

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

УДК 004.512:611.84

Цецерский
Александр Сергеевич

Тренажер для глаз на основе машинного обучения

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-40 80 01 «Элементы и устройства вычислительной техники и
систем управления»

Научный руководитель
Ключеня Виталий Васильевич,
кандидат технических наук, доцент

Минск 2020

ВВЕДЕНИЕ

Технология, которая обещает принести огромные изменения в мир в ближайшие несколько лет, – это машинное обучение (МО). Машинное обучение является подразделом исследований в области искусственного интеллекта. МО представляет новую эру в разработке программного обеспечения, когда компьютеры, гаджеты и другие устройства больше не требуют специальных программных решений для выполнения задач. Вместо этого они могут собирать и анализировать информацию, которая необходима для того, чтобы делать соответствующие выводы и учиться во время выполнения программы.

Стремительное развитие мобильного машинного обучения стало ответом на ряд общих проблем, с которыми сталкивалось классическое машинное обучение. В классическом представлении, МО происходит на стороне сервера (облака). Облачные технологии опираются на центральные узлы (массивный центр обработки данных с большим объемом дискового пространства и вычислительной мощностью). И такой централизованный подход не располагает к быстрой обработке данных, необходимых для обеспечения бесперебойной работы мобильных устройств, использующих машинное обучение. Данные сначала должны отправиться на облако (сервер), сервер должен произвести определенные расчеты, и далее отправлять результат обратно на устройство. Это требует времени и денег, и при этом трудно гарантировать конфиденциальность передаваемых по сети данных.

Актуальность темы магистерской диссертации обусловлена необходимостью внедрения машинного обучения в существующий тренажер для глаз. Множество гаджетов в настоящее время предоставляют новые возможности в области науки, культуры, медиа, медицины и т.д. Поэтому возрастает роль мобильных средств и их наполнения – программных средств.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель и задачи исследования

Целью данной диссертации является дополнение существующей системы упражнений для глаз машинным обучением для улучшения юзабилити программного продукта и привлечения новых пользователей.

Задачами данного проекта являются:

- провести анализ научно-технической литературы по машинному обучению;
- провести анализ научно-технической литературы по использованию машинного обучения в программных продуктах для мобильных устройств;
- проанализировать целесообразность внедрения машинного обучения в существующую систему;
- разработать систему с машинным обучением для тренажера для глаз;
- провести испытание нововведения.

Структура диссертации

В первой главе рассматриваются машинное обучение как технология. Дается определение и описание основных терминов. Рассматриваются и сравниваются существующие решения в сфере мобильного машинного обучения.

Во второй главе дается описание структуры базы данных приложения, описывается серверное приложение и внедренный в него модуль машинного обучения. Также в этой главе рассматривается алгоритм исполнения машинного обучения.

В третьей главе проводятся испытания разработанных нововведений, анализируются результаты тестирования.

С помощью конечного продукта пользователь должен получать рекомендации по выполнению упражнений для глаз, используя свой смартфон на базе операционной системы Android. Приложение должно подстраивать свое поведение под особенности каждого конкретного пользователя.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Машинное обучение (МО) – класс методов искусственного интеллекта, характерной чертой которых является не прямое решение задачи, а обучение в процессе применения решений множества сходных задач. Для построения таких методов используются средства математической статистики, численных методов, методов оптимизации, теории вероятностей, теории графов, различные техники работы с данными в цифровой форме.

Различают два типа обучения:

- обучение по прецедентам, или индуктивное обучение, основано на выявлении эмпирических закономерностей в данных;
- дедуктивное обучение: предполагает формализацию знаний экспертов и их перенос в компьютер в виде базы знаний.

Дедуктивное обучение принято относить к области экспертных систем, поэтому термины машинное обучение и обучение по прецедентам можно считать синонимами.

В работе рассмотрен тип машинного обучения – обучение с учителем (supervised learning). Такой тип является наиболее распространенным. Каждый прецедент представляет собой пару «объект, ответ». Требуется найти функциональную зависимость ответов от описаний объектов и построить алгоритм, принимающий на входе описание объекта и выдающий на выходе ответ.

Программы МО получают огромное количество данных для обучения. Из обучения правила для определенной проблемы и накапливается опыт. С опытом, устройство становится способным принимать решение, когда у него на пути возникает новая проблема. Также, работая над новыми данными и проблемными ситуациями, он адаптируется к новым проблемам. Как и люди, он учится во время работы. Например, если нам нужно создать робота для игры в шахматы с использованием машинного обучения, мы не будем писать много условия if/else для принятия решения на каждом ходу, вместо этого мы будем скормить программе некоторые очень фундаментальные правила наряду со многими данными с предыдущих игр в шахматы. С этими данными он научится и в конечном итоге станет способен принимать решения о том, что делать дальше.

В данной работе для машинного обучения используется библиотека Weka для языка программирования Java. Weka представляет собой набор средств визуализации и алгоритмов для интеллектуального анализа данных и решения

задач прогнозирования, вместе с графической пользовательской оболочкой для доступа к ним. Weka позволяет выполнять такие задачи анализа данных, как подготовку данных (preprocessing), отбор признаков (англ. feature selection), кластеризацию, классификацию, регрессионный анализ и визуализацию результатов.

Приложение со встроенным МО располагается на виртуальном выделенном сервере от хостинг-провайдера Contabo. Виртуальный выделенный сервер эмулирует работу отдельного физического сервера. На одной машине может быть запущено множество виртуальных серверов. Помимо некоторых очевидных ограничений, каждый виртуальный сервер предоставляет полный и независимый контроль и управление, как предоставляет его обычный выделенный сервер.

Каждый виртуальный сервер имеет свои процессы, ресурсы, конфигурацию и отдельное администрирование. Обычно в качестве виртуального сервера используются свободно распространяемые версии операционных систем UNIX и GNU/Linux. Для эмуляции обычно используются технологии виртуальных машин.

Администратор-владелец виртуального сервера может устанавливать любые приложения, работать с файлами и выполнять любые другие задачи, возможные на отдельной машине.

В рамках диссертации было разработано серверное приложение, которое разворачивается и работает в контейнере веб-приложений Tomcat от Apache. Серверное приложение имеет интерфейс, представляющий собой REST API методы, вызываемые мобильными устройствами. Для удобства администрирования данных, была создана админпанель. Эта панель управления включает в себя 2 подпанели: модуль управления данными в базе данных (рисунок 1) и модуль обучения и предсказания данных (рисунок 2).

Админ панель - EyeExercises Server

Управление данными в БД

```

id: 877 | userAge: 17 | userGender: 1 | retriesCount: 1 | daysCount: 14 | hour: 0 | exercisesCode: 1100101000101
id: 878 | userAge: 47 | userGender: 2 | retriesCount: 2 | daysCount: 7 | hour: 23 | exercisesCode: 1011000111000
id: 879 | userAge: 60 | userGender: 1 | retriesCount: 2 | daysCount: 14 | hour: 23 | exercisesCode: 1101010010101101
id: 880 | userAge: 30 | userGender: 0 | retriesCount: 2 | daysCount: 14 | hour: 20 | exercisesCode: 1110010101010010
id: 881 | userAge: 25 | userGender: 2 | retriesCount: 3 | daysCount: 14 | hour: 6 | exercisesCode: 110110101100110
id: 882 | userAge: 54 | userGender: 1 | retriesCount: 1 | daysCount: 7 | hour: 13 | exercisesCode: 10110000011101
id: 883 | userAge: 53 | userGender: 1 | retriesCount: 1 | daysCount: 14 | hour: 1 | exercisesCode: 111100000101010
id: 884 | userAge: 58 | userGender: 1 | retriesCount: 3 | daysCount: 7 | hour: 13 | exercisesCode: 1011000001000011
id: 885 | userAge: 25 | userGender: 2 | retriesCount: 2 | daysCount: 7 | hour: 16 | exercisesCode: 1000000001100010
id: 886 | userAge: 14 | userGender: 0 | retriesCount: 1 | daysCount: 21 | hour: 15 | exercisesCode: 10010000100110
id: 887 | userAge: 76 | userGender: 2 | retriesCount: 2 | daysCount: 14 | hour: 15 | exercisesCode: 1101010000011000
id: 888 | userAge: 58 | userGender: 1 | retriesCount: 3 | daysCount: 14 | hour: 12 | exercisesCode: 1010010111100010
id: 889 | userAge: 70 | userGender: 0 | retriesCount: 3 | daysCount: 14 | hour: 13 | exercisesCode: 1000010111010001
id: 890 | userAge: 67 | userGender: 2 | retriesCount: 2 | daysCount: 14 | hour: 1 | exercisesCode: 1000111101010001
id: 891 | userAge: 79 | userGender: 0 | retriesCount: 2 | daysCount: 7 | hour: 1 | exercisesCode: 1010000010111110
id: 892 | userAge: 51 | userGender: 0 | retriesCount: 1 | daysCount: 14 | hour: 14 | exercisesCode: 101001011100110
id: 893 | userAge: 56 | userGender: 1 | retriesCount: 3 | daysCount: 14 | hour: 2 | exercisesCode: 1110110000000111

```

Возраст пользователя:
25

Пол:
N/A

Число повторений упражнений в день:
2

Продолжительность серии занятий:
7 дней

Номера выбранных упражнений:
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
 14 15 16

[Добавить запись](#)

[Получить все данные об упражнениях](#)

[Сгенерировать 20 записей в БД](#) (это займёт около 10 сек)

Рисунок 1 – Панель управления данными

Обучение и предсказание данных

Возраст пользователя:
40

Пол:
F

Число повторений упражнений в день:
3

Продолжительность серии занятий:
14 дней

Час дня: (время в часах от 0 до 23, на момент которых планируется выполнять упражнения)
19

Всего записей для обучения: 880
 Decimal prediction: 33423
 Binary prediction: 1000001010001111

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

[Предсказать данные по выбранным упражнениям](#)

Рисунок 2 – Панель работы с модулем машинного обучения

В панели управления данными можно просмотреть все данные от пользователей, которые используются для обучения на стороне сервера. Также в этой панели есть возможность симитировать работу клиентских приложений. Так, например, можно отправить собственные данные на основании выбранных возраста, пола, количества повторений упражнений в день, общего числа дней для занятий и набора активных упражнений. Также можно использовать кнопку «Сгенерировать 20 записей в БД» (см. рисунок 1), что позволит ускорить процесс добавления данных в базу – они будут сгенерированы автоматически с помощью рандомайзера по каждому из рассматриваемых параметров.

В панели работы с модулем машинного обучения можно предсказать данные по выбранным упражнениям. При этом необходимо указать все остальные

параметры, так как машинное обучение, реализованное в рамках данной диссертации, работает на основании линейного предсказания от разработчиков Weka. При таком предсказании неизвестным в наборе данных является лишь 1 параметр, остальные задаются пользователем (клиентом).

Результатом нажатия на кнопку «Предсказать данные по выбранным упражнениям» (см. рисунок 2) будет вывод пользователю общего числа данных, вывод десятичного числа (представляет собой закодированный набор выбранных упражнений) и представление этого числа в двоичном виде. Двоичное представление и является тем, на основании которого можно отметить упражнения как выбранные или не выбранные. Результат можно видеть в чекбоксах (16 чекбоксов олицетворяют собой 16 упражнений на стороне пользователя).

Библиотека БГУИР

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы над магистерской диссертацией были произведены исследования современных способов и методов машинного обучения. С технической точки зрения в данной работе был разработан инструмент для рекомендации пользователям упражнений для глаз. Этот инструмент представляет из себя серверное приложение на языке Java.

Поставленные задачи были полностью решены: был проведен анализ научно-технической литературы по машинному обучению, была проанализирована целесообразность внедрения модуля с обучением в уже существующее клиентское приложение. Далее было разработано серверное приложение, которое взаимодействует с клиентскими с помощью REST архитектуры. Разработанный продукт был протестирован, выявлены недочеты. В частности, таким недочетом является недостаточность данных для машинного обучения. Это было решено внедрением административного модуля в серверное приложение. Он представляет из себя веб-страницу, на которой можно управлять данными в базе данных, генерировать эти данные, и проверять, как работает обучение и предсказание данных.

При выполнении проекта был достигнут целый ряд навыков по управлению командой. Разрабатывая продукт мне приходилось взаимодействовать с мобильными разработчиками, так как сам я занимался серверной частью приложения. Приходилось консультироваться с ними по множеству вопросов, и направлять их, когда серверная часть уже была готова.

Благодаря работе над этим проектом я столкнулся с рядом новых для себя вопросов, которые необходимо было оперативно решать для достижения хорошего результата.

Первая часть диссертации включает в себе теоритические основы машинного обучения, описание основных терминов, рассмотрение и сравнение существующих продуктов и решений, их анализ, выводы и постановку задачи на исследование.

Второй частью диссертации являлось проведение исследования по данным, необходимым для машинного обучения. Были выбраны ключевые показатели, которые клиентские приложения должны высылать на сервер. Всего выделено 6 таких показателей: возраст пользователя, пол, количество повторений упражнений в день, количество дней подряд для выполнения упражнений, час (время, в которое выполняется серия упражнений) и сам набор упражнений,

которые выполняет пользователь. Разработанное серверное приложение было адаптировано для удобной работы с ним: создана веб часть, с помощью которой можно управлять данными на сервере.

Третьим этапом было проведение тестирования. Ввиду отсутствия данных на первоначальных этапах, они были сгенерированы автоматически. Поскольку обучение не было связано с нейросетями (глубоким машинным обучением), это позволило обойтись без огромного набора исходных данных, необходимых для последнего.

С учетом всего описанного можно сделать вывод, что машинное обучение является очень важной тенденцией современности, и его можно применить в практически любой области, где необходимо извлечение полезной информации на основании существующих данных. С ростом количества пользователей клиентского приложения, повышается точность рекомендационных данных, которые генерирует сервер, тем самым учитываются индивидуальные особенности каждого пользователя. Приложение становится более персонализированным, и его эффективность для каждого пользователя возрастает.

Задачи, поставленные при работе над данной диссертацией, считаю выполненными в полном объеме, а цели достигнутыми.