

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

THE EFFECTIVENESS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN THE FOOD INDUSTRY

**A. Polyakov
A. Obelentseva
N. Logunova**

Summary. Artificial intelligence focuses on creating algorithms and programs capable of performing complex tasks and automating technological processes in various fields. The level of effectiveness of the use of artificial intelligence determines the capabilities of specialized software. Neural network technologies contribute to the calculation of optimal data in the final result. The introduction of neural networks into the technological process is conditioned by certain problems, from the point of view of the implementation process. Emphasizes data handling, analyzing vast quantities of data, enhancing process efficiency and accessibility, managing their allocation with minimal barriers to entry, and offering tailored recommendations.

Keywords: artificial intelligence, tensorflow, neural network, recipe box, adaptation.

Поляков Алексей Николаевич

Аспирант, «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»
cloudluck@yandex.ru

Обелентцева Алёна Юрьевна

Аспирант, «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»
obelentsevaayu@mgupp.ru

Логунова Нина Юрьевна

Доцент, «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)»
logunova@mgupp.ru

Аннотация. Искусственный интеллект фокусируется на создании алгоритмов и программ, способных выполнять сложные задачи и автоматизации технологических процессов в разных областях. Уровень эффективности применения искусственного интеллекта определяет возможности специализированного программного обеспечения. Нейросетевые технологии способствуют в расчете оптимальных данных в конечном результате. Внедрение нейросетей в технологический процесс обуславливается определённой проблематикой, с точки зрения процесса реализации. Особое внимание уделяется обработке данных, анализу огромных объемов данных, повышению эффективности и доступности процессов, управлению их распределением с минимальными барьерами для входа и предложению индивидуальных рекомендаций.

Ключевые слова: искусственный интеллект, tensorflow, нейронная сеть, recipe box, адаптация.

Введение

«Искусственный интеллект не является ни добром, ни злом. Это инструмент. Это технология, которую мы можем использовать»

Орен Эциони

Эффективность применения инновационных информационных технологий в промышленности уже доказала свою значимость. Не осталась в стороне и пищевая промышленность. Ежегодно в данном направлении разрабатывается и реализуется как широкопрофильное, проприетарное программное обеспечение, так и узкоспециализированное. Особое внимание уделяется нейросетям, как к актуальному и универсальному инструменту. Применение алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ) в производственном процессе существенно улучшает качество изделий, одновременно сокращая затраты времени. [10]

В России, так же, как и в других развитых странах, степень интеграции ИИ в технологическое производство все еще недостаточно развита. На данный момент, использование таких технологий остается довольно специфическим и узконаправленным. Основная прерогатива пищевой промышленности — производство продукции с чётким и ограниченным сроком годности. От нескольких месяцев до нескольких лет и от пары дней, до нескольких недель. Выпускать качественный и актуальный продукт, отвечающий производственным стандартам и потребностям — крайне необходимо грамотно проводить технологический процесс.

Важность исследования заключается не только в автоматизированном технологическом процессе, но и в эффективной оптимизации его. Системы искусственного интеллекта способны анализировать разные параметры, а также прогнозировать состояние оптимальности для получения необходимого результата и автоматизировать процесс.

Такие решения могут быть применены в пищевой промышленности разного направления от производства кормов для животных до продуктов необходимых для жизнедеятельности человека.

Системы искусственного интеллекта берут на себя разное управление технологическим процессом, от управления промышленными роботами и производственных линий до офисной работы. Широкая вариативность позволяет применять искусственный интеллект абсолютно на разных участках производства.

Проблематика внедрения

Нейросети на данный момент обладают средней степенью экспертности.

На территории Российской Федерации, приблизительно, только 11 % предприятий полноценно используют искусственный интеллект (ИИ). Обусловлено это низкой совместимостью с текущей инфраструктурой. В западных странах-лидерах ситуация примерно схожая. Основные проблемы выявляются на уровне недостатка специалистов с необходимыми компетенциями — 47 %, а также непонимание как внедрить искусственный интеллект для решения прикладных задач — 52 %. Естественно для тотального внедрения искусственного интеллекта в производство возникают сложности. Так как нейросеть ограничивается данными, в основном, из открытых источников, есть весомый процент получить не совсем проверенную информацию. А для полноценного технологического процесса это крайне важно. Также проблематика проявляется в окупаемости. Причина довольно проста — значительные затраты для создания идеальных условий для внедрения технологий на базе искусственного интеллекта и недостаточное количество квалифицированных специалистов. В качестве решения предлагается применять нейросетевые технологии на базе открытых исходных кодов и операционных систем, а также развитие собственной компонентной базы. [9] В марте 2024 года Министерство экономического развития объявило о запуске программы для сертификации технологий ИИ. Организации, применяющие такие одобренные инновации, получают поддержку от государства, в соответствии с Федеральным проектом «Искусственный интеллект» и исполнением распоряжения Президента РФ о стимулировании развития искусственного интеллекта в стране. [12], [13]

Исследование

Основной вектор исследования — динамически развивающаяся нейросетевая технология на примере комплексной платформы для машинного обучения

TensorFlow¹. Преимущество выбора — низкий порог вхождения. Данная платформа позволяет создавать модели машинного обучения, которые могут быть адаптированы к любой профессиональной среде на основе точных и полных алгоритмов. Алгоритмы искусственного интеллекта позволяют добиться больших показателей точности за ограниченное время, что несопоставимо с количеством усилий других алгоритмов. [6], [7] Применяется технология кросс-валидации². Всё это требует мощного аппаратного обеспечения, поэтому активно практикуется аренда мощностей для машинного обучения, глубокого обучения или же используется свой кластер с обеспеченным доступом. [1], [11]

В качестве объекта исследования используется алгоритмический расчёт рецептуры изготовления ржаного хлеба с тмином и кориандром. За основу берется платформа TensorFlow, как модель машинного обучения, адаптированная под специальные задачи. [4], [5] Распространяется на основе лицензии Apache License 2.0³ (лицензия на свободное программное обеспечение Apache Software Foundation). Данное программное обеспечение базируется на python. Инсталляция проходит достаточно просто, с помощью специальной команды, через пакетный менеджер pip:

1. Обновляем PIP до последней версии

```
pip install --upgrade pip
```

2. Загрузка и установка TensorFlow

```
pip install tensorflow
```

3. Подключение TensorFlow в Python коде

```
import tensorflow as tf
```

Работа с TensorFlow строится вокруг построения графа вычислений, а именно как будут проводиться вычисления при построчном выполнении кода. Основа TensorFlow — построение структуры, которая задаёт порядок вычислений. На основе таких вычислений создаётся алгоритм выходящего результата. [1], [11]

TensorFlow это рекуррентная нейронная сеть (RNN), что относится к классу глубоких нейронных сетей основанных на последовательности, применяемых к данным.

¹ Открытая программная библиотека для машинного обучения, разработанная компанией Google, для создания и обучения разнообразных моделей машинного обучения

² Методика обучения и оценки модели, которая разбивает данные на несколько секций и обучает несколько алгоритмов на этих секциях.

³ Данная лицензия даёт пользователю право использовать программное обеспечение для любых целей, свободно изменять и распространять изменённые копии, за исключением названия.

[8] Глубокое обучение можно рассматривать как метод, нацеленный на повышение производительности и сокращение времени обработки различных компьютерных задач. В основе расчёта используется концепция сети Элмана и её рабочие формулы. Алгоритм расчёта осуществляется следующим образом: сначала весам присваиваются начальные значения. Затем вычисляются все сигналы в сети. Далее производится расчёт значений для нейронов первого слоя. После этого вычисляются компоненты вектора градиента целевой функции и корректируются веса нейронов обоих слоёв согласно следующим формулам:

$$w_{nm}^{(2)} \leftarrow w_{nm}^{(2)} - \nu \frac{\partial E_k(W)}{\partial w_{nm}^{(2)}},$$

$$w_{nm}^{(1)} \leftarrow w_{nm}^{(1)} - \nu \frac{\partial E_k(W)}{\partial w_{nm}^{(1)}},$$

где $w_{nm}^{(2)}$ и $w_{nm}^{(1)}$ — веса, соответствующие нейронам во втором и первом слоях соответственно, ν — коэффициент обучения, который определяет размер шага при обновлении весов, $E_k(W)$ — целевая функция (функция потерь), которая измеряет, насколько хорошо модель предсказывает выходные значения, $\frac{\partial E_k(W)}{\partial w_{nm}^{(2)}}$ и $\frac{\partial E_k(W)}{\partial w_{nm}^{(1)}}$ — частные производные целевой функции по весам второго и первого слоёв соответственно. Эти производные показывают, как изменение каждого веса влияет на ошибку модели.

Такие сети могут применяться для обработки последовательных данных, прогнозирования временных рядов, распознавания образов, а также в робототехнике и системах управления.

Пример кластеризации ингредиентов в рецептурах хлеба

Метка	Класс	Class_names
0	мука цельнозерновая	whole grain flour
1	ржаная мука	rye flour
2	кипяченая вода	boiled water
3	солод	malt
4	соль	salt
5	дрожжи свежие	fresh yeast
6	сахар	sugar
7	кориандр молотый	ground coriander
8	тмин	cumin
9	патока	molasses

Приведенный ниже код создает список строк, каждая из которых представляет собой наименование класса или категории. В данном случае, классы представляют

ингредиенты, используемые в хлебопекарной промышленности. Переменная `class_names` содержит наименования этих ингредиентов:

```
class_names = ['Flour/top', 'Rye flour', 'Boiled water', 'Malt', 'Salt', 'Fresh yeast', 'Sugar', 'Cumin', 'Ground coriander']
```

На основе системы классов проходит рецептурная генерация ингредиентов, после предварительной обработки полученных данных.

Каждый рецепт должен включать: название (`title`), которое предоставляет информацию о том, как называется данный рецепт, ингредиенты (`ingredients`), которые описывают, какие компоненты и в каком количестве необходимы для приготовления блюда, инструкции (`instructions`), которые содержат пошаговое руководство по приготовлению блюда.

Если в рецепте отсутствует хотя бы одно из этих полей или оно пустое, то такой рецепт считается неполным и подлежит исключению из набора данных.

В предварительную обработку входит фильтрация полных и неполных рецептов. Исходный набор данных (`raw_dataset`) содержит все рецепты до фильтрации. Он может быть загружен из файла или создан вручную⁴. Функция валидации (`validate_recipe_fields()`) проверяет каждый рецепт на наличие всех необходимых полей (`title`, `ingredients`, `instructions`). Очистка набора данных от неполных рецептов осуществляется следующим образом:

```
def validate_recipe_fields(recipe):
    required_keys = ['title', 'ingredients', 'instructions']
    if not recipe:
        return False
    for key in required_keys:
        if key not in recipe or not recipe[key]:
            return False
    if isinstance(recipe[key], list) and len(recipe[key]) == 0:
        return False
    return True

# Фильтрация неполных рецептов
dataset_validated = [recipe for recipe in dataset_raw if
    validate_recipe_fields(recipe)]

print('Размер набора данных ДО валидации:',
len(dataset_raw))
print('Размер набора данных ПОСЛЕ валидации:',
len(dataset_validated))
print('Количество неполных рецептов:', len(dataset_
raw) — len(dataset_validated))
```

⁴ Recipe Box — бесплатное хранилище рецептов, позволяющее хранить рецепты в одном месте. С возможностью сохранения рецептуры из любого блога и просмотр на любом устройстве под управлением операционной системы (Android, IOS, Windows)

Этот код проверяет, что каждый рецепт содержит все необходимые поля. Если хотя бы одно из обязательных полей отсутствует или пусто, рецепт считается неполным и исключается из набора данных.

Пример вывода результата при использовании в качестве исходного набора рецептов бесплатное хранилище Recipe Box:

Размер набора данных ДО валидации: 125164
 Размер набора данных ПОСЛЕ валидации: 122938
 Количество неполных рецептов: 2226



Заключение

Анализ результатов показывает, что из 125164 возможных рецептов 122938 прошли валидацию, в то время как 2226 рецептов оказались неполными. В процентном соотношении это составляет 1,81 % незавершенных рецептов. Этот показатель подтверждает высокую эффективность фильтрации.

Использование нейросетевых методов демонстрирует свою эффективность не только в очистке данных, но и в обеспечении актуальности и экономической значимости ингредиентов. Мониторинг данных на актуальность остается важной задачей, обеспечивая точность и полезность полученных рецептов. Искусственный интеллект играет ключевую роль в расширении возможностей базового продукта, улучшая качество и достоверность генерируемых рецептов.

ЛИТЕРАТУРА

- Атьенца Р. Продвинутое глубокое обучение с помощью TensorFlow 2 и Keras, второе издание., Издательство: Пакт Пабблишинг 2020 г.
- Барский А.Б. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления: монография, Издательство: РУСАЙНС, Москва 2024 г.
- Бенджио И, Гудфеллоу Я, Курвилль А. Глубокое обучение. Издательство: ДМК-Пресс, 2018 г.
- Благовещенский И.Г., Балыхин М.Г., Благовещенская М.М., Назойкин Е.А., Логунова Н.Ю. Анализ применения экспертных систем для контроля и прогнозирования технологических процессов производства. Журнал Известия высших учебных заведений, технология текстильной промышленности., 2021 г.
- Елахов А.В., Логунова Н.Ю. Разработка информационной системы по реализации готовой продукции хлебопекарни, Издательство: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет пищевых производств» (Москва) Развитие пищевой индустрии и перерабатывающей промышленности России: Кадры и наука, электронный сборник 2017 г.
- Лекун Я. Как учится машина. Издательство: Интеллектуальная Литература 2021 г.
- Николенко С., Кадурин А., Архангельская Е., Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей, Издательство: Питер, 2020 г.
- Паттанаяк С. Глубокое обучение и TensorFlow для профессионалов, Издательство: Диалектика-Вильямс, 2020 г.
- Потапов А., Искусственный интеллект и универсальное мышление, Издательство: Политехника, 2012 г.
- Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект. Современный подход. Том 1. Решение проблем. Знания и рассуждения, Издательство: Вильямс 2021 г.
- Шакла Н. Машинное обучение и TensorFlow Издательство: «Питер» 2019 г.
- Основной инструмент реализации Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года, утвержденный указом Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490 [Электронный ресурс]. <https://base.garant.ru/72838946/>
- Федеральный проект «Искусственный интеллект» [Электронный ресурс]. <https://ai.gov.ru/strategy/federalnyy-proekt-ii/>

© Поляков Алексей Николаевич (cloudluck@yandex.ru); Обеленцева Алёна Юрьевна (obelentsevaayu@mgupr.ru);

Логунова Нина Юрьевна (logunova@mgupr.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»