

思考题

- 学生（学号，姓名，性别）
 - 课程（课程号，课程名，学分）
 - 学习（学号，课程号，成绩）
1. 三个关系的候选码？主码？主属性？
 2. 外码是什么？
 3. 学生表中的学号是否可以取空值？
 4. 学习表中的学号是否可以取空值？

2.1.3 关系完整性约束

实体完整性规则

规则：若属性A是基本关系R的主属性，则属性A不能取空值。

参照完整性规则

规则：若F是基本关系R的外码，并与 S的主码Ks相对应，则对于R中每个元组在F上的值必须为：

- 或者取空值
- 或者取S中主码Ks对应的值

用户定义完整性规则

规则：反映某一具体应用所涉及的数据必须满足的语义要求。

2.2 关系代数

- 传统的集合运算

并 差 交 笛卡尔积

- 专门的关系运算

选择 投影 连接 自然连接 除

- 基本关系代数运算

并 差 笛卡尔积 选择 投影

并相容原则

- 参与运算的两个关系及其属性之间有一定的对应性、可比性或意义关联性。
- 定义：关系R与关系S存在相容性，当且仅当：
 - (1) 关系R和关系S的属性数目必须相同
 - (2) 关系R的第i个属性的域必须和关系S的第i个属性的域相同

$A(A_1, A_2, A_3)$ 和 $B(B_1, B_2, B_3)$

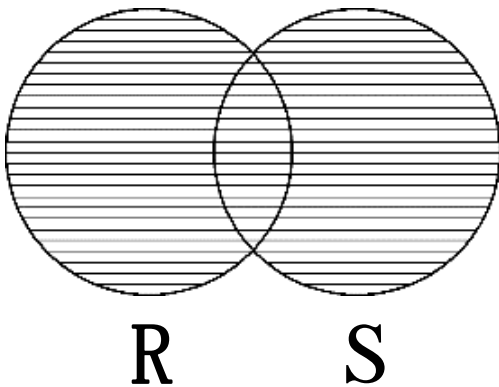
$S(SID \text{ char}(8), Sname \text{ char}(8), Sage \text{ char}(3))$
 $T(TID \text{ char}(8), Tname \text{ char}(8), Tage \text{ char}(3))$

2.2.1 传统的集合运算

1、并

将R与S合并为一个关系，并且去掉重复元组。

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



➤ 并运算的结果或者属于R，或者属于关系S

➤ $R \cup S$ 与 $S \cup R$ 是相同的么？

➤ 参加体育队的学生（S1），或者参加文艺队的学生（S2）

➤ 汉语中的“或者。。。或者。。。”通常为并运算

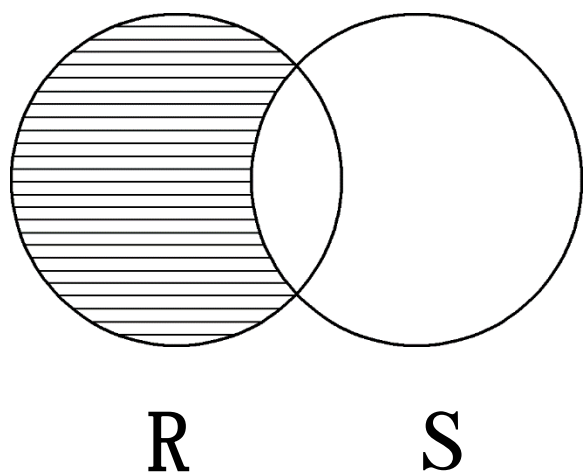
课程 (课程号, 课程名, 先行课, 学分)

将新课程元组 ('7' , ' 物理' , '2' ,
'4') 插入关系中

课程 U ('7' , ' 物理' , '2' , '4')

2、差： 在R中去掉S中存在的元组。由出现在R中但不出现在S中的元组构成。

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



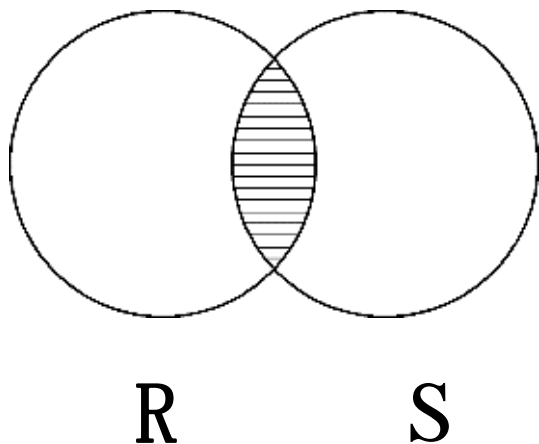
➤ R-S 与 S-R是相同的么？

将新课程元组 (‘7’ , ‘物理’ , ‘2’ , ‘4’)
从关系中**删除**

- 只参加体育队没有参加文艺队的学生 $S1 - S2$
- 没有参加参加文艺队的学生
- 汉语中的“是…但不含…” “没有” 通常意义是差运算的要求

3、**交**：在R中找出与S中相同的元组组成一个新的关系。

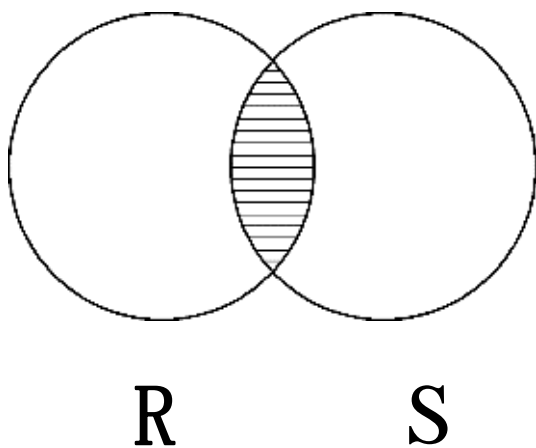
$$R \cap S = \{t | t \in R \wedge t \in S\}$$



➤ $R \cap S$ 与 $S \cap R$ 是相同的么？

$$\begin{aligned} \text{➤ } R \cap S &= R - (R - S) \\ &= S - (S - R) \end{aligned}$$

- 汉语中的“既…又…” “…并且…” 通常意义是交运算的要求
- 可以表达部分“除法”运算实现的功能
- 如：至少（同时）选择了（包含）1号和2号课的学生



4、笛卡尔积：用R中的每个元组与S中每个元组拼接组成一个新的关系。新的关系度为R与S度之和，元组为R与S元组数相乘积。

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

- 当一个检索涉及到多个表时，如学生表和课程表，便需要把这些表串接（或者拼接）起来，就需要用笛卡尔积运算
- 是各种连接运算的基础

学号	姓名	年龄	宿舍
080101	王晓	20	0801
080102	李明	19	0802

课程号	课程名	学分	学时
C1	计算机	2	32
C2	物理	2	32

学号	姓名	年龄	宿舍	课程号	课程名	学分	学时
080101	王晓	20	0801	C1	计算机	2	32
080101	王晓	20	0801	C2	物理	2	32
080102	李明	19	0802	C1	计算机	2	32
080102	李明	19	0802	C2	物理	2	32

2.2.2 专门的关系运算

1、选择：在给定的关系中选择出满足条件的元组组成一个新的关系。

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

- 条件 $F(t)$ 由逻辑运算符连接比较表达式组成
- 逻辑运算符包括： \wedge （合取）， \vee （析取）， \neg
- 比较表达式： $X \theta Y$ ，其中 X ， Y 是 t 的分量、常量或简单函数， θ 是比较运算符

- 条件的书写很重要，尤其是当不同运算符在一起时，**要注意运算符的优先级**，优先级的次序由高到低为：{ 括号； θ ； \neg ， \wedge ， \vee }

- 例如：

$\text{Sage} < 18 \vee \text{Sage} > 20 \wedge \text{D\#} = '03'$



不是从左到右依次计算!!!

$(\text{Sage} < 18 \vee \text{Sage} > 20) \wedge \text{D\#} = '03'$

➤ 查询所有计算机或者外文学院的学生信息

R (学生表)

学号	姓名	性别	年龄	学院	宿舍
080101	王晓	男	20	计算机	0801
080102	李明	男	19	外文	0802
080103	小慧	女	19	体育	0901

σ 学院=‘计算机’ \vee 学院=‘外文’ (R)

学号	姓名	性别	年龄	学院	宿舍
080101	王晓	男	20	计算机	0801
080102	李明	男	19	外文	0802

此处将 \vee 替换为 \wedge ，是否可以？

2、**投影**：在给定的关系中，按给定的属性及顺序组成一个新的关系。

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

➤ **投影**操作是从给定关系中找到某些**列**组成新的关系，而**选择**操作是从给定关系中找到某些**行**组成新的关系。

➤ 查询所有学生的姓名和学院

R (学生表)

学号	姓名	性别	年龄	学院	宿舍
080101	王晓	男	20	计算机	0801
080102	王晓	女	20	计算机	0902
080102	李明	男	19	外文	0802
080103	小慧	女	19	体育	0901

π 姓名, 学院 (R)

姓名	学院
王晓	计算机
王晓	计算机
李明	外文
小慧	体育



姓名	学院
王晓	计算机
李明	外文
小慧	体育

学生（学号，姓名，性别，年龄，院系）

课程（课程号，课程名，先行课，学分）

学习（课程号，学号，成绩）



（1）需要几个关系？（2）采用什么关系代数？

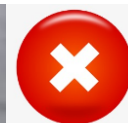
1. 查询选修课程号为1或2的学生学号

$\pi_{\text{学号}} \left(\sigma_{\text{课程号}='1' \vee \text{课程号}='2'} (\text{学习}) \right)$

学生 (学号, 姓名, 性别, 年龄, 院系)
课程 (课程号, 课程名, 先行课, 学分)
学习 (课程号, 学号, 成绩)

2. 查询同时选修了课程号为1和2的学生的学号

5. $\pi_{\text{学号}} (\sigma_{\text{课程号}=1 \wedge \text{课程号}=2} (\text{学习}))$



敲黑板，重点到了

$$A = \pi_{\text{学号}} (\sigma_{\text{课程号}=1} (\text{学习}))$$

$$B = \pi_{\text{学号}} (\sigma_{\text{课程号}=2} (\text{学习}))$$

$$P = A \cap B$$

学生（学号，姓名，性别，年龄，院系）
课程（课程号，课程名，先行课，学分）
学习（课程号，学号，成绩）

3. 查询没有选修1号课程的学生学号

$\pi_{\text{学号}}(\text{学生}) - \pi_{\text{学号}}(\sigma_{\text{课程号}='1'}(\text{学习}))$



$\pi_{\text{学号}}(\sigma_{\text{课程号} \neq '1'}(\text{学习}))$ 对么?



3、**连接**：在R与S的笛卡尔积中，找出R中的某一个属性与S中的某一个属性相比较满足条件的元组组成一个新的关系。

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

$$R \bowtie_{A \theta B} S = \sigma_{j \theta (n+j)} (R \times S)$$

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

 $R \times S$

R.A	R.B	R.C	S.A	S.B	S.C
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

 $R \bowtie S$
 $R.B \neq S.B$

R.A	R.B	R.C	S.A	S.B	S.C
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 ₃	c ₂
a ₂	b ₂	c ₁	a ₁	b ₃	c ₂

4 查询同时选修了课程号为1和2的学生的学号学习 (课程号, 学号, 成绩)

方法1: 集合交运算

$$A = \pi_{\text{学号}} (\sigma_{\text{课程号}='1'} (\text{学习}))$$

$$B = \pi_{\text{学号}} (\sigma_{\text{课程号}='2'} (\text{学习}))$$

$$P = A \cap B$$



敲黑板，重点到了

方法2: 采用“自连接”运算

$$\sigma_{i \neq (n+j)} (R \times S)$$

$$\pi_{[2]} (\sigma_{[1]='1' \wedge [4]='2' \wedge [2]=[5]} (\text{学习} \times \text{学习}))$$

4、**自然连接**：在R与S的笛卡尔积中，找出R与S中的公共属性值相等的元组，结果为两个属性的集合去掉一个公共属性。

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



自然连接和等值连接的区别？

学生 (学号, 姓名, 性别, 年龄, 院系)

课程 (课程号, 课程名, 先行课, 学分)

学习 (课程号, 学号, 成绩)

5. 查询选修课程号为1的学生姓名和成绩

$\pi_{\text{姓名, 成绩}} \left(\sigma_{\text{课程号}='1'} \left(\text{学生} \bowtie \text{学习} \right) \right)$

$\pi_{\text{姓名, 成绩}} \left(\text{学生} \bowtie \sigma_{\text{课程号}='1'} \left(\text{学习} \right) \right)$

5 除： 给定关系 $R(X,Y)$ 和 $S(Y)$ ，其中 X,Y 为属性（组）。 R 除以 S 得到新关系 $P(X)$ ， 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 上的分量值 x 的象集 Y_x 包含 S 在 Y 上的投影的集合。记作：

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

其中， Y_x 是分量 x 在 R 中 Y 上的象集。



敲黑板，重点到了

R

A	B
A1	B1
A1	B2
A2	B1
A3	B2
A1	B3
A3	B1

X

Y

S

B
B1
B2

Y

R ÷ S

A
A1
A3

X

① $\mathbf{Y_x}$ X的分量 $x=\{A1, A2, A3\}$ $Y_{A1}=\{B1,B2,B3\}$ $Y_{A2}=\{B1\}$ $Y_{A3}=\{B1,B2\}$ ② $\pi_y(S)$ $=\{B1,B2\}$ ③ $\pi_y(S) \subseteq Y_x$ $Y_{A1} \ Y_{A3}$ $x=\{A1, A3\}$ ④ $\mathbf{R \div S = \{A1, A3\}}$

除法的运算
过程

查询哪些**供应商**的零件(同时) 存放在**1,3,5**三个仓库中？

R

仓库号	供应商号
WH1	S1
WH1	S2
WH1	S3
WH2	S3
WH3	S1
WH3	S2
WH5	S1
WH5	S2
WH5	S4
WH6	S1
WH6	S2

S

仓库号
WH1
WH3
WH5

$R \div S$

供应商号
S1
S2

$R(X,Y)$ 和 $S(Y)$ 如何对应？

除法解决的哪些特殊的问题？



敲黑板，重点到了

查询选修全部课程的学生学号

$S = \pi_{\text{课程号}} (\text{课程})$

$R = \pi_{\text{学号}, \text{课程号}} (\text{学习})$

$R \div S = \pi_{\text{学号}, \text{课程号}} (\text{学习}) \div \pi_{\text{课程号}} (\text{课程})$