



数据库系统概论

An Introduction to Database System

第二章 关系数据库(续)

第二章 关系数据库



2.1 关系模型概述

2.2 关系数据结构

2.3 关系的完整性

2.4 关系代数

2.5 关系演算

2.6 小结

2.4 关系代数



❖ 概述

❖ 传统的集合运算

❖ 专门的关系运算

概述

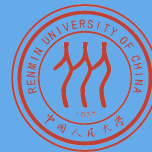


表2.4 关系代数运算符

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
	\cap	交		$<$	小于
	\times	笛卡尔积		\leq	小于等于
				$=$	等于
				$<>$	不等于

概述(续)



表2.4 关系代数运算符（续）

运算符	含义		运算符	含义	
专门的关系运算符	σ	选择	逻辑运算符	\neg	非
	π	投影		\wedge	与
	\bowtie	连接		\vee	或
	\div	除			

2.4 关系代数



- ❖ 概述
- ❖ 传统的集合运算
- ❖ 专门的关系运算

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

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
a_1	b_1	c_1
a_1	b_2	c_2
a_2	b_2	c_1

S

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
a_1	b_2	c_2
a_1	b_3	c_2
a_2	b_2	c_1

RUS

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
a_1	b_1	c_1
a_1	b_2	c_2
a_2	b_2	c_1
a_1	b_3	c_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

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

差(续)



R

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
a_1	b_1	c_1
a_1	b_2	c_2
a_2	b_2	c_1

S

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
a_1	b_2	c_2
a_1	b_3	c_2
a_2	b_2	c_1

R-S

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
a_1	b_1	c_1

3. 交 (Intersection)



❖ R 和 S

- 具有相同的目 n
- 相应的属性取自同一个域

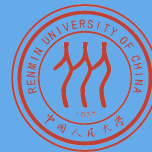
❖ $R \cap S$

- 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
a_1	b_1	c_1
a_1	b_2	c_2
a_2	b_2	c_1

S

A	B	C
a_1	b_2	c_2
a_1	b_3	c_2
a_2	b_2	c_1

$R \cap S$

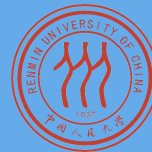
A	B	C
a_1	b_2	c_2
a_2	b_2	c_1

4. 笛卡尔积 (Cartesian Product)



- ❖ 严格地讲应该是广义的笛卡尔积 (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
 - $R \times S = \{ \overbrace{t_r t_s} \mid t_r \in R \wedge t_s \in S \}$

交 (续)



<i>R</i>		
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
a_1	b_1	c_1
a_1	b_2	c_2
a_2	b_2	c_1

<i>S</i>		
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
a_1	b_2	c_2
a_1	b_3	c_2
a_2	b_2	c_1

<i>R</i> × <i>S</i>					
<i>R.A</i>	<i>R.B</i>	<i>R.C</i>	<i>S.A</i>	<i>S.B</i>	<i>S.C</i>
a_1	b_1	c_1	a_1	b_2	c_2
a_1	b_1	c_1	a_1	b_3	c_2
a_1	b_1	c_1	a_2	b_2	c_1
a_1	b_2	c_2	a_1	b_2	c_2
a_1	b_2	c_2	a_1	b_3	c_2
a_1	b_2	c_2	a_2	b_2	c_1
a_2	b_2	c_1	a_1	b_2	c_2
a_2	b_2	c_1	a_1	b_3	c_2
a_2	b_2	c_1	a_2	b_2	c_1

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



先引入几个记号

(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

专门的关系运算(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。

专门的关系运算(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。

专门的关系运算(续)



(4) 象集 Z_x

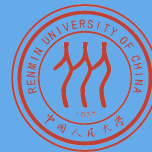
给定一个关系 $R(X, Z)$ ， X 和 Z 为属性组。

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

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

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

专门的关系运算(续)



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

$$Z_{x1} = \{Z1, Z2, Z3\},$$

❖ x_2 在 R 中的象集

$$Z_{x2} = \{Z2, Z3\},$$

❖ x_3 在 R 中的象集

$$Z_{x3} = \{Z1, Z3\}$$

专门的关系运算(续)



- ❖ 选择
- ❖ 投影
- ❖ 连接
- ❖ 除

专门的关系运算(续)



4) 学生-课程数据库:

学生关系Student、课程关系Course和选修关系SC

Student

学号 Sno	姓名 Sname	性别 Ssex	年龄 Sage	所在系 Sdept
200215121	李勇	男	20	CS
200215122	刘晨	女	19	IS
200215123	王敏	女	18	MA
200215125	张立	男	19	IS

(a)

专门的关系运算(续)



Course

课程号 Cno	课程名 Cname	先行课 Cpno	学分 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

(b)

专门的关系运算(续)



SC

学号 Sno	课程号 Cno	成绩 Grade
200215121	1	92
200215121	2	85
200215121	3	88
200215122	2	90
200215122	3	80

(c)

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

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

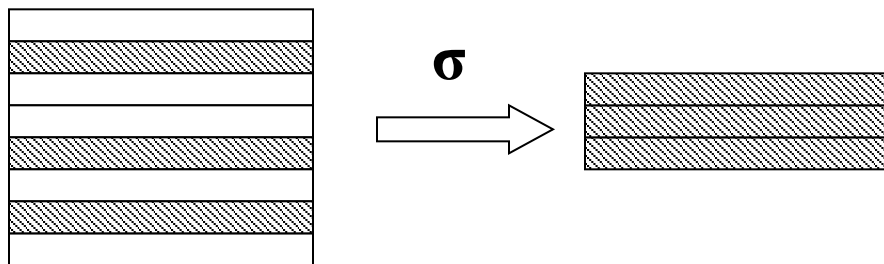
- F : 选择条件, 是一个逻辑表达式, 基本形式为:

$$X_1 \theta Y_1$$

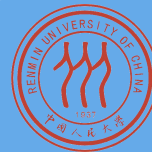
选择（续）



- ❖ 3) 选择运算是从关系 R 中选取使逻辑表达式 F 为真的元组，是从行的角度进行的运算



选择（续）



[例1] 查询信息系（IS系）全体学生

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

或 $\sigma_5 = 'IS' (Student)$

结果：

Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
200215122	刘晨	女	19	IS
200215125	张立	男	19	IS

选择（续）



[例2] 查询年龄小于20岁的学生

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

或 $\sigma_4 < 20(\text{Student})$

结果：

Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
200215122	刘晨	女	19	IS
200215123	王敏	女	18	MA
200215125	张立	男	19	IS

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

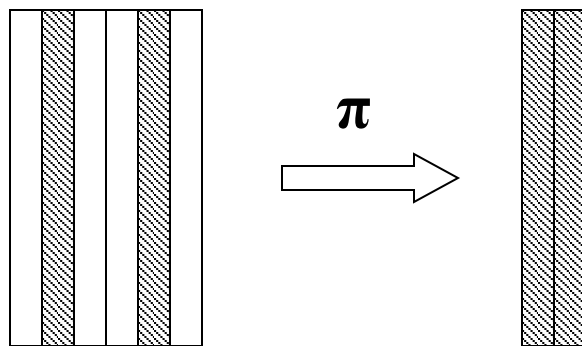
$$\pi_A(R) = \{ t[A] \mid t \in R \}$$

A : R 中的属性列

2. 投影 (Projection)



❖ 2) 投影操作主要是从列的角度进行运算



- 但投影之后不仅取消了原关系中的某些列，而且还可能取消某些元组（避免重复行）

投影（续）



❖ [例3] 查询学生的姓名和所在系

即求Student关系上学生姓名和所在系两个属性上的投影

$\pi_{\text{Sname}, \text{Sdept}}(\text{Student})$

或 $\pi_{2, 5}(\text{Student})$

结果：

投影（续）



Sname	Sdept
李勇	CS
刘晨	IS
王敏	MA
张立	IS

投影（续）



[例4] 查询学生关系Student中都有哪些系

$\pi_{\text{Sdept}}(\text{Student})$

结果:

Sdept
CS
IS
MA

3. 连接 (Join)



❖ 1) 连接也称为 θ 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

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

➤ **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**×**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 θ 的元组

连接(续)



❖ 3) 两类常用连接运算

■ 等值连接 (equijoin)

➤ 什么是等值连接

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：

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

连接(续)



■ 自然连接 (Natural join)

- 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

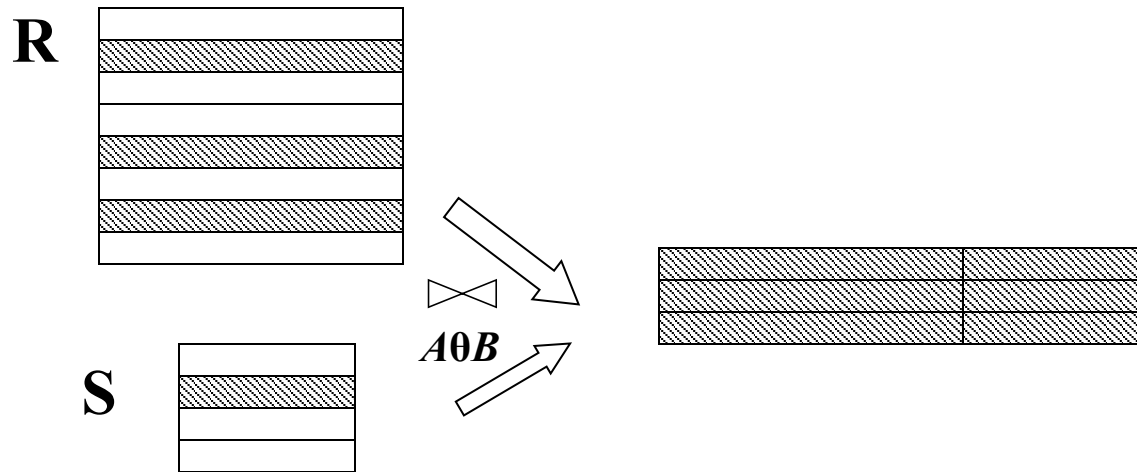
R 和 S 具有相同的属性组 B

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

连接(续)



❖ 4) 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)



❖ [例5]关系 R 和关系 S 如下所示:

R		
A	B	C
a_1	b_1	5
a_1	b_2	6
a_2	b_3	8
a_2	b_4	12

S	
B	E
b_1	3
b_2	7
b_3	10
b_3	2
b_5	2

连接(续)



一般连接 $R \bowtie_{C < E} S$ 的结果如下:

$R \bowtie_{C < E} S$

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

连接(续)



等值连接 $R \bowtie_{R.B=S.B} S$ 的结果如下:

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

连接(续)



自然连接 $R \bowtie S$ 的结果如下:

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)



❖ 外连接

- 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)，这种连接就叫做外连接（**OUTER JOIN**）。

❖ 左外连接

- 如果只把左边关系 R 中要舍弃的元组保留就叫做左外连接(**LEFT OUTER JOIN**或**LEFT JOIN**)

❖ 右外连接

- 如果只把右边关系 S 中要舍弃的元组保留就叫做右外连接(**RIGHT OUTER JOIN**或**RIGHT JOIN**)。

连接(续)



下图是例5中关系 R 和关系 S 的外连接

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
NULL	b_5	NULL	2

(a) 外连接

连接(续)



图(b)是例5中关系*R*和关系*S*的左外连接,图(c)是右外连接

<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
<i>a</i> ₂	<i>b</i> ₄	12	NULL

(b) 左外连接

<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
NULL	<i>b</i> 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, 记作:

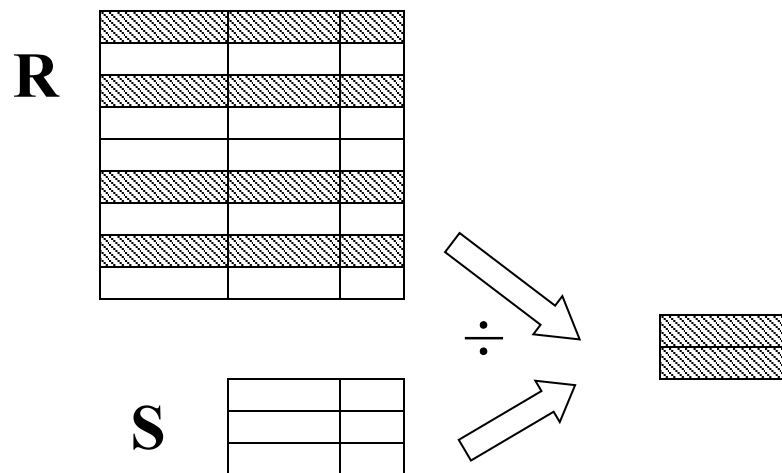
$$R \div S = \{ t_r[X] \mid t_r \in R \wedge \pi_Y(S) \subseteq Y_x \}$$

$$Y_x: x \text{ 在 } R \text{ 中的象集, } x = t_r[X]$$

除(续)



❖ 2) 除操作是同时从行和列角度进行运算



除(续)



[例6] 设关系 R 、 S 分别为下图的(a)和(b), $R \div S$ 的结果为图(c)

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

(a)

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

(b)

$R \div S$
A
a_1

(c)

分析



❖ 在关系R中，A可以取四个值{a1, a2, a3, a4}

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

$\{(b1, c2), (b2, c1), (b2, c3)\}$

❖ 只有 a_1 的象集包含了S在(B, C)属性组上的投影

所以 $R \div S = \{a_1\}$

5. 综合举例



以学生-课程数据库为例 (P56)

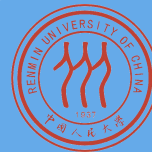
[例7] 查询至少选修1号课程和3号课程的学生号码

首先建立一个临时关系 K :

Cno
1
3

然后求: $\pi_{\text{Sno,Cno}}(\text{SC}) \div K$

综合举例(续)



❖ 例 7续 $\pi_{Sno,Cno}(SC)$

200215121象集{1, 2, 3}

200215122象集{2, 3}

$K=\{1, 3\}$

于是:

$\pi_{Sno,Cno}(SC) \div K = \{200215121\}$

Sno	Cno
200215121	1
200215121	2
200215121	3
200215122	2
200215122	3

综合举例(续)



[例 8] 查询选修了2号课程的学生们的学号。

$$\pi_{Sno} (\sigma_{Cno='2'} (SC)) \\ = \{ 200215121, 200215122 \}$$

综合举例(续)



[例9] 查询至少选修了一门其直接先行课为5号课程的学生姓名

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

或

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

或

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

综合举例(续)



[例10] 查询选修了全部课程的学生号码和姓名。

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

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

第二章 关系数据库



2.1 关系模型概述

2.2 关系数据结构

2.3 关系的完整性

2.4 关系代数

2.5 关系演算

2.6 小结

2.5 关系演算



❖ 关系演算

以数理逻辑中的谓词演算为基础

❖ 按谓词变元不同 进行分类

1.元组关系演算：

以元组变量作为谓词变元的基本对象

元组关系演算语言 ALPHA

2.域关系演算：

以域变量作为谓词变元的基本对象

域关系演算语言 QBE

2.5.1 元组关系演算语言ALPHA



❖ 由E.F.Codd提出

INGRES所用的QUEL语言是参照ALPHA语言研制的

❖ 语句

检索语句

- GET

更新语句

- PUT, HOLD, UPDATE, DELETE, DROP

一、检索操作



❖ 语句格式:

GET 工作空间名 [(定额)] (表达式1)

[: 操作条件] [**DOWN/UP** 表达式2]

定额: 规定检索的元组个数

- 格式: 数字

表达式1: 指定语句的操作对象

- 格式:

关系名 | 关系名. 属性名 | 元组变量. 属性名 | 集函数
[, ...]

操作条件: 将操作结果限定在满足条件的元组中

- 格式: 逻辑表达式

表达式2: 指定排序方式

- 格式: 关系名. 属性名 | 元组变量. 属性名 [, ...]

一、检索操作



(1) 简单检索

GET 工作空间名 (表达式1)

[例1] 查询所有被选修的课程号码。

GET W (SC.Cno)

[例2] 查询所有学生的数据。

GET W (Student)

(2) 限定的检索



格式

GET 工作空间名 (表达式1) : 操作条件

[例3]查询信息系(IS)中年龄小于20岁的学生的学号和年龄

GET W (Student.Sno, Student.Sage):

Student.Sdept='IS' ^ Student.Sage<20

(3) 带排序的检索



格式

GET 工作空间名 (表达式1) [: 操作条件]
DOWN/UP 表达式2

[例4]查询计算机科学系(CS)学生的学号、年龄，结果按年龄降序排序

GET W (Student.Sno, Student.Sage):
Student.Sdept='CS' DOWN Student.Sage

(4) 带定额的检索



格式

GET 工作空间名 (定额) (表达式1)
[: 操作条件] [DOWN/UP 表达式2]

[例5] 取出一个信息系学生的学号。

GET W (1) (Student.Sno):

Student.Sdept='IS'

[例6] 查询信息系年龄最大的三个学生的学号及其年龄，结果按年龄降序排序。

GET W (3) (Student.Sno, Student.Sage):

Student.Sdept='IS' DOWN Student.Sage

(5) 用元组变量的检索



❖ 元组变量的含义

- 表示可以在某一关系范围内变化（也称为范围变量Range Variable）

❖ 元组变量的用途

- ① 简化关系名：设一个较短名字的元组变量来代替较长的关系名。
- ② 操作条件中使用量词时必须用元组变量。

❖ 定义元组变量

- 格式：RANGE 关系名 变量名
- 一个关系可以设多个元组变量

(6) 用存在量词的检索



❖ 操作条件中使用量词时必须用元组变量

[例8] 查询选修2号课程的学生名字。

RANGE SC X

GET W (Student.Sname):

$\exists X(X.Sno=Student.Sno \wedge X.Cno='2')$

[例9] 查询选修了这样课程的学生学号，其直接先行课是6号课程。

RANGE Course CX

GET W (SC.Sno):

$\exists CX(CX.Cno=SC.Cno \wedge CX.Pcno='6')$

用存在量词的检索(续)



[例10]查询至少选修一门其先行课为6号课程的学生名字

RANGE Course CX

SC SCX

GET W (Student.Sname): \exists SCX (SCX.Sno=Student.Sno \wedge
 \exists CX (CX.Cno=SCX.Cno \wedge CX.Pcno='6'))

前束范式形式:

GET W (Student.Sname):

\exists SCX \exists CX (SCX.Sno=Student.Sno \wedge
CX.Cno=SCX.Cno \wedge CX.Pcno='6')

(7) 带有多个关系的表达式的检索



[例11] 查询成绩为90分以上的学生名字与课程名字。

RANGE SC SCX

GET W(Student.Sname, Course.Cname):

$\exists \text{SCX} (\text{SCX.Grade} \geq 90 \wedge$

$\text{SCX.Sno} = \text{Student.Sno} \wedge$

$\text{Course.Cno} = \text{SCX.Cno})$

(8) 用全称量词的检索



[例12] 查询不选1号课程的学生名字

RANGE SC SCX

GET W (Student.Sname):

$\forall SCX (SCX.Sno \neq Student.Sno \vee SCX.Cno \neq '1')$

用存在量词表示:

RANGE SC SCX

GET W (Student.Sname):

$\neg \exists SCX (SCX.Sno = Student.Sno \wedge SCX.Cno = '1')$

(9) 用两种量词的检索



[例13] 查询选修了全部课程的学生姓名。

RANGE Course CX

SC SCX

GET W (Student.Sname):

$$\forall CX \exists SCX (SCX.Sno = Student.Sno \wedge \\ SCX.Cno = CX.Cno)$$

(10) 用蕴函 (Implication) 的检索



[例14] 查询最少选修了200215122学生所选课程的学生学号

RANGE Couse CX
 SC SCX
 SC SCY

GET W (Student.Sno): $\forall CX(\exists SCX$
 $(SCX.Sno='200215122' \wedge SCX.Cno=CX.Cno)$
 $\Rightarrow \exists SCY(SCY.Sno=Student.Sno \wedge$
 $SCY.Cno= CX.Cno))$

(11) 聚集函数



常用聚集函数（Aggregation function）或内部函数（Build-in function）

函数名	功能
COUNT	对元组计数
TOTAL	求总和
MAX	求最大值
MIN	求最小值
AVG	求平均值

关系演算中的聚集函数

聚集函数(续)



[例15] 查询学生所在系的数目。

```
GET W ( COUNT(Student.Sdept) )
```

COUNT函数在计数时会自动排除重复值。

[例16] 查询信息系学生的平均年龄

```
GET W (AVG(Student.Sage):
```

```
Student.Sdept='IS' )
```


二、更新操作



(1) 修改操作

(2) 插入操作

(3) 删除操作

(1) 修改操作步骤



- ① 用**HOLD**语句将要修改的元组从数据库中读到工作空间中

HOLD 工作空间名 (表达式1) [: 操作条件]

HOLD语句是带上并发控制的**GET**语句

- ② 用宿主语言修改工作空间中元组的属性

- ③ 用**UPDATE**语句将修改后的元组送回数据库中

UPDATE 工作空间名

修改操作(续)



[例17] 把200215121学生从计算机科学系转到信息系。

HOLD W (Student.Sno, Student.Sdept):

Student.Sno='200215121'

(从Student关系中读出95007学生的数据)

MOVE 'IS' TO W.Sdept

(用宿主语言进行修改)

UPDATE W

(把修改后的元组送回Student关系)

(2) 插入操作



步骤

- ① 用宿主语言在工作空间中建立新元组
- ② 用**PUT**语句把该元组存入指定关系中

PUT 工作空间名 (关系名)

PUT语句只对一个关系操作，关系演算中的聚集函数

插入操作(续)



[例18] 学校新开设了一门2学分的课程“计算机组织与结构”，其课程号为8，直接先行课为6号课程。插入该课程元组

MOVE '8' TO W.Cno

MOVE '计算机组织与结构' TO W.Cname

MOVE '6' TO W.Cpno

MOVE '2' TO W.Ccredit

PUT W (Course)

(3) 删除操作



步骤

- ① 用**HOLD**语句把要删除的元组从数据库中读到工作空间中
- ② 用**DELETE**语句删除该元组

DELETE 工作空间名

删除操作(续)



[例19] 200215125学生因故退学，删除该学生元组

```
HOLD W (Student): Student.Sno='200215125'
```

```
DELETE W
```

删除操作(续)



[例20] 将学号200215121改为200215126

HOLD W (Student): Student.Sno='200215121'

DELETE W

MOVE '200215126' TO W.Sno

MOVE '李勇' TO W.Sname

MOVE '男' TO W.Ssex

MOVE '20' TO W.Sage

MOVE 'CS' TO W.Sdept

PUT W (Student)

删除操作(续)



[例21] 删除全部学生

HOLD W (Student)

DELETE W

为保证参照完整性，删除Student中元组时相应地要删除SC中的元组

HOLD W (SC)

DELETE W

小结：元组关系演算语言ALPHA



❖ 检索操作 GET

GET 工作空间名 [(定额)] (表达式1)
[: 操作条件] [DOWN/UP 表达式2]

❖ 插入操作

- 建立新元组--PUT

❖ 修改操作

- HOLD--修改--UPDATE

❖ 删除操作

- HOLD--DELETE

2.5 关系演算



❖ **2.5.1 元组关系演算语言ALPHA**

❖ **2.5.2 域关系演算语言QBE**

2.5.2 域关系演算语言QBE



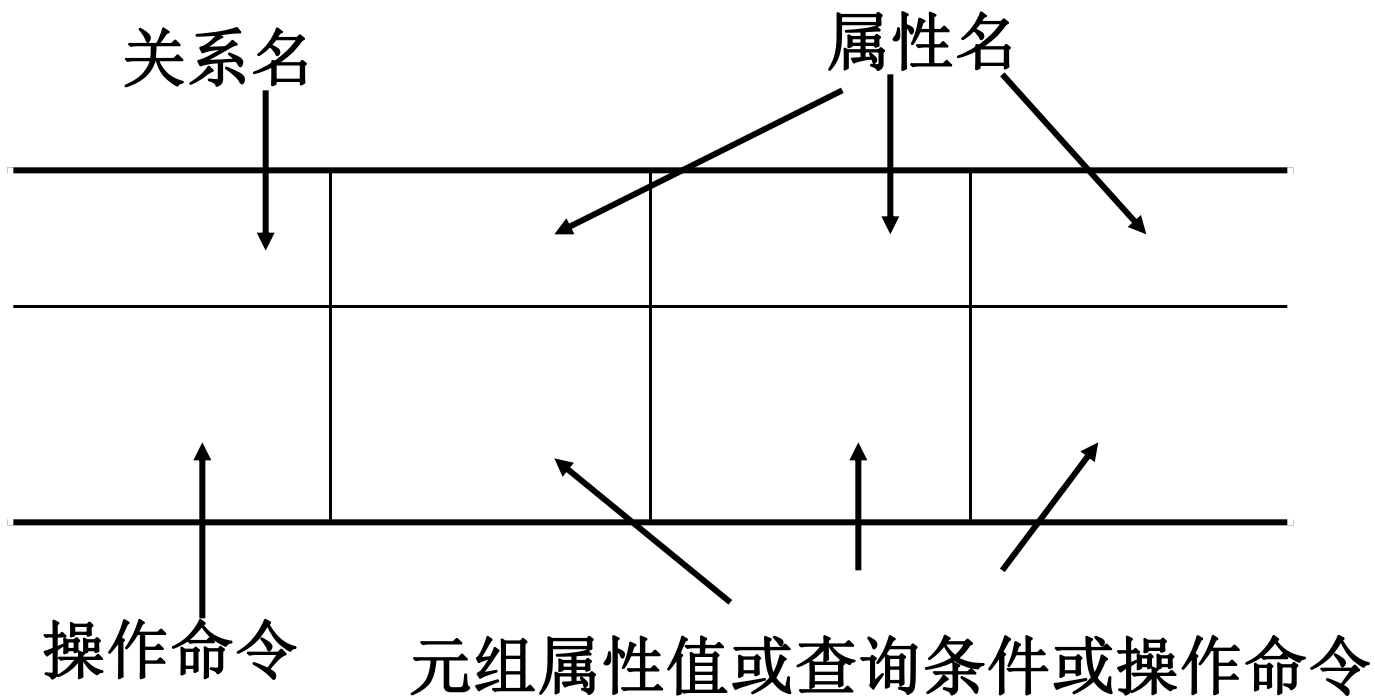
❖ 一种典型的域关系演算语言

- 由M.M.Zloof提出
- 以元组变量的分量即域变量作为谓词变元的基本对象

❖ QBE: Query By Example

- 基于屏幕表格的查询语言
- 查询要求：以填写表格的方式构造查询
- 用示例元素(域变量)来表示查询结果可能的情况
- 查询结果：以表格形式显示

QBE操作框架



一、检索操作



1. 简单查询

[例1]求信息系全体学生的姓名

操作步骤为：

- (1) 用户提出要求；
- (2) 屏幕显示空白表格；

简单查询（续）



(3) 用户在最左边一栏输入要查询的关系名**Student**;

Student					

(4) 系统显示该关系的属性名

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept

简单查询（续）



(5) 用户在上面构造查询要求

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
		P. <u>李勇</u>			IS

■ 李勇是示例元素，即域变量

(6) 屏幕显示查询结果

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
		李勇 张立			IS

构造查询的几个要素



❖ **示例元素** 即域变量 一定要加下划线

示例元素是这个域中可能的一个值，它不必是查询结果中的元素

❖ **打印操作符P.** 实际上是显示

❖ **查询条件**

可使用比较运算符 $>$, \geq , $<$, \leq , $=$ 和 \neq

其中 $=$ 可以省略

简单查询（续）



[例2] 查询全体学生的全部数据

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
	P. <u>200215121</u>	P. <u>李勇</u>	P. <u>男</u>	P. <u>20</u>	P. <u>CS</u>

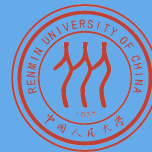
简单查询（续）



显示全部数据也可以简单地把**P.**操作符作用在关系名上。

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
P.					

2. 条件查询



[例3] 求年龄大于19岁的学生的学号

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
	<u>P.200215121</u>			>19	

条件查询（与条件）



[例4] 求计算机科学系年龄大于19岁的学生的学号。

方法(1): 把两个条件写在同一行上

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
	<u>P.200215121</u>			>19	CS

条件查询（与条件）



方法(2): 把两个条件写在不同行上, 但使用相同的示例元素值

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
	<u>P.200215121</u> <u>P.200215121</u>			>19	CS

条件查询（与条件）



[例5] 查询既选修了1号课程又选修了2号课程的学生学号。

Sc	Sno	Cno	Grade
	<u>P.200215121</u>	1	
	<u>P.200215121</u>	2	

条件查询（或条件）



[例6]查询计算机科学系或者年龄大于19岁的学生的学号。

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
	<u>P.200215121</u> <u>P.200215122</u>			>19	CS

条件查询（多表连接）



[例7] 查询选修1号课程的学生姓名。

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
	<u>200215121</u>	P.李勇			

Sc	Sno	Cno	Grade
	<u>200215121</u>	1	

注意：示例元素Sno是连接属性，其值在两个表中要相同。

条件查询（非条件）



[例8] 查询未选修1号课程的学生姓名

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
	<u>200215121</u>	P.李勇			

Sc	Sno	Cno	Grade
—	<u>200215121</u>	1	

思路：显示学号为200215121的学生名字，而该学生选修1号课程的情况为假

条件查询（续）



[例9] 查询有两个人以上选修的课程号。

Sc	Sno	Cno	Grade
	<u>200215121</u>	P. <u>1</u>	
	¬ <u>200215121</u>	<u>1</u>	

思路：查询这样的课程1，它不仅被200215121选修而且也被另一个学生（¬200215121）选修了

3. 聚集函数



常用聚集函数：

函数名	功能
CNT	对元组计数
SUM	求总和
AVG	求平均值
MAX	求最大值
MIN	求最小值

QBE中的聚集函数

聚集函数（续）



[例10] 查询信息系学生的平均年龄。

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
				P.AVG.ALL	IS

4.对查询结果排序



❖ 升序排序:

- 对查询结果按某个属性值的升序排序，只需在相应列中填入“**AO.**”

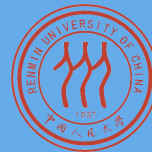
❖ 降序排序:

- 按降序排序则填“**DO.**”

❖ 多列排序:

- 如果按多列排序，用“**AO(i).**”或“**DO(i).**”表示，其中i为排序的优先级，i值越小，优先级越高

对查询结果排序（续）



[例11] 查全体男生的姓名，要求查询结果按所在系升序排序，对相同系的学生按年龄降序排序。

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
		P. <u>李勇</u>	男	DO (2) .	AO (1) .

二、更新操作



1.修改操作

[例12] 把200215121学生的年龄改为18岁。

方法(1)：将操作符“U.”放在值上

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
	200215121			U.18	

修改操作(续)



方法(2): 将操作符 “U.”放在关系上

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
U.	200215121			18	

码200215121标明要修改的元组。

“U.”标明所在的行是修改后的新值。

由于主码是不能修改的，所以系统不会混淆要修改的属性。

修改操作(续)



[例13] 把200215121学生的年龄增加1岁

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
U.	200215121			<u>17</u>	
	200215121			<u>17+1</u>	

操作涉及表达式，必须将操作符“U.”放在关系上

修改操作(续)



[例14] 将计算机系所有学生的年龄都增加1岁

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
U.	<u>200215122</u>			<u>18</u>	CS
	<u>200215122</u>			<u>18+1</u>	

2.插入操作



[例15] 把信息系女生200215701，姓名张三，年龄17岁存入数据库中。

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
I.	200215701	张三	女	17	IS

3. 删除操作



[例17] 删除学生200215089

Student	Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept
D.	200215089				

为保证参照完整性，删除200215089学生前，先删除200215089学生选修的全部课程

Sc	Sno	Cno	Grade
D.	200215089		

第二章 关系数据库



2.1 关系模型概述

2.2 关系数据结构

2.3 关系的完整性

2.4 关系代数

2.5 关系演算

2.6 小结

2.6 小结



- ❖ 关系数据库系统是目前使用最广泛的数据库系统
- ❖ 关系数据库系统与非关系数据库系统的区别：
 - 关系系统只有“表”这一种数据结构；
 - 非关系数据库系统还有其他数据结构，以及对这些数据结构的操作

小结（续）



❖ 关系数据结构

- 关系
 - 域
 - 笛卡尔积
 - 关系
 - 关系，属性，元组
 - 候选码，主码，主属性
 - 基本关系的性质
- 关系模式
- 关系数据库

小结（续）



❖ 关系操作

■ 查询

➤ 选择、投影、连接、除、并、交、差

■ 数据更新

➤ 插入、删除、修改

小结（续）



❖ 关系的完整性约束

- 实体完整性
- 参照完整性
 - 外码
- 用户定义的完整性

小结（续）



❖ 关系数据语言

- 关系代数语言
- 关系演算语言
 - 元组关系演算语言 ALPHA
 - 域关系演算语言 QBE

下课了。。。



休息一会儿。。。

