., магистрант
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Обнаружение событий на фотографиях является весьма сложной задачей из-за неоднозначности и недостаточного количества информации на них. Распознавание событий на изображениях играет все большее значение в контексте поиска и просмотра событий, архивировании и хранении фотографий, рекламе, средствах массовой информации. Для пользователей поиск цифрового контента, связанного с социальными событиями является сложной задачей и требует анализа большого объема фотографий из различных источников и сайтов. Эффективные алгоритмы, автоматизирующие этот процесс, явно необходимы.

Распознавание социальных событий на изображениях, определяется как процесс классификации изображений на основе признаков изображения, каждый из классов представляет социальное событие (например, демонстрации, пикник, концерты, и т.д.).

Формально:

пусть P – коллекция из N фотографий, $P = \{p_1, p_2, \dots, p_N\}$;

цель распознавания – найти подмножества фотографий E_i , где $i = 1 \dots k$, k – число классов, каждое подмножество E_i сопоставлено с одним событием.

Классификация изображения на основе визуального контента является очень сложной задачей, в значительной степени из-за различных условий съемки внутри каждого класса, возникающих из-за различного освещения, несоосности, жестких деформаций, окклюзии и искажений. Многочисленные попытки были сделаны, чтобы противостоять внутриклассовой изменчивости путем ручного проектирования набора низкоуровневых признаков для задач классификации. Примерами являются признаки Габора и локальные бинарные шаблоны (LBP) для классификации текстуры и лица, а также SIFT и HOG признаки для распознавания объектов [1, 2].

В то время как такой подход может быть эффективен для некоторого специфического набора данных и задач, формирование эффективного

пространства признаков для новых данных и задач обычно требует новых знаний в предметной области и поиска новых признаков [3, 4].

Автоматическое формирование признаков может преодолеть это ограничение. На таком подходе базируются методы обучения на основе глубоких нейронных сетей (deep neural networks). Глубокие архитектуры строят сложные внутренние представления и полно обучают композиционное отображение от входов к выходам, от изображений к признакам. Идея глубокого обучения заключается в выявлении нескольких уровней представления, в надежде на то, что признаки более высокого уровня представляют более абстрактные семантики данных, что обеспечивает более высокую инвариантность к изменчивости внутри класса.

Хотя эти методы были известны с 1990-х годов [5], недавние улучшения в компьютерной технике и оптимизации методов привели к всплеску интереса к нейронным сетям и многим впечатляющим результатам. Действительно, глубокие модели обогнали многие традиционные подходы с ручным подбором признаков и добились высоких результатов при решении большого количества задач компьютерного зрения [6, 7].

Предлагаемая система распознавания событий представляет построена на основе сверточных нейронных сетей сцены (анг. Scene Convolutional Neural Network) с использованием архитектуры глубины сети **GoogLeNet** [8], см. рис 1, которая позволяет распознавать 10 категорий событий: «автомобильные гонки», «церемонии», «концерты», «демонстрации», «футбольные матчи», «встречи», «пикники», «плавание», «теннис» и «трафик (дорожное движение)».

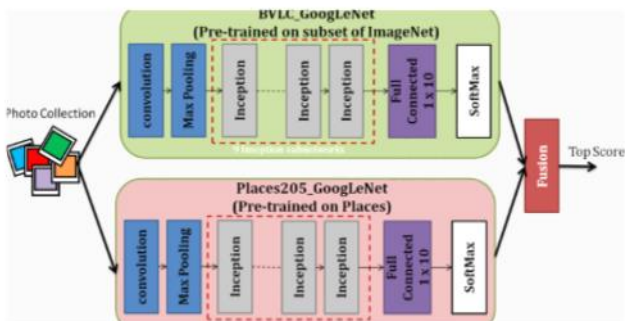


Рисунок 1 – Архитектура предлагаемого классификатора ConvNet для распознавания социального события

Архитектура предлагаемого классификатора ConvNet, представляет собой ансамбль (комбинацию) двух глубоких нейронных сетей, обученных распознаванию социальных событий.

1. Глубокая нейронная сеть BVLC_GoogLeNet.

Сверточная нейронная сеть *BVLC_GoogLeNet* является глубокой нейросетевой моделью, предварительно обученной центром «Berkeley Vision and Learning Center» с использованием архитектуры GoogLeNet на большом наборе данных (ImageNet) [9], содержащем 1000 категорий в 1,2 млн. изображений [10]. Эта модель описывает картину о контексте сцены этой фотографии. Параметры глубоких слоев этой модели дополнительно обучены авторами настоящей статьи на тренировочном наборе данных с помощью подхода тонкой настройки.

Этот набор данных содержит десять категорий событий из базы изображений WIDER [11] (Web Image Dataset for Event Recognition): «автомобильные гонки», «церемонии», «концерты», «демонстрации», «футбольные матчи», «встречи», «пикники», «плавание», «теннис» и «трафик (дорожное движение)» (см. рис. 2). Набор содержит 7,866 изображений, 5255 изображений были выбраны для обучения (67% от всех изображений) и 2611 изображений для тестирования (33% от всех изображений). Размер изображений варьировался от 60 до 350 пикселей по ширине и высоте.

2. Глубокая нейронная сеть Places_GoogLeNet.

Сверточная нейронная сеть *Places205_GoogLeNet* также является глубокой нейросетевой моделью, предварительно обученной с использованием архитектуры GoogLeNet на большом наборе данных Places [12], содержащем 205 категории сцен и 2,5 миллионов изображений [13]. Параметры глубоких слоев этой модели также дополнительно обучены на тренировочном наборе данных из 5255 изображений.

Такой подход выбран на основе предположения, что *BVLC_GoogLeNet* и *Places205_GoogLeNet* делают различные ошибки классификации и их слияние (Fusion) должно привести к более точному решению задачи классификации, которое делает меньше ошибок. Функция слияния, которая используется, чтобы получить окончательную оценку является функцией «Max».

Архитектура GoogLeNet состоит из 22 слоев [8]. Он включает в себя концепцию «inception». Каждый модуль «inception» (см. рис. 3) содержит два сверточных слоя, включающих в себя группы нейронов, выполняющих свертку признаков предыдущего слоя (convolutions) и

операцию подвыборки (pooling), снижающую размерности сформированных карт признаков на основе функции max.



Рисунок 2 – Примеры изображений из набора данных для обучения классификатора

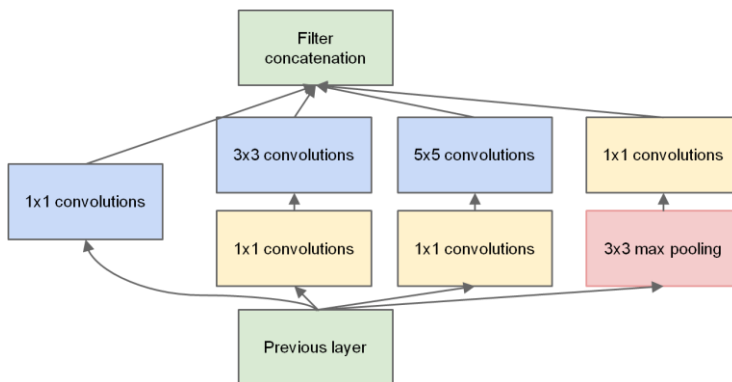


Рисунок 3 – Модуль «Inception»

Тонкая настройка (от англ. fine-tuning), применяемая авторами для дополнительного обучения глубоких слоев, представляет собой процесс адаптации уже обученных моделей к новой модели классификации. Такой подход позволяет обучать нейронную сеть

быстрее и стабильнее, и обеспечивает лучшую сходимость, по сравнению со случайными начальными значениями весов сети.

Визуализация работы исследуемого подхода [14] показывает, что ранние слои, как правило, обеспечивают нахождение базовых признаков, таких как цвета, текстуры, или контуры. Эти основные визуальные примитивы являются общими для большинства задач компьютерного зрения, в то время как более глубокие слои, как правило, отвечают семантическим классам событий.

Принимая это во внимание и предполагая, что примитивы низкого уровня для ImageNet, Places и выбранного тренировочного набора данных являются одинаковыми или очень похожи, то тонкую настройку целесообразно применить для глубоких слоев, отвечающих за признаки более высокого уровня абстракции.

Для тестирования предлагаемой системы использовался компьютер с процессором Intel® Core™ i5-4570 CPU @ 3.20GHz × 4, оперативной памятью 8,00 GB, графическим процессором NVIDIA GeForce GTX 960 (RAM:2 GB) с 64-битной операционной системой Ubuntu 14.04.

Результат тестирования разработанного классификатора, представляющего собой ансамбль из двух обученных глубоких нейронных сетей показан на рис. 4.

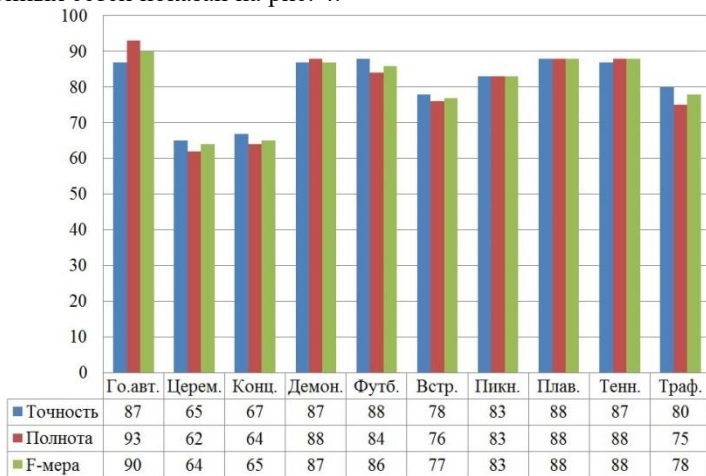


Рисунок 4 – Тестирование набора данных с помощью разработанного классификатора

Диаграмма на рис. 4 отражает показатели качества распознавания для каждого из классов событий: точность (англ. precision – это доля объектов классифицированы как X, которые действительно принадлежат классу X), полнота (англ. recall – это доля всех объектов класса X, что классифицируется по алгоритму как принадлежащие классу X) и F-мера (гармоническое среднее между Precision и Recall). Значения этих величин находятся на достаточно высоком уровне (в среднем выше 80%), что свидетельствует об эффективности разработанного классификатора и его применимости в реальных задачах обнаружения событий на фотографиях.

В таблице 1 показано сравнение результатов классификации для каждой из нейронных сетей (BVLC_GoogLeNet и Places_GoogLeNet), так и ансамбля из них (ConvNet).

Таблица 1 – Сравнение результатов потоков и их слияния

Классификатор	Аккуратность (accuracy), %	Среднее время тестирования (для одного изображения), сек
BVLC_GoogLeNet	81.80	0.025
Places_GoogLeNet	82.15	0.027
Классификатор ConvNet	83.22	0.052

В качестве меры сравнения выбрана аккуратность (англ. accuracy – доля правильно классифицированных объектов среди всех объектов, обработанных с помощью алгоритма классификации) распознавания тестовой выборки из 2611 изображений и среднее время тестирования. Предлагаемая система улучшает качество распознавания в смысле аккуратности на 1,1% примерно до 83.22% в среднем для всех классов при сохранении приемлемой скорости распознавания изображений, поскольку среднее время распознавания одного кадра составляет 0,052 с и позволяет соотносить изображения и события в реальном масштабе времени со скоростью около 20 кадров в секунду.

В качестве выводов по результатам работы можно отметить эффективность точной настройки сверточных нейронных сетей для решения задачи распознавания на изображениях заданных классов событий, а также применимость ансамбля таких сетей для распознавания изображений в реальном масштабе времени.

** Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012-2016 г.г. (№ 2011-ПР-146).*

Список литературы:

1. Зено Б., Юдин Д.А., Алкхатиб Б. Распознавание событий на изображениях на основе многоуровневых гистограмм локальных шаблонов [Электронный ресурс]// Международная конференция «Актуальные проблемы робототехники и автоматике». Белгород, 2015. С. 67-74
2. B. Zeno, D. Yudin, B. Alkhatib. Event recognition on images using support vector machine and multi-level histograms of local patterns // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, October 2016, Vol. 11, No. 20. Pp. 12282-12287.
3. G. Hinton, S. Osindero, and Y.-W. The. A fast learning algorithm for deep belief nets // Neural Computation, 2006, vol. 18, no. 7, pp. 1527– 1554.
4. Y. Bengio, A. Courville, and P. Vincent. Representation learning: a review and new perspectives // IEEE TPAMI, 2013, vol. 35, no. 8, pp. 1798–1828,
5. Y. LeCun, B. Boser, J. S. Denker, D. Henderson, R. E. Howard, W. Hubbard, and L. D. Jackel. Backpropagation applied to handwritten zip code recognition // Neural Computation, 1989, vol. 1, no. 4, pp. 541-551,
6. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton, ImageNet classification with deep convolutional neural networks // NIPS, 2012, pp. 1106-1114.
7. Razavian, H. Azizpour, J. Sullivan, and S. Carlsson. CNN Features off-the-shelf: an Astounding Baseline for Recognition // CoRR, 2014, arXiv:1403.6382.
8. Szegedy, W. Liu, Y. Jia, P. Sermanet, S. Reed, D. Anguelov, D. Erhan, V. Vanhoucke, and A. Rabinovich. Going deeper with convolutions // arXiv preprint arXiv:1409.4842, 2014, 12 p.
9. J. Deng, W. Dong, R. Socher, L.-J. Li, K. Li, and Li Fei-Fei. Imagenet: A largescale hierarchical image database. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2009, pp. 248–255.
10. Large Scale Visual Recognition Challenge 2012 (ILSVRC2012) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.image-net.org/challenges/LSVRC/2012/index> (Дата обращения: 01.10.2016)
11. Web Image Dataset for Event Recognition (WIDER) [Электронный ресурс]. URL: http://personal.ie.cuhk.edu.hk/~xy012/event_recog/WIDER/ (Дата обращения: 01.10.2016)
12. Zhou, A. Lapedriza, J. Xiao, A. Torralba, and Aude O. Learning deep features for scene recognition using places database. In Advances in Neural Information Processing Systems, 2014, pp. 487–495
13. Places, The Scene Recognition Database. By MIT Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory [Электронный ресурс]. URL: <http://places.csail.mit.edu/> (Дата обращения: 01.10.2016)
14. M. D. Zeiler and R. Fergus. Visualizing and understanding convolutional networks // Computer Vision–ECCV 2014, Springer, pp. 818–833.