

ОПТИМАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ОБУЧЕНИЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И АВТОМАТИЗАЦИИ

THE OPTIMAL APPROACH TO TRAINING NEURAL NETWORKS FOR INDUSTRIAL PRODUCTION AND AUTOMATION PURPOSES

*T. Chernyshova
E. Chernyshova
A. Titkov*

Summary. The development of an optimal approach to training neural networks for the purposes of industrial production and automation is crucial to improve its efficiency. This approach ensures maximization of results with minimal time and money, accuracy and reliability of network predictions, adaptability and scalability, reliability of systems and reduction of the risk of accidents, minimization of unexpected downtime and associated losses, preservation of knowledge and experience of employees for future generations. The optimal approach to training neural networks in industrial enterprises depends on many factors that need to be taken into account. These factors included: task definition, data collection and preprocessing, network architecture selection, network training, validation and testing, integration into the production environment, continuous learning, working with limited resources, cybersecurity. Optimal training of neural networks allows you to obtain the following advantages: automation of processes, improvement of product quality, increased efficiency, improved quality of forecasting and planning, better maintenance of equipment, robot control, product personalization, increased energy efficiency, ensuring production safety. Despite all the advantages, the formation of an optimal approach to training neural networks for industrial production and automation is associated with a number of problems and challenges. Among them, problems were noted in the field of data collection and preprocessing, architecture selection, integration into the production process, scaling, security and reliability, staff training and support, model portability, as well as problems of model complexity.

Keywords: neural network, optimization, automation, industrial automation, neural network training, neural network.

Чернышова Татьяна Владимировна

*Старший преподаватель,
Московский государственный университет технологий
и управления имени К.Г. Разумовского
Chernyshova.T1@yandex.ru*

Чернышова Евгения Александровна

*Младший научный сотрудник, ООО НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР «СИНТЕЗ»
harchenkoevgenia@gmail.com*

Титков Александр Анатольевич

*Генеральный директор, ООО «ВашЭксперт»
vashexpert2016@yandex.ru*

Аннотация. Разработка оптимального подхода к обучению нейронных сетей для целей промышленного производства и автоматизации имеет решающее значение для повышения эффективности его работы. Такой подход обеспечивает максимизацию результатов при минимальных затратах времени и финансов, точность и надежность предсказаний сети, адаптивность и масштабируемость, надежность систем и снижение риска аварий, минимизацию неожиданных простоев и связанных с ними потерь, сохранность знаний и опыта сотрудников для будущих поколений. Оптимальный подход к обучению нейронных сетей на промышленных предприятиях зависит от множества факторов, которые необходимо учитывать. К таким факторам были отнесены: определение задачи, сбор и предобработка данных, выбор архитектуры сети, обучение сети, валидация и тестирование, интеграция в производственную среду, непрерывное обучение, работа с ограниченными ресурсами, кибербезопасность. Оптимальное обучение нейронных сетей позволяет получать следующие преимущества: автоматизация процессов, улучшение качества продукции, повышение эффективности деятельности, повышение качества прогнозирования и планирования, более качественное обслуживание оборудования, управление роботами, персонализация продукции, повышение энергоэффективности, обеспечение безопасности производства. Несмотря на все преимущества, формирование оптимального подхода к обучению нейронных сетей для промышленного производства и автоматизации связано с рядом проблем и вызовов. Среди них были отмечены проблемы в сфере сбора и предобработки данных, выбора архитектуры, интеграции в производственный процесс, масштабирования, обеспечения безопасности и надёжности, обучения и поддержки персонала, переносимости моделей, а также проблемы сложности моделей.

Ключевые слова: нейронная сеть, оптимизация, автоматизация, автоматизация промышленности, обучение нейронных сетей, нейросеть.

Нейронные сети — это тип искусственного интеллекта, модели вычислений, вдохновленные работой человеческого мозга, которые используются в области искусственного интеллекта для решения различных задач. Они состоят из большого количества связанных элементов, называемых искусственными нейро-

нами, которые могут обучаться на данных и приобретать способность к обобщению, работают вместе для выполнения определенных задач, например, распознавания образов, обработки языка, прогнозирования данных и многих других. Как и в человеческом мозге, где нейроны активируются в ответ на стимулы и передают сигналы

друг другу, искусственные нейроны в нейросети активируются в ответ на входные данные и передают сигналы по сети. Каждый нейрон обрабатывает сигнал и передает его дальше, и этот процесс повторяется до тех пор, пока не будет получен конечный результат [2, 4].

Существуют различные типы нейросетей для различных задач, включая сверточные нейронные сети (CNN) для обработки изображений, рекуррентные нейронные сети (RNN) для работы с последовательными данными, такими как текст или временные ряды, и многие другие [6].

Обучение нейросетей обычно происходит с использованием метода, называемого обратным распространением ошибки, при котором сеть подстраивается под задачу путем корректировки весов связей между нейронами с целью минимизации разницы между её выходными данными и желаемым результатом. Этот процесс требует большого количества данных для обучения и значительных вычислительных ресурсов [7, 8].

Использование нейросетей в последние годы значительно увеличилось благодаря улучшению алгоритмов, увеличению доступности больших наборов данных и развитию мощных вычислительных систем, таких как графические процессоры (GPU), которые могут быстро обрабатывать сложные вычисления, необходимые для обучения и функционирования нейросетей. Нейронные сети применяются в самых разных областях.

Использование нейронных сетей в промышленности является одной из наиболее актуальных тем технологического прогресса, что обусловлено множеством факторов. Прежде всего, нейронные сети способны автоматизировать сложные процессы, такие как контроль качества, прогнозирование отказов оборудования и управление производственными процессами, благодаря их способности к обучению и адаптации.

Кроме того, нейронные сети могут анализировать большие объемы данных для оптимизации производственных процессов, что приводит к экономии энергии, сырья и времени. В энергоемких отраслях промышленности нейронные сети помогают в оптимизации потребления энергии, учитывая множество факторов, таких как погодные условия и текущие нагрузки на оборудование. Вместе с тем применение машинного зрения с нейронными сетями для контроля качества позволяет обнаруживать дефекты с высокой точностью, что значительно улучшает качество продукции и снижает затраты на брак [3].

Также важно отметить, что нейронные сети, обученные на исторических данных о работе машин, могут предсказывать необходимость технического обслужи-

вания до возникновения серьезных проблем, таким образом минимизируя простои и убытки. В робототехнике нейронные сети используются для обучения роботов выполнению сложных задач, таких как манипуляции с объектами, перемещение в пространстве и взаимодействие с людьми [1, 4].

Нейронные сети часто работают в сочетании с Интернетом вещей IoT, собирая и анализируя данные с множества датчиков в реальном времени для оптимизации работы оборудования. Также нейронные сети способны анализировать предпочтения потребителей, что позволяет компаниям создавать более персонализированные продукты и услуги. Применение нейронных сетей для анализа трендов и предсказания спроса помогает в более точном планировании производства и управлении запасами. И наконец, нейронные сети используются для обеспечения безопасности на производстве, отслеживая потенциально опасные ситуации и предупреждая об их возникновении.

С учетом всех этих преимуществ, нейронные сети и более широко машинное обучение продолжают играть важную роль в промышленности, поскольку они предлагают решения для повышения эффективности, снижения затрат и улучшения качества продукции.

Однако для эффективной работы нейронной сети и получения всех вышеперечисленных преимуществ необходимо выбрать наиболее оптимальный подход к обучению такой сети.

При формировании оптимального подхода к обучению нейронных сетей для целей промышленного производства и автоматизации необходимо учитывать ряд аспектов, которые могут варьироваться в зависимости от конкретной задачи, доступности данных и вычислительных ресурсов и других факторов [7, 10].

Прежде всего, необходимо четко определить, какую задачу должна решать нейронная сеть. Это может быть классификация изделий по качеству, прогнозирование отказов оборудования, оптимизация процессов или что-то иное. Для обучения нейронной сети требуется большой объем качественных данных. Поэтому необходимо собрать данные, которые адекватно отражают все возможные сценарии, с которыми сеть может столкнуться в реальных условиях работы. Данные должны быть предварительно обработаны, очищены от шума и нормализованы.

Обучение должно проводиться на основе достаточно большого и репрезентативного набора данных. Важно использовать методы предотвращения переобучения, такие как регуляризация или ранняя остановка обучения. Может быть полезным использование техник увели-

чения данных (data augmentation), особенно при работе с изображениями [7, 9].

Далее необходимо сделать выбор архитектуры сети. Существует множество типов нейронных сетей, каждый из которых подходит для решения определенного класса задач. Например, сверточные нейронные сети (CNN) хорошо работают с изображениями, рекуррентные нейронные сети (RNN) подойдут для анализа последовательностей (например, временных рядов), а полносвязные сети могут быть использованы для классификации данных с небольшим количеством признаков [8].

Нейронная сеть должна быть интегрирована в производственную систему таким образом, чтобы ее использование было максимально эффективным и не вызывало сбоев в процессах. После обучения нейронной сети необходимо провести валидацию ее работы на отдельном наборе данных, который не использовался при обучении, чтобы оценить ее способность к обобщению. Это помогает понять, насколько хорошо сеть будет работать в реальных условиях.

При этом важно помнить, что промышленные условия могут меняться, поэтому нейронная сеть должна постоянно обновляться и обучаться на новых данных. Это требует создания инфраструктуры для сбора и анализа данных в режиме реального времени.

Также следует помнить о том, что в промышленной среде может быть ограничен доступ к вычислительным ресурсам. Необходимо стремиться к созданию эффективных моделей, которые требуют меньше вычислительной мощности и могут работать на устройствах с ограниченными возможностями (например, на встраиваемых системах).

Также при интеграции нейронных сетей в промышленные системы следует уделить внимание аспектам безопасности, чтобы исключить возможность вмешательства в работу сети извне [1, 10].

Однако, несмотря на все преимущества, формирование оптимального подхода к обучению нейронных сетей для промышленного производства и автоматизации связано с рядом проблем и вызовов.

Нейронные сети должны обеспечивать стабильную и надежную работу в условиях промышленного производства, где ошибки могут привести к серьезным последствиям. Проблемы со сбором достаточного количества данных, их очисткой и аннотированием могут значительно усложнить обучение нейронной сети, так как качественные и репрезентативные данные являются ключевым фактором для их успешного обучения. Вместе с тем зачастую возникают проблемы определения

баланса между сложностью модели и её способностью обобщать данные. Слишком простые модели могут не захватить всю сложность данных, а слишком сложные могут привести к переобучению. Нельзя забывать, что при этом обученная модель должна быть эффективно масштабируема для работы с различными объемами производства и адаптации к изменениям в процессах [5, 9].

Кроме того, важно отметить, что выбор подходящей архитектуры нейронной сети для конкретной задачи является нетривиальной задачей и часто требует экспериментирования и опыта в области машинного обучения. На данном этапе также возникают проблемы и ошибки.

Обучение мощных нейронных сетей требует значительных вычислительных ресурсов и времени, что может быть проблематично для некоторых предприятий. Тогда как интеграция обученных нейронных сетей в существующие производственные системы может потребовать дополнительной разработки и подстройки, что также влечет за собой затраты.

Также острым вопросом остается наличие необходимого персонала, который должен быть обучен работе с новыми системами, основанными на нейронных сетях, что требует времени и финансовых ресурсов [3].

Зачастую появляется проблема, связанная с переносимостью моделей, так как модели, обученные в одних условиях, могут не показывать такую же производительность в других условиях. Поэтому требуется разработка подходов к трансферному обучению и адаптации моделей [3, 6].

Решение указанных проблем требует комплексного подхода, включая междисциплинарное сотрудничество между инженерами, исследователями в области машинного обучения, специалистами по большим данным, а также внимательное планирование и управление проектами на стадии внедрения технологий машинного обучения на производстве.

Таким образом, оптимальный подход к обучению нейронных сетей для промышленного производства и автоматизации должен сочетать в себе передовые технологии машинного обучения, учитывать специфику и требования отрасли, а также обеспечивать безопасность и экономическую эффективность. Оптимальный подход к обучению нейронных сетей на промышленных предприятиях зависит от множества факторов, которые необходимо учитывать. К таким факторам были отнесены: определение задачи, сбор и предобработка данных, выбор архитектуры сети, обучение сети, валидация и тестирование, интеграция в производственную среду, непрерывное обучение, работа с ограниченными ресурсами, кибербезопасность. Оптимальное обучение ней-

ронных сетей позволяет получать следующие преимущества: автоматизация процессов, улучшение качества продукции, повышение эффективности деятельности, повышение качества прогнозирования и планирования, более качественное обслуживание оборудования, управление роботами, персонализация продукции, повышение энергоэффективности, обеспечение безопасности производства. Несмотря на все преимущества, формирование оптимального подхода к обучению ней-

ронных сетей для промышленного производства и автоматизации связано с рядом проблем и вызовов. Среди них были отмечены проблемы в сфере сбора и преобразования данных, выбора архитектуры, интеграции в производственный процесс, масштабирования, обеспечения безопасности и надёжности, обучения и поддержки персонала, переносимости моделей, а также проблемы сложности моделей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алмазова, К.И. Автоматизация технологических процессов производства на промышленных предприятиях России / К.И. Алмазова, А.О. Курочкина, Р.Н. Берлизов // Тенденции социально-экономического развития в период санкционного воздействия и цифровой трансформации: материалы III Международной научно-практической конференции, Краснодар, 29 марта 2023 года, 2023. — С. 72–76.
2. Вакуленко, С.А., Жихарева А.А. Практический курс по нейронным сетям — СПб: Университет ИТМО, 2018. — 71 с.
3. Вишняков, Б. Нейронные сети для задач промышленности и безопасности // Системы безопасности. — URL: <http://lib.secuteck.ru/articles2/all-over-ip/neyronnye-seti-dlya-zadach-promyshlennosti-i-bezопасности-vstraivaemye-sistemy-mashinnogo-zreniya-novogo-pokoleniya> (дата обращения: 17.02.2024).
4. Жмуровский, К.В. Нейронные сети и как они работают: основные виды и этапы разработки нейронных сетей / К.В. Жмуровский // Современные тенденции и инновации в науке и производстве: Материалы XII Международной научно-практической конференции, Междуреченск, 26 апреля 2023 года, 2023. — С. 417.1–417.3.
5. Захаров, Н.А. Автоматизация процессов производства: системы автоматизации / Н.А. Захаров // Актуальные проблемы общества, экономики и права в контексте глобальных вызовов: Сборник материалов XIX Международной научно-практической конференции, Москва, 14 апреля 2023 года, 2023. — С. 217–220.
6. Ростовцев, В.С. Искусственные нейронные сети: учебник для вузов. — 3-е изд. — М.: Лань, 2023. — 874 с.
7. Рутковская, Д., Пилинский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. — М.: Горячая Линия — Телеком, 2013. — 384 с.
8. Скрипачев, В.О., Гуйда М.В., Гуйда Н.В., Жуков А.О. Особенности работы сверточных нейронных сетей // International Journal of Open Information Technologies. 2022. №12. С.53–61.
9. Alves, R.M.B., Nascimento C.A. O. Neural network based approach applied to for modeling and optimization an industrial isoprene unit production // Chemistry, Engineering, Environmental Science. — 2004. — №3. — pp. 123–135.
10. Chong, H.Y., Yap H.J., Tan S.C. Advances of metaheuristic algorithms in training neural networks for industrial applications // Soft Comput 25. — 2021. — pp. 11209–11233. DOI <https://doi.org/10.1007/s00500-021-05886-z>.

© Чернышова Татьяна Владимировна (Chernyshova.T1@yandex.ru); Чернышова Евгения Александровна (harchenkoevgenia@gmail.com);

Титков Александр Анатольевич (vashexpert2016@yandex.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»