

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

УДК 004.932.2

Козак
Артём Владимирович

Применение методов машинного обучения в системе образования

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание степени
магистра информатики и вычислительной техники

по специальности 1-40 81 04 – Обработка больших объемов информации

Научный руководитель
Теслюк В.Н.
к. физ.-мат. н., доцент

Минск 2020

Работа выполнена на кафедре информатики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Научный руководитель: **ТЕСЛЮК Владимир Николаевич**,
кандидат физико-математических наук, доцент
кафедры информатики учреждения образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Рецензент: **ШЕШОЛКО Владимир Константинович**,
кандидат физико-математических наук, доцент
кафедры управления информационными
ресурсами учреждения образования «Академия
управления при Президенте РБ»

Защита диссертации состоится «23» июня 2020 г. года в 10⁰⁰ часов на заседании Государственной экзаменационной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, Минск, ул. Гикало, 9, копр. 4, ауд. 112, тел. 293-85-91, e-mail: inform@bsuir.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация любого процесса, на сегодняшний день, становится требованием для обеспечения эффективной и качественной работы такого процесса. Автоматизация наиболее доступное, а иногда и единственное средство быстрого повышения эффективности, снижения себестоимости и повышения качества получаемого результата.

Сегодня сложно представить такую область деятельности, в которой бы не использовались искусственный интеллект и машинное обучение, позволяющие упростить часть выполняемой человеком работы. К таким сферам можно отнести – медицину, образование, бизнес, науку, в различных её проявлениях, развлечения, борьба с преступностью, решение многочисленных бытовых вопросов. В будущем подобных разработок станет еще больше, и использоваться они, наверняка, будут повсеместно. Таким образом, уже в будущем применение искусственного интеллекта качественно преобразит практически все сферы нашей жизни, что уже происходит и сейчас.

По мнению многих экспертов, совсем скоро технологии искусственного интеллекта станут незаменимым и важнейшим элементом в системе образования. Уже сейчас машинный интеллект позволяет педагогам существенно повысить качество образовательного процесса.

Благодаря машинному обучению и искусственному интеллекту стало возможным раскрывать сложные и разнообразные закономерности и ассоциации между различными компонентами той или иной области знаний, которые не могут быть представлены в виде простых математических уравнений. Например, нейронные сети представляют закономерности в данных как огромное количество взаимосвязанных нейронов, подобно человеческому мозгу. Это позволяет системам машинного обучения подходить к решению сложных проблем так же, как человек, тщательно взвешивая различные факторы для принятия обоснованных выводов. Однако, они не похожи на одного человека, эти системы могут одновременно анализировать и быстро обрабатывать почти безграничное число входных сигналов. Таким образом, такие системы могут повысить эффективность диагностики и принятия решений в любой развивающейся сфере и стать незаменимым инструментом.

Целью диссертационной работы является исследование различных подходов и впоследствии решение задачи автоматизации процесса контроля знаний студентов во время образовательного процесса.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель и задачи исследования

В диссертационной работе исследуются подходы применения алгоритмов машинного обучения (а именно нейросетевых архитектур) для задачи обработки изображений. В работе показано как можно автоматизировать процессы, происходящие в реальной жизни, а именно в системе образования, что позволяет улучшить качество образования и повысить эффективность выполнения основных функций системы образования в целом.

Целью диссертационной работы является автоматизация процесса контроля знаний в образовательном процессе, разработка алгоритмов и программного средства для генерации вариантов заданий контроля знаний методом расширенного тестирования, обработка (проверка) работ без участия преподавателя или с минимальным его участием (то есть автоматизация процесса проверки). Подходы к автоматизации контроля знаний уже применяются в Республике Беларусь, однако этот подход очень трудоёмок, ресурсоёмок, не универсальный, тяжело внедряем во все уровни образовательного процесса и, таким образом, мало эффективен с точки зрения затраты сил и получаемого результат.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать алгоритм генерации заданий.
2. Разработать архитектуру программной системы автоматизированной проверки бланков ответов студентов.
3. Разработать методы и алгоритмы обработки изображений заполненных бланков ответов.
4. Провести апробацию разработанной системы.

Объектом исследования являются разработка системы контроля знаний обучающихся.

Предметом исследования является подходы и методы обнаружения и распознавания объектов на изображении с использованием методов машинного обучения, методы обработки изображений.

Область исследования

Содержание диссертации соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) ОСВО 1-40 81 04-2020 специальности 1-40 81 04 – «Обработка больших объемов информации».

Теоретическая и методологическая основа исследования

В основу диссертационной работы легли работы зарубежных ученых в области анализа изображений, а также анализ онлайн-сервисов и технической документации по рассматриваемой тематике.

Информационная база исследования сформирована на основе литературы, открытой информации, технических нормативно-правовых актов, сведений из электронных ресурсов, а также материалов научных конференций и семинаров.

Научная новизна

Научная новизна и значимость полученных результатов работы заключается в разработке алгоритмов, способных по фотографии документа (заполненного бланка ответов) извлекать интересующую нас информацию, тем самым автоматизировать процесс контроля знаний.

Теоретическая значимость работы заключается в детальном анализе существующих алгоритмов обработки изображений с использованием нейросетевых подходов.

Практическая значимость диссертации заключается в разработке системы для обработки изображений.

Апробация результатов диссертации

Основные положения диссертационной работы докладывались на 56 научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.

Разработанная система в рамках диссертационной работы была апробирована и внедрена в учебный процесс Белорусского Государственного университета и Белорусского Государственного Университета Информатики и Радиоэлектроники на специальности 1-40 04 01 Информатика и технологии программирования в 2019-2020 учебном году в курс «Математическое моделирование» для проведения промежуточных контролей знаний студентов.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 3 печатных работ, из них 3 работы в сборнике научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, списка использованных источников, списка публикаций автора.

В первой главе представлен анализ предметной области, выявлены основные существующие проблемы в рамках тематики исследования, показаны направления их решения.

Вторая глава посвящена формальному описанию постановки задачи, ее описание и декомпозиция.

В третьей главе приведены исследуемые подходы к решению, поставленной задачи и принципы построения нейронных сетей и сверточных нейронных сетей, а также их преимущества в анализе изображений, а также рассматриваются детали реализации системы.

В четвертой главе описывается работа готовой системы, результаты внедрения и апробации.

Общий объем работы составляет 84 страниц, из которых основного текста – 64 страниц, 33 рисунка на 26 страницах, 4 таблицы на 4 страницах, список использованных источников из 30 наименований на 2 страницах и 1 приложение на 12 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** рассмотрен проблематика автоматизации современных процессов, применимость машинного обучения в системе образования, а также поставлена цель диссертационной работы.

В **общей характеристике работы** сформулированы цели и задачи диссертации, обозначена область исследований, научная и практическая значимость. Приведено количество опубликованных работ по теме диссертации, а также описана ее структура.

В **первой** главе были рассмотрены теоретические сведения, которые помогают понять предметную область, без знания которых невозможно приступить к построению систем высокого качества. Основное внимание было уделено:

- Понятию системы образования.
- Целям, задачам и функциям системы образования.
- Образовательному процессу.
- Основам контроля знаний в образовательном процессе.
- Системам оценивания.

Важным моментом этой главы является выделение основных функций контроля знаний в образовательном процессе и методы их реализации. Все это позволяет понять и сформулировать основные проблемы контроля знаний.

По итогам изучения и рассмотрения предметной области в главе приводится описание основной проблематики, которую решаем в рамках диссертационной работы.

Во **второй** главе приводится описание решаемой задачи, ее формальное описание и декомпозиция на самостоятельные части.

В результате рассмотрения поставленной задачи, задача разработки системы контроля знаний может быть разделена на следующие подзадачи:

- задача генерации вариантов заданий по имеющейся базе заданий-вопросов;
- задача обработки изображения (фотографии заполненного бланка ответов) и выделения из него необходимой информации (полная цифровизация бланка ответов);
- задача реализации алгоритма оценивания (выставления отметок) проверенным бланкам ответов.

Задача генерации вариантов состоит в том, чтобы реализовать такой алгоритм A , который на вход получает множество всех вопросов, а на выходе – сгруппированные по вариантам вопросы.

Задача обработки изображения и извлечения информации заключается в построении алгоритма, который бы по входному изображению выдал бы результат выполнения варианта задания студента, то есть кто выполнил, какую работу, какие ответы дал и т.д.

Задача реализации алгоритма оценивания – это поиск оптимального и наиболее объективного алгоритма оценивания выполнения заданий: как оценивать правильный ответ, как неправильный и как учитывать сложность задания, если она заранее не задана.

В **третьей** главе рассмотрены различные подходы к решению поставленной задачи, методы их реализации и результаты тестирования этих подходов.

В ходе изучения различных подходов к решению поставленной задачи и их реализации были достигнуты следующие результаты:

- на первой итерации был организован сбор обучающей выборки;
- были изучены методы применения классических нейросетевых моделей;
- были изучены методы решения задачи локализации объектов;
- была реализована модель распознавания рукописных символов.

Также в главе рассмотрена краткая характеристика используемых технологий с обоснованием выбора. Для разработки системы был выбран язык Python. Выбор в сторону этого языка встал по причине его простоты. На нём можно очень сложную логику выразить всего в несколько строк кода. Но главным преимуществом выбора именно этого языка является богатство библиотек для обработки данных и фреймворков с готовыми алгоритмами машинного и глубокого обучения. Так, в Keras, можно всего за несколько минут написать код модели нейронной сети и ее обучения. Ещё Python лучшего всего подходит для развертывания обученных моделей, по сравнению, например, с Matlab.

В **четвертой** приводятся итоговая архитектура системы, решающая поставленную задачу, результаты ее внедрения и апробации в реальных условиях, а именно в образовательном процесса высшего учебного заведения.

По результатам апробации система показала свою работоспособность. За время внедрения (и использования) можно отметить следующие:

- система работает с почти, наверное, идеальным качеством;
- система отказоустойчивая;
- система ускоряет процесс контроля знаний более чем в 5 раз;
- система улучшает качество образовательного процесса, посредством быстрой возможности анализа результатов контроля знаний и быстрого реагирования на потенциальные проблемы;
- система удобна в использовании;
- система не требует специфического или дополнительного оборудования, достаточно современного смартфона с камерой;
- система легко внедряется в любой образовательный процесс;
- система гибка, что позволяет менять формат бланка и т.д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе были затронуты темы классификации, детекции изображений с использованием алгоритмов глубокого обучения (а именно нейросетевой подход) и определенная прикладная задача: автоматизация контроля знаний в образовательном процессе, обработка изображения заполненного бланка и извлечение полезной информации из него.

Основные научные результаты диссертации

1. Предложена архитектура программной системы для решения основных проблем контроля знаний (объективность и целесообразность), позволяющая не только упростить процесс контроля, но и автоматизировать процесс проверки и оценивания работ, что повышает качество и эффективность образовательного процесса в целом. Система позволит проводить анализ результатов контроля знаний в образовательном процессе, что позволяет предупреждать и быстро реагировать на потенциальные проблемы и модифицировать образовательный процесс делая его более качественным и эффективным.

2. Предложен алгоритм генерации различных вариантов задания для проведения контроля знаний по базе заданий, который позволяет упростить процесс подготовки к проведению контроля знаний в образовательном процессе. Основными преимуществами разработанного алгоритма являются его быстродействие и эффективность, что подтверждается проведенными экспериментами и внедрением.

3. Предложен алгоритм обработки заполненных бланков ответов для извлечения полезной информации, необходимой для дальнейшей проверки и оценивания знаний студента. Провелись исследования различных подходов к решению данной задачи и был предложен наиболее качественный алгоритм. Алгоритм был апробирован в реальном образовательном процессе в двух высших учреждениях образования Республики Беларусь и зарекомендовал себя с лучшей стороны. Во время апробации показал идеальное качество работы, а также отказоустойчивость, что позволяет использовать данную технологию на всех уровнях системы образования и всех учреждениях образования.

Рекомендации по практическому использованию результатов

1. Полученные результаты формируют теоретическую и практическую базу для разработки компьютерных систем для решения задач автоматизации контроля знаний любого образовательного процесса. Они могут быть использованы для модернизации и дальнейшего развития существующих систем.

2. Разработанные методы и алгоритмы используются (и были внедрены) в учебном процессе высшего учебного заведения в Республике Беларусь для проведения промежуточного контроля знаний студентов. Тем самым, давая возможность быстрого и эффективного внедрения в образовательный процесс любого учреждения образования. Система также может быть использована для проведения любого вида контроля знаний и легко адаптируется под почти любой формат проведения контроля знаний.

Библиотека БГУИР

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

1-А. Козак А.В. Байесовская оптимизация / А. В. Козак, Н. Ю. Сухов // Компьютерные системы и сети: 55-я юбилейная научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 22-26 апреля 2019 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2019. – С. 200-202.

2-А. Козак А.В. Object Detection для автоматизации обработки документов / А. В. Козак // Компьютерные системы и сети: 56-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов, Минск / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2020 (В печати).

3-А. Козак А.В. Распознавание лиц на изображениях плохого качества с использованием нейросетевых алгоритмов / А. В. Козак, Н. Ю. Сухов, Н. С. Латушкин // Компьютерные системы и сети: 56-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов, Минск / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2020 (В печати).