

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ДАННЫХ: РЕЛЯЦИОННАЯ, ГРАФОВАЯ И СЕТЕВАЯ МОДЕЛИ

Славинский Г. А., Боброва Н. Л.

Кафедра информатики,

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: gr.slavin.sci@mail.ru, bobrova@bsuir.by

Целью статьи является проведение сравнительного анализа трех моделей данных: реляционной, графовой и сетевой. В ходе исследования были определены критерии сравнения моделей, выполнен их анализ, рассмотрены области применения каждой модели, выявлены их сильные и слабые стороны. В статье выдвинуто предположение о возможном развитии и будущем каждой из моделей.

ВВЕДЕНИЕ

Модель данных – логическая структура, описывающая организацию, хранение и взаимосвязи данных в базе. Она служит основой для построения и управления базами данных и поддерживается системами управления базами данных (СУБД) [1].

Эволюция моделей баз данных тесно связана с развитием вычислительной техники и изменяющимися требованиями к организации и обработке информации. Первые СУБД основывались на иерархической и сетевой моделях, которые появились в 1960-х годах и стали первыми попытками формализовать хранение и доступ к данным. Недостатки иерархической и сетевой моделей оказали огромное влияние на развитие баз данных, сформировав требования к новым моделям.

В начале 1970-х годов Эдгар Кодд[2] предложил реляционную модель данных, которая благодаря своей математической строгости и удобству работы через язык запросов SQL быстро стала стандартом в индустрии. Реляционные базы данных обеспечили более простое моделирование данных и эффективное прикладное программирование, что значительно упростило разработку информационных систем.

С ростом объемов данных и появлением новых задач, связанных с Big Data и распределенными системами, традиционные реляционные модели начали испытывать ограничения по масштабируемости и гибкости структуры данных. Это привело к появлению и развитию нереляционных моделей баз данных, которые предлагают альтернативные подходы к организации информации, включая документные, ключ-значение, графовые и колоночные модели [3].

Идея графовых баз данных, в основе которых лежит модель хранения данных в виде графов, появилась ещё в 1980-х годах [4]. В 2007 году СУБД Neo4j стала первой коммерчески успешной и широко используемой реализацией этой концепции [5].

В данной статье рассматриваются реляционная, графовая и сетевая модели. Каждая из них отражает важные парадигмы хранения и обра-

ботки данных, применяемые в СУБД. Понимание этих моделей позволяет выбрать оптимальный подход к проектированию и реализации информационных систем.

I. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Сравнительный анализ – это метод исследования, используемый для изучения сходств и различий между некоторым множеством объектов, явлений или подходов. Данный метод предполагает последовательную оценку объектов по заранее выбранным критериям с целью выявления их преимуществ, недостатков, особенностей.

Критерии оценки представляют собой параметры или признаки, по которым оцениваются и сопоставляются объекты, явления или подходы. Правильный выбор критериев обеспечивает объективность сравнительного анализа.

Для сравнения указанных моделей данных были выбраны следующие критерии, которые важны при выборе и оценке модели данных [6]:

- Структура данных – способ организации данных;
- Гибкость – адаптивность к изменениям в структуре данных;
- Масштабируемость – возможность увеличения объема данных и числа пользователей, вертикальная – увеличение мощности одного сервера, горизонтальная – распределение нагрузки;
- Производительность – скорость обработки запросов и операций с данными;
- Целостность и согласованность данных – способность обеспечения корректной работы и непротиворечивости информации;
- Актуальность – востребованность сегодня;
- Область применения – насколько модель подходит для конкретных задач и типов данных.

Выбранные параметры предполагают определение как возможностей, так и ограничений рассматриваемых моделей. Глубокое понимание вопроса способствует более обоснованному выбору модели для решения конкретных задач, что

минимизирует риск ошибок на начальной стадии проекта.

II. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОГО АНАЛИЗА

Результаты проведенного анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты сравнительного анализа

Критерий	Реляционная	Графовая	Сетевая
Структура данных	Двумерные таблицы, ключи	Узлы и ребра графа	Связанные наборы записей
Гибкость	Средняя	Высокая	Низкая
Масштабируемость	Хорошо масштабируется вертикально	Гибридный подход	Крайне ограничена
Производительность	Высокая для табличных запросов	Высокая для связей	Хорошая для навигации
Целостность и согласованность	Сильная через транзакции и ограничения	Зависит от реализации	Крайне ограничена
Актуальность	Широко применяется	Рост интереса	Редко используется
Область применения	Универсальная	Соц. сети, рекомендации	Телекоммуникации, инженерия

На основе данных в таблице 1, были сделаны следующие выводы о пригодности моделей:

- универсальное решение с сильной поддержкой целостности данных и хорошей производительностью – реляционная;
- оптимальное решение для задач со сложными взаимосвязями – графовая;
- решение с ограниченной гибкостью и масштабируемостью, но с хорошей производительностью для навигации по сложным связям – сетевая.

Выбор подходящей модели данных должен основываться на специфике конкретной задачи, что минимизирует риски ошибок и повышает вероятность успешной реализации проекта.

III. ДЕТАЛИЗАЦИЯ ПРЕИМУЩЕСТВ И НЕДОСТАТКОВ МОДЕЛЕЙ

Реляционная модель характеризуется высокой надежностью благодаря строгой структуре и поддержке ACID-транзакций. Однако может испытывать снижение производительности при

работе со сложными связями, сложнее масштабируется горизонтально.

Графовая модель специализирована на эффективной работе с сильно связанными данными[4]. Ее достоинства – естественное представление связей, высокая производительность и гибкость схемы. Графовые СУБД могут уступать в скорости простых агрегационных запросов, требуют освоения специфичных языков запросов.

Сетевая модель ранее использовалась для моделирования сложных связей, но сегодня считается устаревшей, среди ее недостатков: низкая гибкость, отсутствие современных средств обеспечения целостности данных.

Каждая модель имеет свои сильные и слабые стороны. Реляционная модель является наиболее популярным и универсальным решением, графовая модель имеет свои сильные стороны, способствующие росту интереса к ней. Сетевая модель применяется преимущественно в специализированных системах, но не является массовым решением для большинства бизнес-задач.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, с учетом текущих тенденций, реляционная модель останется фундаментом традиционных бизнес-приложений. Графовые базы данных продолжают набирать популярность и расширять сферу применения с акцентом на те области, где требуется анализ сложных сетевых структур. Применение сетевой модели в некоторых специализированных системах способно сохраняться и в дальнейшем.

Будущее по-прежнему за масштабируемыми и гибкими моделями, способными эффективно справляться со сложными и взаимосвязанными данными, а также адаптированными к работе с большими объемами данных и распределенными системами. Реляционные и графовые модели останутся востребованными инструментами разработки, дополняя друг друга в разных сферах применения.

V. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Database Systems: The Complete Book / H. Garcia-Molina, J. D. Ullman, J. Widom. – NJ: Pearson, 2008. – 1248 p.
2. Edgar F. Codd / IBM [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.ibm.com/>.
3. Новиков, Б. А. Сравнительный анализ производительности SQL и NoSQL СУБД / Б. А. Новиков, М. Ю. Левин // Компьютерные инструменты в образовании. – 2017. – № 4. – С. 48–63.
4. Graph Databases: New Opportunities for Connected Data / I. Robinson, J. Webber, E. Eifrem. – CA: O'Reilly Media, 2015. – 236 p.
5. Семь баз данных за семь недель. Введение в современные базы данных и идеологию NoSQL / Дж. Р. Уилсон [и др.]. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 386 с.
6. Введение в системы баз данных / К. Дж. Дейт. – М.: Диалектика, 2024. – 648 с.