# Лекция №4

# Теоретические языки запросов

Операции, выполняемые над отношениями можно разделить на две группы. Первую группу составляют операции над множествами, к которым относятся следующие операции: объединение, пересечение, разность, деление и декартово произведение. Вторую группу составляют специальные операции над отношениями, к которым относятся следующие операции: проекция, соединение и выбора.

В различных СУБД реализована некоторая часть операций над отношениями, что определяет возможности данной СУБД, а также сложность реализации запросов к БД. В реляционных СУБД для выполнения операций над отношениями используют две группы языков, имеющих математическую основу и были предложены Эдгаром Коддом: реляционная алгебра и реляционное исчисление. Эти языки представляют минимальные возможности реальных языков манипулирования данными, согласно реляционной модели, и эквивалентные между собой по своим возможностям.

В реляционной алгебре операнды и результатат ​​всех действий является отношениями.

*Языка реляционной алгебры* является процедурными, поскольку отношение, которое получается в результате запроса, исчисляется при выполнении последовательных реляционных операторов, применяемых к отношениям. Операторы состоят из операндов, в роли которых выступают отношения реляционных операций.

*Языки реляционного исчисления*, в отличие от языков реляционной алгебры, является не процедурными и позволяют выражать запросы с помощью предиката первого порядка (высказывания в виде функций), которому должны удовлетворять или домены отношений. Запрос к БД, с использованием подобного языка, содержит лишь информацию о желаемом результате. Существует набор правил для записи запросов. В качестве примера языка реляционного исчисления можно привести язык SQL.

# реляционная алгебра

Примером языка основанной на реляционной алгебре является язык ISBL (Information Systems Base Language) - это базовый язык информационных систем.

Языка запросов построены на основе реляционной алгебры не получили широкого распространения в современных СУБД, но знакомство с ними полезно для понимания сути реляционных операций.

*Степень отношения* - это количество атрибутов, которые в него входят (или количество столбцов в таблице).

*Мощность отношение* - количество записей в таблице отношений (или количество строк без заголовка в таблице).

Вариант реляционной алгебры предложенный Коддом включает следующие основные операции: объединение, разница (вычитание), пересечение, декартово произведение, выборка (селекция и ограничения), проекция, распределение и соединения.

По замечанию Дейта, эти операции имеют несколько недостатков. Во-первых, восемь перечисленных операций с одной стороны чрезмерные по своим функциям, так как минимально необходимый набор составляет только пять операций: объединение, вычитание, произведение, проекция и выборка. Три другие операции (пересечение, соединение, распределение) можно определить через пять минимально необходимых. Во-вторых, этих восьми операций недостаточно для построения реальной СУБД на принципах реляционной алгебры. Нужны расширения, которые включают следующие операции: переименование атрибутов, образования новых вычислительных атрибутов, вычисления итоговых функций, построение сложных алгебраических, присвоение, сравнение и другие.

# Операции реляционной алгебры Кодда

Операции реляционной алгебры Кодда можно разделить на две группы:

- Базовые теоретико-множественные операции;

- Специально-реляционные операции.

*Первая группа операций* - это классические операции теории множеств (объединение, разница, пересечение, произведение), *вторая - операции*, которые являются развитием теоретико-множественных операций: проекция, селекция, распределение и соединения.

Операции реляционной алгебры могут выполняться над одним отношением (унарные операции), например, проекция, или над двумя отношениями (бинарные операции), в этом случае отношение, участвующих в бинарной операции должны быть совместимы по структуре. *Совместимость структуры отношений означает совместимость атрибутов и типов соответствующих доменов.* Структура результирующего отношения по определенным правилам наследует свойства структур начальных отношений. В большинстве бинарных операций заголовки начальных отношений идентичны, что не исключает проблемы с заголовками результирующего отношения.

*Объединением двух совместимых отношений* ( R1 UNION R2) является отношение R, которое содержит все элементы начальных отношений (исключая повторения).

*Разностью двух совместных отношений* (R1 MINUS R2) одинаковой размерности является отношение, тело которого состоит из множества кортежей, принадлежащих отношению R1, но не принадлежат отношению R2.

*Пересечение двух совместных отношений* (R1 INTERSECT R2) одинаковой размерности порождает отношение R с телом, включающее кортежи, которые одновременно относятся обоим отношением.

*Произведением отношение R1 в степени k1 и отношение R2 в степени k2* (R1 TIMES R2), степень отношение это количество атрибутов в отношения, которые не имеют одинаковых имен атрибутов, является отношение R в степени k1 + k2, заголовок которого представляет собой объединение заголовков отношение R1 и R2, а тело имеет такие кортежи, первые k1 элементов кортежей принадлежат множеству R1, а последние k2 элементов - множеству R2.

*Выборка отношение R по формуле F* (R WHERE F) является отношение с таким же заголовком и телом, состоящим из таких кортежей отношения R, которые удовлетворяют истинности логического выражения, заданного формулой F. Для записи формулы F используют операнды (имена атрибутов или номера столбцов) , константы, логические операции сравнения и скобки.

Проекция отношения А на атрибуты x, y, ..., z (A [x, y, ..., z*]), где множество {x, y, ..., z} является* подмножеством полного списка атрибутов заголовка отношения А есть отношение с заголовком x, y, ..., z и телом, содержит кортежи отношения А, за исключением кортежей, которые повторяются. Повторение одинаковых кортежей атрибутов в списке x, y, ..., z запрещается. Операция проекции допускает следующие ***дополнительные варианты записи:***

1. Отсутствие списка атрибутов подразумевает указание всех атрибутов  (Операция тождественной проекции).

2. Выражение вида R [] означает пустую проекцию, результатом которой является

    пустое множество.

3. Операция проекции может применяться к произвольному отношение, в том числе и к исходу выборки.

*Результатом операции деления отношения R1 с атрибутами a и b (R1 (a, b)) на отношение R2 с атрибутом b (R2 (b)),* где a и b - простые или сложные атрибуты, причем атрибут b - общий атрибут обоих отношений определенный на одном и том же домене, есть отношение с заголовком a и телом, состоящим из кортежей r, s, таких, что в отношении R1 имеются кортежи (r, s), причем множество значений s включает множество значений атрибута b отношение R2.

*Операция соединения отношений R1 и R2 ((R1 TIMES R2) WHERE F)*, при условии, что задается формулой F, является отношение R, которое можно получить путем декартова произведения R1 и R2 с последующим применением к результату операции выборки по формуле F, правила записи формулы такие же как для операции выборки.

# Примеры выполнения операций реляционной алгебры

**Операция объединения: R1 union R2 (R1 + R2).**

Операция объединения проводится над двумя совместимыми отношениями. Результирующее отношение включает все записи первого отношения и те записи второго отношения, которых нет в первом. К примеру:

      Отношение 1: Отношение 2: Результирующее :

|  |  |
| --- | --- |
| Прізвище | Вік |
| Ананатійчук Р.І. | 30 |
| Бас І.М. | 25 |
| Білань І.М | 24 |
| Вільховська С.О. | 22 |

|  |  |
| --- | --- |
| Прізвище | Вік |
| Ананатійчук Р.І. | 30 |
| Бас І.М. | 25 |
| Білань І.М | 24 |
| Вільховська С.О. | 32 |
| Гамар О.М. | 25 |

|  |  |
| --- | --- |
| Прізвище | Вік |
| Ананатійчук Р.І. | 30 |
| Вільховська С.О. | 32 |
| Гамар О.М. | 25 |

**Операция пересечения: R1 intersect\_with R2.**

Пересечение выполняется над двумя отношениями. Результирующее отношение содержит только те записи, которые являются одновременно в первом и втором отношениях. К примеру:

     Отношение 1: отношение 2: Результирующее

|  |  |
| --- | --- |
| Прізвище | Вік |
| Ананатійчук Р.І. | 30 |
| Вільховська С.О. | 32 |
| Гамар О.М. | 25 |

|  |  |
| --- | --- |
| Прізвище | Вік |
| Ананатійчук Р.І. | 30 |
| Вільховська С.О. | 32 |

|  |  |
| --- | --- |
| Прізвище | Вік |
| Ананатійчук Р.І. | 30 |
| Бас І.М. | 25 |
| Білань І.М | 24 |
| Вільховська С.О. | 22 |

                                                                                                   отношение:

**Операция разницы: R1 without R2 (R1 - R2).**

Операция разницы проводится над двумя отношениями. Результирующее отношение содержит те записи первого отношения, которых нет во втором отношении. К примеру:

     Отношение 1: отношение 2: Результирующее

|  |  |
| --- | --- |
| Прізвище | Вік |
| Ананатійчук Р.І. | 30 |
| Бас І.М. | 25 |
| Білань І.М | 24 |
| Вільховська С.О. | 22 |

|  |  |
| --- | --- |
| Прізвище | Вік |
| Ананатійчук Р.І. | 30 |
| Вільховська С.О. | 32 |
| Гамар О.М. | 25 |

|  |  |
| --- | --- |
| Прізвище | Вік |
| Бас І.М. | 25 |
| Білань І.М | 24 |

**Операция декартова произведения: R1 produced\_with R2 (R1 \* R2).**

Декартово произведение выполняется над двумя отношениями, степень результирующего отношения равна сумме степеней первичных отношений, а мощность равна произведению их мощностей. Результирующее отношение содержит все возможные комбинации в записи первичных отношений. К примеру:

              Отношение 1: отношение 2:

|  |
| --- |
| Прізвище |
| Гасюк У.І. |
| Добровольська О.В. |
| Дробенко Ю.Г. |

|  |  |
| --- | --- |
| Предмет | Дата екзамену |
| СКБД ПК | 09.01.95 |
| Історія | 14.01.94 |

                                              Результирующее отношение:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Прізвище | Предмет | Дата екзамену |
| Гасюк У.І. | СКБД ПК | 09.01.95 |
| Гасюк У.І. | Історія | 14.01.94 |
| Добровольська О.В. | СКБД ПК | 09.01.95 |
| Добровольська О.В. | Історія | 14.01.94 |
| Дробенко Ю.Г. | СКБД ПК | 09.01.95 |
| Дробенко Ю.Г. | Історія | 14.01.94 |

**Операция деления: R1 divideby R2.**

Операция деления - отношение делителя должно содержать подмножество атрибутов отношения делимого. Результирующее отношение включает только те записи декартова произведения результирующего отношения с делителем, содержащиеся в деленному. Кроме того, результирующее отношение содержит только те отношения делимого, которых нет в делителе. К примеру:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Прізвище | Предмет | Дата екзамену |
| Гасюк У.І. | СКБД ПК | 09.01.95 |
| Гасюк У.І. | Історія | 14.01.94 |
| Добровольська О.В. | СКБД ПК | 09.01.95 |
| Добровольська О.В. | Історія | 14.01.94 |
| Дробенко Ю.Г. | СКБД ПК | 09.01.95 |
| Дробенко Ю.Г. | Історія | 14.01.94 |

               Отношение 1 (деленное): отношение 2 (делитель):

|  |  |
| --- | --- |
| Предмет | Дата екзамену |
| СКБД ПК | 09.01.95 |
| Історія | 14.01.94 |

                                                    Результирующее отношение:

|  |
| --- |
| Прізвище |
| Гасюк У.І. |
| Добровольська О.В. |
| Дробенко Ю.Г. |

**Операция проекции**.

Операция проекции выполняется над одним отношением. Результирующее отношение включает часть атрибутов исходного, на которые выполняется проекция. Например, для отношения 1 найдем перечень должностей для каждого отдела.

                        Отношение 1: Результирующее отношение:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Прізвище | Номер відділу | Посада |
| Ткаченко О.В. | 1 | Інженер |
| Хороз Н.Б. | 1 | Інженер |
| Рапій І.М. | 2 | Інженер |
| Сколоздра С.Т. | 2 | Технік |

|  |  |
| --- | --- |
| Номер відділу | Посада |
| 1 | Інженер |
| 2 | Інженер |
| 2 | Технік |

**Операция соединения: C f (R1, R2).**

Операция соединения выполняется над двумя отношениями. В каждом отношении должны находиться как минимум один, возможно и больше, атрибутов, совпадают. Результирующее отношение включает все атрибуты первого и второго отношений. Например, для отношения 1 и 2 будем иметь:

 Отношение 1: отношение 2:

|  |  |
| --- | --- |
| Спеціальність | Код студента |
| Менеджмент | 2 |
| Економіка | 3 |
| Історія | 8 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Код студента | Прізвище | Курс |
| 1 | Кусий О.А. | 2 |
| 2 | Єлісєєнко О.С. | 1 |
| 3 | Кухар Н.Є. | 1 |
| 8 | Стоцько О.О. | 3 |

                                                                                Результирующее отношение:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Спеціальність | Код студента | Прізвище | Курс |
| Менеджмент | 2 | Єлісєєнко О.С. | 2 |
| Економіка | 3 | Кухар Н.Є. | 1 |
| Історія | 8 | Стоцько О.О. | 3 |

**Операция выбора: R where f.**

Операция выбора проводится над одним отношением. Результирующее отношение содержит только те записи, которые соответствуют определенному условию с данного атрибута. Например, проведем выборку для отношения по признаку «Рост больше 165 сантиметров»:

  Отношение 1: Результирующее отношение:

|  |  |
| --- | --- |
| Прізвище | Ріст |
| Сало Є.В. | 185 |
| Ткачук Ю.В. | 165 |
| Вільховська С.О. | 173 |
| Гамар О.І. | 165 |

|  |  |
| --- | --- |
| Прізвище | Ріст |
| Сало Є.В. | 185 |
| Вільховська С.О. | 173 |

Рассмотрены операции позволяют выделять из отношений их подмножество, опять же объединять эти подмножества в емкий отношение, обновлять содержание отношений и представлять их в нужном виде.

# Контрольные вопросы:

1. Дайте общую характеристику теоретических языков запросов.

2. Назовите операции реляционной алгебры предложенной Коддом.

3. На какие две группы делятся операции реляционной алгебры Кодда?

4. Что значит совместимость структур отношений?

5. Что является результатом всех операций реляционной алгебры?

6. Что является результатом объединения двух отношений?

7. Над какими отношениями можно проводить операции объединения, вычитания, пересечения и произведения?

8. Сформулируйте определение проекции некоторого отношения на его атрибуты.

9. Язык реляционной алгебры является процедурной или описательной?

10. С использованием языка запрос к БД содержит только информацию о желаемом результате?

Тестовые задания:

1. Что предcтавляе cобой понятия реляционная алгебра?

а) Объект базы данных;

б) объектно-ориентированный язык;

в) Поcлидовниcть макрокоманд;

г) Теоретическая процедурный язык запросов;

д) Нет правильного ответа.

2. Что предcтавляе cобой понятие реляционное чиcлення?

а) Теоретическая декларативная язык запросов;

б) Теоретическая процедурный язык запросов;

в) Программа обработки данных;

г) Поcлидовниcть макрокоманд;

д) Нет правильного ответа.

3. Какой объект Access викориcтовуетьcя для отображения результатов анализа данных и имеет можливоcти визуализации и печати информации?

а) Таблица;

б) Макроc;

в) Майcтер кнопочных форм;

г) Отчет;

д) Нет правильного ответа.

4. Автоматизация работы БД Access здийcнюетьcя с помощью:

а) Программирование на языке PHP;

б) Программирование на языке С;

в) Программирование на языке Pascal;

г) Программирование на языке Dbase;

д) Нет правильного ответа.

5.Майстер подстановок позволяет

а) Скрыть столбцы таблицы;

б) Показать скрытые столбцы таблицы;

в) Удалить строку таблицы;

г) Создать связи между таблицами и создать поля со списком;

д) Нет правильного ответа.

6. В результате сортировки таблиц данные:

а) изымаются;

б) Дополняются;

в) Изменяется их структура;

г) Данные упорядочиваются по определенному критерию;

д) Нет правильного ответа.

Рекомендуемая литература:

1. Бородаев В.А., Кустов В.Н. Банки и базы данных: Учебное пособие. Л .: Вики, 1989.

2. Основы современных компьютерных технологий: Учебное пособие / Под редакцией проф. Хомоненко А.Д. Авторы: Артамонов Б.Н., Брякалов Р.А., Гофман В.Э. и другие. СПб: КОРОНА принт, 1998.

3. Системы управления базами данных и знаний: Довид.вид. / Наумов А. М., Вендров А. М., Иванов В. К. и др; Под. ред. Наумова А. Н. - М.: Финансы и статистика, 1991.

4. Дейт К.Дж. Введение в системы баз данных .; Пер. с англ. 6-е изд. К .: Диалектика, 1998. - 784 с.

5. Зомуяин А.В. Системы программирования баз данных и знаний. Новосибирск .; Наука. Сиб. от-ния, 1990.

6. Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах. - М .: Мир, 1980, 260с.

7. Романов Б.А., Кушниренко А.С. dBase IV: Назначение, функции, применение. - М .: Радио и связь, 1991. - 384 с.

8. Ульман Дж. Основы систем баз данных. - М .: Финансы и статистика, 1983.

9. Хомоненко А.Д., Цыганков В.М., Мальцев М. Базы данных: Учебник для высших учебных заведений / Под ред. проф. А.Д. Хомоненко. - Издание второе, дополненное и переработанное - СПб .: КОРОНА принт, 2002. - 672с.

10. Гайдаржи В.И. Дацюк А.А. Основы проектирования и использования баз данных: Учебное пособие. Второе издание постирал. и полным. - М .: ИПЦ "Издательство Политехника", ООО "Фирма Периодика" 2004. - 256 с.