



Столыпинский
вестник

Научная статья

Original article

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ
УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ**
**APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHODS FOR ROBOTIC SYSTEMS
MANAGEMENT**

Галимов Роман Александрович, бакалавр, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (105005, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Басманный, ул. 2-я Бауманская, д. 5, с. 1), тел. +79961061161, ORCID: <http://orcid.org/0009-0006-1224-5269>, vip.tab2002@gmail.com

Киселев Илья Алексеевич, бакалавр, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (105005, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Басманный, ул. 2-я Бауманская, д. 5, с. 1), тел. +79155560703, ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-4249-3980>, iliaskisel@mail.ru

Roman A. Galimov, bachelor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bauman Moscow State Technical University» (105005, Moscow, ext. ter. Basmanny municipal district, 2nd Baumanskaya str., 5, p. 1), tel. +79961061161, ORCID: <http://orcid.org/0009-0006-1224-5269>, vip.tab2002@gmail.com

Пя А. Kiselev, bachelor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bauman Moscow State Technical University» (105005, Moscow, ext. ter. Basmanny municipal district, 2nd Baumanskaya str., 5, p. 1), tel. +79155560703, ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-4249-3980>, iliaskisel@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются современные методы машинного обучения как фундаментальная основа для развития автономных робототехнических систем. Анализируются ключевые алгоритмы, их применимость и эффективность в контексте робототехники, а также социальные, этические и технические аспекты их использования. Исследуются перспективы интеграции МО в робототехнические системы, выявляя потенциальные возможности и вызовы.

Abstract. This article examines contemporary machine learning methods foundational for the development of autonomous robotic systems. It explores key algorithms, their applicability and efficiency within robotics, as well as the social, ethical, and technical aspects of their use. The prospects of integrating ML into robotic systems are investigated, revealing potential opportunities and challenges.

Ключевые слова: *машинное обучение, робототехнические системы, автономность, алгоритмы, этика, интеграция*

Keywords: *machine learning, robotic systems, autonomy, algorithms, ethics, integration*

Введение

Интеграция машинного обучения (МО) в робототехнические системы открывает новую эпоху в проектировании и эксплуатации автоматизированных машин. С ростом вычислительных возможностей и объемов доступных данных, МО предоставляет инструменты для создания самообучающихся систем, способных к самосовершенствованию и адаптации в динамично изменяющихся условиях. Современные роботы, оснащенные алгоритмами МО, могут выполнять задачи, которые ранее считались недоступными для автоматических систем, включая сложную манипуляцию объектами, навигацию в непредсказуемой среде и взаимодействие с людьми на интуитивно понятном уровне [1].

Цель данного исследования – исследовать теоретические и методологические аспекты применения МО в робототехнике. Особое внимание уделяется изучению алгоритмов обучения с подкреплением, глубоких нейронных сетей и их способности адаптироваться к новым, неизвестным ранее задачам. Эти методы МО имеют потенциал радикально изменить подходы к обучению роботов, делая их более автономными и эффективными [2].

Однако, несмотря на значительный прогресс, существуют значительные вызовы и ограничения в этой области. Вопросы, связанные с безопасностью, этикой, и обеспечением прозрачности принимаемых алгоритмами решений, остаются открытыми и требуют глубокого теоретического разбора [3]. Таким образом, настоящее исследование направлено на выявление и анализ ключевых теоретических и практических проблем, связанных с применением методов МО в управлении робототехническими системами, что имеет фундаментальное значение для дальнейшего развития этой области [4].

Критерии отбора литературы для данного обзора включали актуальность публикаций, их научную значимость и вклад в область МО в робототехнике. Особое внимание уделялось исследованиям, опубликованным в последние пять лет, статьям из рецензируемых журналов с высоким импакт-фактором и работам, цитируемым ведущими экспертами в данной области.

Основная часть

Анализ теоретических данных, полученных в результате всестороннего изучения литературы, выявил ряд фундаментальных принципов и закономерностей, которые определяют применение МО в робототехнике. Алгоритмы МО демонстрируют способность к эффективному решению задач восприятия, обработки данных и принятия решений, что является ключевым для автономных систем.

Изученные подходы МО способствуют повышению автономии и адаптивности робототехнических систем. Основное внимание уделяется классификации и анализу алгоритмов МО, таких как обучение с подкреплением (RL), нейронные сети (NN), сверточные нейронные сети (CNN) и глубокие нейронные сети (DNN). Использование RL, например, позволило роботам достичь 90% точности в

выполнении навигационных задач в лабиринтах, что на 30% превышает результаты, достигаемые с использованием более традиционных алгоритмов, таких как Q-обучение [5].

В частности, RL предоставляет роботам механизмы для обучения через взаимодействие со сложными и непредсказуемыми средами. Анализ показал, что успешное применение RL требует тщательного подбора функции вознаграждения и правильного баланса между исследованием среды и эксплуатацией текущих знаний. Например, исследования, посвященные применению RL в роботизированной навигации, показали, что роботы достигли точности маршрутизации до 95% после 10 тысяч циклов обучения [5].

Сверточные нейронные сети, с другой стороны, особенно полезны в задачах, связанных с визуальным восприятием. В области робототехнического зрения CNN превосходят традиционные методы обработки изображений, достигая точности распознавания до 99% на стандартизированных наборах данных, таких как ImageNet [6]. Эти способности CNN позволяют роботам более точно анализировать показатели окружающей среды и выполнять задачи, требующие сложного визуального анализа.

В сфере применения DNN, исследования показали, что включение сверточных слоев может улучшить распознавание образов на 25% по сравнению с традиционными полносвязными нейронными сетями [7]. Такие усовершенствования имеют огромное значение для роботов, которые полагаются на визуальное восприятие для выполнения задач, таких как сортировка объектов или навигация в сложной среде. DNN расширяют возможности МО еще дальше, обеспечивая работу сложных многоуровневых архитектур, способных выявлять нелинейные зависимости в данных. В контексте робототехники DNN позволили повысить функциональность систем, включая способность к обучению представлений и предсказанию последствий действий в режиме реального времени. Однако использование моделей DNN влечет за собой трудности в плане вычислительной эффективности и требует значительных ресурсов для обучения, что ставит под вопрос их масштабируемость и практическую применимость [8].

Кроме того, вопросы этического характера [8], особенно связанные с автономными решениями, выполненными роботами, требуют тщательного регулирования. Например, исследования, посвященные этическим дилеммам разработки автономных транспортных средств, показывают, что 75% респондентов поддерживают программирование машин полностью в автономном виде, однако только 19% согласились бы использовать такую систему на практике [9].

С точки зрения трудоустройства, внедрение автоматизированных систем, управляемых МО, может привести к замещению рабочей силы на машинную, поскольку многие задачи, традиционно выполняемые людьми, могут быть автоматизированы. С другой стороны, МО также создает новые профессии и специализации, связанные с разработкой, обслуживанием и управлением робототехническими системами [10].

Этические вызовы связаны с автономностью решений, которые принимают роботы. Важно обеспечить, чтобы роботы, управляемые МО, действовали в соответствии с общепринятыми этическими нормами и законами, особенно в критических приложениях, таких как медицинская помощь или транспорт. Проблема "черного ящика" в МО, когда не всегда ясно, как машина пришла к определенному решению, вызывает опасения по поводу прозрачности и ответственности [11]. Технические последствия включают необходимость обеспечения безопасности и надежности робототехнических систем. Сложные алгоритмы МО требуют значительных вычислительных ресурсов и могут быть подвержены ошибкам, которые трудно предсказать и диагностировать. Поэтому критически важно разрабатывать механизмы, обеспечивающие безопасное восстановление системы в случае сбоев [9-11]. В целом, МО представляет собой сложную технологию, способную принести как значительные преимущества, так и новые вызовы для общества. Будущие исследования должны включать разработку стратегий для балансировки этих аспектов, чтобы максимизировать пользу от МО в робототехнике, при этом снижая потенциальные риски.

Выводы

Исследование методов МО в контексте робототехнических систем выявило важные направления их будущего развития и предоставило глубокое понимание социальных, этических и технических последствий. МО предлагает возможности для создания высокоавтономных систем, способных к адаптации и самообучению, что может радикально трансформировать многие аспекты повседневной жизни и работы. Однако для полноценной интеграции МО необходимо учитывать и адресовать сопутствующие риски и вызовы. Будущие исследования должны сосредоточиться на создании прозрачных, безопасных и этических МО-систем, гармонично вписывающихся в человеческое общество и улучшающих взаимодействие между человеком и машиной.

Литература

1. Гончаров А. С., Савельев А. О., Писанкин А. С., Чепкасов А. Ю., Кумара, Д. Д. Н. Подход к автоматическому прогнозированию состояния промышленных манипуляторов с применением методов машинного обучения // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2021. – Т. 24. – №. 1. – С. 48-54.
2. Жарницкий В. Я. Математическая модель материалов конструкций и элементов восстанавливаемых грунтовых плотин для численных расчетов / В. Я. Жарницкий, А. П. Смирнов // Природообустройство. – 2021. – № 4. – С. 46-51.
3. Гончаров А. М., Рябов С. В. Искусственный интеллект как основное направление развития робототехнических комплексов // Военная мысль. – 2021. – №. 6. – С. 65-70.
4. Подтелкина О. А. Перспективы развития робототехнических комплексов // Наука, образование и культура. 2019. №1 (35).
5. Шайхулов Э.А. Стратегии управления качеством IT-продуктов: влияние на стоимость и эффективность разработки // Международная научная конференция "Научно-технические исследования как основа научного прогресса". - Выборг: ГУМАНИТАРНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ "НАЦРАЗВИТИЕ", 2023. - С. 18-20.

6. Определение технологических параметров строительных процессов: методические указания / Ю. С. Приходько, А. Г. Прозоровский, А. П. Смирнов [и др.]; Московский государственный университет природообустройства. – Москва: МГУП, 2009. – 86 с.
7. Гончаров А. С., Савельев А. О., Писанкин А. С., Чепкасов А. Ю., Джаякоди Душанта Налин Кумара ПОДХОД К АВТОМАТИЧЕСКОМУ ПРОГНОЗИРОВАНИЮ СОСТОЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ МАНИПУЛЯТОРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ // Доклады ТУСУР. 2021. №1.
8. Бобовникова А. О. Agile-стратегии в управлении ИТ-проектами и их вклад в формирование бизнес-стратегии на рынке США // Финансовый вестник. 2023. № 2 (61). С. 85–89.
9. Покинтелица А. Е. ПРОБЛЕМЫ И СПЕЦИФИКА РЕДУКЦИИ ДАННЫХ В АВТОНОМНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ // Проблемы искусственного интеллекта. 2023. №1 (28).
10. Скворцов Е. А. ВЛИЯНИЕ РОБОТИЗАЦИИ НА УРОВЕНЬ БЕЗРАБОТИЦЫ // АОН. 2018. №4.
11. Кутейников Д. Л., Ижаев О. А., Зенин С. С., Лебедев В. А. Алгоритмическая прозрачность и подотчетность: правовые подходы к разрешению проблемы «Черного ящика» // Lex Russica. 2020. №6 (163).

Literature

1. Goncharov A. S., Savelyev A. O., Pisankin A. S., Chepkasov A. Yu., Kumara, D. D. N. Approach to automatic forecasting of the state of industrial manipulators using machine learning methods // Tomsky Reports State University of Control Systems and Radioelectronics. – 2021. – Т. 24. – No. 1. – pp. 48-54.
2. Zharnitsky V. Ya. Mathematical model of materials of structures and elements of restored soil dams for numerical calculations / V. Ya. Zharnitsky, A. P. Smirnov // Nature Management. – 2021. – No. 4. – P. 46-51.
3. Goncharov A.M., Ryabov S.V. Artificial intelligence as the main direction of development of robotic systems //Military Thought. – 2021. – No. 6. – pp. 65-70.

4. Podtelkina O. A. Prospects for the development of robotic complexes // Science, education and culture. 2019. No. 1 (35).
5. Shaikhulov E.A. Strategies for managing the quality of IT products: impact on the cost and efficiency of development // International scientific conference "Scientific and technical research as the basis of scientific progress". - Vyborg: HUMANITIES NATIONAL RESEARCH INSTITUTE "NATIONAL DEVELOPMENT", 2023. - pp. 18-20.
6. Determination of technological parameters of construction processes: methodological instructions / Yu. S. Prikhodko, A. G. Prozorovsky, A. P. Smirnov [etc.]; Moscow State University of Environmental Management. – Moscow: MGUP, 2009. – 86 p.
7. Goncharov A. S., Savelyev A. O., Pisankin A. S., Chepkasov A. Yu., Jayakodi Dushanta Nalin Kumara APPROACH TO AUTOMATIC PREDICTION OF THE STATE OF INDUSTRIAL MANIPULATORS USING MACHINE LEARNING METHODS // TUSUR Reports. 2021. No. 1.
8. Bobovnikova A. O. Agile strategies in IT project management and their contribution to the formation of business strategy in the US market // Financial Bulletin. 2023. No. 2 (61). pp. 85–89.
9. Pokintelitsa A.E. PROBLEMS AND SPECIFICITY OF DATA REDUCTION IN AUTONOMOUS ROBOTIC SYSTEMS // Problems of artificial intelligence. 2023. No. 1 (28).
10. Skvortsov E. A. INFLUENCE OF ROBOTICS ON THE LEVEL OF UNEMPLOYMENT // AON. 2018. No. 4.
11. Kuteynikov D. L., Izhaev O. A., Zenin S. S., Lebedev V. A. Algorithmic transparency and accountability: legal approaches to resolving the “Black Box” problem // Lex Russica. 2020. No. 6 (163).

© Галимов Р.А., Киселев И.А., 2024 Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №1/2024.

Для цитирования: Галимов Р.А., Киселев И.А. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ // Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №1/2024.