

数据库系统概论

An Introduction to Database System

第二章 关系数据库

中国人民大学信息学院

关系代数



关系数据库语言的分类

- ❖ 关系代数语言
 - 用对关系的运算来表达查询要求
- ❖ 关系演算语言：用谓词来表达查询要求
 - 元组关系演算语言
 - 谓词变元的基本对象是元组变量
 - 代表：APLHA, QUEL
 - 域关系演算语言
 - 谓词变元的基本对象是域变量
 - 代表：QBE
- ❖ 具有关系代数和关系演算双重特点的语言
 - 代表：SQL (Structured Query Language)



关系代数

- ❖ 关系代数是一种抽象的查询语言，它用对关系的运算来表达查询
- ❖ 关系代数
 - 运算对象是关系
 - 运算结果亦为关系
 - 关系代数的运算符有两类：集合运算符和专门的关系运算符



2.4 关系代数

表2.4 关系代数运算符

运 算 符		含 义
集合 运算符	\cup	并
	$-$	差
	\cap	交
	\times	笛卡尔积
专门的 关系 运算符	σ	选择
	π	投影
	\bowtie	连接
	\div	除



关系代数

1 传统的集合运算

2 专门的关系运算

3 综合练习



关系代数

(传统的集合运算)



一些记号

(1) $R, t \in R, t[A_i]$

设关系模式为 $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$

它的一个关系设为 R

$t \in R$ 表示 t 是 R 的一个元组

$t[A_i]$ 则表示元组 t 中相应于属性 A_i 的一个分量



一些记号（续）

(2) A , $t[A]$, \overline{A}

若 $A = \{A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{ik}\}$, 其中 $A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{ik}$ 是 A_1, A_2, \dots, A_n 中的一部分, 则 A 称为属性列或属性组。

$t[A] = (t[A_{i1}], t[A_{i2}], \dots, t[A_{ik}])$ 表示元组 t 在属性列 A 上诸分量的集合。

\overline{A} 则表示 $\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ 中去掉 $\{A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{ik}\}$ 后剩余的属性组。



一些记号（续）

(3) $\widehat{t_r t_s}$

R 为 n 目关系， S 为 m 目关系。

$t_r \in R$, $t_s \in S$, $\widehat{t_r t_s}$ 称为元组的连接。

$\widehat{t_r t_s}$ 是一个 $n + m$ 列的元组，前 n 个分量为 R 中的一个 n 元组，后 m 个分量为 S 中的一个 m 元组。



一些记号（续）

（4）象集 Z_x

给定一个关系 $R(X, Z)$ ， X 和 Z 为属性组。

当 $t[X]=x$ 时， x 在 R 中的象集（Images Set）为：

$$Z_x = \{t[Z] \mid t \in R, t[X]=x\}$$

它表示 R 中属性组 X 上值为 x 的诸元组在 Z 上分量的集合



一些记号

R	
x_1	Z_1
x_1	Z_2
x_1	Z_3
x_2	Z_2
x_2	Z_3
x_3	Z_1
x_3	Z_3

象集举例

❖ x_1 在 R 中的象集

$$Z_{x_1} = \{Z_1, Z_2, Z_3\},$$

❖ x_2 在 R 中的象集

$$Z_{x_2} = \{Z_2, Z_3\},$$

❖ x_3 在 R 中的象集

$$Z_{x_3} = \{Z_1, Z_3\}$$



1 并 (Union)

❖ R 和 S

- 具有相同的目 n (即两个关系都有 n 个属性)
- 相应的属性取自同一个域

❖ $R \cup S$

- 仍为 n 目关系, 由属于 R 或属于 S 的元组组成

$$R \cup S = \{ t \mid t \in R \vee t \in S \}$$



并 (续)

R

A	B	C
a1	b1	c1
a1	b2	c2
a2	b2	c1

S

A	B	C
a1	b2	c2
a1	b3	c2
a2	b2	c1

RUS

A	B	C
a1	b1	c1
a1	b2	c2
a2	b2	c1
a1	b3	c2



并(续)

<i>R</i>		
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
<i>a</i> ₁	<i>b</i> ₁	<i>c</i> ₁
<i>a</i> ₁	<i>b</i> ₂	<i>c</i> ₂
<i>a</i> ₂	<i>b</i> ₂	<i>c</i> ₁

<i>S</i>		
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
<i>a</i> ₁	<i>b</i> ₂	<i>c</i> ₂
<i>a</i> ₁	<i>b</i> ₃	<i>c</i> ₂
<i>a</i> ₂	<i>b</i> ₂	<i>c</i> ₁

<i>RUS</i>		
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
<i>a</i> ₁	<i>b</i> ₁	<i>c</i> ₁
<i>a</i> ₁	<i>b</i> ₂	<i>c</i> ₂
<i>a</i> ₂	<i>b</i> ₂	<i>c</i> ₁
<i>a</i> ₁	<i>b</i> ₃	<i>c</i> ₂

2 差 (Difference)

❖ R 和 S

- 具有相同的目 n
- 相应的属性取自同一个域

❖ $R - S$

- 仍为 n 目关系，由属于 R 而不属于 S 的所有元组组成

$$R - S = \{ t \mid t \in R \wedge t \notin S \}$$



差 (续)

R

A	B	C
a1	b1	c1
a1	b2	c2
a2	b2	c1

S

A	B	C
a1	b2	c2
a1	b3	c2
a2	b2	c1

R-S

A	B	C
a1	b1	c1



3 交 (Intersection)

❖ R 和 S

- 具有相同的目 n
- 相应的属性取自同一个域

❖ $R \cap S$

- 仍为 n 目关系，由既属于 R 又属于 S 的元组组成

$$R \cap S = \{ t | t \in R \wedge t \in S \}$$

$$R \cap S = R - (R - S)$$



交 (续)

R

A	B	C
a1	b1	c1
a1	b2	c2
a2	b2	c1

S

A	B	C
a1	b2	c2
a1	b3	c2
a2	b2	c1

$R \cap S$

A	B	C
a1	b2	c2
a2	b2	c1



4 笛卡尔积 (Cartesian Product)

❖ R : n 目关系, k_1 个元组; S : m 目关系, k_2 个元组

❖ $R \times S$

■ 列: ($n+m$) 列元组的集合

- 元组的前 n 列是关系 R 的一个元组
- 后 m 列是关系 S 的一个元组

■ 行: $k_1 \times k_2$ 个元组

$$\bullet R \times S = \{ \overbrace{t_r \ t_s} \mid t_r \in R \wedge t_s \in S \}$$



笛卡尔积（续）

R

A	B	C
a1	b1	c1
a1	b2	c2
a2	b2	c1

S

A	B	C
a1	b2	c2
a1	b3	c2
a2	b2	c1

R × S

R.A	R.B	R.C	S.A	S.B	S.C
a1	b1	c1	a1	b2	c2
a1	b1	c1	a1	b3	c2
a1	b1	c1	a2	b2	c1
a1	b2	c2	a1	b2	c2
a1	b2	c2	a1	b3	c2
a1	b2	c2	a2	b2	c1
a2	b2	c1	a1	b2	c2
a2	b2	c1	a1	b3	c2
a2	b2	c1	a2	b2	c1