ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 004.89

DOI: 10.34708/GSTOU.2021.68.10.001

ТЕХНОЛОГИИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В БИЗНЕСЕ НА ОСНОВЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

© Э. Д. Алисултанова, У. Р. Тасуев, Н. А. Моисеенко

ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия

В данной статье рассматриваются алгоритмы машинного обучения, которые строят математическую модель на основе выборочных данных, известных как «обучающая выборка» (training data) для исполнения прогнозных решений без явного задания алгоритма в целях выполнения поставленной задачи. Сложные маркетинговые проблемы рассматриваются с помощью технологий машинного обучения, уделяя первостепенное внимание индивидуальной поддержке клиентов и разработке новых продуктов.

Предлагаемые решения на основе интеллектуальных систем бизнес-задач, представляющих наибольшую сложность, позволят прогнозировать возможные вариации поведения клиентов. Алгоритмы машинного обучения в данном случае для реализации бизнес-проектов используются для решения проблем, для которых сложно или невозможно разработать традиционный алгоритм для эффективного выполнения задачи. Примененные технологии машинного обучения помогают систематизировать и извлекать информацию из огромного набора необработанных данных.

Ключевые слова: машинное обучение, алгоритмы, статистические модели, глубокое обучение, математическая модель, интеллектуальные системы, бизнес-задачи, искусственный интеллект, базы данных, энтропия, обучающая выборка, прогнозные решения.

За последние 10 лет машинное обучение стало одной из главных обсуждаемых в научном мире технических тем. Машинное обучение применяется во многих системах крупных компаний и банков. Оно является одним из факторов развития искусственного интеллекта. Для того чтобы эти технологии развивались, назрела необходимость привлекать к этой работе как можно больше профессионалов, создать среду и в конечном итоге повысить доверие к инструментам искусственного интеллекта. Перспективные меры также предусмотрены и в новом федеральном проекте «Искусственный интеллект», который призван поддержать прорывные научные исследования, разработку и развитие программного обеспечения, в котором используются технологии

искусственного интеллекта, стимулирование спроса на продукты, созданные с использованием технологии искусственного интеллекта, популяризация и развитие сообщества профильных специалистов [1].

Машинное обучение – это наука об изучении алгоритмов и статистических моделей, которые используются компьютерными системами для выполнения конкретной задачи без использования явно заданных инструкций, вместо этого полагаясь на шаблоны и умозаключения. Машинное обучение рассматривается как подмножество искусственного интеллекта [2].

Перечислим некоторые перспективные направления применения технологий машинного обучения:

- *Маркетинг.* Без технологий машинного обучения слишком сложно обработать огромные объемы данных, поступающих из разных источников (например, поведение при покупке, поток посещений веб-сайта, использование мобильных приложений), необходимые для прогнозирования маркетинговых предложений и стимулов. Однако, когда все эти данные используются для обучения нейронных сетей, могут быть получены очень точные прогнозы благодаря тому, что алгоритмы самостоятельно находят закономерности взаимосвязи между данными.

Машинное обучение используется сегодня для определения ценовой эластичности каждого продукта с учетом сегмента канала, сегмента клиента, периода продаж и позиции продукта в общей стратегии ценообразования линейки продуктов.

- *Сегментация клиентов.* Сегментация клиентов с помощью технологий машинного обучения эффективна при выделении небольших однородных групп клиентов с похожим поведением и предпочтениями. Успешная сегментация клиентов является важным инструментом в наборе инструментов каждого маркетолога.

- *Прогнозирование оттока клиентов.* Прогнозирование оттока клиентов можно точно предсказать, выделив закономерности в данных множества клиентов. Это позволяет маркетологам активно предотвращать отток клиентов, что является важным способом увеличения доходов.

- *Ввод данных.* Ошибочно вручную введенные данные являются одними из самых больших проблем, с которыми сегодня сталкиваются компании. Алгоритмы могут либо автоматизировать ввод данных, либо распознавать вероятные ошибки.

- *Обнаружение спама.* Спам-фильтры теперь используют нейронные сети для обнаружения спама и фишинговых сообщений.

- *Рекомендации по продукту.* Обучение без учителя помогает в разработке систем рекомендаций на основе продуктов. Большинство веб-сайтов используют машинное обучение для выработки рекомендаций по продукту.

- *Финансовые сервисы.* С большими объемами количественных и точных исторических данных стало возможно использовать самые продвинутые алгоритмы машинного обучения.

- *Распознавание изображений* является одним из наиболее распространенных применений машинного обучения. Все современные цифровые изображения в той или иной степени обрабатываются и улучшаются технологиями машинного обучения. Машинное обучение также используется для распознавания символов, чтобы различать рукописные и печатные буквы.

- *Распознавание речи.* Перевод произнесенных слов в текст. Оно используется в таких приложениях, которые используют голосовой интерфейс, голосовой поиск и многое другое.

- *Диагностика заболеваний.* Эти прогнозы и выводы составляются с использованием карт пациентов и симптомов, проявляемых пациентом.

- *Энергетика.* Энергетические компании используют технологии машинного обучения для повышения уровня производительности, а также безопасности и надежности добычи и переработки нефти и газа. Машинное обучение позволяет осуществлять интеллектуальное обслуживание и оптимизацию энергопотребления.

Наиболее распространенными и популярными для практического применения технологиями машинного обучения являются нейронные сети и более сложная её модификация – глубокое обучение (deep learning). Эти технологии позволяют интеллектуальной системе самостоятельно получить знания и выявить закономерности в процессе выполнения алгоритма обучения.

Артур Сэмюэль высказывался следующим образом о машинном обучении: «Это область изучения, которая дает компьютерам способность учиться без явно указанного алгоритма». Том Митчелл позднее этот тезис дополнил: «Компьютерная программа обучается из опыта E в отношении некоторого класса задач T и показателя эффективности P , если её производительность в задачах T , измеряемой P , улучшается с опытом E ». Несмотря на то, что данный

алгоритм изложен задолго до прорывного развития технологий искусственного интеллекта, структурный подход к реализации машинного обучения практически не изменился.

Рассмотрим в качестве примера игру в шашки:

E – experience – это опыт игры множества игр в шашки (записи ходов множества игр).

T – target – это цель при игре в шашки (решаемая задача).

P – probability/performance – это вероятность победы программы в игре (иначе говоря, эффективность).

В общем виде, если не вдаваться в подробности, все алгоритмы машинного обучения, в частности нейронных сетей, можно разделить на 2 значимые категории обучения:

- с учителем (supervised)
- без учителя (unsupervised).

Также при этом стоит обозначить опосредованные категории обучения – с подкреплением (reinforcement) и под наблюдением (semi-supervised).

Все алгоритмы нейронных сетей так или иначе сводятся к поиску решений двух типов проблем:

- Классификация (к примеру, определение основной выборки данных для исследований маркетинга рынка недвижимости и др.).
- Регрессия (статистический подход к поиску взаимосвязи между переменными).

Основной целью решения задачи регрессии является оценка по входным переменным для выходной переменной [3].

Если рассматривать технологию использования метода обучения с учителем, то требуется исполнение сбора и структурирования данных таким образом, чтобы были нормализованы все переменные и размечены правильные результаты. Для последующего решения проблемы, связанной с регрессией, потребуется оптимальный подбор параметров модели нейронной сети, выполненный таким образом, чтобы достичь эффективного результата минимизации возможных ошибок. При соблюдении этих условий выработанный алгоритм машинного обучения будет сопоставлять правильный результат каждой записи и определять зависимости между входными и выходными данными.

На практике конфигурация модели нейронной сети модифицируется разработчиком до тех пор, пока не будут получены ожидаемые результаты. В случае, если они не достигаются, требуется собрать больше данных для обучающей выборки или же рассмотреть другие архитектуры модели нейронной сети.

Чаще всего в решении предлагаемой задачи используемая метрика – среднеквадратическое отклонение. Важное преимущество технологий искусственного интеллекта заключается в способности алгоритма в короткие сроки обрабатывать огромный объем данных для прогнозирования и получить информацию для принятия решений.

Машинное обучение может помочь автоматизировать ежедневные человеческие процессы и принимаемые решения. Для достижения этой цели необходимо изучить все бизнес-процессы, протекающие в компании.

Чтобы определить процесс, в котором можно применить технологии машинного обучения, требуется выделить процессы, имеющие следующие особенности:

- в процессе участвует большое количество сотрудников;
- процесс потребляет много времени
- в нем присутствуют рутинные задачи, повторяющиеся действия;
- в процессе участвует большое количество документации, сотрудники тратят время на поиск нужных документов;
- требуется обработка значительных массивов данных.

В случае если существует такой процесс, следует сохранить все данные, которые связаны с данным процессом, и выделить ключевые параметры, от которых зависит результат работы [4].

После сбора достаточного количества данных необходимо найти наиболее эффективную модель нейронной сети с точки зрения необходимой точности и требуемого для его достижения количества данных. Для этого следует провести тесты различных архитектур, изменяя различные параметры модели.

Как правило, при увеличении количества нейронов требуется больше вычислительных мощностей для завершения процесса обуче-

ния. При увеличении числа слоёв нейронной сети возможно уменьшение суммы нейронов на каждом отдельном слое с сохранением точности, но может возрасти необходимое количество данных для процесса обучения [5].

На практике необходимо экспериментально подобрать параметры нейронной сети для получения удовлетворительного результата.

Технологии машинного обучения помогают систематизировать и извлекать информацию из огромного набора необработанных данных. При правильной реализации эти технологии могут служить решением различных бизнес-проблем, прогнозировать сложное поведение клиентов.

Допустим, в риэлтерском агентстве планируют запустить на своей официальной веб-странице систему для расчёта примерной стоимости недвижимости. Для простоты будем использовать только квартиры.

Данные о 1280 квартирах получены из крупнейшей в России электронной доски объявлений «www.avito.ru» по результатам поиска в разделе «Недвижимость: квартиры» в г. Грозном.

Рассмотрим применение технологии нейронных сетей на задаче предсказания стоимости квартиры, в зависимости от её площади в г. Грозном. Действительными значениями будем считать цены, выставленные продавцами, а не фактическую стоимость сделки. Таким образом, согласно данным выше переменным:

T – задача состоит в предсказании стоимости C, в зависимости от площади S, количества комнат R, и номера этажа H.

E – это данные о стоимости квартир (C).

P – вероятность правильного предсказания результата в пределах заранее заданной погрешности.

Основой для создания базы данных о параметрах, рассматриваемых в данной задаче квартир, для машинного обучения, является наличие большого количества записей (около 1000 уникальных квартир). Кроме того, данные должны по возможности содержать записи с разнообразными характеристиками. Для тренировки и проверки использовались данные в соотношении 80% обучающей и 20% тестируемой выборки.

Кроме того, требуется привести все значения в данных в промежуток от 0 до 1.

Наиболее простым способом приведения значений в промежуток от 0 до 1 будет являться деление переменных R, S, H, C соответственно на 10, 1000, 100 и 100.

Таким образом, при исследовании рассматриваемой бизнес-задачи была создана электронная база из маркетинговых исследований региона по данным для 1280 размеченных квартир. Для решения нашей поставленной задачи использована технология на базе полносвязной архитектуры нейронной сети прямого распространения. При реализации машинного обучения были достигнуты показатели, свидетельствующие об эффективности применения нейронных сетей в поставленной бизнес-задаче – соотношение записей обучающей и тестовой выборки для нейронной сети составило 80% и 20%. В качестве функции потерь в исследовании была использована функция бинарной перекрестной энтропии.

Как понятно из результатов, технологии нейронных сетей позволяют получить сходные с более классическими методами анализа результаты. При этом не тратится время на нахождение закономерностей взаимодей-

Электронная база из маркетинговых исследований региона

Параметры	Минимум	Максимум	Новый минимум	Новый максимум	Множитель
Количество комнат R	1	5	0,001	0,005	0,1
Площадь S, м ²	20	600	0,02	0,6	0,001
Номер этажа H	1	13	0,001	0,013	0,01
Стоимость C, млн. руб.	1,5	17	0,015	0,017	0,01

ствия между переменными для построения математической модели. В данном случае мы рассматриваем однофакторную модель. В случае если параметров значительно больше, то использование нейронных сетей и глубокого обучения дает значительные результаты.

Решения этих маркетинговых проблем, на первый взгляд, достаточно простые, в то же время для бизнес-сообщества могут представлять наибольшую сложность, но в то же самое время их реализации могут давать значимое преимущество, что в перспективе даёт большую выгоду. Области применения включают в себя чат-ботов и виртуаль-

ных помощников, снижающих отток клиентов, определение рекомендаций по продуктам и услугам [6].

Исследования в области применения искусственного интеллекта по направлению бизнес-задач показывают особенную их актуальность на современном этапе развития цифровой экономики во всем мире. По статистическим данным более 58% предприятий в первую очередь решают самые сложные маркетинговые проблемы с помощью технологий машинного обучения, уделяя первостепенное внимание индивидуальной поддержке клиентов и разработке новых продуктов [6].

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201910110003>
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_learning
3. <https://www.coursera.org/learn/machine-learning/supplement/ExY6Z/lecture-slides>
4. <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/machine-learning/studio/azure-ml-customer-churn-scenario>
5. Artificial Intelligence: What's Possible for Enterprises In 2017 (PDF, 16 pp., no opt-in), Forrester, by Mike Gualtieri, November 1, 2016.
6. Turning AI into concrete value: the successful implementers' toolkit, Capgemini Consulting. 2017. (PDF, 28 pp., no opt-in).

MACHINE LEARNING TECHNOLOGIES IN BUSINESS BASED ON NEURAL NETWORKS

© E. D. Alisultanova, U. R. Tasuev, N. A. Moiseenko

GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

This paper discusses machine learning algorithms that construct a mathematical model based on sample data, known as "training data," to execute predictive decisions without explicitly specifying an algorithm in order to perform a given task. Complex marketing issues are addressed through machine learning technologies, focusing on individual customer support and new product development.

The proposed solutions based on intelligent systems of business tasks, which are the most complex, will predict possible variations in customer behavior. In this case, machine learning algorithms for implementing business projects are used to solve problems for which it is difficult or impossible to develop a traditional algorithm for efficiently performing a task. Applied machine learning technologies help systematize and extract information from a huge set of raw data.

Keywords: machine learning, algorithms, statistical models, deep learning, mathematical model, intelligent systems, business problems, artificial intelligence, databases, entropy, training sample, predictive solutions.

REFERENCES

1. Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201910110003>
2. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_learning
3. Available at: <https://www.coursera.org/learn/machine-learning/supplement/ExY6Z/lecture-slides>
4. Available at: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/machine-learning/studio/azure-ml-customer-churn-scenario>
5. (2016) Artificial Intelligence: What's Possible for Enterprises In 2017 (PDF, 16 pp., no opt-in), Forrester, by Mike Gualtieri, November 1, 2016.
6. (2017) Turning AI into concrete value: the successful implementers' toolkit, Capgemini Consulting. (PDF, 28 pp., no opt-in).