

УДК 004.822

## SQL РЕАЛИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИЙ С МАТРИЦАМИ

А.А. Полтавцев, Ю.А. Чибисов

### MATRIX OPERATIONS IN SQL

A.A. Poltavtsev, Yu.A. Chibisov

**Аннотация.** В статье рассматриваются три распространённые операции с матрицами (равенство, сложение, умножение) с примерами их выполнения в среде Microsoft SQL Server 17.

**Ключевые слова:** SQL, базы данных, матричная алгебра, графы.

**Abstract.** The article discusses three common operations with matrices (equality, addition, multiplication), matrices with examples of their execution in Microsoft SQL Server 17.

**Keywords:** SQL, databases, matrix algebra, graphs.

SQL никогда не был языком расчетов и алгоритмов, а матрица не совсем то же самое, что массив. Матрицы – математические структуры с определенными свойствами. Хотя принципиально можно реализовать в SQL большинство матричных операций, однако такие операции и запросы оказываются ресурсоемкими и выполняются слишком долго. Поэтому традиционно стараются избегать матричные операции в SQL, перенося их в бизнес-логику.

Тем не менее бывают случаи, когда этого не избежать. Прежде всего это происходит, когда матричные операции входят в структуру DML запросов: insert, update, delete. В качестве примера можно привести метод хранения деревьев и более обще графов методом вложенных интервалов [1].

Прежде всего матрица представляет собой двумерный массив, что можно смоделировать через двухатрибутное реляционное отношение с ограничением на обоих атрибутах NotNULL. Ограничение NotNULL не существует в матричной алгебре.

Кроме того, матрица имеет строки и столбцы, которые не совпадают со строками и столбцами таблицы SQL. Матрица используется для отображения сгруппированных данных и сводной информации. Данные можно группировать по нескольким полям либо выражениям в группах строк и столбцов. Матрицы обеспечивают функциональность, подобную перекрестным и сводным таблицам. Во время выполнения по мере объединения данных матрица растет в горизонтальном и вертикальном направлении. Значения в элементах матрицы отображают статистические значения пересечения групп строк и столбцов, которым принадлежит элемент.

В качестве примера рассмотрим задачу определения равенства двух матриц. Создадим SQL реализации двух матриц, с одинаковыми размерно-

стями и вставим данные так, чтобы элементы также оказались равными.

Для столбцов объявим ограничение NOT NULL. [2]

```
CREATETABLE [dbo].[MatrixA] (  
  [A] [int] NOT NULL,  
  [B] [int] NOT NULL,  
  [C] [int] NOT NULL,  
  [D] [int] NOT NULL,  
  [A.i] [int] NOT NULL,  
  [A.j] [int] NOT NULL,  
  [A.element] [int] NOT NULL  
)  
GO
```

```
CREATE TABLE [dbo].[MatrixB] (  
  [A] [int] NOT NULL,  
  [B] [int] NOT NULL,  
  [C] [int] NOT NULL,  
  [D] [int] NOT NULL,  
  [B.i] [int] NOT NULL,  
  [B.j] [int] NOT NULL,  
  [B.element] [int] NOT NULL  
)  
GO
```

Таким образом, при создании матриц оба правила соблюдены. Создадим запрос на равенство матриц, в котором реализуем критерий для этих двух данных правил.

```
SELECT COUNT(*) FROM MatrixA  
UNION ALL  
SELECT COUNT(*) FROM MatrixB  
UNION ALL  
SELECT COUNT(*)  
From MatrixA AS A,MatrixB AS B  
Where [A.i]=[B.i]  
AND [A.j]=[B.j]  
AND [A.element]=[B.element];  
GO
```

Результат:

	(Отсутствует имя столбца)
1	1
2	1
3	1

Проверка матриц по всем критериям прошла успешно, матрицы равны.

На этой же реализации рассмотрим сложение и умножение матриц. Сложение (вычитание) матриц возможно только для матриц одной и той же размерности. Для реализации суммирования создадим запрос:

```
SELECT [A.i],[A.j], ([A.element]+[B.element]) AS
total
From MatrixA AS A, MatrixB AS B
Where [A.i]=[B.i]
and [A.j]=[B.j]
GO
```

Данный запрос выполняет операцию сложения, но в него необходимо добавить критерий проверки допустимости операции:

```
SELECT [A.i],[A.j], ([A.element]+[B.element]) AS
total
From MatrixA AS A, MatrixB AS B
Where [A.i]=[B.i]
and [A.j]=[B.j]
and (Select Count(*) From MatrixA)=
(Select Count(*) From MatrixB)
and (Select Count(*) From MatrixA)=
(Select Count(*)
From MatrixA AS A, MatrixB AS B
Where [A.i]=[B.i]
and [A.j]=[B.j]
and A.element]=[B.element]);
GO
```

Результат:

	Aj	Aj	total
1	2	2	8

Также сложение матриц можно выполнить через операцию UPDATE:

```
Update MatrixA
SET [element] = [element]+
(Select element
From MatrixB
Where MatrixB.i = MatrixB.i and Ma-
trixB.j = MatrixB.j)
```

```

Where
  (Select Count(*) From MatrixA) = (Select
Count(*) From MatrixB)
and
  (Select Count(*) From MatrixA) =
      (Select Count(*) From MatrixA AS
A, MatrixB AS B
      Where [A.i]=[B.i]
      and [A.j]=[B.j]
      and [A.element]=[B.element]);
GO

```

В данной SQL-реализации не столь большой проблемой является и умножение матриц. Надо лишь обеспечить проверку равенства числа строк первой матрицы числу столбцов второй матрицы.

```

CREATE TABLE [MatrixA](
  [i] [int] NOT NULL,
  [k] [int] NOT NULL,
  [element] [int] NOT NULL,
  PRIMARY KEY CLUSTERED ([i] ASC,[k] ASC)
)
GO
CREATE TABLE [MatrixB](
  [k] [int] NOT NULL,
  [j] [int] NOT NULL,
  [element] [int] NOT NULL,
  PRIMARY KEY CLUSTERED ([k] ASC,[j] ASC)
)
GO

```

Умножим матрицы:

```

CREATE View [MatrixC](i, j, element) AS
select i, j, SUM(MatrixA.element * Ma-
trixB.element)
From MatrixA, MatrixB
Where MatrixA.k = MatrixB.k
GroupBYi, j;
GO

```

Таким образом, описанная SQL-реализация позволяет выполнять матричные операции в РСУБД. Хотя, конечно, надо признать, что как используемые структуры реляционных отношений, так и обрабатывающие их SQL-скрипты не являются естественными и эффективными.

Поэтому дальнейшую работу авторы планируют в направлении использования для решения подобных задач объектных расширений реляционных СУБД.

#### Библиографический список

1. Celko Joe. Trees and hierarchies in SQL for smarties // Morgan Kaufmann Publishers, 2004, 224p, ISBN 13: 978-1-55860-920-4.
2. Celko Joe. SQL For Smarties: Advanced SQL Programming //Morgan Kaufmann Publishers, 2005, 840p, ISBN 13: 978-0-12-369379-2.

**Полтавцев Анатолий Алексеевич**

Тверской государственный  
технический университет,  
г. Тверь, Россия

**Poltavtsev A.A.**

Tver State Technical University,  
Tver, Russia

**Чибисов Юрий Алексеевич**

Тверской государственный  
технический университет,  
г. Тверь, Россия

**Chibisov Yu.A.**

Tver State Technical University,  
Tver, Russia