

УДК 004.652:004.8

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ NOSQL И SQL БАЗ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Бушуев С.А.

специалист,

Донской государственной технической университет,

Шахты, Россия

Аннотация

В статье рассматривается потенциал применения технологий искусственного интеллекта (ИИ) для повышения эффективности NoSQL и SQL баз данных (БД). Исследуются современные методы оптимизации производительности БД, включая предиктивное кеширование, автоматическую настройку параметров и оптимизацию запросов с помощью машинного обучения (МО). Анализ ИИ-инструментов для работы с БД демонстрирует значительное улучшение характеристик процессов, таких как скорость обработки запросов и снижение времени отклика системы. Внедрение ИИ-технологий позволяет значительно повысить производительность, надежность и управляемость систем управления базами данных (СУБД) в условиях растущих объемов информации и требований к скорости их обработки.

Ключевые слова: NoSQL, SQL, базы данных, искусственный интеллект (ИИ), оптимизация производительности, машинное обучение (МО), системы управления базами данных (СУБД).

IMPROVING THE EFFICIENCY OF NOSQL AND SQL DATABASES THROUGH THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Bushuev S.A.

specialist degree,

South-Russian State University of Economics and Service,

Shakhty, Russia

Abstract

The article examines the potential of applying artificial intelligence (AI) technologies to enhance the efficiency of NoSQL and SQL databases (DB). It explores modern methods of DB performance optimization, including predictive caching, automatic parameter tuning, and query optimization using machine learning (ML). The analysis of AI tools for working with DBs demonstrates significant improvements in process characteristics, such as query processing speed and reduced system response time. The implementation of AI technologies significantly enhances the performance, reliability, and manageability of database management systems (DBMS) in the context of increasing data volumes and the demands for faster processing.

Keywords: NoSQL, SQL, databases, artificial intelligence (AI), performance optimization, machine learning (ML), database management systems (DBMS).

Введение

В современном мире ежегодно увеличивается количество информации, генерируемой различными приложениями и системами. Согласно статистике за 2023 год [1], каждый день создается около 328,77 млн терабайт данных. В условиях такой динамики эффективная обработка информации становится особенно важной задачей. Два наиболее часто используемых типа баз данных (БД): традиционные реляционные БД (англ. Structured Query Language – SQL) и современные нереляционные БД (англ. not only SQL – NoSQL). С увеличением количества информации и усложнением различных цифровых процессов возникает потребность повышения производительности и эффективности таких систем. Исследования показывают необходимость внедрения более надежных и гибких механизмов запроса и обработки данных [2].

Одним из перспективных направлений решения данной проблемы является использование искусственного интеллекта (ИИ). Внедрение машинного обучения (МО), предсказательного анализа и других технологий ИИ позволяет автоматизировать процессы и увеличить общую производительность систем. Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

управления базами данных (СУБД). Цель данной статьи – рассмотреть различные подходы к повышению эффективности NoSQL и SQL баз данных с использованием ИИ.

Основная часть. Потенциал применения технологий ИИ в БД

Экономика БД демонстрирует значительный рост, что обусловлено стремительным увеличением объемов данных и возрастающими требованиями к их обработке и хранению. Согласно исследованиям, в 2022 году мировой рынок БД достиг 91 млрд долларов США, а к 2027 году он может превысить 203,6 млрд долларов США [3]. С появлением новых технологий, таких как интернет вещей (IoT), большие данные (Big Data), и облачные вычисления, потребность в высокопроизводительных и масштабируемых решениях для управления данными увеличивается.

В условиях постоянно растущих объемов данных компании начинают внедрять новые практики и технологии для обеспечения долгосрочной устойчивости, адаптивности и оптимизации работ БД. NoSQL становятся все более популярными благодаря своей гибкости и способности обрабатывать неструктурированные данные. При этом SQL продолжают оставаться ключевым инструментом для работы с транзакционными и структурированными данными [4].

Применение специалистами ИИ вызвано его экономической эффективностью при внедрении в различные сферы деятельности, включая IT-индустрию. Рынок ИИ демонстрирует значительный рост (рис. 1).

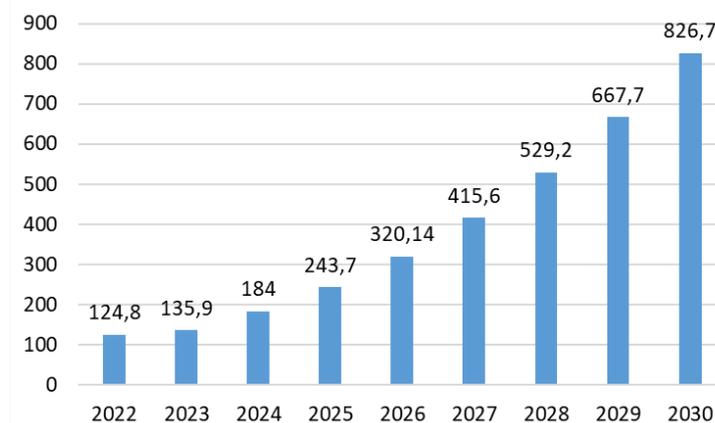


Рис. 1 – Прогноз мирового рынка ИИ, млрд долларов США [5].

Технологии ИИ обладают большим потенциалом для повышения эффективности в работе с БД, в том числе NoSQL и SQL. Они позволяют улучшать производительность, оптимизировать ресурсы и повышать общую надежность СУБД. Исследования показывают, что решения на основе ИИ способны автоматизировать до 70% всей работы по обработке данных и 64% работы по их сбору, тем самым облегчая выявление закономерностей и создание алгоритмов принятия решений [6]. ИИ может анализировать значительные объемы данных и выявлять оптимальные конфигурации, которые было бы сложно определить вручную. Работа с БД на основе ИИ-решений представляет различные преимущества по сравнению с обычными системами БД, что может увеличивать конкурентоспособность компаний (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнение БД на основе ИИ и традиционной БД [7]

Аспект	Традиционная БД	БД на основе ИИ
Хранение и поиск данных	На основе схем и структурированных запросов.	Поддерживает неструктурированные данные и использует обработку естественного языка (англ. Natural Language Processing – NLP) для запросов.
Оптимизация запросов	Используются традиционные методы, такие как индексация, нормализация данных, использование оптимизированных запросов, кеширование.	МО для оптимизации запросов, что повышает производительность системы.

Аналитическая информация в режиме реального времени	Возможности обработки данных в реальном времени ограничены.	Обеспечивает обработку данных в режиме реального времени и позволяет мгновенно получать информацию.
Масштабируемость	Масштабирование может быть сложным и требовать ручного вмешательства.	Обеспечивает автоматическое масштабирование для эффективной обработки растущих объемов данных.
Интерфейсы на естественном языке	Как правило, не имеет интерфейсов на естественном языке.	Встроенный NLP для интуитивной обработки запросов.

Интеграция ИИ с системами БД может изменить способ работы организаций и принятия решений. По мнению автора, существует перспектива создания полностью автономных БД, которые смогут самостоятельно настраиваться и восстанавливаться. Это сведет к минимуму время простоя и объем ручного обслуживания БД, что способствует повышению надежности и снижению эксплуатационных расходов компании.

Методы повышения эффективности NoSQL и SQL баз данных с помощью ИИ-решений

Внедрение ИИ в администрирование БД становится не только необходимостью, но и стратегическим шагом к совершенствованию рабочих процессов. ИИ-решения дают возможность **анализа и оптимизации SQL и NoSQL запросов в режиме реального времени**. ИИ-алгоритмы могут динамически анализировать запросы к БД, выявлять проблемы и предлагать механизмы оптимизации, такие как изменение операций, добавление новых индексов или трансформацию структуры запросов. Эти алгоритмы учитывают текущие нагрузки и паттерны использования, чтобы предложить лучшие способы ускорения выполнения запросов. В результате чего можно достичь значительного сокращения времени отклика БД и повысить общую производительность систем [8].

Благодаря достижениям в области ИИ стало возможным применение алгоритмов МО для предсказания часто запрашиваемых данных и их кеширования (**предиктивное кеширование**). Модели обучаются на

исторических данных и могут предсказывать, какие данные будут запрашиваться в ближайшем будущем. Эта информация заранее кешируется, что снижает нагрузку на БД и ускоряет доступ к ним. При оценке эффективности данного метода было выявлено, что помимо времени отклика системы, также на 6-29 % увеличивается и коэффициент частоты попаданий в кеш [9]. Это особенно рационально для приложений с высокой нагрузкой и часто повторяющимися запросами.

Использование ИИ для **автоматического управления масштабированием** БД в зависимости от нагрузки предоставляет новые возможности для обеспечения стабильной работы и высокой производительности. ИИ-системы производят мониторинг текущей нагрузки на БД и могут автоматически принимать решения о масштабировании ресурсов. Это может включать добавление новых серверов, перераспределение данных или динамическую настройку параметров системы. Автоматическое масштабирование позволяет эффективно управлять ресурсами и избегать задержек и сбоев, особенно в пиковые периоды.

Применение ИИ для **оптимизации индексов** (автоматического создания, удаления и их настройки) в БД открывает перспективы для повышения производительности. ИИ анализирует паттерны запросов и данные, чтобы определить, какие индексы нужны для повышения эффективности. Он также удаляет малоэффективные индексы, оптимизируя использование ресурсов и увеличивая скорость выполнения запросов. Данная технология с помощью ИИ позволяет добиться значительного улучшения производительности систем управления данными.

Использование ИИ для **анализа и реорганизации схемы данных** позволяет выявлять избыточность данных, неоптимальные связи и структурные проблемы в БД. На основе этого анализа ИИ предлагает изменения, которые улучшают производительность и уменьшают объем хранимых данных, делая систему более эффективной и управляемой. Анализ и оптимизация схемы

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

данных с применением ИИ обеспечивают более рациональное использование ресурсов и ускоряют доступ к данным.

Внедрение ИИ для **непрерывного мониторинга** производительности БД и **прогнозирования** возможных проблем представляет собой важный шаг к обеспечению стабильной работы систем. Это позволяет администраторам принимать проактивные меры для предотвращения инцидентов и обеспечения стабильной работы системы. Мониторинг и прогнозирование производительности с использованием ИИ обеспечивают высокую надежность и доступность данных.

Еще одно перспективное направление – использование ИИ для **интеллектуального управления репликацией** данных между различными узлами БД. Это особенно важно для глобальных систем, где данные должны быть доступны с минимальными задержками в разных частях мира [10].

Американские провайдеры технологий, например, **Amazon Web Services**, предлагают интегрированные ИИ-инструменты, которые автоматически анализируют и оптимизируют производительность БД. Это позволяет прогнозировать нагрузки, автоматически масштабировать ресурсы и предиктивно кешировать часто запрашиваемые данные, снижая время отклика и улучшая пользовательский опыт.

Другим примером является сервис **Oracle Autonomous Database**, который предлагает автоматическое обновление, патчинг, мониторинг системы и восстановление данных без участия человека [11]. Этот сервис использует алгоритмы МО для анализа производительности системы и автоматической настройки параметров, что обеспечивает оптимальную работу БД. Благодаря возможности предиктивного анализа и выявления потенциальных проблем, Oracle Autonomous Database значительно снижает риск сбоев и минимизирует время простоя системы.

Выводы

Применение ИИ для повышения эффективности NoSQL и SQL БД является важным шагом на пути к оптимизации и улучшению производительности СУБД. Интеграция ИИ-технологий на всех этапах работы с БД позволяет значительно ускорить выполнение запросов, рационализировать использование ресурсов и обеспечить более высокую степень надежности и доступности данных. Такие методы как автоматическая оптимизация запросов, предиктивное кеширование, автоматическое масштабирование и интеллектуальное управление индексацией, являются значимыми элементами успешной реализации этих улучшений. ИИ-решения особенно важны в условиях растущих объемов данных и требований к скорости их обработки.

Библиографический список:

1. Volume of data/information created, 2023. Statista. [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/> (дата обращения: 07.07.2024).
2. Малыхин Н. И. Миграция с JPQL на Criteria API и Metamodel в Hibernate ORM / Н.И. Малыхин // Актуальные исследования. – 2020. – № 10 (13). doi: 10.5281/zenodo.11059086.
3. Forecast Analysis: Database Management Systems, Worldwide. Gartner. [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <https://www.gartner.com/en/documents/4594399> (дата обращения: 18.07.2024).
4. Khan W., Kumar T., Zhang C., Raj K., Roy A.M., Luo B. SQL and NoSQL Database Software Architecture Performance Analysis and Assessments – A Systematic Literature Review / W. Khan, T. Kumar, C. Zhang, K. Raj, A.M. Roy, B. Luo // Big Data Cogn. Comput. – 2023. – V. 7. – №. 97.
5. Artificial intelligence (AI) market size worldwide from 2020 to 2030 / Statista // URL: <https://www.statista.com/forecasts/1474143/global-ai-market-size> (дата обращения: 20.07.2024).
6. Driving impact at scale from automation and AI. McKinsey. 2019. 100 p.

7. The integration of artificial intelligence into database systems (AI DB integration review). International Journal on Cybernetics & Informatics (IJCI). – 2023. – V. 12. – No. 6.

8. Panwar V. AI-Driven Query Optimization: Revolutionizing Database Performance and Efficiency / V. Panwar // International Journal of Computer Trends and Technology. – 2024. – V. 72 (3). – P. 18-26.

9. Zarif O.E., Hassan S., Zou Y., Zuzarte C., Corvinelli V., Alhamid M. Predict-cache: a predictive caching method in database systems / O.E. Zarif, S. Hassan, Y. Zou, C. Zuzarte, V. Corvinelli, M. Alhamid // Conference of the Centre for Advanced Studies on Collaborative Research. – 2020. doi: 10.5555/3432601.3432614.

10. Малыгин Д.С. Микросервисная архитектура в облачных системах: риски и возможности применения в 2024–2030 гг. / Д.С. Малыгин // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2024. – 12 (2).

11. Autonomous Database. Oracle. [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <https://www.oracle.com/autonomous-database/> (дата обращения: 21.07.2024).

Оригинальность 79%