

Абрамова Е.С., Орлов А.А., Макаров К.В.
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: elena.tarantova@yandex.ru

Исследование машины экстремального обучения нейронной сети

Настоящее время характеризуется небывалым ростом объема информационных потоков. Обработка информации лежит в основе решения многих практических задач. В настоящее время диапазон применения интеллектуальных информационных систем необычайно широк: от управления непрерывными технологическим процессами в реальном времени до решения коммерческих и административных задач.

Одно из главных свойств, которым должны обладать интеллектуальные информационные системы, заключается в способности к быстрой обработке динамично поступающих данных в реальном времени. Также интеллектуальные информационные системы должны быть способны к развитию и извлечению знаний из предыдущих решаемых задач.

Часто для обработки поступающих данных в интеллектуальных информационных системах применяют нейронные сети. Итерационные методы обучения нейронных сетей имеют плавную сходимость, поэтому не имеют способности к непрерывному обучению и запоминанию.

Исключение составляет машина экстремального обучения (extreme learning machine, ELM), в которой возможно инкрементное обучение. Этот метод позволяет быстро обучить нейронную сеть прямого распространения с одним скрытым слоем, а также не зависит от начальных весов сети, так как они задаются случайно [1].

Согласно работе [2], существует два основных этапа обучения сети методом ELM:

- на первом этапе случайно формируются входные веса и смещения для каждого нейрона скрытого слоя, так что входные данные могут быть отображены в пространство признаков с использованием функций активации;
- на втором этапе происходит обучение сети путем вычисления матрицы выходных весов нейронов скрытого слоя.

В докладе приведено исследование машины экстремального обучения нейронной сети. В частности, исследовано влияние количества нейронов скрытого слоя на производительность машины экстремального обучения.

Для проведения экспериментов было выбрано решение задачи аппроксимации с использованием трехслойного персептрона. В качестве показателя оценки точности или производительности машины экстремального обучения использовалась среднеквадратическая ошибка.

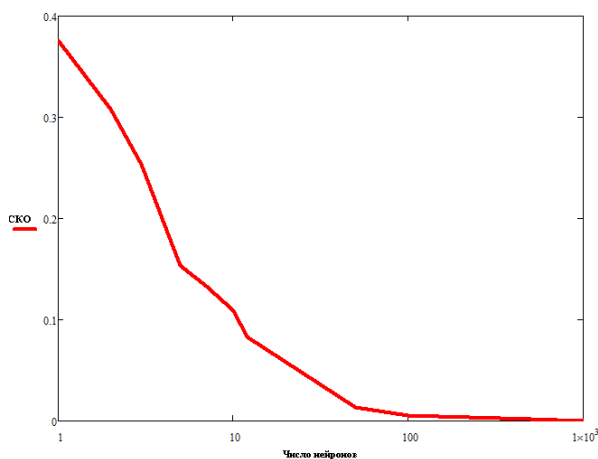


Рис. 1 – Зависимость среднеквадратической ошибки от числа нейронов скрытого слоя

На основании проведенных экспериментов были сделаны следующие выводы:

- с увеличением размера обучающей выборки среднеквадратическая ошибка уменьшается и точность ELM увеличивается;
- с увеличением числа нейронов скрытого слоя среднеквадратическая ошибка резко падает и точность ELM увеличивается;
- если продолжить увеличение числа нейронов скрытого слоя, то среднеквадратическая ошибка может достичь нуля.

Литература

1. Huang G. Bin, Zhu Q.Y., Siew C.K. Extreme learning machine: Theory and applications // *Neurocomputing*. 2006. № 1–3 (70). С. 489–501.
2. Huang G. Bin [и др.]. Extreme learning machine for regression and multiclass classification // *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics*. 2012.

Андрианова В.В.

*Московский государственный гуманитарно-экономический университет (МГГЭУ)
107150, г. Москва, ул. Лосиноостровская, д.49*

Проблемы использования дистанционных технологий при обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья

В настоящее время в период пандемии очень остро стоит проблема доступности информационных технологий для образования инвалидов. Число пользователей интернета в России составляло в 2019 году 95,9 млн. человек, то есть треть населения не имела доступа к интернету. Росстат в 2018 году сообщал, что персональные компьютеры имеют 72% семей. Минкомсвязи (ныне Минцифры) еще в 2016 году опубликовало карту покрытия территории России сетями сотовых операторов, она аккумулирует информацию о сигнале в сетях 2G, 3G и 4G семнадцати мобильных операторов в РФ. Планировалось измерять не только покрытие, но и скорость соединения мобильного интернета. В 2020 году мы наблюдаем и техническую невозможность использования дистанционных технологий, трудности адаптации обучающихся с инвалидностью к длительной удаленной работе. Также перед родителями в первую очередь, перед педагогами, возникла проблема баланса интересов обучающегося с одной стороны, и выполнения требований программы реабилитации и сохранения здоровья в процессе обучения с использованием дистанционных технологий, с другой стороны. Право на образование, безусловно, не должно вступать в конфликт с правом на охрану здоровья.

Дистанционное образование студента с инвалидностью невозможно без поддержки его семьи, близких, с которыми должна быть постоянная коммуникация у образовательного учреждения. При этом стоимость оборудования и антенны, составляющая около 10000 рублей является существенной для студента с инвалидностью, так как в некоторых регионах фактически равна средней заработной плате. Выделить такую сумму для ребенка может не каждая семья. Федеральный закон от 24.11.1995 N 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» не предусматривает обеспечение компьютерной техникой и средствами связи инвалидов[1].

Проблема доступности интернета непосредственно связана с темой финансирования, госзакупки средств связи и коммуникации в сфере образования детей с особыми потребностями, сложным порядком проведения торгов, с ролью органов исполнительной власти в обеспечении учащихся и образовательных учреждений оборудованием для удаленного обучения. Можно говорить о социальной ответственности бизнеса, внебюджетном финансировании, но в больших масштабах деньги на такие антикризисные меры должны выделяться из профицита бюджета, ФНБ. Весной 2020 года были многочисленны предложения о выплате каждому россиянину единовременного пособия в 10 тысяч рублей за счет средств Фонда национального благосостояния. По оценкам экономистов, это обошлось бы в 1–1,5 трлн. руб., но позволило поддержать совокупный спрос, оказать поддержку наименее социально защищенным гражданам. Однако председатель Центробанка указала, что поддерживать граждан наличными не имеет смысла. Региональные и муниципальные бюджеты, естественно, не располагают дополнительными средствами для поддержки обучающихся в рамках дистанционного образования. С большим трудом учебные заведения изыскивают финансовые ресурсы для создания доступной среды, мы видим множество примеров судебной практики, когда по искам прокуратуры учебное заведение обязывают установить пандус в течение полугода. И как в отсутствии выделенных средств организации вынуждены обжаловать эти очевидные решения, исключительно с целью затянуть процесс и найти за это время финансирование. Для того, чтобы обучающиеся с инвалидностью могли получить качественное очное, не дистанционное образование, необходимо обеспечить образовательный процесс коррекционно-развивающей средой, где создаются адекватные условия и равные с другими детьми\студентами возможности для приобретения образования в пределах тех государственных стандартов, которые действуют сейчас в нашей стране, как это установлено Федеральным законом от 29.12.2012 N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»[2]. Также, необходимо обеспечивать обучающихся с инвалидностью должным лечением и оздоровлением, непрерывно корректировать нарушения развития, и культивировать

социальную адаптацию. Все это в период пандемии становится почти невозможным, ограничивается возможность передвижения по городу, отменяются плановые приемы врачами, реабилитация, санаторно-курортное лечение, ограничивается очная коммуникация обучающегося с педагогами. А самое сложное - возрастает нагрузка, тратится гораздо больше времени на подготовку, ухудшается зрение, проявляется депрессия, тревожность, а длительное нахождение в замкнутом пространстве, сидение, ограничение в движении негативно отражаются на психическом состоянии учащегося и его родителей, которые являются важными участниками образовательного процесса. В Москве стихийно возникло движение "Родители Москвы" с требованием вернуть детей в школы, поскольку платформа Московская электронная школа работала с перебоями, на качество связи не могут оказать влияние ни родители, ни образовательные организации.

Дети, подростки с инвалидностью имеют отклонения в их физическом здоровье, либо в психическом здоровье. Как правило, они имеют проблемы со слухом, то есть с полной или частичной его потерей, со зрением, нарушениями опорно-двигательного аппарата, и другими нарушениями.

Важно оценить, сколько времени студенты проводят за компьютером во время занятий, и как отражается формат обучения в целом на здоровье и на качестве знаний. Многим студентам с инвалидностью дома бывает трудно вовлечься в процесс. Они не могут сосредоточиться из-за того, что учатся за компьютером, на котором обычно сидят в соцсетях и смотрят фильмы. Им сложно отделить учебный процесс от отдыха, потому что находятся в одном пространстве. Также и нахождение студентов с членами семьи, работающими удаленно, в одной квартире негативно влияет на жизнь всех проживающих. Поэтому у родителей и многих студентов вызывает недовольство и неприятие дистанционное обучение. Часты технические сбои в работе интернет-ресурсов, онлайн-платформы зависают из-за перегрузок, не справляются с таким количеством пользователей, некорректно отображаются данные из-за обновления сервисов. Скорость передачи данных в сети Интернет сегодня может сильно меняться у стационарных и мобильных провайдеров, для операторов фиксированной и мобильной связи.

Дисциплин, которые можно без ущерба для качества перевести в дистанционный формат, почти нет. Преподавателям сложно организовать мониторинг фактически присутствующих на занятиях, особенно если обучающийся многократно подключается на несколько минут без видео и микрофона, отвлекая внимание присутствующих.

Кроме технических проблем возникают и такие, как подключения к видеозанятиям злоумышленников, так называемых пранкеров, с розыгрышами, хакеров, загружающих порноролики. Здесь важна своевременная реакция правоохранительных органов и возбуждение уголовных дел по статье 272 УК РФ - "Неправомерный доступ к компьютерной информации" и 242 УК РФ "Незаконный оборот порнографических материалов".

В течение последних лет усиливалась тенденция к увеличению числа обучающихся инвалидов прежде всего в высших учебных заведениях, что связано с активной реализацией программы "Доступная среда" в крупных городах. Для обучающихся с инвалидностью некоторые университеты и колледжи при наличии финансовых возможностей и привлечении внебюджетных средств, спонсорской помощи смогли организовать должные условия для получения образования, в том числе с использованием образовательных средств, подразумевающих дистанционное обучение, но не только дистанционно, что очень важно.

Смысл кардинальных реформ образовательных учебных заведений и состоял в том, что не должно быть изолированного образования для лиц с особыми потребностями, все дети поступают в обычные школы и получают необходимую поддержку, в том числе от родительского сообщества. А затем реализуют себя в ВУЗах и колледжах. Необходима была методическая подготовка состава преподавателей к работе с учащимися -инвалидами, модернизация среды образования, улучшенная социальная обстановка, структурирование процесса учебы и реабилитации учеников, вовлечение таких учеников в образовательно-социальный контекст, а также повышение психолого-педагогических навыков самих преподавателей. Индивидуальная рабочая коммуникация не должна их изолировать от остального социума, а быть лаконичным дополнением ко всему процессу социализации. Очень важно личное взаимодействие обучающегося с инвалидностью и преподавателя.

Ухудшилась эта ситуация в период пандемии, когда возникает образовательный дефицит, особенно среди детей, студентов из семей с низкими доходами, вынужденными выбирать: тратить средства на реабилитацию, оборудование, лекарства, не предоставляемые по программе обязательного медицинского страхования, или приобрести ноутбук, наушники, камеру, оборудование для устойчивого интернет-соединения, оплатить высокоскоростной интернет. Падение доходов населения, уменьшение зарплат родителей и работающих студентов, которых перевели на неполный рабочий день или удаленную работу, сократили, существенно влияет на качество дистанционного образования. Таким образом, социальное неравенство приводит к тому, что выпадает почти год из полноценного обучения.

Многие студенты сообщают о проблеме доступности интернета в местах проживания, наличии только 2G интернета, не позволяющего даже отправлять домашние задания по электронной почте, а не только выходить в zoom и на иные площадки видеоконференций для онлайн образования.

Перед региональными правительствами вновь на передний план вышла программа ликвидации цифрового неравенства. Некоторые учебные заведения предпочитают замалчивать ситуацию, ссылаясь на то, что жалоб не поступает, ничего неизвестно о трудностях удаленного обучения, что при необходимости можно разработать индивидуальную программу под конкретного студента. Но фактически эта проблема касается десятков тысяч студентов, проживающих на местности с неустойчивым интернет-покрытием, вдали от крупных городов, вышек связи, потому что к концу осени 2020 года более 150 вузов перешли на обучение с использованием дистанционных технологий и без выделения средств на поддержку студентов федеральным правительством эту ситуацию не разрешить.

Литература

1. Федеральный закон от 24.11.1995 N 181-ФЗ (ред. от 24.04.2020 № 147-ФЗ) «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» // Собрание законодательства Российской Федерации от 27.11.1995 г. № 48 ст. 4563.
2. Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 26.07.2019) «Об образовании в Российской Федерации».
3. Андрианова В.В. Некоторые аспекты реализации права лиц с ограниченными возможностями здоровья на общедоступное образование// Вопросы гуманитарных наук. М.: Изд-во «Спутник».— 2019. — №3(102). —С . 77-79.

Борданов И.А., Данилин С.Н.
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: bordanov2011@yandex.ru

Исследование влияния погрешностей параметров мемристоров на точность выполнения операций векторно-матричного умножения

Современные достижения научно-технического прогресса сопровождаются непрерывным ростом объема производства и обмена информации, а также сложности алгоритмов ее обработки. Существующая информационно-коммуникационная инфраструктура приблизилась по основным техническим показателям (производительность, точность, надежность, энергозатраты, безопасность), к своему теоретическому пределу из-за масштабного внедрения искусственного интеллекта (ИИ) во все сферы человеческой деятельности [1]. (На практике ИИ реализуется на универсальных или специализированных программно-технических средствах.)

ИИ – комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные (психические) функции человека. К технологиям, основанным на использовании ИИ, в настоящее время относят: распознавание, обработку и синтез речи; компьютерное зрение; интеллектуальную поддержку принятия решений и перспективные методы ИИ [2].

Нейроморфные программно-технические системы на базе мемристорных нейронных сетей (ИНСМ) в настоящее время являются наиболее перспективными средствами реализации ИИ с наибольшей производительностью и наименьшими затратами основных ресурсов [3]. Ключевым компонентом ИНСМ являются новые электронные элементы – мемристоры, объединенные в массивы [4,5]. В ИНСМ они используются для выполнения операции векторно-матричного умножения (ВМУ), которое происходит в соответствии с физическим законом Ома, и позволяет повысить скорость работы и снизить потребление энергии технических средств на несколько порядков [5,6].

В виду несовершенства методов и технологий проектирования, производства и эксплуатации современные мемристоры имеют ряд недостатков, снижающих эффективность их применения: стохастическое изменение проводимости в процессе работы в границах определённых значений; дискретное количество стабильных состояний сопротивлений; разбросы значений сопротивлений между циклами переключений [7]. Перечисленные недостатки приводят к возникновению дополнительных погрешностей при выполнении ВМУ и затрудняют разработку высокоэффективных цифро-аналоговых нейропроцессоров нового поколения.

В докладе рассмотрены несколько вариантов схем аппаратной реализации нейронов ИНСМ и результаты исследования влияния погрешностей функциональных параметров мемристоров на точность выполнения операций векторно-матричного умножения.

Работа выполнена при поддержке стипендии Президента РФ СП-3988.2022.5.

Литература

1. Новые области применения искусственного интеллекта // Экспресс-информация по зарубежной электронной технике. Выпуск 9 (6733) от 6 мая 2021 г. С.3-8
2. Борданов И.А., Щаников С.А., Данилин С.Н. Современное состояние в области аппаратной реализации искусственных нейронных сетей на базе мемристоров // Телекоммуникации. 2020. № 8. С. 35-48.
3. Искусственный интеллект и нейроморфные вычисления // Экспресс-информация по зарубежной электронной технике. Выпуск 9 (6733) от 6 мая 2021 г. С.10-15.
4. Chua. L., Sirakoulis G. Handbook of Memristor Networks / Springer Nature Switzerland AG 2019 p.1357.

5. Данилин С.Н., Щаников С.А., Борданов И.А., Зуев А.Д., Пантюхин Д.В., Пантелеев С.В. Состояние исследований в области инженерного проектирования и производства нейрокомпьютеров // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2019. №1(39). С.14-45.

6. Kataeva I., Ohtsuka S., Nili H., Kim H., Isobe Y., Yako K., Strukov D. Towards the development of analog neuromorphic chip prototype with 2.4m integrated memristors // 2019 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS). 2019. P. 1-5.

7. Simulation of Inference Accuracy Using Realistic RRAM Devices / A. Mehonic, D. Joksas, W. H. Ng et al. // Front. Neurosci. – 2019. – Vol. 13.

Варламов А.Д., Варламова Е.В.
ООО "Образовариум"

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: varlamov_aleks@mail.ru, karetko22@mail.ru

Организация доступа к верифицированному образовательному контенту на основе JWT-токенов

В настоящее время Министерством просвещения Российской Федерации решается задача создания государственной информационной системы для общеобразовательных учреждений с библиотекой цифрового верифицированного образовательного контента [1]. В 2023 году все школы России будут подключены к данной системе [2]. Система позволит объединить и структурировать ресурсы крупнейших в России образовательных платформ и предоставить учителям и ученикам единый механизм доступа к ним.

На сегодняшний день ведущими поставщиками цифрового образовательного материала являются платформы "Образовариум" (группа компаний "Новый Диск"), "1С: Урок", "Uchi.Ru", "Фоксфорд", "Сбер Класс", "Мобильное электронное образование" и "Просвещение". Данные платформы уже доступны и используются в учебном процессе школ в рамках действующего пилотного проекта [2].

Между разработчиками (поставщиками) контента и техническим персоналом единого каталога должны быть согласованы технические условия взаимодействия. В работе исследуется возможность использования JWT-токенов [3] для передачи прав доступа к образовательному материалу из единой системы верифицированного образовательного контента к партнерским ресурсам. Показано, что применения данного подхода позволит:

- организовать единую точку входа в различные образовательные платформы с одними и теми же учетными данными;
- повысить безопасность всей системы за счет использования разных ключевых фраз (большой длины) для разных поставщиков контента, а также за счет возможности периодической смены ключевых фраз;
- обеспечить прозрачность для пользователей при работе с разнородными электронными материалами разных производителей.

Для работы с JWT-токенами в системе "Образовариум" реализована модель "Model_Jwt", которая может быть использована для реализации описанного механизма. Часть кода модели (функция декодирования токена) приведена ниже.

```
class Model_Jwt extends Model
{
    public static function decode($jwt, $key = null, $verify = true)
    {
        $error = "";
        $tkts = explode('.', $jwt);
        if (is_iterable($tkts) && count($tkts) != 3) {
            return array('error' => 'Неправильное количество сегментов');
        }
        list($headb64, $bodyb64, $cryptob64) = $tkts;
        if (null === ($header = json_decode(Model_Jwt::urlsafeB64Decode($headb64)))) {
            return array('error' => 'Ошибка декодирования сегмента "header"');
        }
        if (null === $payload = json_decode(Model_Jwt::urlsafeB64Decode($bodyb64))) {
            return array('error' => 'Ошибка декодирования сегмента "payload"');
        }
    }
}
```



```
$sig = Model_Jwt::urlsafeB64Decode($cryptob64);
if ($verify) {
    if (empty($header->alg)) {
        return array('error' => 'Алгоритм шифрования не задан');
    }
    if ($sig != Model_Jwt::sign("$headb64.$bodyb64", $key, $header->alg)) {
        return array('error' => 'Подлинность подписи не установлена');
    }
}

if (empty($payload->nbf)) return array('error' => 'Нет временной метки (payload / nbf)');
$delta_time = abs(time() - $payload->nbf);
if ($delta_time > 15*60) return array('error' => 'Неактуальное время в параметре payload /
nbf');
return array('error' => "", 'payload' => $payload);
}
}
```

Литература

1. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 30.06.2021 года № 396 "О создании федеральной государственной информационной системы Минпросвещения России "Моя школа".
2. Паспорт стратегии «Цифровая трансформация образования». Министерство просвещения Российской Федерации. 2021. 61 с.
3. Павел Кочетов. JWT как безопасный способ аутентификации и передачи данных // Бизнес, технологии, идеи, модели роста, стартапы [Электронный ресурс]. 2020.

Еремеев С.В., Абакумов А.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23*

Анализ пространственных объектов с учетом искажений

Классификация объектов является одной из основных задач обработки изображений и геоинформатики [1-4]. Во многих сферах увеличивается потребность в автоматической классификации изображений. При этом возрастает сложность графической информации, в том числе, за счет разных искажений. Эти искажения объектов могут быть вызваны в силу природных явлений, при частичном перекрытии объектов городской инфраструктуры, а также при других подобных факторах.

Несмотря на ведущие позиции нейросетей при классификации объектов существуют определенные препятствия. Для получения качественного результата с помощью нейросетевого подхода требуется большая обучающая выборка для различных ситуаций, включая наборы данных с искажениями объектов. Однако это значительно увеличивает вычислительную сложность и, кроме этого, не всегда удается сформировать необходимую выборку в условиях ограниченного набора эталонных объектов. Поэтому для классификации объектов на изображениях требуется совершенствование и создание новых подходов. Одним из таких подходов является топологический анализ данных, на основе которого предлагается разработать и исследовать метод для классификации объектов и сравнить с нейросетью при различных искажениях изображений.

Предложен метод двухэтапного топологического анализа изображений. Топологические признаки сначала извлекаются при анализе изображения с 0-й до 255-й яркости, а затем с 255-й до 0-й. Эти признаки дополняют друг друга и отражают топологическую структуру объекта. При определенных деформациях и искажениях структура объекта в виде топологических признаков сохраняется. Преимуществом метода является небольшое количество эталонов, что снижает вычислительную нагрузку при обучении по сравнению с нейросетями.

Проведено исследование работы предложенного метода и нейросетевого подхода на наборе данных DOTA, содержащий снимки пространственных объектов нескольких классов. Без искажений нейросеть показала очень высокие результаты, точность классификации составила свыше 98%, у предложенного метода около 82%. Однако после были выбраны следующие искажения: поворот изображения на 90 градусов, сужение на 50% и усечение края на 50%, а также их комбинации. В этих экспериментах предложенный метод показал свою устойчивость. В самой сложной комбинации теста ухудшение качества классификации для нейросети составила 46%, а для предложенного метода 12%.

Предложенный метод целесообразно использовать в тех ситуациях, где присутствует вероятность появления искажений на изображениях. Такие искажения возникают в сфере геоинформатики при анализе объектов с различных масштабов, в разных погодных условиях, при частичном перекрытии одного объекта другим объектом, при влиянии тени и т. д. Также возможно использование в системах технического зрения промышленных предприятий при автоматической классификации типа деталей наложенных объектов.

Литература

1. Еремеев С.В., Романов С.А. Алгоритм сегментации изображений на основе персистентной гомологии для решения задач поиска дефектов // Известия Юго-Западного государственного университета. 2020. Т. 24, № 1. С. 144-158.
2. Еремеев С.В., Минжилий Д.О. Исследование работы алгоритмов топологического анализа данных // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2019. №1. С. 67-72.
3. Еремеев С.В., Купцов К.В., Ковалев Ю.А. Исследование алгоритма классификации пространственной информации на основе методов персистентной гомологии и random forest // IV международная конференция и молодежная школа "Информационные технологии и

нанотехнологии". Самара: Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, 24-27 апреля 2018 г. С. 2384-2390.

4. Еремеев С.В., Абакумов А.В. Программный комплекс для обнаружения и классификации природных объектов на основе топологического анализа // Программные продукты и системы. 2021. Т. 34. № 1. С. 201–208.

Канунова Е.Е.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: kanunovae@list.ru,*

Исследование методов распознавания объектов на изображениях старопечатных документов

Основными объектами на изображениях архивных текстовых документов являются штрихи текста, цифр и знаки. [1]. Одной из важных задач после предварительной обработки изображений архивных документов является задача распознавания объектов на них для целей дальнейшего анализа и реставрации [2,3].

В докладе рассматривается метод распознавания образов на основе искусственных сверточных нейронных сетей и применение его для распознавания рукописных цифр на изображениях.

В качестве обучающего и тестового наборов данных взят набор рукописных цифр MNIST.

Для формирования набора признаков из входного изображения, производится операция свертки входного тензора с каждым из фильтров. После того, как получены каналы для каждого из фильтров, матрицы объединяются в единый тензор. К параметрам сверточного слоя относятся:

- число признаков – количество фильтров, которые есть в слое;
- размер фильтров – высота и ширина тензора;
- шаг свертки – количество пикселей, на которое перемещается матрица фильтра по входному изображению.

Слои сети: слой пулинга (подвыборки), слой активации, полносвязный слой. Как и полносвязная нейронная обучающая сеть, свёрточная сеть обучается с помощью алгоритма обратного распространения ошибки. Сначала выполняется прямое распространение от первого слоя к последнему, после чего вычисляется ошибка на выходном слое и распространяется обратно. При этом на каждом слое вычисляются градиенты обучаемых параметров, которые в конце обратного распространения используются для обновления весов с помощью градиентного спуска.

Описание и обучение модели нейронной сети производилось с использованием языка программирования Python и библиотек машинного обучения Keras и Google TensorFlow. Реализация клиентского приложения пополнена на языке программирования высокого уровня Microsoft Visual C#.

Приводятся результаты исследований. Формулируются выводы и озвучиваются перспективы развития алгоритмов распознавания объектов на изображениях.

Литература

1. Канунова Е.Е., Модина И.В. Алгоритмы восстановления слабоконтрастных изображений архивных текстовых документов // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2004. №9. С.45-55
2. Садыков С.С., Канунова Е.Е. Алгоритмы пороговой сегментации для устранения дефектов на изображениях архивных документов // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2004. №9-1. С.56-61
3. Канунова Е.Е. Методы и алгоритмы реставрации изображений архивных текстовых документов: монография / Е.Е. Канунова, А.А. Орлов, С.С.Садыков. – М.: Мир, 2006, 135 с.

Комкова С.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
savicheva.svetlana@gmail.com*

Исследования в области визуализации сетчатки глаза человека

Данная статья посвящена обзору современных исследований, которые проведены на данный момент в области обработки сетчатки глаза человека.

Визуализация сетчатки быстро развивается, и результаты недавно завершенных исследований быстро переводятся в клиническую практику. Большая часть активных исследований выходит за рамки этого обзора, но несколько активных направлений заслуживают хотя бы базового освещения. Наиболее важные из них:

1) Портативное экономичное устройство визуализации глазного дна.

Для раннего обнаружения и скрининга оптимальным местом для размещения камер глазного дна является место, где находятся пациенты: медицинские и семейные клиники, клиники быстрого реагирования в торговых центрах и т. д. Переход от пленочных изображений к цифровым изображениям глазного дна произвел революцию в области визуализации глазного дна и сделало возможным применение телемедицины. Современные камеры по-прежнему слишком громоздки, дороги и могут быть трудны для использования неподготовленным персоналом в местах, не имеющих опыта офтальмологической визуализации.

2) Функциональная визуализация.

Для пациента, также как и для врача, результат лечения болезни в основном связан с результирующей функцией органа, а не с его структурой. В офтальмологии текущие функциональные тесты в основном субъективны и зависят от пациента, например, оценка остроты зрения и использование периметрии, которые все являются психофизическими показателями. Среди недавно разработанных «объективных» методов представлена оксиметрия, которая представляет собой метод гиперспектральной визуализации, в котором отражательная способность используется для оценки концентрации оксигенированного и деоксигенированного гемоглобина в ткани сетчатки. Принцип, позволяющий ощущать такие различия, прост: деоксигенированный гемоглобин лучше отражает более длинные волны, чем оксигенированный гемоглобин.

3) Адаптивная оптика.

Благодаря эволюционным процессам человеческий глаз и сетчатка хорошо согласованы для оптимальной зрительной производительности. Оптические свойства нормального глаза приводят к тому, что ширина функции рассеяния точки приблизительно равна размеру фоторецептора. Поэтому невозможно получить изображение отдельных клеток или клеточной структуры с помощью стандартных камер глазного дна из-за абберраций в оптической системе человека. Адаптивная оптика использует механически активируемые зеркала для коррекции абберраций волнового фронта света, отраженного от сетчатки.

4) Длинноволновая ОКТ-визуализация.

Трехмерная ОКТ-визуализация в настоящее время является клиническим стандартом лечения ряда глазных заболеваний.

Литература

1. Комкова С.В. Предварительная обработка изображений сетчатки глаза // Естественные и технические науки. 2016, №6(96), С. 144-146.
2. Комкова С.В. Методика маркировки кровеносных сосудов на изображениях сетчатки глаза человека// Естественные и технические науки. 2019, №10, С. 250-252.

Мареев А.В., Орлов А.А.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: a.v.mareev@yandex.ru*

Разработка и исследование системы локализации маркировки железнодорожных колес в видеопотоке

В промышленном изготовлении товаров из-за длительного производственного цикла и множества процессов транспортировки материалов и изделий необходимо идентифицировать маркированную информацию на каждом этапе для управления запасами и логистики. Например, для контроля движения металлургической продукции существует множество специализированных на данный материал методов маркировки. В данной работе рассматривается разработка и исследование системы локализации маркировки железнодорожных колес.

В соответствии с ГОСТ 10791–2011 «КОЛЕСА ЦЕЛЬНОКАТАНЫЕ» на железнодорожное колесо маркировку наносят методом горячего тиснения, радиально по ободу колеса.

В разрабатываемой системе для локализации маркировки анализируется видеопоток, получаемый с цифровой камеры, включающий динамическую сцену конвейера с перемещающимися железнодорожными колесами. Цифровая камера устанавливается над производственным конвейером, в поле зрения которой помещается исследуемый объект.

Локализация маркировки в видеопотоке затруднена наличием помех, таких как: недостаточная освещенность объекта интереса (маркировки) или колеса, блики, перекрытие объекта интереса другим, выход объекта интереса из области съёмки. Учитывая данные особенности, предлагается реализовать локализацию маркировки железнодорожного колеса на основе алгоритма описанного в [1]. Результатом работы алгоритма является набор распознанных символов маркировки железнодорожного колеса.

Для описанного алгоритма локализации маркировки в видеопотоке были произведены исследования, учитывая особенности размещения видеокамеры над производственным конвейером. Определены ограничения условий съёмки, используя набор разноразмерных изображений железнодорожных колес. Проведены экспериментальные исследования для определения пороговых значений параметров алгоритма локализации маркировки, при которых целесообразно распознавание маркировки.

На основе полученных результатов было разработано программное обеспечение (ПО), реализующее работу данного алгоритма. Для начала работы ПО настраиваются параметры фильтрации изображений, получаемых из видеопотока, и требуемого размера железнодорожных колес. После настройки параметров при появлении на изображении железнодорожного колеса требуемого размера ПО определяет обнаруженный эллипс, описывающий обод колеса. Далее преобразуется изображение обода колеса на основании параметров обнаруженного эллипса. На преобразованном изображении обода колеса осуществляется выделение областей, содержащих текст. Результатом работы ПО является набор символов (текст маркировки), полученный после обработки программой Tesseract локализованного изображения маркировки.

Литература

1. Мареев А.В. Алгоритм локализации маркировки железнодорожных колес в видеопотоке // XIII Всероссийские научные Зворыкинские чтения: сб. тез. докл. Всероссийской межвузовской научной конференции. 2021. с. 541-542.

Подгорнова Ю.А.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23*

Анализ текстурных признаков при разработке алгоритма распознавания заболеваний молочной железы по маммограммам

Маммография является одним из самых распространенных способов диагностики заболеваний молочной железы[1]. Однако не всегда на маммографических снимках можно точно определить диагноз и назначить правильное лечение пациенту.

Для повышения точности постановки корректного диагноза используются компьютерные системы[2] для распознавания заболеваний молочной железы на маммографических снимках.

Для того, чтобы проанализировать, какие признаки наиболее эффективны для распознавания, необходимо протестировать их на большом количестве маммографических снимков.

Целью данной работы является анализ признаков, используемых при распознавании кисты молочной железы на маммограммах.

Рассмотрим признаки, которые могут быть использованы для распознавания новообразований на изображении:

- 1) Гистограммные признаки первого порядка[3];
- 2) Статистические признаки Харалика второго порядка[4].

Методы отбора признаков обычно делят на 4 категории: фильтры, обёртки, встроенные и гибридные.

1) При таком подходе оценивается важность признаков только на основе свойственных им характеристик, без привлечения алгоритмов обучения. Эти методы работают быстрее и требуют меньше вычислительных ресурсов по сравнению с методами «обертками». Если для моделирования статистической корреляции между признаками не хватает объема данных, тогда фильтры могут давать результаты хуже, чем обёртки. В отличие от обёрток, такие методы менее склонны к переобучению. Они широко используются для работы с данными высокой размерности, когда методы обертки требуют слишком больших вычислительных мощностей.

2) При таком подходе оценивается эффективность подмножества признаков, учитывая финальный результат примененного алгоритма обучения (например, каков прирост точности при решении задачи классификации). В этой комбинации поисковой стратегии и моделирования может использоваться любой алгоритм обучения.

3) К группе встроенных методов относятся алгоритмы, которые одновременно обучают модель и отбирают признаки. Обычно это реализуют с помощью l_1 -регуляризатора (sparsity regularizer) или условия, которое ограничивает некоторые признаки.

- 4) Гибридные методы объединяют в себе симбиоз первых трёх категорий.

Было принято решение отбирать признаки средствами корреляционного анализа. Главными задачами корреляционного анализа являются выявление зависимости или сходства между какими-либо сигналами. Найденные в ходе анализа признаки, которые наиболее не коррелируют между собой, будут использованы для классификации изображения.

На основе полученных значений для классификации изображений были отобраны такие признаки как: среднее значение, эксцесс для классификации маммограмм с доброкачественными новообразованиями и сумма энтропий, разница дисперсий для классификации маммограмм со злокачественными новообразованиями.

Литература

1 Садыков С.С., Буланова Ю.А., Захарова Е.А. Алгоритм выделения области кисты на малоконтрастных маммограммах // Информационные технологии. 2013. № 8. С. 53-57.

2 Буланова Ю.А. Экспертно-аналитическая система обработки и анализа маммограмм // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2014. № 1 (25). С. 092-102.

3 Чабан Л.Н. Методы и алгоритмы распознавания образов в автоматизированном дешифрировании данных дистанционного зондирования: учебное пособие. – М.: миигаик, 2016, – 94 с.

4 Haralick R. M. Textural Features for Image Classification / R. M. Haralick, K. Shanmugan, I. Dinstein. //IEEE Transactions on systems, man and cybernetics, volume SMC-3. – IEEE, 1979 – №6. – P. 610-621. – ISSN 0018-9472

Рыжкова М.Н., Платонова А.С.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
e-mail: masmash@mail.ru*

EdTech – новое слово в образовании?

EdTech - education technology – индустрия цифровых образовательных технологий, наиболее активно начала развиваться в 2020-21 годах. По данным бизнес-ресурсов уже сегодня объем мирового рынка EdTech насчитывает более 200 млрд долларов. И объем его только начинает расти. Уже сегодня на российском рынке функционируют более 250 крупных компаний, специализирующихся на образовательных услугах и развитии образовательных проектов [1].

Основные направления развития мировой индустрии EdTech:

- индивидуализация образования, которая подразумевает развитие персонального образовательного контента, разработка которого основана на применении технологий искусственного интеллекта и машинного обучения,
- развитие различных форматов обучения, в том числе мобильного обучения, проектного обучения, а также различных форматов взаимодействия пользователя с обучающим контентом и пользователей между собой,
- повышение мотивации к обучению, в том числе за счет расширения спектра образовательных услуг.

Необходимо заметить, что сегодня сфера цифровых образовательных услуг развивается за счет профессиональных компаний разработчиков, которые включают в себя не только педагогов и программистов. На сегодняшний день теоретический и практический материал недостаточно представить в виде текстового материала на цифровом носителе или перенести на интернет-платформу. Большая конкуренция в сфере EdTech подразумевает необходимость разработки уникальных образовательных методик, которые не могут быть реализованы в оффлайн-обучении. Обучаемого необходимо заинтересовать конкретным обучающим продуктом, при этом система обучения должна выдерживать жесткую конкуренцию со стороны развлекательных ресурсов и социальных сетей. Поэтому в первую очередь сегодня разработчики образовательных ресурсов – это специалисты в области машинного обучения, моделирования и прогнозирования, искусственного интеллекта, в области разработки игрового программного обеспечения.

Современные образовательные платформы – это совокупность теоретического материала, представленного в различных форматах, в том числе аудио и видео, практических заданий в игровой форме, проектных и case-технологий.

Конечно, индустрия EdTech не зародилась в последние годы, вот уже более 30 лет отдельные проекты разрабатывались как крупными компаниями, так и исследователями-энтузиастами, педагогами и коллаборациями ученых. Однако спрос на дистанционные образовательные технологии в период пандемии вывел образовательные платформы на новый уровень развития, вызвав заинтересованность со стороны государства и частных инвесторов.

Литература

1. EdTech — карта российского рынка. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://rb.ru/edtech/> (дата обращения 3.01.2021).

Смолина Н.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
smolinanv@bk.ru*

Онлайн образование в условиях пандемии

Наиболее обсуждаемой темой в последнее время стало дистанционное образование, связанное с появлением новой коронавирусной инфекцией и обострением эпидемиологической обстановки в зависимости от «волн» COVID-19. Резкий переход к полному онлайн обучению в вузах стал возможным благодаря накопленному опыту использования дистанционных технологий, изначально планировавшихся в дополнение к традиционному способу обучения, но не заменяя основных методов.

Основные виды дистанционного обучения:

1. Асинхронный режим: деятельность преподавателя и студента разделена по времени. Материалы для учебы преподаватель готовит заранее и размещает на информационно-образовательной платформе, а студент самостоятельно выбирает время для ознакомления с материалом. Используется электронная почта, форумы для обсуждения вопросов.

2. Синхронный режим: деятельность преподавателя и студента проходит в режиме реального по времени, строго по расписанию занятий (лекции, практические занятия или лабораторные работы) с использованием дистанционных технологий, т.е. традиционное обучение реализуется в Internet-среде. Синхронный режим возможен на различных платформах.

3. Смешанный режим: это различные комбинации первых двух видов дистанционного обучения, причем может быть применен как на примере отдельной дисциплины, либо на примере учебного плана направления подготовки, когда часть дисциплин проходит в асинхронном режиме, другая часть - в синхронном. Например, лекции выложены заранее в видео-формате, а практические занятия проходят как контактное удаленное обучение.

При всех имеющихся «плюсах» дистанционного обучения имеется один существенный «минус». Отсутствие живого общения участников образовательного процесса невозможно обеспечить при самом лучшем онлайн обучении, а важной ролью высшего образования является не только формирование у студентов системы научных знаний и умение применять их в разных сферах, но и всестороннее развитие личности студентов.

Литература

1. Галиханов М.Ф., Хасанова Г.Ф. Подготовка преподавателей к онлайн-обучению: роли, компетенции, содержание// Высшее образование в России. 2019, т.2, с.51-62.

2. Гафуров И.Р., Ибрагимов Г.И. Трансформация обучения в высшей школе во время пандемии: болевые точки// Высшее образование в России. 2020, т.29, №10, с. 101-112.

Шарапова Е.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: sharapovamivlgu@gmail.com*

Оценка качества работы сервисов проверки оригинальности текстов

При разработке системы проверки оригинальности текстов Автор.НЕТ [1, 2] возникла задача оценки качества ее работы и сравнения результатов работы с существующими системами.

Для оценки качества определения полных дубликатов системами проверки оригинальности текстов был сформирован тестовый набор. В него вошли русскоязычные тексты с Wikipedia.org. Тексты никак не модифицировались. Таким образом, оригинальность текстов из тестового набора составляла 0 %. Результаты проверки различными системами приведены в табл.1.

Как можно заметить, большинство систем оценило оригинальность от 0 до 1%. Разница вызвана, видимо, особенностями реализации различных систем и способами подсчета оригинальности (по символам, по словам). Система Be1.ru показала оригинальность менее 10%. Вероятно, такая выдача результата заложена в алгоритм системы. Система Etxt.ru показала оригинальность 19%, необоснованно признав некоторые куски текста за уникальные.

Таблица 1. Поиск полных дубликатов

| Система | Оригинальность, % | |
|-------------------------|-------------------|---------|
| | Wikipedia.org | Новости |
| Антиплагиат | 0,19 | 74,32 |
| Text.ru | 0,45 | 2,36 |
| Content-watch.ru | 1 | 33,2 |
| Pr-cy.ru/unique/ | 2 | 10 |
| Advego.com/antiplagiat/ | 0 | 4 |
| Advego Plagiatus 3 | 0 | 4 |
| Etxt.ru | 19 | 52 |
| AntiPlagiarism.NET | 0 | 3 |
| Text.Rucont.ru | 0 | 100 |
| Be1.ru | 10 | 22 |
| Miralinks.ru | 1 | 33 |
| Exactus.ru | 0 | 100 |
| Автор.НЕТ | 0 | 2,9 |

Таким образом, подавляющее большинство систем уверенно справились с задачей поиска неоригинальных текстов. Учитывая, что все рассмотренные системы проверки по собственной базе работ индексируют – результаты получились хорошие.

Далее, мы взяли свежие сообщения с новостных сайтов. В данном случае, новостные сообщения не попали в базы работ систем Антиплагиат, Text.Rucont.ru и Exactus.ru. Как следствие, Антиплагиат определил оригинальность документов как 74,32%, а Text.Rucont.ru и Exactus.ru – как 100%. Достаточно слабые результаты показала система Etxt.ru, определив оригинальность новостных сообщений как 52%. Лучшие результаты показали AntiPlagiarism.NET, Advego Plagiatus 3, Advego.com/antiplagiat/ и Text.ru менее 4%.

Таким образом, использование только внутренней базы работ без поиска в сети Интернет делает системы Антиплагиат, Text.Rucont.ru и Exactus.ru малопригодными для оценки оригинальности текстов любой тематики и «свежести» написания. В более ранних исследованиях была выявлена неспособность системы Антиплагиат находить ряд дубликатов текстов, опубликованных в местной прессе и региональных сайтах [3, 4].

Система Автор.НЕТ правильно определила оригинальность текстов, взятых из Wikipedia.org как 0, а новостей 2,9, немного уступив лидеру Text.ru.

Для оценки поиска нечетких дубликатов был составлен текст, содержащий 50% оригинального текста и 50% взятого с Wikipedia.org. Число слов и символов в каждом из указанных частей было одинаковым. Оригинальные и неоригинальные предложения были перемешаны между собой. Полученный таким образом текст был проанализирован различными системами проверки оригинальности (табл. 2). Результаты показали достаточно высокую точность всех систем. Наиболее близкие к 50% результаты показали системы Антиплагиат (50,25%) и Advego Plagiatus 3 (51%). Система Автор.НЕТ определила оригинальность в 50,5, что близко к лидеру – системе Антиплагиат.

Надо заметить, что разница в результатах оценки оригинальности может быть связана с особенностями подсчета процента совпадений разными системами. Так, при малом проценте совпадений системы могут округлять его до 0, а при большом – до 100%. Кроме того, сама методика подсчета совпадений в системах отличается – по словам, по символам, с учетом или без учета знаков препинания и стоп-слов. По этой причине, разницу в 1-2% вполне можно списать на особенности реализации той или иной системы.

Таблица 2. Поиск нечетких дубликатов

| Система | Оригинальность, % |
|-------------------------|-------------------|
| Антиплагиат | 50,25 |
| Text.ru | 48,16 |
| Content-watch.ru | 51,9 |
| Pr-cy.ru/unique/ | 48 |
| Advego.com/antiplagiat/ | 52 |
| Advego Plagiatus 3 | 51 |
| Etxt.ru | 53 |
| AntiPlagiarism.NET | 52 |
| Text.Rucont.ru | 48 |
| Be1.ru | 54 |
| Miralinks.ru | 52 |
| Exactus.ru | 48,02 |
| Автор.НЕТ | 50,5 |

Таким образом, точность работы системы Автор.НЕТ в большинстве случаев превосходит точность существующих систем, делая ее достойным конкурентом.

Литература

1. Шарапова Е.В., Шарапов Р.В. Система проверки текстов на заимствования из других источников // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции: XIII Всероссийская научная конференция «RCDL'2011». Воронеж, 19-22 октября 2011 г.: труды конференции – Воронеж: Издательско-полиграфический центр
2. Шарапова Е.В., Шарапов Р.В. Обнаружение нечетких дубликатов текстов в больших массивах информации // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XXI Международной конференции (3-6 сентября 2019 г. Самара, Россия). – Самара: ООО “Офорт”, 2019. Том 2. С. 335-339.
3. Шарапова Е.В. Исследование возможностей системы "Антиплагиат" для обнаружения заимствований // Перспективы науки и образования, 2013, № 3. – С. 215-219.
4. Шарапова Е.В., Шарапов Р.В. Исследование плагиата в работах студентов // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: По материалам ежегодной международной конференции «Диалог 2012» (Бекасово, 30 мая – 3 июня 2012 г). Вып. 11 (18). Том 1 – М: Изд-во РГГУ, 2012. – С. 578-586.

Штыков Р.А.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
ipmrroman@yandex.ru*

Мониторинг и управление инженерными сетями на основе нейросетей

В работе рассматриваются возможности использования алгоритмов самообучения на основе искусственных нейронных сетей в системах управления инженерными коммуникациями. Показано, что использование нейросетевых алгоритмов позволяет обеспечить не просто управление, но и реализовать стратегию оптимального предикативного (прогнозного) управления отпуском ресурсов на основе нелинейного моделирования режимов потреблен и с учетом поведения пользователей и прогноза изменения внешних факторов, что, в свою очередь, позволяет обеспечить минимизацию энергопотребления при одновременном обеспечении высокого уровня комфорта.

В отличие от традиционных коммерческих систем управления отпуском различных видов ресурсов, концепция управления на основе нейросетей основана на оптимизационных самообучающихся алгоритмах – минимизации затрат в течение фиксированного временного горизонта. Система управления инженерными коммуникациями обеспечивает оптимальные комфортные условия при минимизации потребления энергии с помощью алгоритма динамического программирования [1,2].

Еще одним преимуществом использования искусственных нейронных сетей является их способность решать задачи с избыточными параметрами: нейросетевые алгоритмы позволяют игнорировать избыточные данные, которые имеют минимальное значение и оказывают минимальное возмущающее воздействие.

Важным преимуществом является то обстоятельство, что за счет использования самообучающихся нейросетевых алгоритмов значительно сокращается время ввода контроллера в эксплуатацию.

Контроллер предназначен для управления системами инженерных коммуникаций, в котором для оптимального управления распределением ресурсов реализуются предикативные (прогнозирующие) и адаптивные алгоритмы.

Как и контроллеры традиционного типа, контроллер на основе нейронной сети сопряжен с различными датчиками и при этом контролируются основные показатели.

Кроме того, используется расходомер. Измерение расхода позволяют оценить количество ресурсов, передаваемых конечному потребителю.

Необходимость использования самообучающихся нейросетевых алгоритмов обусловлена в том числе и сложностью задачи математического моделирования режимов функционирования с достаточной степенью точности при минимальном использовании вычислительных ресурсов и максимальном быстродействии.

Контроллер содержит внешний контур управления, рассчитывающий оптимальную потребную мощность потребителя для следующего временного шага, и каскадный внутренний контур управления, функцией которого является стабилизация давлений.

Контроллер имеет модульную структуру. Различные модули контроллера реализуют следующие функции. 1) Модуль, описывающий потребителя, моделирует режим потребления. Используя прогноз изменения характеристик наружных факторов), данные о текущем режиме потребления, текущей мощности инженерных системы, прогнозируется характер изменения режима потребления на определенном фиксированном временном интервале; климатический модуль. Посредством непрерывного измерения температуры наружного воздуха и интенсивности солнечной радиации климатический модуль прогнозирует изменение температуры наружного воздуха и интенсивности солнечной радиации на определенном фиксированном временном интервале;

2) Модуль оптимального управления. Реализует алгоритм динамического программирования, оптимизируя «функцию затрат» на поддержание комфортных условий для пользователя при минимальных затратах энергии в определенном фиксированном временном интервале;

3) Модуль управляющего воздействия. Обеспечивает интерфейс алгоритма оптимального управления и систем задвижек. Осуществляется управление смесительными клапанами и задвижками.

Инновационный характер концепции оптимального предиктивного управления на основе использования самообучающихся нейросетевых алгоритмов не только обеспечивает оптимизацию эксплуатационных затрат, но и позволяет снизить затраты и трудоемкость ввода в эксплуатацию. При вводе контроллера в эксплуатацию требуется ввод (инициализация) ограниченного набора сервисных параметров. Необходимое воздействие пользователя ограничивается определением желаемого значения температуры в помещении и графика использования помещения. Функции самообучения алгоритма управления не требуют дополнительного определения или адаптации параметров при запуске в эксплуатацию или в качестве мер технического обслуживания. Контроллер адаптирует и оптимизирует параметры модели здания и модели климата посредством процедур самообучения на основе непрерывного измерения требуемых параметров непосредственно во время работы.

Даже в случае неоптимальной настройки внутренних параметров контроллера при его вводе в эксплуатацию они будут скорректированы за счет самообучения непосредственно во время работы. Испытания на реальных объектах и обширные имитационные исследования показали, что оптимальная работа контроллера распределения может быть достигнута в трехнедельный интервал.

Алгоритм оптимального управления направлен на оптимизацию комфорта и энергопотребления в течение фиксированного временного интервала. Оптимизация осуществляется за счет минимизации «функции затрат» с учетом обоих параметров.

Модуль оптимального управления в качестве входных параметров получает прогнозы от модулей, описывающих здание и наружный климат. Эти прогнозные данные используются для выработки оптимальной последовательности команд управления распределением энергоресурсов в течение заданного временного интервала.

На каждом временном шаге в модуле оптимального управления обрабатываются следующие входные сигналы: текущее значение температуры воздуха в помещении; предыдущее значение температуры воздуха в помещении; прогноз (профиль) энерго ресурсов с солнечной радиацией через светопрозрачные ограждающие конструкции в течение фиксированного временного интервала; прогноз (профиль) температуры наружного воздуха в течение фиксированного временного интервала времени).

На каждом следующем временном шаге оптимальным управляющим воздействием является команда, которая минимизирует «функцию стоимости». Математическое выражение «функции стоимости», используемой для алгоритма оптимального управления, представлено следующим образом:

Два показателя в правой части выражения функции стоимости соответствуют потреблению энергоресурсов к комфорту, который испытывает «средний пользователь». Данный комфорт выражается отклонением от оптимального значения прогнозируемой средней оценки по Фангеру по семибалльной шкале [3].

Для учета присутствия пользователя коэффициент устанавливается равным 1, когда пользователь присутствует в помещении, и равным 0, когда пользователь отсутствует. В последнем случае нет необходимости обеспечивать энерго-комфорт, и единственные затраты на оптимизацию – это потребление энергии.

Расчет оптимальной мощности подачи осуществляется в соответствии с алгоритмом динамического программирования. Этот метод позволяет найти глобальный минимум функции стоимости, но требует большой вычислительной мощности. Поэтому необходимо найти баланс между подробной дискретизацией переменных, описывающих, например температуру воздуха в помещении или мощность натопа и техническими ограничениями машинных вычислений (вычислительной мощности), которые не позволяют пересчитать оптимальное управляющее воздействие на каждом временном шаге.

Литература

- [1] Бродач М. М., Шилкин Н. В. Нейросети: возможности использования алгоритмов самообучения в системах управления теплоэнергопотреблением зданий // АВОК. – 2019. – № 4. – С. 40–44.
- [2] Бродач М. М., Шилкин Н. В. Оптимизация управления отпуском тепловой энергии с использованием искусственных нейросетей // АВОК. – 2019. – № 5. – С. 38–41.
- [3] Krauss J., Bauer M., Bichsel J., Morel N. Energy and HVAC: NEUROBAT – a Self-Commissioned Heating Control System Using Neural Networks / In book: Sensors in Intelligent Buildings. – Vol. 2. – P. 63–83.

Щаников С.А.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: seach@inbox.ru*

Перспективы создания аналоговых систем машинного зрения

В настоящее время системы машинного зрения строятся по классическому принципу создания систем обработки данных, в которых центральный элемент является вычислителем с архитектурой фон Неймана с разделенными арифметико-логическим устройством и памятью, а фотосенсор с аналогово-цифровыми преобразователями являются устройствами ввода информации. В процессе работы такой системы фиксируемый образ сцены проходит оцифровку, кодирование, программную предобработку, обработку с помощью модели машинного обучения, что сопряжено с хранением большого количества данных самой модели, огромным числом запросов к памяти в процессе эмулирования работы модели на процессорах с последовательными принципами функционирования (хоть и многоядерными), а соответственно высокой сложностью и значительным энергопотреблением, что является критически важным при создании бионических протезов глаз, бортовых систем распознавания образов, машинного зрения в робототехнике.

Информация о сцене из окружающего мира представлена в аналоговом виде и через фотосенсор подается в систему обработки изображений. Поскольку конечной целью работы системы машинного зрения является не сама фиксация изображения сцены, а получение информации о том, какие объекты находятся в поле зрения, то можно отойти от традиционной архитектуры «фотоаппарат с функцией распознавания» и применять более оптимальные варианты. Мемристорные устройства [1] позволяют создавать нейроморфные системы [2,3], в которых вся обработка происходит в аналоговом виде, поэтому предлагается исключить операции аналогово-цифровых и цифро-аналоговых преобразований в системах машинного зрения. В частности, сигналы с фотосенсора можно без оцифровки подавать на нейроморфное вычислительное устройство, в котором проводимости мемристоров будут формировать саму модель обработки визуальной информации и одновременно выполнять эту обработку (in-sensor computing). В след за этим теряется необходимость в использовании программных алгоритмов и взаимодействия с памятью для загрузки параметров модели и хранения промежуточных результатов.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда (проект №21-71-00136).

Литература

1. Chua L. Memristor-the missing circuit element //IEEE Transactions on circuit theory. – 1971. – Т. 18. – №. 5. – С. 507-519.
2. Shchanikov S. et al. Designing a bidirectional, adaptive neural interface incorporating machine learning capabilities and memristor-enhanced hardware //Chaos, Solitons & Fractals. – 2021. – Т. 142. – С. 110504.
3. Surazhevsky I. A. et al. Noise-assisted persistence and recovery of memory state in a memristive spiking neuromorphic network //Chaos, Solitons & Fractals. – 2021. – Т. 146. – С. 110890.

Щаников С.А., Данилин С.Н.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: seach@inbox.ru*

Особенности аппаратной реализации нейроморфных систем на базе мемристовых устройств

В настоящее время все мировые лидеры в области разработки и производства вычислительных средств ведут масштабные работы по созданию систем искусственного интеллекта (ИИ), которые позволят вывести существующую информационно-коммуникационную инфраструктуру гражданского, производственного и оборонного назначения на принципиально более высокий уровень функционирования [1,2]. Технические средства, используемые для программно-аппаратного увеличения быстродействия систем ИИ относительно универсальных вычислителей, в научно-техническом сообществе получили название «ускоритель ИИ (с англ. AI-accelerator)».

По своим особенностям функционирования и техническим характеристикам мемристоры являются наиболее перспективным кандидатом на роль основного электронного компонента современных ускорителей ИИ [3]. Как показывает анализ публикаций [4,5], содержащих результаты тестирования искусственных нейронных сетей и нейроморфных систем на базе мемристоров, применение данных электронных устройств позволяет значительно повысить быстродействие и снизить энергопотребление при аппаратной реализации интеллектуальных алгоритмов обработки данных.

В данном докладе рассмотрены варианты схем аппаратной реализации компонентов ускорителей ИИ, приведены их сравнительные характеристики, представлен собственный вариант схемотехнического решения, обладающий значительными преимуществами по основным показателям перед известными реализациями. Работа выполнена при поддержке Субсидии Министерства науки и высшего образования РФ (проект №13.2251.21.0098, соглашение №075-15- 2021-1017).

Литература

1. Указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72738946/>
2. Новые области применения искусственного интеллекта // Экспресс-информация по зарубежной электронной технике. Выпуск 9 (6733) от 6 мая 2021 г. С. 3-8.
2. Борданов И.А., Щаников С.А., Данилин С.Н. Современное состояние в области аппаратной реализации искусственных нейронных сетей на базе мемристоров // Телекоммуникации. 2020. № 8. С. 35-48.
4. Искусственный интеллект и нейроморфные вычисления// Экспресс-информация по зарубежной электронной технике. Выпуск 9 (6733) от 6 мая 2021 г. С.10-15.
5. A comprehensive review on emerging artificial neuromorphic devices / J. Zhu, T. Zhang, Y. Yang, R. Huang // Applied Physics Reviews. – 2020. – Vol. 7. – P. 011312.