



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.942.2

БЛОКЧЕЙН И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ. ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОВМЕСТНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Марквa Т.Д.

ФГБОУ ВО САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФЕССОРА М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА, Санкт-Петербург, Россия (193232, г. Санкт-Петербург, просп. Большевиков, 22, корп. 1), e-mail: norm_staffchik@mail.ru

В данной статье рассматривается перспективная область интеграции двух революционных технологий – блокчейна и искусственного интеллекта (ИИ). Анализируются ключевые направления и преимущества их совместного применения, такие как повышение прозрачности, безопасности и эффективности различных систем и процессов. Обсуждается использование блокчейна для обеспечения подотчетности И-решений, а также применение ИИ для оптимизации блокчейн-сетей и смарт-контрактов. Рассматриваются существующие проблемы и риски, включая масштабируемость, конфиденциальность данных, энергопотребление и регулирование. Наконец, представлены перспективные направления дальнейшего развития, такие как децентрализованные платформы И, федеративное обучение, самоуправляемые DAO и решения для Интернета вещей. Статья демонстрирует огромный потенциал синергии блокчейна и ИИ для трансформации различных отраслей.

Ключевые слова: Блокчейн, искусственный интеллект, интеграция технологий, децентрализация, прозрачность, безопасность, смарт-контракты, проблемы масштабируемости, конфиденциальность данных, перспективные направления.

BLOCKCHAIN AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE. OPPORTUNITIES AND PROSPECTS FOR SHARING

Markva T.D.

ST. PETERSBURG STATE UNIVERSITY OF TELECOMMUNICATIONS NAMED AFTER PROFESSOR M. A. BONCH-BRUEVICH, St. Petersburg, Russia (193232, St. Petersburg, ave. Bolshhevikov, 22, bldg. 1), e-mail: norm_staffchik@mail.ru

This article examines a promising area of integration of two revolutionary technologies – blockchain and artificial intelligence (AI). The key areas and advantages of their joint application are analyzed, such as increasing transparency, security and efficiency of various systems and processes. The use of blockchain to ensure accountability of I-solutions is discussed, as well as the use of AI to optimize blockchain networks and smart contracts. The existing problems and risks are considered, including scalability, data privacy, energy consumption and regulation. Finally, promising areas for further development are presented, such as decentralized platforms and federated learning, self-managed DAOs and solutions for the Internet of Things. The article demonstrates the huge potential of blockchain and AI synergy for the transformation of various industries.

Keywords: Blockchain, artificial intelligence, technology integration, decentralization, transparency, security, smart contracts, scalability issues, data privacy, promising areas.

Введение

Блокчейн и искусственный интеллект (ИИ) являются двумя из наиболее перспективных и революционных технологий современности, оказывающих глубокое влияние на различные сферы человеческой деятельности. Блокчейн представляет собой распределенную базу

данных или реестр, записи в котором объединены в неизменяемые цепочки блоков и реплицируются на множество узлов в одноранговой сети. Ключевыми свойствами блокчейна являются децентрализация, прозрачность, неизменность данных и отсутствие единой точки отказа или контроля.

В свою очередь, искусственный интеллект - это область информатики и компьютерных наук, занимающаяся разработкой интеллектуальных систем и алгоритмов, способных имитировать когнитивные функции, характерные для человеческого разума. ИИ лежит в основе таких технологий, как машинное обучение, обработка естественного языка, компьютерное зрение и многих других. Совместное использование этих двух прорывных технологий открывает огромные возможности для создания принципиально новых решений в самых разных областях, начиная от финансов и логистики и заканчивая здравоохранением и образованием. Объединение децентрализованной архитектуры блокчейна и вычислительной мощи искусственного интеллекта может способствовать повышению безопасности, прозрачности, эффективности и масштабируемости различных систем и процессов. В данной статье мы рассмотрим текущее состояние интеграции технологий блокчейна и ИИ, проанализируем ключевые области их совместного применения, оценим риски и проблемы, а также обсудим перспективные пути дальнейшего развития этого многообещающего междисциплинарного направления.

Блокчейн для ИИ

Помимо использования искусственного интеллекта для развития и оптимизации самой блокчейн-технологии, распределенные реестры данных обладают колоссальным потенциалом для повышения эффективности, безопасности, прозрачности и доверия к системам на базе ИИ. Блокчейн может стать ключевым связующим звеном, обеспечивающим прозрачность, подотчетность и надежную защиту данных для приложений искусственного интеллекта.

Одной из основных и наиболее острых проблем современных ИИ-систем является так называемая "черный ящик" - отсутствие прозрачности в процессах принятия решений сложными моделями машинного обучения. Алгоритмы, особенно глубокие нейронные сети, зачастую представляют собой настоящие "черные коробки", внутренняя логика работы которых скрыта от конечных пользователей. Блокчейн способен преодолеть эту фундаментальную проблему, предоставляя неизменяемый, полностью прозрачный и проверяемый реестр для записи всех входных данных, обучающих наборов, параметров моделей, промежуточных вычислений, обоснований и окончательных результатов работы ИИ-алгоритмов. Такая прозрачность существенно повысит подотчетность искусственного интеллекта, его объяснимость и, как следствие, доверие к принимаемым им решениям.

Качество, достоверность и полнота данных, используемых для обучения и работы моделей искусственного интеллекта, имеет критически важное значение. Однако централизованные хранилища данных, применяемые в настоящее время крупными технологическими компаниями, уязвимы для манипуляций, утечек и внесения искажений, что может приводить к существенным систематическим ошибкам (смещениям) и снижению производительности ИИ-систем. Децентрализованные блокчейн-реестры, построенные по принципу распределенного консенсуса, способны обеспечить единый достоверный, неизменяемый и полностью прозрачный источник обучающих данных для ИИ, доступный для

проверки и аудита всеми заинтересованными сторонами. Это повысит качество и надежность самих моделей ИИ.

Кроме того, революционная идея технологии смарт-контрактов, реализуемой в блокчейнах, открывает новые беспрецедентные способы для практического внедрения и коммерциализации решений на базе искусственного интеллекта. ИИ-модели могут быть напрямую интегрированы в смарт-контракты, размещаемые и исполняемые в децентрализованной блокчейн-среде, что позволит полностью автоматизировать и обезопасить выполнение сложных условных сделок, договоров и транзакций, основываясь на выходных данных и предсказаниях интеллектуальных алгоритмов без какого-либо вмешательства третьих лиц. Кроме того, блокчейн может использоваться как распределенный реестр для отслеживания авторства, подтверждения происхождения и защиты прав интеллектуальной собственности на ИИ-модели, алгоритмы и наборы данных.

ИИ для развития блокчейна

Искусственный интеллект также играет критически важную роль в дальнейшем развитии и совершенствовании самой технологии блокчейна. Благодаря своей колоссальной вычислительной мощности и способности обрабатывать гигантские объемы структурированных и неструктурированных данных, алгоритмы искусственного интеллекта могут применяться для решения широкого круга задач по оптимизации и модернизации различных аспектов блокчейн-систем.

Одной из ключевых областей является использование ИИ для совершенствования консенсусных алгоритмов, лежащих в основе большинства блокчейн-сетей. Существующие алгоритмы консенсуса, такие как доказательство выполнения работы (Proof-of-Work, PoW) и доказательство владения долей (Proof-of-Stake, PoS), обеспечивающие согласованность и безопасность распределенных реестров данных, часто сталкиваются с серьезными проблемами масштабируемости, энергоэффективности и гибкости. Искусственный интеллект может помочь в разработке принципиально новых более эффективных и адаптивных консенсусных протоколов, способных динамически подстраиваться под изменяющиеся условия нагрузки и состава сети. К примеру, методы машинного обучения могут использоваться для оптимального распределения вычислительных ресурсов между узлами сети, прогнозирования будущих пиковых нагрузок и своевременного масштабирования инфраструктуры. ИИ-алгоритмы также могут применяться для выявления и предотвращения различных типов атак на консенсусные механизмы, таких как атаки большинства или атаки с использованием вредоносных смарт-контрактов. [2, с.2]

Другой важной областью является применение искусственного интеллекта для всестороннего анализа, моделирования и изучения сложного системного поведения блокчейн-сетей. Ввиду высокой сложности взаимодействия многокомпонентных блокчейн-систем, традиционные аналитические методы часто оказываются недостаточно эффективными. Передовые технологии ИИ, такие как глубокие нейронные сети, генетические и эволюционные алгоритмы, позволяют создавать высокоточные модели для исследования свойств блокчейн-экосистем на системном уровне. Это дает возможность лучше понимать фундаментальные характеристики распределенных реестров данных, выявлять их уязвимости и узкие места, а также разрабатывать более эффективные и совершенные архитектуры

блокчейнов. ИИ-модели также могут использоваться для прогнозирования дальнейшего развития блокчейн-технологий и оценки влияния новых технических улучшений и инноваций.

Наконец, искусственный интеллект находит все более широкое применение в области выявления мошеннической активности, отмывания денег и других видов финансовых преступлений в блокчейн-сетях. Алгоритмы машинного обучения способны анализировать огромные массивы данных транзакций и выявлять сложные закономерности, а также распознавать аномалии и подозрительные паттерны поведения, указывающие на незаконную деятельность. ИИ-системы могут использоваться для автоматического мониторинга и контроля соответствия транзакций нормативным требованиям в области комплаенса, а также для повышения общей безопасности блокчейн-решений и противодействия кибератакам на них.

Проблемы и риски в сочетании блокчейна и ИИ

Несмотря на огромные преимущества и перспективы использования блокчейна и искусственного интеллекта в рамках единой технологической экосистемы, существует целый ряд серьезных проблем и рисков, которые необходимо тщательно учитывать и решать при практической реализации этой интеграции.

Одной из наиболее острых проблем является масштабируемость и производительность совместных блокчейн-ИИ решений. Уже на текущем этапе многие блокчейн-сети, такие как биткойн и эфириум, сталкиваются с фундаментальными ограничениями в виде низкой пропускной способности, высоких задержек при обработке транзакций и консенсусе. Интеграция вычислительно сложных моделей и алгоритмов искусственного интеллекта может еще больше снизить производительность и создать критическую нагрузку на инфраструктуру распределенных сетей. Требуются масштабные дальнейшие исследования и разработки для создания новых высокопроизводительных архитектур и протоколов, способных эффективно объединять возможности блокчейна и ИИ.

Другой существенной проблемой является обеспечение безопасности и сохранение неизменности самих ИИ-моделей в блокчейн-средах. Одним из фундаментальных свойств блокчейна является криптографическая неизменность данных после их внесения в реестр. Однако в случае с моделями машинного обучения неизменность может стать серьезным ограничением, поскольку эти модели нередко требуют обновления, доработки и переобучения по мере поступления новых данных. Необходимо найти разумный баланс между требованиями неизменности и гибкости для эффективной интеграции ИИ-технологий с блокчейн-инфраструктурой. [5, с.33]

Еще одним вызовом является обеспечение конфиденциальности и безопасности данных в гибридной блокчейн-ИИ среде. С одной стороны, прозрачность и отслеживаемость транзакций в блокчейн-системах является безусловным преимуществом для многих приложений. Однако в таких чувствительных областях, как здравоохранение, финансы или оборона, требования по неприкосновенности частной информации являются критически важными. Хотя блокчейн позволяет шифровать и сохранять конфиденциальность данных, обработка зашифрованного контента моделями ИИ представляет собой сложнейшую техническую задачу. Для решения этой проблемы необходимы принципиально новые криптографические методы и протоколы, обеспечивающие безопасность данных на всех этапах цикла в гибридных блокчейн-ИИ системах.

Серьезные опасения вызывают также вопросы ответственности и аудита ИИ-решений, работающих в рамках децентрализованной блокчейн-среды. Использование распределенных реестров может повысить прозрачность работы алгоритмов ИИ, однако в то же время возникают сложные юридические коллизии – кто будет нести ответственность за ошибочные или наносящие ущерб действия таких систем, если их логика исполняется автономно на сотнях или тысячах узлов? Необходима разработка четких правовых норм, процедур аудита и определения ответственных сторон для предотвращения злоупотреблений. [1, с.31]

В целом, текущая правовая и регуляторная неопределенность в отношении блокчейна и ИИ является одним из главных сдерживающих факторов для их интеграции и широкого внедрения. Поскольку эти технологии являются относительно новыми, во многих юрисдикциях отсутствуют полноценные законодательные акты и нормативно-правовая база для их регулирования в комплексе. Необходимо тесное сотрудничество между разработчиками, регуляторами и экспертами для создания всеобъемлющих стандартов и правил игры.

Не стоит также недооценивать риски централизации и монополизации блокчейн-сетей и ИИ-решений крупными технологическими игроками, обладающими значительными ресурсами данных и вычислительными мощностями. Это идет вразрез с фундаментальными принципами децентрализации и распределенности, лежащими в основе этих технологий. Важно создавать стимулы и защитные механизмы для сохранения действительно открытого и инклюзивного характера будущих блокчейн-ИИ экосистем.

И наконец, крайне важной проблемой является высокое энергопотребление и вопросы экологической устойчивости интегрированных ИИ-блокчейн решений. Добавление вычислительно интенсивных задач искусственного интеллекта к уже ресурсоемким блокчейн-сетям может создать колоссальную нагрузку на энергосистемы. Поэтому необходимо уделять первостепенное внимание энергоэффективности при разработке архитектур и протоколов для совместного использования этих технологий.

Будущие направления и перспективы

Интеграция блокчейна и искусственного интеллекта представляет собой одно из наиболее многообещающих и активно развивающихся направлений на передовой технологического прогресса. Открывая практически безграничные возможности для инноваций и трансформации различных отраслей, это междисциплинарное поле уже демонстрирует впечатляющую динамику исследований и разработок.

Одним из ключевых векторов развития является создание децентрализованных платформ и инфраструктуры для разработки, обучения, развертывания и монетизации моделей и приложений искусственного интеллекта. Такие платформы, построенные на базе технологий распределенных реестров и смарт-контрактов, позволят различным участникам (разработчикам ИИ, исследователям, поставщикам данных, потребителям) безопасно и прозрачно взаимодействовать, обмениваться ресурсами и монетизировать свои вклады в рамках единой экосистемы. Пионерами в этом направлении выступают такие проекты, как SingularityNET, Ocean Protocol, Fetch.ai и другие, стремящиеся создать подлинно глобальные децентрализованные рынки и сообщества для ИИ-приложений, наборов данных, обучающих примеров и вычислительных мощностей.

Еще одной перспективной областью является разработка передовых методов федеративного или совместного обучения моделей искусственного интеллекта на распределенных данных без необходимости их физической централизации. Данные подходы в сочетании с новейшими технологиями сохранения конфиденциальности на блокчейне, такими как доказательства с нулевым разглашением, гомоморфное шифрование, секретные контракты и др., позволят создавать сверхмощные ИИ-модели с беспрецедентными возможностями при сохранении полной приватности данных всех задействованных сторон. Над решениями для федеративного ИИ активно работают технологические гиганты вроде IBM, Microsoft и Google, а также многочисленные стартапы и исследовательские группы.

Объединение возможностей блокчейна, смарт-контрактов и искусственного интеллекта открывает путь к созданию полностью автономных и самоуправляемых децентрализованных организаций и сообществ (DAO). В таких организациях ИИ-системы смогут выполнять функции принятия решений и управления на основе заранее заданных целей, правил и ограничений, кодифицированных в виде смарт-контрактов и исполняемых в блокчейн-среде без какого-либо централизованного управления. Децентрализованные автономные организации на стыке ИИ и блокчейна могут применяться в самых разных областях - от управления сообществами и ресурсами до координации сложных производственных процессов, логистических цепочек поставок и многого другого. Первыми ласточками в этом направлении стали такие проекты, как DAO.casino, Aragon и ряд других.

Помимо этого, симбиоз искусственного интеллекта и блокчейна открывает огромные возможности для повышения безопасности, эффективности и масштабируемости систем Интернета вещей (IoT). Распределенные реестры данных способны обеспечить надежную децентрализованную инфраструктуру для безопасной передачи данных между устройствами. В то же время, ИИ-алгоритмы могут использоваться для интеллектуального управления IoT-сетями, оптимизации рабочих процессов, предиктивного обслуживания, выявления аномалий и предотвращения кибератак на подключенные устройства. Уже сейчас компании вроде Xage, Hdas и другие активно работают над созданием инновационных блокчейн-ИИ решений для безопасного подключения и управления IoT на принципах децентрализации и искусственного интеллекта. [4, с.68]

Хотя многие из этих направлений все еще находятся на ранней стадии, они демонстрируют поистине революционный потенциал объединения блокчейна и ИИ для трансформации существующих и создания принципиально новых отраслей и рынков. По мере дальнейшего развития и преодоления нынешних ограничений, синергия этих передовых технологий будет только возрастать, открывая новые парадигмы для повышения эффективности, безопасности, масштабируемости и уровня автоматизации самых разных систем и процессов.

Будущее, в котором распределенные неизменяемые реестры данных и сверхмощные алгоритмы искусственного интеллекта гармонично дополняют друг друга, обещает стать более прозрачным, рациональным, безопасным и в конечном счете более ориентированным на истинные человеческие потребности и ценности. Однако для воплощения этого грандиозного видения необходимы объединенные усилия учёных, инженеров, предпринимателей, политиков и всего глобального сообщества.

Заключение

Интеграция технологий блокчейна и искусственного интеллекта открывает широкие перспективы для создания инновационных и трансформационных решений в самых разных сферах человеческой деятельности. Объединение децентрализованной архитектуры распределенных реестров и вычислительной мощи ИИ позволяет повысить эффективность, безопасность, прозрачность и масштабируемость различных систем и процессов.

Хотя на пути практической реализации этого многообещающего симбиоза существуют значительные проблемы и вызовы, быстрое развитие исследований и разработок в данной области внушает оптимизм. Создание децентрализованных ИИ-платформ, методов федеративного обучения, самоуправляемых DAO и решений для безопасности Интернета вещей – лишь некоторые из перспективных направлений, демонстрирующих огромный потенциал объединения блокчейна и ИИ.

Однако для полной реализации этого потенциала необходимы дальнейшие усилия по преодолению существующих ограничений в плане масштабируемости, энергоэффективности, конфиденциальности данных и регулирования. Кроме того, крайне важно обеспечить ответственное и этическое внедрение этих передовых технологий, учитывая их серьезные последствия для общества и индустрий.

Требуется тесное сотрудничество между учеными, разработчиками, регуляторами и другими заинтересованными сторонами для разработки всеобъемлющих стандартов, норм и законодательных актов, способствующих безопасному и устойчивому развитию экосистемы, объединяющей блокчейн и искусственный интеллект. [3, с.508]

В целом, интеграция блокчейна и ИИ представляет собой один из наиболее многообещающих технологических фронтов с огромным трансформационным потенциалом. По мере дальнейшего прогресса в этой области мы можем ожидать появления принципиально новых бизнес-моделей, продуктов и услуг, повышающих эффективность, безопасность и инновационность различных отраслей. Будущее, в котором распределенные реестры и искусственный интеллект гармонично работают вместе, обещает стать более прозрачным, подотчетным и ориентированным на человека.

Список литературы

1. Красов А. В. и др. Способы коммутации пакетов в сетях CISCO //Материалы Всероссийской научно-практической конференции" Национальная безопасность России: актуальные аспекты" ГНИИ" Нацразвитие". Июль 2018. – 2018.
2. Krasov A., Vitkova L., Pestov I. Behavioral analysis of resource allocation systems in cloud infrastructure //2019 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). – IEEE, 2019.
3. Гераськина В. С. и др. Методы и стратегии оповещения населения об угрозах возникновения кризисных ситуаций //Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2017). – 2017.
4. Шемякин С. Н. и др. Теоретическая оценка использования математических методов прогнозирования загрузки виртуальной инфраструктуры //Научные технологии в космических исследованиях Земли. – 2021. – Т. 13. – №. 4.
5. Шемякин С. Н. и др. Использование теории графов для моделирования безопасности облачных систем //Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2021.

References

1. Krasov A.V. et al. Packet switching methods in CISCO networks //Materials of the All-Russian scientific and practical conference "National Security of Russia: current aspects of the "GNII" National Development". July 2018. – 2018.
 2. Krasov A., Vitkova L., Pestov I. Behavioral analysis of resource allocation systems in cloud infrastructure //2019 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). – IEEE, 2019.
 3. Geraskina V. S. et al. Methods and strategies for notifying the public about the threats of crisis situations //Information security of Russian regions (IBRD-2017). – 2017.
 4. Shemyakin S. N. et al. Theoretical assessment of the use of mathematical methods for predicting the load of virtual infrastructure //High–tech technologies in space exploration of the Earth. - 2021. – Vol. 13. – No. 4.
 5. Shemyakin S. N. et al. Using graph theory to model the security of cloud systems //Bulletin of the St. Petersburg State University of Technology and Design. Series 1: Natural and Technical Sciences. – 2021.
-