

数据库系统概论

An Introduction to Database System

第二章 关系数据库（2）





第二章 关系数据库

- 2.1 关系数据结构及其形式化定义**
 - 2.2 关系操作**
 - 2.3 关系的完整性**
 - 2.4 关系代数**
 - 2.6 小结**
-



概述

1. 关系代数

一种抽象的查询语言，用对关系的运算来表达查询。

2. 关系代数运算的分类——按运算符的不同可分为

传统的集合运算

专门的关系运算



运 算 符		含 义	运 算 符		含 义
集 合 运 算 符	\cup	并	比 较 运 算 符	$>$	大 于
	$-$	差		\geq	大于等于
运 算 符	\cap	交	运 算 符	$<$	小 于
				\leq	小于等于
				$=$	等 于
				\neq	不等于
专 门 的 关 系 运 算 符	\times	广义笛卡尔积	逻 辑 运 算 符	\neg	非
	σ	选 择		\wedge	与
	π	投 影		\vee	或
	\bowtie	连 接			
	\div	除			



概述 (续)

— 集合运算符

- 将关系看成元组的集合
- 运算是从关系的“水平”方向即行的角度来进行

— 专门的关系运算符

- 不仅涉及行而且涉及列

— 算术比较符

- 辅助专门的关系运算符进行操作

— 逻辑运算符

- 辅助专门的关系运算符进行操作
-



概述

1. 关系代数

一种抽象的查询语言，用对关系的运算来表达查询。

2. 关系代数运算的分类——按运算符的不同可分为

传统的集合运算

专门的关系运算



运 算 符		含 义	运 算 符		含 义
集 合 运 算 符	\cup	并	比 较 运 算 符	$>$	大 于
	$-$	差		\geq	大于等于
运 算 符	\cap	交	运 算 符	$<$	小 于
				\leq	小于等于
				$=$	等 于
				\neq	不等于
专 门 的 关 系 运 算 符	\times	广义笛卡尔积	逻 辑 运 算 符	\neg	非
	σ	选 择		\wedge	与
	π	投 影		\vee	或
	\bowtie	连 接			
	\div	除			



概述 (续)

– 集合运算符

- 将关系看成元组的集合
- 运算是从关系的“水平”方向即行的角度来进行

– 专门的关系运算符

- 不仅涉及行而且涉及列

– 算术比较符

- 辅助专门的关系运算符进行操作

– 逻辑运算符

- 辅助专门的关系运算符进行操作
-



概述 (续)

3 . 表示记号

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

设关系模式为 $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$

R 设为一个关系。

$t \in R$ 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



概述 (续)

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



概述 (续)

(3) $\overset{\frown}{t_r t_s}$

R 为 n 目关系, S 为 m 目关系。 t_r

$\in R$, $t_s \in S$, $t_r t_s$ 称为元组的连接。它是一个 $n + m$ 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。



概述 (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。



例如：见 P55

- 象集

-

$$Z_{x1} = \{z1, z2, z3\}$$

-

$$Z_{x2} = \{z2, z3\}$$

-

$$Z_{x3} = \{z1, z3\}$$

X	Z
x1	z1
x1	z2
x1	z3
x2	z2
x2	z3
x3	z1
x3	z3



2.4 关系代数

- 概述
 - 传统的集合运算
 - 专门的关系运算
-



2.4.1 传统的集合运算

- 并
 - 差
 - 交
 - 广义笛卡尔积
-



1. 并 (Union)

- **R 和 S**

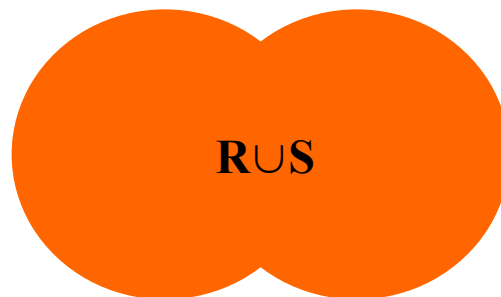
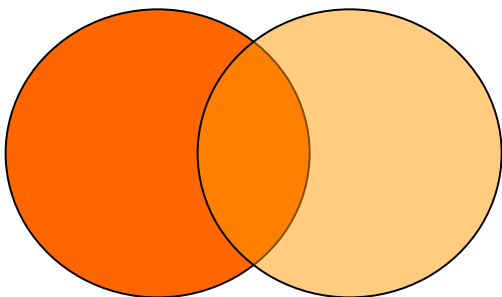
- 具有相同的目 n (即两个关系都有 n 个属性)
- 相应的属性取自同一个域

- **$R \cup S$**

- 仍为 n 目关系, 由属于 R 或属于 S 的元组组成

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

注意: 一个元组在并集中只出现一次





并 (续)

R

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

$R \cup S$

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

S

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



2. 差 (Difference)

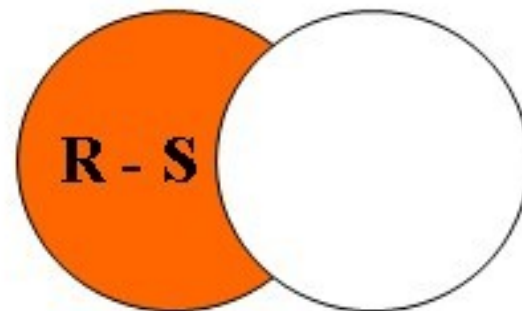
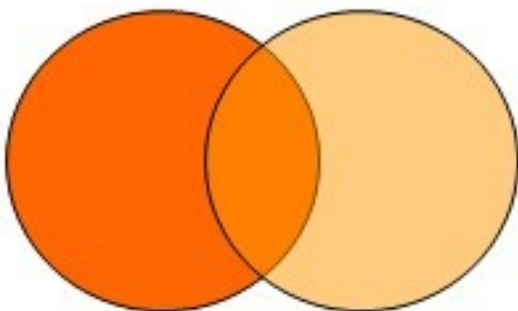
- **R 和 S**

- 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

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





差 (续)

R

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

R-S

A	B	C
a1	b1	c1

S

A	B	C
a1	b2	c2
a1	b3	c2
a2	b2	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

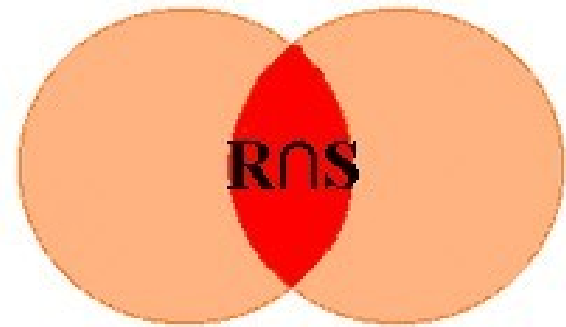
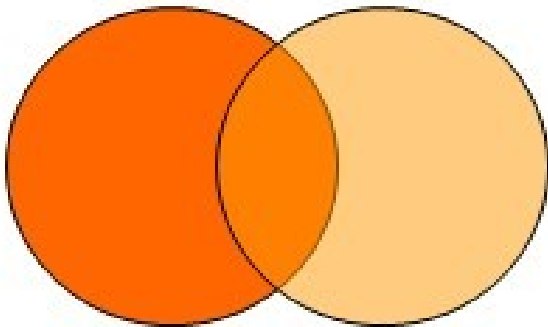
- **$R \cap S$**

- 仍为 n 目关系，由既属于 R 又属于 S 的元组组成

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

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

注意：一个元组在交集中只出现一次





交 (续)

R

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

$R \cap S$

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

S

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



4. 广义笛卡尔积 (Extended 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: ($n+m$) 列的元组的集合
 - 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
 - $R \times S = \{t_r t_s \mid t_r \in R \wedge t_s \in S\}$
-



广义笛卡尔积 (续)

R

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

S

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

$R \times S$

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



2.4 关系代数

- 概述
- 传统的集合运算
- 专门的关系运算



2.4.2 专门的关系运算

- 选择
 - 投影
 - 连接
 - 除
-



1. 选择 (Selection)

- 1) 选择又称为限制 (Restriction)
- 2) 选择运算符的含义
 - 在关系 R 中选择满足给定条件的诸元组

$$\sigma_F(R) = \{t | t \in R \wedge F(t) = \text{'真'}\}$$

- F : 选择条件, 是一个逻辑表达式, 基本形式为:

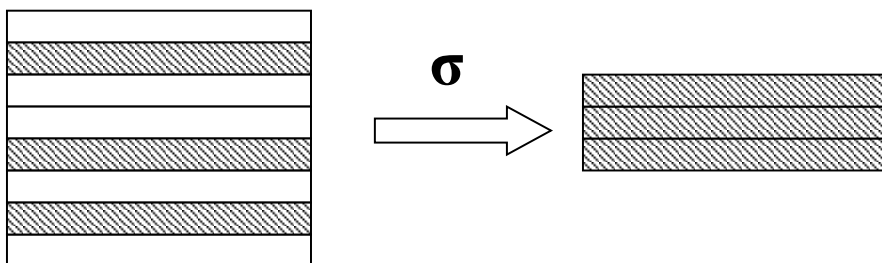
$$[\neg ([X_1 \theta Y_1])][\varphi [\neg ([X_2 \theta Y_2])]] \dots$$

- θ : 比较运算符 ($>$, \geq , $<$, \leq , $=$ 或 $<>$)
- X_1 , Y_1 等: 属性名、常量、简单函数;
属性名也可以用它的序号来代替;
- φ : 逻辑运算符 (\wedge 或 \vee)
- $[]$: 表示任选项
- \dots : 表示上述格式可以重复下去



关系运算——选择 (σ)

- 从关系 R 中选择符合条件的元组构成新的关系
- $\sigma F(R)$, 表示从 R 中选择满足条件 (使逻辑表达式 F 为真) 的元组
- 行的运算





■ 例： $\sigma_{Ssex = '男' \text{ AND } Sdept = 'IS'}(\text{Student})$

Student

学 号 Sno	姓 名 Sname	性 别 Ssex	年 龄 Sage	所 在 系 Sdept
95001	李勇	男	20	CS
95002	刘晨	女	19	IS
95003	王敏	女	18	MA
95004	张立	男	19	IS



查询信息系（IS 系）全体学生

$\sigma_{\text{Sdept} = \text{'IS'}}(\text{Student})$ 或

$\sigma_5 = \text{'IS'}(\text{Student})$

查询年龄小于 20 岁的学生

$\sigma_{\text{Sage} < 20}(\text{Student})$ 或

$\sigma_4 < 20(\text{Student})$

Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
95001	李勇	男	20	CS
95002	刘晨	女	19	IS
95003	王敏	女	18	MA
95004	张立	男	19	IS

Student



2. 投影 (Projection)

- 1) 投影运算符的含义

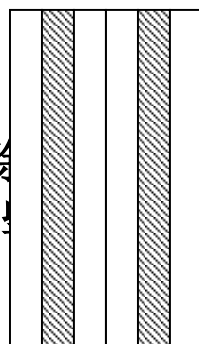
- 从 R 中选择出若干属性列组成新的关系

$$\pi_A(R) = \{ t[A] \mid t \in R \}$$

A : R 中的属性列

列的运算

- 投影运算的结果中,也要去除某些列,而且还可能取消某



π
(复元组 → 因此投
避免重复行)



之后不仅取消了原关系中的



关系运算——投影 (π)

■ 例： $\pi_{Ssex, Sage}(\text{student})$ 或 $\pi_{3,4}(\text{student})$

Student

学 号 Sno	姓 名 Sname	性 别 Ssex	年 龄 Sage	所 在 系 Sdept
95001	李勇	男	20	CS
95002	刘晨	女	19	IS
95003	王敏	女	18	MA
95004	张立	男	19	IS



3. 连接（Join）

- 1) 连接也称为 θ 条件连接
- 2) 连接运算的含义
 - 从两个关系的笛卡尔积中选取属性间满足一定条件的元组

$$R \bowtie_{A\theta B} S = \{ \widehat{t_r t_s} \mid t_r \in R \wedge t_s \in S \wedge t_r[A] \theta t_s[B] \}$$

- A 和 B ：分别为 R 和 S 上度数相等且可比的属性组
- θ ：比较运算符

- 连接运算从 R 和 S 的广义笛卡尔积 $R \times S$ 中选取（ R 关系）在 A 属性组上的值与（ S 关系）在 B 属性组上值满足比较关系的元组。



条件连接

R			S		$R \underset{C < E}{\bowtie} S$				
A	B	C	B	E	A	$R.B$	C	$S.B$	E
a_1	b_1	5	b_1	3	a_1	b_1	5	b_2	7
a_1	b_2	6	b_2	7	a_1	b_1	5	b_3	10
a_2	b_3	8	b_3	10	a_1	b_2	6	b_2	7
a_2	b_4	12	b_3	2	a_1	b_2	6	b_3	10
			b_5	2	a_2	b_3	8	b_3	10



连接 (续)

• 3) 两类常用连接运算

– 等值连接 (equijoin)

- 什么是等值连接
 - 是一种特殊的条件连接, θ 为 “=” 的连接运算称为等值连接
- 等值连接的含义
 - 从关系 R 与 S 的广义笛卡尔积中选取 A 、 B 属性值相等的那些元组, 即等值连接为:

$$R \bowtie_{A=B} S = \{ \widehat{t_r t_s} \mid t_r \in R \wedge t_s \in S \wedge t_r[A] = t_s[B] \}$$




等值连接

R

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
<i>a</i> ₁	<i>b</i> ₁	5
<i>a</i> ₁	<i>b</i> ₂	6
<i>a</i> ₂	<i>b</i> ₃	8
<i>a</i> ₂	<i>b</i> ₄	12

S

<i>B</i>	<i>E</i>
<i>b</i> ₁	3
<i>b</i> ₂	7
<i>b</i> ₃	10
<i>b</i> ₃	2
<i>b</i> ₅	2

R  *S*
R.B=*S.B*

<i>A</i>	<i>R.B</i>	<i>C</i>	<i>S.B</i>	<i>E</i>
<i>a</i> ₁	<i>b</i> ₁	5	<i>b</i> ₁	3
<i>a</i> ₁	<i>b</i> ₂	6	<i>b</i> ₂	7
<i>a</i> ₂	<i>b</i> ₃	8	<i>b</i> ₃	10
<i>a</i> ₂	<i>b</i> ₃	8	<i>b</i> ₃	2



连接 (续)

– 自然连接 (Natural join)

- 什么是自然连接

– 自然连接是一种特殊的等值连接

- » 两个关系中进行比较的分量必须是相同的属性组
- » 在结果中把重复的属性列去掉

- 自然连接的含义

R 和 S 具有相同的属性组 B

$$R \bowtie S = \{ \widehat{t_r t_s} \mid t_r \in R \wedge t_s \in S \wedge t_r[B] = t_s[B] \}$$




自然连接

R

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
<i>a</i> ₁	<i>b</i> ₁	5
<i>a</i> ₁	<i>b</i> ₂	6
<i>a</i> ₂	<i>b</i> ₃	8
<i>a</i> ₂	<i>b</i> ₄	12

S

<i>B</i>	<i>E</i>
<i>b</i> ₁	3
<i>b</i> ₂	7
<i>b</i> ₃	10
<i>b</i> ₃	2
<i>b</i> ₅	2

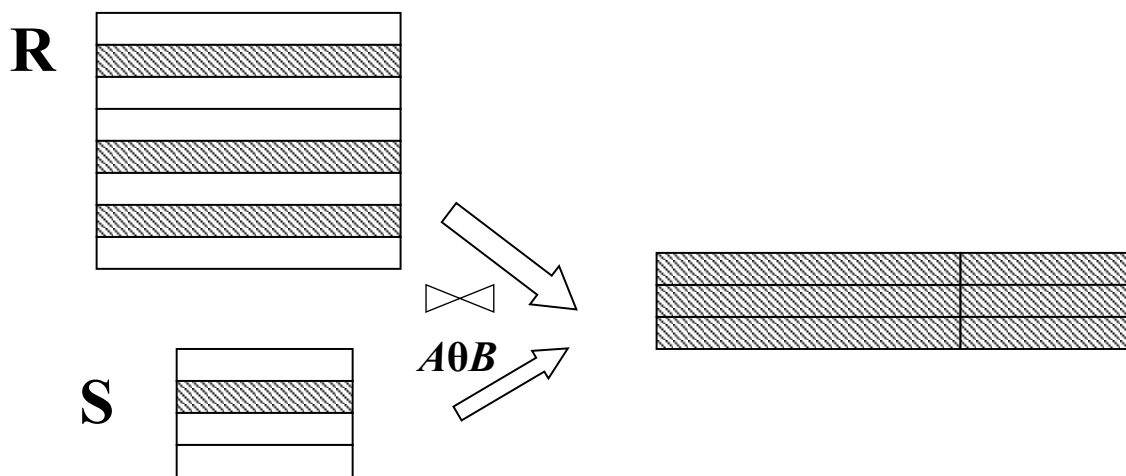
R  *S*

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>E</i>
<i>a</i> ₁	<i>b</i> ₁	5	3
<i>a</i> ₁	<i>b</i> ₂	6	7
<i>a</i> ₂	<i>b</i> ₃	8	10
<i>a</i> ₂	<i>b</i> ₃	8	2



连接 (续)

一般的连接操作是从行的角度进行运算。



自然连接还需要取消重复列，所以是同时从行和列的角度进行运算。



连接 (续)

等值连接 $R \bowtie S$
 $R.B = S.B$

S

A	$R.B$	C	$S.B$	E
a_1	b_1	5	b_1	3
a_1	b_2	6	b_2	7
a_2	b_3	8	b_3	10
a_2	b_3	8	b_3	2

自然连接 $R \ltimes S$

A	B	C	E
a_1	b_1	5	3
a_1	b_2	6	7
a_2	b_3	8	10
a_2	b_3	8	2



连接（续）

- 如果把舍弃的元组也保存在结果关系中，而在其他属性上填空值（**Null**），那么这种连接叫做外连接（**outer join**）。
 - 如果把左边关系 **R** 中要舍弃的元组保留就叫做左外连接（**left outer join** 或 **left join**）；
 - 如果把右边关系 **R** 中要舍弃的元组保留就叫做右外连接（**right outer join** 或 **right join**）；
-

R			S		$R \bowtie_{R.B=S.B} S$					$R \bowtie S$			
A	B	C	B	E	A	$R.B$	C	$S.B$	E	A	B	C	E
a_1	b_1	5	b_1	3	a_1	b_1	5	b_1	3	a_1	b_1	5	3
a_1	b_2	6	b_2	7	a_1	b_2	6	b_2	7	a_1	b_2	6	7
a_2	b_3	8	b_3	10	a_2	b_3	8	b_3	10	a_2	b_3	8	10
a_2	b_4	12	b_3	2	a_2	b_3	8	b_3	2	a_2	b_3	8	2
			b_5	2									

A	B	C	E
a_1	b_1	5	3
a_1	b_2	6	7
a_2	b_3	8	10
a_2	b_3	8	2
a_2	b_4	12	NULL
NULL.	b_5	NULL	2

(a) 外连接

A	B	C	E
a_1	b_1	5	3
a_1	b_2	6	7
a_2	b_3	8	10
a_2	b_3	8	2
a_2	b_4	12	NULL

(b) 左外连接

A	B	C	E
a_1	b_1	5	3
a_1	b_2	6	7
a_2	b_3	8	10
a_2	b_3	8	2
NULL.	b_5	NULL	2

(c) 右外连接



4. 除 (Division)

给定关系 $R(X, Y)$ 和 $S(Y, Z)$ ，其中 X, Y, Z 为属性组。 R 中的 Y 与 S 中的 Y 可以有不同的属性名，但必须出自相同的域集。 R 与 S 的除运算得到一个新的关系 $P(X)$ ， P 是 R 中满足下列条件的元组在 X 属性列上的投影：元组在 X 上分量值 x 的象集 Y_x 包含 S 在 Y 上投影的集合。

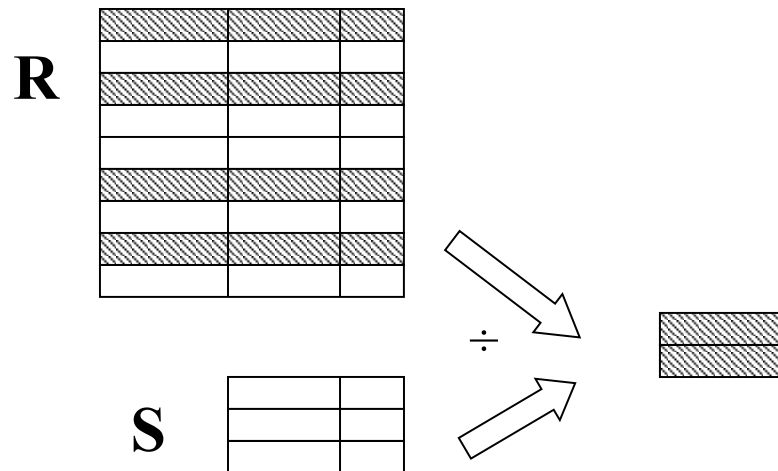
$$R \div S = \{t_r[X] \mid t_r \in R \wedge \pi_Y(S) \subseteq Y_x\}$$

Y_x : x 在 R 中的象集, $x = t_r[X]$



除 (续)

- 2) 除操作是同时从行和列角度进行运算





除 (续)

R

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
<i>a</i> ₁	<i>b</i> ₁	<i>c</i> ₂
<i>a</i> ₂	<i>b</i> ₃	<i>c</i> ₇
<i>a</i> ₃	<i>b</i> ₄	<i>c</i> ₆
<i>a</i> ₁	<i>b</i> ₂	<i>c</i> ₃
<i>a</i> ₄	<i>b</i> ₆	<i>c</i> ₆
<i>a</i> ₂	<i>b</i> ₂	<i>c</i> ₃
<i>a</i> ₁	<i>b</i> ₂	<i>c</i> ₁

S

<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
<i>b</i> ₁	<i>c</i> ₂	<i>d</i> ₁
<i>b</i> ₂	<i>c</i> ₁	<i>d</i> ₁
<i>b</i> ₂	<i>c</i> ₃	<i>d</i> ₂

R* ÷ *S

<i>R</i> ÷ <i>S</i>
<i>A</i>
<i>a</i> ₁

R

A	B	C
a_1	b_1	c_2
a_2	b_3	c_7
a_3	b_4	c_6
a_1	b_2	c_3
a_4	b_6	c_6
a_2	b_2	c_3
a_1	b_2	c_1

S

B	C	D
b_1	c_2	d_1
b_2	c_1	d_1
b_2	c_3	d_2

$R \div S$
A
a_1

在关系 R 中， A 可以取四个值 $\{a_1, a_2, a_3, a_4\}$

a_1 的象集为 $\{(b_1, c_2), (b_2, c_3), (b_2, c_1)\}$

a_2 的象集为 $\{(b_3, c_7), (b_2, c_3)\}$

a_3 的象集为 $\{(b_4, c_6)\}$

a_4 的象集为 $\{(b_6, c_6)\}$

S 在 (B, C) 上的投影为

$\{(b_1, c_2), (b_2, c_1), (b_2, c_3)\}$

只有 a_1 的象集包含了 S 在 (B, C) 属性组上的投影

所以 $R \div S = \{a_1\}$



除 (\div) 举例

Examples of Division A/B

sno	pno
s1	p1
s1	p2
s1	p3
s1	p4
s2	p1
s2	p2
s3	p2
s4	p2
s4	p4

A

pno
p2

B1

sno
s1
s2
s3
s4

A/B1

pno
p2
p4

B2

sno
s1
s4

A/B2

pno
p1
p2
p4

B3

sno
s1

A/B3

Student

学 号	姓 名	性 别	年 龄	所 在 系
Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
95001	李勇	男	20	CS
95002	刘晨	女	19	IS
95003	王敏	女	18	MA
95004	张立	男	19	IS

(a)

Course

课程号	课程名	先行课	学分
Cno	Cname	Cpno	Ccredit
1	数据库	5	4
2	数学		2
3	信息系统	1	4
4	操作系统	6	3
5	数据结构	7	4
6	数据处理		2
7	PASCAL 语言	6	4

SC

学 号	课 程 号	成 绩
Sno	Cno	Grade
95001	1	92
95001	2	85
95001	3	88
95002	2	90
95002	3	80

(c)



5. 综合举例

以学生 - 课程数据库为例 (P.56)

[例 7] 查询至少选修 1 号课程和 3 号课程的学生号码

首先建立一个临时关系 K :

Cno
1
3

然后求: $\pi_{Sno.Cno}(SC) \div K$



综合举例 (续)

• 例 7 续 $\pi_{Sno.Cno}(SC)$

95001 象集 {1, 2, 3}

95002 象集 {2, 3}

$\pi_{Cno}(K) = \{1, 3\}$

于是: $\pi_{Sno.Cno}(SC) \div K = \{95001\}$

Sno	Cno
95001	1
95001	2
95001	3
95002	2
95002	3



综合举例 (续)

[例 8] 查询选修了 2 号课程的学生们的学号。

$$\pi_{\text{Sno}} \left(\sigma_{\text{Cno}='2'} \left(\text{SC} \right) \right) \\ = \{ 95001, 95002 \}$$



综合举例 (续)

[例 9] 查询至少选修了一门其直接先行课为 5 号课程的课程的学生姓名。

$\pi_{Sname}(\sigma_{Cpno='5'}(Course \bowtie SC \bowtie Student))$

或

$\pi_{Sname}(\sigma_{Cpno='5'}(Course) \bowtie SC \bowtie \pi_{Sno, Sname}(Student))$

或

$\pi_{Sname}(\pi_{Sno}(\sigma_{Cpno='5'}(Course) \bowtie SC) \bowtie \pi_{Sno, Sname}(Student))$



综合举例 (续)

[例 10] 查询选修了全部课程的学生号码和姓名。

$$\pi_{\text{Sno}, \text{Cno}} (\text{SC}) \div \pi_{\text{Cno}} (\text{Course}) \bowtie \pi_{\text{Sno}, \text{Sname}} (\text{Student})$$

1.设有如图所示的关系 R、W 和 D，计算下列关系代数：

(1) $R_1 = \Pi_{YT}(R)$ (2) $R_2 = \sigma_{P>5 \wedge T=e}(R)$

(3) $R_3 = R \bowtie W$ (4) $R_4 = \Pi_{[2][1][6]}(\sigma_{[3]=[5]}(R \times D))$

(5) $R_5 = R \div D$

关系R

P	Q	T	Y
2	b	c	d
9	a	e	f
2	b	e	f
9	a	d	e
7	g	e	f
7	g	c	d

关系W

T	Y	B
c	d	m
c	d	n
d	f	n

关系D

T	Y
c	d
e	f



2. 设关系 R、S 和 S' 如图 2.1 所示，计算：

(1) $R_1 = R \cup S'$; (2) $R_2 = R - S'$; (3) $R_3 = R \times S$;

(4) $R_4 = R \bowtie_{A=C} S = \sigma_{A=C}(R \times S)$; (5) $R_5 = R \bowtie S = \pi_{A,B,C} \sigma_{R.B=S.B}(R \times S)$ 。

关系R

A	B
a	b
c	b
d	e

关系S

B	C
b	c
e	a
b	d

关系S'

A	B
b	c
c	b
b	d



【例 2.68】设有如图 2.24 所示的两个关系 E1 和 E2，其中 E2 是从 E1 中经过关系运算形成的结果，试给出该运算表达式。

E1			E2	
A	B	C	B	C
1	2	3	5	6
4	5	6	8	9
7	8	9		

图 2.24 关系 E1 和 E2

答：从 E1 生成 E2 经过的关系运算是 $\pi_{2,3}(\sigma_{B>2}(E1))$ 或 $\sigma_{B>2}(\pi_{2,3}(E1))$ 。



设教学数据库有 3 个关系

学生关系 S (Sno , Sname , age , sex)

成绩关系 SC (Sno , Cno , grade)

课程关系 C (Cno , Cname , teacher)



S: 学生信息表

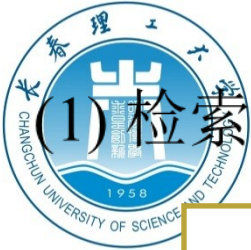
SNO	SNAME	AGE	SEX
1	李强	23	男
2	刘丽	22	女
5	张友	22	男

SC: 学生选课成绩表

SNO	CNO	GRADE
1	K1	83
2	K1	85
5	K1	92
2	K5	90
5	K5	84
5	K8	80

C: 课程信息表

CNO(课号)	CNAME (课名)	TEACHER (教师)
k1	C语言	王华
k5	数据库原理	程军
k8	编译原理	程军

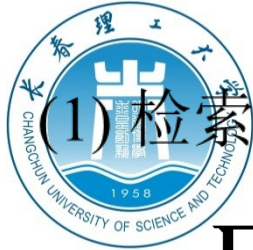


(1) 检索“程军”老师所授课程的课程号CNO和课程名CNAME。

(2) 检索年龄大于21的男学生学号SNO和姓名SNAME。

(3) 检索至少选修“程军”老师所授全部课程的学生姓名SNAME。

(4) 检索“李强”同学不学课程的课程号。



(1) 检索“程军”老师所授课程的课程号CNO和课程名CNAME。

$$\Pi_{CNO, CNAME} (\sigma_{TEACHER="程军"}(C))$$

(2) 检索年龄大于21的男学生学号SNO和姓名SNAME。

$$\Pi_{SNO, SNAME} (\sigma_{AGE>21 \wedge SEX="男"}(S))$$

(3) 检索至少选修“程军”老师所授全部课程的学生姓名SNAME。

$$\Pi_{SNAME} (S \bowtie (\Pi_{SNO, CNO} (SC) \div \Pi_{CNO} (\sigma_{TEACHER="程军"}(C))))$$

(4) 检索“李强”同学不学课程的课程号。

$$\Pi_{CNO} (C) - \Pi_{CNO} (\sigma_{NAME="李强"}(s) \bowtie SC)$$



(5)检索至少选修两门课程的学生学号。

(6)检索全部学生都选修的课程的课程号和课程名。

(7)检索选修课程包含“程军”老师所授课程之一的学生学号。

(8)检索选修课程号为k1和k5的学生学号。



(5)检索至少选修两门课程的学生学号。

$$\Pi_{SNO} (\sigma_{[1]=[4] \wedge [2] \neq [5]} (SC \times SC))$$

(6)检索全部学生都选修的课程的课程号和课程名。

$$\Pi_{CNO,CNAME} (C \bowtie (\Pi_{CNO,SNO} (SC) \div \Pi_{SNO} (S)))$$

(7)检索选修课程包含“程军”老师所授课程之一的学生学号。

$$\Pi_{SNO} (SC \bowtie \Pi_{CNO} (\sigma_{TEACHER="程军"} (C)))$$

(8)检索选修课程号为k1和k5的学生学号。

$$\Pi_{SNO,CNO} (SC) \div \Pi_{CNO} (\sigma_{CNO='k1' \vee CNO='k5'} (C))$$



(9)检索选修全部课程的学生姓名;

(10)检索选修课程包含学号为2的学生所修课程的学生学号。

(11)检索选修课程名为“C语言”的学生学号和姓名。



(9)检索选修全部课程的学生姓名;

$$\Pi_{SNAME} (S \bowtie (\Pi_{SNO,CNO} (SC) \div \Pi_{CNO} (C)))$$

(10)检索选修课程包含学号为2的学生所修课程的学生学号。

$$\Pi_{SNO,CNO} (SC) \div \Pi_{CNO} (\sigma_{SNO='2'} (SC))$$

(11)检索选修课程名为“C语言”的学生学号和姓名。

$$\Pi_{SNO,SNAME} (S \bowtie (\Pi_{SNO} (SC \bowtie (\sigma_{CNAME='C语言'} (C))))$$



小结

● 关系代数运算

— 关系代数运算

并、差、交、笛卡尔积、投影、选择、连接、除

— 基本运算

并、差、笛卡尔积、投影、选择

— 交、连接、除

可以用 5 种基本运算来表达

引进它们并不增加语言的能力，但可以简化表达



小结 (续)

- 关系代数表达式

- 关系代数运算经有限次复合后形成的式子

- 典型关系代数语言

- **ISBL** (**I**nformation **S**ystem **B**ase **L**anguag
e)

- 由 IBM United Kingdom 研究中心研制
 - 用于 PRTV (Peterlee Relational Test Vehicle) 实验系统
-