

# АЛГОРИТМЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРИЛОЖЕНИЯХ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ

Саскевич А. В., Стержанов М. В., Климович М. А.

Кафедра информатики, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
Минск, Республика Беларусь

E-mail: asaskevich@ya.ru, msterjanov@gmail.com

*В данной работе определены возможности применения алгоритмов машинного обучения, таких как алгоритмы прогнозирования, распознавания образов или рекомендательные системы, в приложениях, специализирующихся на изучении иностранных языков. Кроме того, приведены непосредственные примеры их применения, а также представлены результаты, указывающие на то, что персонализация материала для обучения благоприятно сказывается на качестве обучения.*

## ВВЕДЕНИЕ

Активное развитие информационных технологий, а также расширение доступа к сети Интернет среди жителей всего мира создали необходимость разработки алгоритмов, позволяющих с высокой точностью настраивать параметры генерируемого контента непосредственно для каждого участника Сети. В первую очередь такая необходимость возникла в системах рекламных объявлений – правильный подбор объявлений для показа повышает продажи товара и число просмотров контента. Следом за рекламным контентом персонализация контента пришла в сферу новостей – пользователям, заинтересованным, например, в новостях политики, стали предлагаться соответствующие статьи. Развлекательный контент также стал подстраиваться под пользователя – появилось множество сервисов типа Netflix или Spotify, анализирующих то, как их пользователи слушают музыку и просматривают фильмы, предлагая аналогичные по жанру/стилю/содержимому. Естественно, персонализация не могла пройти мимо образовательных приложений. Появились такие системы как Coursera, Udemy, KhanAcademy, предлагающие пользователям онлайн-курсы на основе уже пройденных.

Аналогичные подходы нашли свое применение и в приложениях по изучению иностранных языков, например: Duolingo, LinguaLeo. Подача материала по изучению иностранного языка организована таким образом, чтобы пользователь мог регулярно повторять забытые слова, фразы и правила, в то же время изучая новые, подходящие ему по уровню сложности и текущих успехов в изучении. Для этого при разнообразных действиях формируется статистика, которая в дальнейшем применяется для работы алгоритмов машинного обучения.

## I. АЛГОРИТМЫ РЕГРЕССИИ

Простейшей группой алгоритмов машинного обучения можно обозначить алгоритмы регрессии. Данная группа алгоритмов позволяет

проанализировать, например, количество ошибок пользователя и предсказать, сколько ошибок на тех же или аналогичных заданиях он будет совершать в будущем, или предсказывать, сколько времени займет выполнение аналогичного задания, позволяя оценивать прогресс в скорости, например, перевода текстов.

В приложении Duolingo поставили перед собой задачу спрогнозировать, через какое время пользователю необходимо повторить материал для лучшего его запоминания. Для решения задачи за основу взяли логистическую регрессию, изменив функцию потерь таким образом, чтобы можно было применить данные, собранные не только с конкретного пользователя, но и с множества других пользователей, вовлеченных в выполнение аналогичных заданий. Для этого была определена собственная функция потерь, основанная на понятии "кривой забывания" и представленная в общем виде формулой 1. Сам алгоритм получил название "регрессии полураспада" (half-life regression, HLR). Применение собственной функции потерь и алгоритма регрессии позволило повысить точность результата в поставленной задаче, а также уменьшить скорость забывания материала у пользователей [1].

## II. АЛГОРИТМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

Другая группа алгоритмов, которая также нашла свое применение в изучении иностранных языков – это алгоритмы распознавания образов. В качестве примера можно предложить следующий режим работы – пользователь предоставляет системе некоторое графическое изображение – например, фотографию, сделанную камерой телефона, а затем система распознает объекты и предлагает слова для добавления в словарь и дальнейшего изучения.

В мобильном приложении-словаре Memrise для платформы iOS реализован соответствующий функционал, описанный в примере выше. Мобильная платформа iOS версий 12 и выше предоставляет набор инструментов CoreML для

разработки приложений с интеграцией алгоритмов машинного обучения. Среди них присутствует модуль для распознавания образов как на статическом изображении, так и в режиме реального времени с камеры устройств. За основу в данном модуле взята нейронная сеть YOLOv2, реализованная в оптимизированном виде для мобильных устройств на платформе iOS, и показавшая свою скорость, точность и качество работы во множестве реализованных систем [2–3].

### III. АЛГОРИТМЫ РАСПОЗНОВАНИЯ ГОЛОСА

Для поддержания качества обучения пользователь должен не только выучить слова выбранного иностранного языка, но и поставить свою речь так, чтобы иностранец понял, что хочет сказать учащийся. Известно, что некоторые языки, например, китайский, являются тональными языками – смысл слову или фразе дает манера ее произношения. Стандартные алгоритмы распознавания голоса в данной ситуации могут оказаться бесполезными, так как в данной задаче необходима высокая точность и скорость распознавания [4].

Так, команда исследователей Google представила свой алгоритм потокового распознавания голоса на основе рекуррентных нейронных сетей (RNN). В своей работе они предложили свою модель рекуррентной нейронной сети, устроенной таким образом, чтобы обучение на разных языках не зависило от набора данных – в некоторых языках набор данных может достигать десятков миллионов примеров (например, наиболее популярные языки), а в некоторых диалектах число примеров может ограничиваться тысячами. Дисбаланс в формировании наборов данных в классических моделях приведет к увеличению точности вплоть до переобучения на насыщенных наборах и к высокому уровню ошибок на небольших наборах [5].

### IV. РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Рекомендательные системы могут быть применены практически без изменений поставленной задачи – подобрать контент для пользователя таким образом, чтобы он оказался адекватным по уровню сложности, интересным и актуальным. Для этого можно выделить такие критерии для построения модели как – число ошибок на выбранном задании, время его решения, число других пользователей, справившихся и несправившихся с заданием, общий рейтинг задания и аналогичные.

Среди готовых моделей, которые могут быть применены – алгоритмы коллаборативной фильтрации, модели на основе контента и мно-

жества критериев, гибридные модели и прочие. Кроме того, возможно создание системы под свои нужды, например, в приложении LinguaLeo используется собственная модель рекомендаций, позволяющая рекомендовать пользователю подходящие статьи и видео для обучения.

### V. РЕЗУЛЬТАТЫ

Алгоритмы машинного обучения могут быть применены в широком спектре задач – начиная прогнозированием результатов пользователя, рекомендацией заданий и заканчивая распознаванием голоса и графического контента.

Персонализация контента позволила улучшить запоминание материала, а игрофикация повышает заинтересованность и вовлеченность пользователя.

В рамках мобильных приложений Busuu и Duolingo проведены академические исследования, показавшие следующие положительные результаты: более 84% пользователей улучшили свои письменные навыки, скорость обучения повысилась в 1.5 раза по сравнению с традиционными методами. Два месяца обучения через приложения позволили 75% пользователей улучшить свои навыки устной речи, 22 часа использования приложения оказались равноценны одному семестру изучения языка в университете, а учащиеся, никогда ранее не сталкивавшиеся с изучаемым языком, показали результаты, сравнимые с учащимися, имеющими некоторый опыт изучения языка [6-7].

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Settles, B. A Trainable Spaced Repetition Model for Language Learning / B. Settles, B. Meeder // Proceedings of the 54th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics – 2016. – Vol. 1 – P. 1848–1858.
2. CoreML – Machine Learning – Apple Developer Platform [Electronic resource] / – Mode of access: <https://developer.apple.com/machine-learning/coreml/>. – Date of access: 08.10.2019.
3. Object detection – Memrise – User Guide [Electronic resource] / – Mode of access: <https://memrise.helpshift.com/a/memrise-learn-a-new-language/?s=getting-started&f=what-is-the-explore-mode>. – Date of access: 03.10.2019.
4. Helmer, C. Automatic speech recognition for second language learning: How and why it actually works / C. Helmer, S. Helmer // Speech Communication – 2013. – Vol. 1.
5. Kannan, A. Large-Scale Multilingual Speech Recognition with a Streaming End-to-End Model / A. Kannan, A. Datta // Interspeech.2019 – 2019. – Vol. 9 – P. 2130–2134.
6. Vesselinov, R. The busuu Efficacy Study / R. Vesselinov, J. Grego // Research Report – 2016.
7. Vesselinov, R. Duolingo Effectiveness Study / R. Vesselinov, J. Grego // Research Report – 2012.

$$\ell(\langle p, \Delta, \mathbf{x} \rangle; \Theta) = \left( p - 2^{-\frac{\Delta}{2^{\Theta \cdot \mathbf{x}}}} \right)^2 + \alpha \left( \frac{-\Delta}{\log_2(p)} - 2^{\Theta \cdot \mathbf{x}} \right)^2 + \lambda \|\Theta\|_2^2 \quad (1)$$