

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОРИЕНТИРОВАННЫХ ГРАФИКОВ В РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ

В.И. Куницын, Е.С. Ильин

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В последние годы ориентированные графики стали важным инструментом для моделирования сложных взаимосвязей в реляционных базах данных. Данная работа рассматривает концепцию ориентированных графиков, их структуру и применение в контексте реляционных систем управления базами данных (СУБД). Ориентированные графики, состоящие из вершин и направленных ребер, позволяют эффективно представлять и анализировать отношения между сущностями, такими как зависимости, связи и иерархии. В статье обсуждаются методы реализации графовых структур в реляционных базах данных, включая использование таблиц для представления вершин и ребер, а также рекурсивные запросы для выполнения сложных операций. Рассматриваются преимущества и недостатки применения ориентированных графиков, такие как гибкость в моделировании и потенциальные проблемы с производительностью. Работа подчеркивает значимость графовых структур в современных системах управления данными и их роль в оптимизации процессов анализа и обработки информации.

Ключевые слова: реляционная база данных, графики, ориентировочные графики.

AUTOMATION SYSTEMS FOR DESIGNING DIRECTED GRAPHS IN RELATIONAL DATABASES

V.I. Kunitsyn, E.S. Ilyin

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. In recent years, directed graphs have become an important tool for modeling complex relationships in relational databases. This paper examines the concept of directed graphs, their structure, and their application in the context of relational database management systems (DBMS). Directed graphs, consisting of vertices and directed edges, allow for the efficient representation and analysis of relationships between entities, such as dependencies, connections, and hierarchies. The article discusses methods for implementing graph structures in relational databases, including the use of tables to represent vertices and edges, as well as recursive queries to perform complex operations. The advantages and disadvantages of using directed graphs are considered, such as flexibility in modeling and potential performance issues. The work emphasizes the significance of graph structures in modern data management systems and their role in optimizing processes for data analysis and processing.

Keywords: relational database, graphs, directed graphs.

В последние годы графовые структуры данных стали неотъемлемой частью управления данными, особенно в контексте реляционных баз данных. Ориентированные графики, которые представляют собой набор вершин и направленных ребер, используются для моделирования сложных взаимосвязей между объектами. В этой статье мы рассмотрим, что такое ориентированные графики, их применение в реляционных базах данных и как эффективно работать с ними.

Ориентированный граф (или директивный граф) – это структура, состоящая из наборов вершин и направленных ребер, которые соединяют пары вершин. Каждое ребро имеет направление, указывающее, от какой вершины к какой оно ведет. Это позволяет моделировать отношения, которые имеют направленность, такие как «друзья в социальных сетях», «зависимости между задачами» или «ссылки между веб-страницами».

Реляционные базы данных традиционно используют таблицы для хранения данных и связывают их с помощью внешних ключей. Однако в некоторых случаях использование ориентированных графиков может быть более эффективным и интуитивно понятным:

1. Моделирование сложных отношений: Ориентированные графики идеально подходят для представления сложных взаимосвязей между сущностями. Например, в социальном приложении можно легко отобразить отношения «подписчик–подписка» с помощью направленных ребер [1].

2. Оптимизация запросов: В некоторых сценариях запросы к данным могут быть более эффективными при использовании графовых структур. Например, поиск всех друзей пользователя в социальной сети может быть выполнен быстрее с помощью графа, чем через сложные SQL-запросы.

3. Анализ зависимостей: Ориентированные графики хорошо подходят для анализа зависимостей между задачами в проектах [7]. Они позволяют визуализировать и анализировать порядок выполнения задач и выявлять узкие места.

Хотя реляционные базы данных не поддерживают графовые структуры напрямую, существует несколько способов их реализации:

1. Использование таблиц для представления графа: Один из простейших способов – создать две таблицы: одну для вершин и другую для ребер [5]. Таблица вершин будет содержать уникальные идентификаторы и атрибуты каждой вершины, а таблица ребер – идентификаторы начальной и конечной вершин.

```
CREATE TABLE vertices (  
    id INT PRIMARY KEY,  
    name VARCHAR(100)  
);  
CREATE TABLE edges (  
    id INT PRIMARY KEY,  
    from_vertex INT,  
    to_vertex INT,
```

```

FOREIGN KEY (from_vertex) REFERENCES vertices(id),
FOREIGN KEY (to_vertex) REFERENCES vertices(id)
);

```

2. Использование рекурсивных запросов: Многие современные реляционные базы данных поддерживают рекурсивные запросы (например, CTE в PostgreSQL), что позволяет выполнять сложные операции над графами, такие как поиск всех достижимых вершин от заданной [2].

```

WITH RECURSIVE graph AS (
    SELECT from_vertex, to_vertex
    FROM edges
    WHERE from_vertex = ?
    UNION ALL
    SELECT e.from_vertex, e.to_vertex
    FROM edges e
    INNER JOIN graph g ON g.to_vertex = e.from_vertex
)
SELECT * FROM graph;

```

3. Использование расширений и специализированных СУБД: Некоторые реляционные СУБД предлагают расширения для работы с графами (например, PostgreSQL с расширением pgRouting) [3]. Также существуют специализированные графовые СУБД, такие как Neo4j, которые могут быть использованы параллельно с реляционными базами данных.

Достоинства и недостатки графовых структур:

Преимущества:

1. Гибкость: Графовые структуры позволяют легко добавлять новые типы отношений без изменения существующей схемы [4].

2. Эффективность: в некоторых случаях запросы к данным могут выполняться быстрее благодаря более естественному представлению взаимосвязей.

Недостатки:

1. Сложность: Реализация ориентированных графиков в реляционных базах может потребовать дополнительных усилий для проектирования схемы и написания сложных запросов [6].

2. Производительность: для больших объемов данных производительность может ухудшаться из-за необходимости выполнения рекурсивных запросов.

Таким образом, ориентированные графики представляют собой мощный инструмент для моделирования сложных взаимосвязей в реляционных базах данных. Хотя их реализация может быть сложной, преимущества, которые они предлагают в плане гибкости и эффективности запросов, делают их привлекательными для многих приложений. Использование ориентированных графиков становится все более актуальным в условиях роста объемов данных и усложнения бизнес-процессов, что делает их важным аспектом современного управления данными.

Список литературы

1. Зубрилина, Т. В. Базы данных. Проектирование реляционных баз и хранилищ данных с использованием CASE-технологий : учебное пособие / Т. В. Зубрилина, В. Н. Юрьев ; Федеральное агентство по образованию, Санкт-Петербургский гос. политехнический ун-т. – Санкт-Петербург : Изд-во Политехнического ун-та, 2023. – 43 с.
2. Кореньков, В. В. Технологии баз данных. Проектирование реляционных баз данных / В. В. Кореньков, О. В. Иванцова, И. А. Филозова. – Москва : Курс, 2023. – 128 с.
3. Зайцева, Е. А. Построение оптимальной структуры документной базы данных по метаданным реляционной базы данных / Е. А. Зайцева, Л. П. Котлярова // Современные технологии в теории и практике программирования : сборник материалов конференции, Санкт-Петербург, 26 апреля 2022 года. – Санкт-Петербург: "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2023. – С. 125-126.
4. Полтавцева, М. А. Хранение сложных структур данных в реляционных базах данных : специальность 05.13.01 "Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям)" : дис. ... канд. техн. наук / Полтавцева Мария Анатольевна. – Тверь, 2023. – 193 с.
5. Брешенков, А. В. Методология проектирования реляционных баз данных с использованием данных табличного вида : специальность 05.25.05 "Информационные системы и процессы" : автореф. дис. ... доктора технических наук / Брешенков Александр Владимирович. – Москва, 2023. – 49 с.
6. Бакаев Д.Н., Стукало О.Г., Денисенко В.В., Скрыпников А.В., Савченко И.И., Зиновьева В.В. Информационный инструментарий проектного управления развитием промышленных предприятий// Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 14-24.
7. Чубунов П.А., Солодилов М.В., Рязанцев Р.Б., Литвинов Н.Н., Гамзатов Н.Г., Скворцова Т.В., Оксюта О.В. Компьютерное моделирование воздействия радиации на энергонезависимую память OxRAM // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 102-109.

References

1. Zubrilina, T. V. Databases. Designing Relational Databases and Data Warehouses Using CASE Technologies: A Tutorial / T. V. Zubrilina, V. N. Yuryev; Federal Agency for Education, Saint Petersburg State Polytechnical University. – Saint Petersburg: Publishing House of the Polytechnical University, 2023. – 43 p.
2. Korenkov, V. V. Database Technologies. Designing Relational Databases / V. V. Korenkov, O. V. Ivantsova, I. A. Filozova. – Moscow: Kurs, 2023. – 128 p.
3. Zaitseva, E. A. Building an Optimal Structure of a Document Database Based on Metadata from a Relational Database / E. A. Zaitseva, L. P. Kotlyarova // Modern Technologies in Theory and Practice of Programming: Proceedings of the

Conference, Saint Petersburg, April 26, 2022. – Saint Petersburg: "Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University", 2023. – P. 125-126.

4. Poltavtseva, M. A. Storing Complex Data Structures in Relational Databases: Specialty 05.13.01 "System Analysis, Management and Information Processing (by Industries)": Dissertation for the Degree of Candidate of Technical Sciences / Poltavtseva Maria Anatolyevna. – Tver, 2023. – 193 p.

5. Breshenkov, A. V. Methodology for Designing Relational Databases Using Tabular Data: Specialty 05.25.05 "Information Systems and Processes": Author's Abstract of the Dissertation for the Degree of Doctor of Technical Sciences / Breshenkov Alexander Vladimirovich. – Moscow, 2023. – 49 p.

6. Bakayev D.N., Stukalo O.G., Denisenko V.V., Skrypnikov A.V., Savchenko I.I., Zinovyeva V.V. Information Tools for Project Management in the Development of Industrial Enterprises // Modeling of Systems and Processes. – 2022. – Vol. 15, No. 2. – P. 14-24.

7. Chubunov P.A., Solodilov M.V., Ryazantsev R.B., Litvinov N.N., Gamzatov N.G., Skvortsova T.V., Oksyuta O.V. Computer Modeling of Radiation Impact on Non-Volatile Memory OxRAM // Modeling of Systems and Processes. – 2022. – Vol. 15, No. 3. – P. 102-109.