

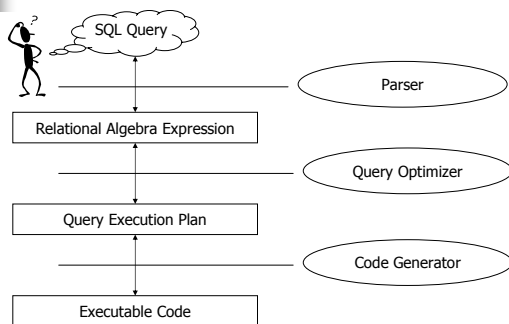
## Релационна алгебра

## Защо релационна алгебра?

- Всички DBMSs използват релационната алгебра като междинен език за изчисление на заявките
  - Синтактичен анализ на SQL и транслиране в изрази от релационната алгебра
  - Изразите могат да бъдат неефективни
- М-во от правила за обработка на алгебрични изрази
  - Не съществуват в SQL
  - Изразите се конвертират в други, по-оптимални
  - Извършва се от *query optimizer*

2

## Обработка на заявки



3

## Основи

- Ядро на РА –
  - Релациите са множества от кортежи
- Разширена РА –
  - Релациите са мултимножества от кортежи (съдържат повторения на кортежи)
- 4-те основни класа операции:
  - Операции върху множества
  - Отстраняват части от релациите
  - Комбинират кортежи от 2 релации
  - Преименуват

4

## РА - основни класове операции

- Операции над множества
  - Обединение
  - Сечение
  - Разлика
- Селекция и проекция
- Комбиниране на кортежите на 2 релации
  - Декартово произведение
- Преименуване

5

## Теоретико-множествени операции

- **Обединение** - Union (binary, commutative, associative)
  - $R \cup S$
- **Сечение** - Intersection (binary, commutative, associative)
  - $R \cap S$
- **Разлика** - Set Difference (binary)
  - $R - S$ 
    - $R - S \neq S - R$  !!
  - $R(A_1, A_2, \dots, A_n), S(B_1, B_2, \dots, B_n)$  - съвместими
    - R и S – с еднаква степен
    - За всяко  $i$ ,  $\text{dom}(A_i) = \text{dom}(B_i)$
    - Колоните на R и S да са подредени така, че редът на атрибутите на 2-те релации да съвпада

6

## Пример

R			
name	address	gender	birthdate
Carrie Fisher	123 Maple St., Hollywood	F	9/9/99
Mark Hamil	456 Oak Rd., Brentwood	M	8/8/88

S			
name	address	gender	birthdate
Carrie Fisher	123 Maple St., Hollywood	F	9/9/99
Harrison Ford	789 Palm Dr., Beverly Hills	M	7/7/77

7

## Операции

$R \cap S$				
name	address	gender	birthdate	
Carrie Fisher	123 Maple St., Hollywood	F	9/9/99	

$R \cup S$				
name	address	gender	birthdate	
Carrie Fisher	123 Maple St., Hollywood	F	9/9/99	
Harrison Ford	789 Palm Dr., Beverly Hills	M	7/7/77	
Mark Hamil	456 Oak Rd., Brentwood	M	8/8/88	

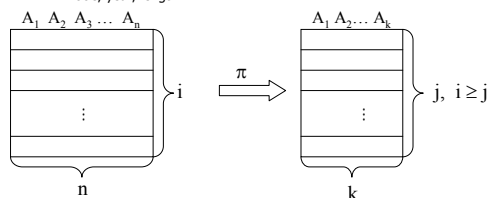
$R - S$				
name	address	gender	birthdate	
Mark Hamil	456 Oak Rd., Brentwood	M	8/8/88	

8

## Проекция (Project)

### Project (unary)

- $\pi_{\langle \text{attr list} \rangle} (R)$
- $\langle \text{attr list} \rangle$  списък атрибути (колони)
- Пример:  $\pi_{\text{title, year, length}} (\text{Movie})$  "horizontal restriction"



9

## Пример - проекция

Movie					
title	year	length	filmType	studioName	producerC#
Star Wars	1977	124	color	Fox	Carrie Fisher
Mighty Ducks	1991	104	color	Disney	Emilio Estevez
Wayne's World	1992	95	color	Paramount	Dana Carvey

$\pi_{\text{title, year, length}} (\text{Movie}) ?$   
 $\pi_{\text{incolor}} (\text{Movie}) ?$

10

## Select

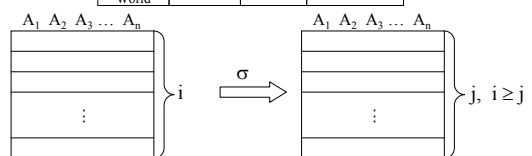
### Select or Restrict (unary, commutative)

- $\sigma_{\langle \text{predicate} \rangle} (R)$
- $\langle \text{predicate} \rangle$  условен израз
  - $\langle \text{attribute} \rangle \langle \text{op} \rangle \langle \text{attribute} \rangle$
  - $\langle \text{attribute} \rangle \langle \text{op} \rangle \langle \text{constant} \rangle$
  - attribute in R
  - $\text{op} \in \{=, \neq, <, >, \leq, \dots, \text{AND}, \text{OR}\}$
- Пр:  $\sigma_{\text{length} \geq 100} (\text{Movie})$  "vertical restriction"
- Пр:  $\sigma_{\text{length} \geq 100 \text{ and studioName} = \text{"Fox"}} (\text{Movie})$

11

## Графично представяне

Movie	title	year	length	filmType
Star Wars	1977	124	color	
Mighty Ducks	1991	104	color	
Wayne's World	1992	95	color	



# of selected tuples is referred to as the selectivity of the condition

12

## Декартово произведение

Cartesian Product (binary, commutative, associative)

- $R \times S$
- М-то от всички двойки, при които първият елемент е произволен елемент от R, а вторият – от S
- Релационната схема е обединение на схемите на R и S
- Схемата на резултата може да съдържа еднакви имена на атрибути
  - R.A или S.A за уточняване

13

## Пример

R		S								
A	B	B	C	D						
1	2	2	5	6						
3	4	4	7	8						
		9	10	11						

x

A	R.B	S.B	C	D						
1	2	2	5	6						
1	2	4	7	8						
1	2	9	10	11						
3	4	2	5	6						
3	4	4	7	8						
3	4	9	10	11						

14

## Join Operations

Theta Join (binary)

- $R \bowtie_C S$ , където C е условието на свързване
- Изпълнение
  - 1: Декартово произведение на R S
  - 2: Избор на кортежите, които удовлетворяват условието C
- Като резултат от декартовото произведение, схемата на резултата е обединение на схемите на R и S

15

## Пример

U			V								
A	B	C	B	C	D						
1	2	3	2	3	4						
6	7	8	2	3	5						
9	7	8	7	8	10						

$\bowtie_{A < D \text{ AND } U.B \neq V.B}$

A	U.B	U.C	V.B	V.C	D						
1	2	3	7	8	10						

16

## Видове съединения

- Тета съединение - *theta join*
  - Гръцката буква  $\theta$  се използва за означаване на условието
- Theta join, при което join condition включва само съвпадение по атрибутите := екви-съединение (*equijoin*)
  - Формира базата за "joining" relations
- *Естествено съединение (Natural join)* – разширение на equijoin
  - означение  $R \bowtie S$
  - Свързване по всички атрибути с еднакви имена
  - Автоматично отстраняване на повтарящата се колона

17

## Пример

Sells( bar, beer, price )	Bars( bar, addr )
Joe's Bud 2.50	Joe's Maple St.
Joe's Miller 2.75	Sue's River Rd.
Sue's Bud 2.50	
Sue's Coors 3.00	

BarInfo := Sells  $\bowtie$  Bars

BarInfo( bar, beer, price, addr )
Joe's Bud 2.50 Maple St.
Joe's Miller 2.75 Maple St.
Sue's Bud 2.50 River Rd.
Sue's Coors 3.00 River Rd.

18

## Преименуване (Rename)

- Операторът  $\rho$  дава нова схема на релацията
- $R1 := \rho_{R1(A1, \dots, An)}(R2)$  превръща R1 в релация с атрибути  $A1, \dots, An$  и същите кортежи като на R2.
- $R1(A1, \dots, An) := R2.$
- Пр:  $\rho_{MyMovie} (Movie)$
- Пр:  $\rho_{MyMovie(title, year, length, type)} (Movie)$

19

## Пример

Bars( 

name	addr
Joe's	Maple St.
Sue's	River Rd.

 )

$R(\text{bar}, \text{addr}) := \text{Bars}$

R( 

bar	addr
Joe's	Maple St.
Sue's	River Rd.

 )

20

## Основни и допълнителни операции

select  
project  
union  
set difference  
cartesian product  
rename

- Всички други операции могат да бъдат представени чрез тези (зависими, допълнителни)

21

## Основни и допълнителни операции

- $R \cap S = R - (R - S)$
- $R \bowtie_C S = \sigma_C (R \times S)$
- $R \bowtie_L S = \pi_L (\sigma_C (R \times S)),$ 
  - L is a list of attributes in R followed by attributes in S which are not also in R
  - C is a condition of the form  $R.A_1 = S.A_1 \text{ AND } R.A_2 = S.A_2 \text{ AND } \dots R.A_n = S.A_n,$  where  $A_1, A_2, A_n$  are all the attributes in the schemas of both R and S

22

## Създаване на сложни изрази

- Алгебрата представя по естествен начин последователности от операции
  - Аритметика ---  $(x + 4) * (y - 3).$
- Релационна алгебра – 3 нотации:
  - Последователности от оператори за присвояване – линейна нотация за алгебрични изрази
  - Изрази с няколко оператори
  - Дървета от изрази

23

## Последователност от присвоявания

- Създаване на временни имена на релации
- Преименуване
- Пример:  $R_3 := R_1 \bowtie_C R_2$  може да се представи като:  
 $R_4 := R_1 \times R_2$   
 $R_3 := \sigma_C (R_4)$

24

## Приоритет на операторите

- Приоритет на релационните оператори:
  - Unary operators --- select, project, rename
  - Декартово произведение и съединение
  - Сечение
  - Обединение и разлика.
- Използване на скоби.

25

## Expression Trees

- Листата са операнди – релации.
- Вътрешните възли – оператори, приложени към техните наследници.

26

Movies(title,year,length,filmType,studioName)

title year length filmType studioName

Movies	title	year	length	filmType	studioName
	Star Wars	1977	124	color	Fox
	Mighty Ducks	1991	104	color	Disney
	Wayne's World	1992	95	color	Paramount

27

## Пример

■ “Кои са имената и годините на създаване на филмите на студио Fox, които са дълги поне 100 мин ?”

1.  $LMovies \leftarrow \sigma_{length \geq 100} (Movie)$
2.  $FoxMovies \leftarrow \sigma_{studioName='Fox'} (Movie)$
3.  $Temp \leftarrow LMovies \cap FoxMovies$
4.  $Result \leftarrow \pi_{Title,Year} (Temp)$

28

## Пример ...

■ “Кои са имената и годините на създаване на филмите на студио Fox, които са дълги поне 100 мин ?”

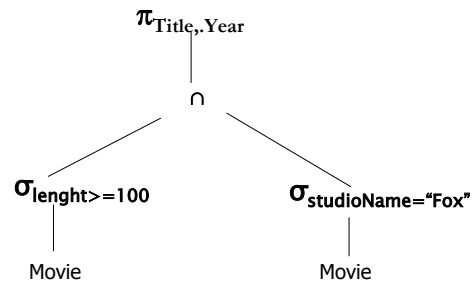
$\pi_{Title,Year} (\sigma_{length \geq 100} (Movie) \cap \sigma_{studioName='Fox'} (Movie))$

OR

$\pi_{Title,Year} (\sigma_{length \geq 100 \text{ AND } studioName='Fox'} (Movie))$

29

## Пример ...



30