数据库原理及应用

Principle and Application of Database



2.2 关系代数

----- 连接、除运算

思考

- 在S-C数据库中用关系代数实现以下查询：
  查询选修了DB（数据库）课程的学生名单

已知的条件和查询的结果不在一张表里 ？



S表

学号 Sno	姓名 Sname	性别 Ssex	年龄 Sage	所在系 Sdept
201815121	李勇	男	20	CS
201815122	刘晨	女	19	CS
201815123	王敏	女	18	MA
201815125	张立	男	19	IS

SC表

学号 Sno	课程号 Cno	成绩 Grade
201815121	1	92
201815121	2	85
201815121	3	88
201815122	2	90
201815122	3	80

C表

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	C语言	6	4

连接(Join)

- **连接运算在关系代数中是最有用的运算之一；**
- **最常用的方式是合并两个或者多个关系（表）的信息；**
- 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

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

R的元组　　分量

  - ➢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

SC表

学号 Sno	课程号 Cno	成绩 Grade
201815121	1	92
201815121	2	85
201815121	3	88
201815122	2	90
201815122	3	80

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	C语言	6	4

关系操作---连接

1、非等值连接

2、等值连接

3、自然连接

4、外连接

一、非等值连接

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

[例1] 关系*R*和关系*S* 如下所示：

查询C<E的元组（记录）连接结果

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

一、非等值连接

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

[例1] 关系*R*和关系*S* 如下所示：

查询C<E的元组（记录）连接结果

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

一、非等值连接

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

[例1] 关系*R*和关系*S* 如下所示：

查询C<E的元组（记录）连接结果

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

一、非等值连接

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

[例1] 关系*R*和关系*S* 如下所示：

查询C<E的元组（记录）连接结果

$R \underset{C<E}{\bowtie} S$

A	R.B	C	S.B	E
a_1	b_1	5	b_2	7

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

一、非等值连接

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

[例1] 关系*R*和关系*S* 如下所示：

查询C<E的元组（记录）连接结果

$R \underset{C<E}{\bowtie} S$

A	R.B	C	S.B	E
a_1	b_1	5	b_2	7
a_1	b_1	5	b_3	10

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

一、非等值连接

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

[例1] 关系*R*和关系*S* 如下所示：

查询C<E的元组（记录）连接结果

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

$R \underset{C<E}{\bowtie} S$

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

关系操作---连接

1、非等值连接

2、等值连接

3、自然连接

4、外连接

示例数据库

学生-课程数据库

- 学生表：Student(Sno，Sname，Ssex，Sage，Sdept)
- 课程表：Course(Cno，Cname，Cpno，Ccredit)
- 学生选课表：SC(Sno，Cno，Grade)

S表

学号 Sno	姓名 Sname	性别 Ssex	年龄 Sage	所在系 Sdept
201815121	李勇	男	20	CS
201815122	刘晨	女	19	CS
201815123	王敏	女	18	MA
201815125	张立	男	19	IS

C表

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	C语言	6	4

SC表

学号 Sno	课程号 Cno	成绩 Grade
201815121	1	92
201815121	2	85
201815121	3	88
201815122	2	90
201815122	3	80

二、等值连接

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

查询 S $\bowtie$ SC 的结果

S.SNO=SC.SNO

学号 Sno	姓名 Sname	性别 Ssex	年龄 Sage	所在系 Sdept
201815121	李勇	男	20	CS
201815122	刘晨	女	19	CS
201815123	王敏	女	18	MA
201815125	张立	男	19	IS

查询所有参与选课的学生的选课情况

S.Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept	SC.Sno	Cno	Grade
201815121	李勇	男	20	CS	201815121	1	92
201815121	李勇	男	20	CS	201815121	2	85
201815121	李勇	男	20	CS	201815121	3	88
201815122	刘晨	女	19	CS	201815122	2	90
201815122	刘晨	女	19	CS	201815122	2	90

学号 Sno	课程号 Cno	成绩 Grade
201815121	1	92
201815121	2	85
201815121	3	88
201815122	2	90
201815122	3	80

二、等值连接

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

查询 S $\bowtie$ SC 的结果

S.SNO=SC.SNO

取消重复列

查询所有参与选课的学生的选课情况

S.Sno	Sname	Ssex	Sage	Sdept	SC.Sno	Cno	Grade
201815121	李勇	男	20	CS	201815121	1	92
201815121	李勇	男	20	CS	201815121	2	85
201815121	李勇	男	20	CS	201815121	3	88
201815122	刘晨	女	19	CS	201815122	2	90
201815122	刘晨	女	19	CS	201815122	2	90

学号 Sno	姓名 Sname	性别 Ssex	年龄 Sage	所在系 Sdept
201815121	李勇	男	20	CS
201815122	刘晨	女	19	CS
201815123	王敏	女	18	MA
201815125	张立	男	19	IS

学号 Sno	课程号 Cno	成绩 Grade
201815121	1	92
201815121	2	85
201815121	3	88
201815122	2	90
201815122	3	80

三、自然连接

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

自然连接是一种特殊的等连链接。

要求两个关系中进行比较的分量必须是 相同的属性组

并且在结果集中将 重复的属性列 去掉。

三、自然连接

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

查询 S ⋈ SC 的结果

查询所有学生的选课情况？

查询所有参与选课的学生的选课情况

被舍弃了的元组

学号	姓名 Sname	性别 Ssex	年龄 Sage	所在系 Sdept
201815121	李勇	男	20	CS
201815122	刘晨	女	19	CS
201815123	王敏	女	18	MA
201815125	张立	男	19	IS

Sname	Ssex	Sage	Sdept	SC.Sno	Cno	Grade
李勇	男	20	CS	201815121	1	92
李勇	男	20	CS	201815121	2	85
李勇	男	20	CS	201815121	3	88
刘晨	女	19	CS	201815122	2	90
刘晨	女	19	CS	201815122	2	90

学号 Sno	课程号 Cno	成绩 Grade
201815121	1	92
201815121	2	85
201815121	3	88
201815122	2	90
201815122	3	80

四、外连接

查询所有学生的选课情况？

查询 S ⋈ SC 的结果

被舍弃了的元组

悬浮元组

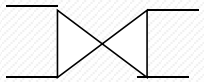
学号 Sno	姓名 Sname	性别 Ssex	年龄 Sage	所在系 Sdept
201815121	李勇	男	20	CS
201815122	刘晨	女	19	CS
201815123	王敏	女	18	MA
201815125	张立	男	19	IS

学号 Sno	课程号 Cno	成绩 Grade
201815121	1	92
201815121	2	85
201815121	3	88
201815122	2	90
201815122	3	80

外连接：把悬浮元组也保存在结果关系中，而其他属性上填空值（NULL）

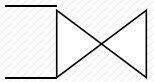
查询所有学生的选课情况

学号	姓名	性别	年龄	所在系	课程号	成绩
201815121	李勇	男	20	CS	1	92
201815121	李勇	男	20	CS	2	85
201815121	李勇	男	20	CS	3	88
201815122	刘晨	女	19	CS	2	90
201815122	刘晨	女	19	CS	3	80
201815123	**王敏**	**女**	**18**	**MA**	**NULL**	**NULL**
201815125	张立	男	19	IS	NULL	NULL

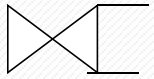
四、外连接 

悬浮元组：被舍弃掉的元组

外连接：把悬浮元组也保存在结果关系中，而其他属性上填空值（NULL）.

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)。

除运算（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：

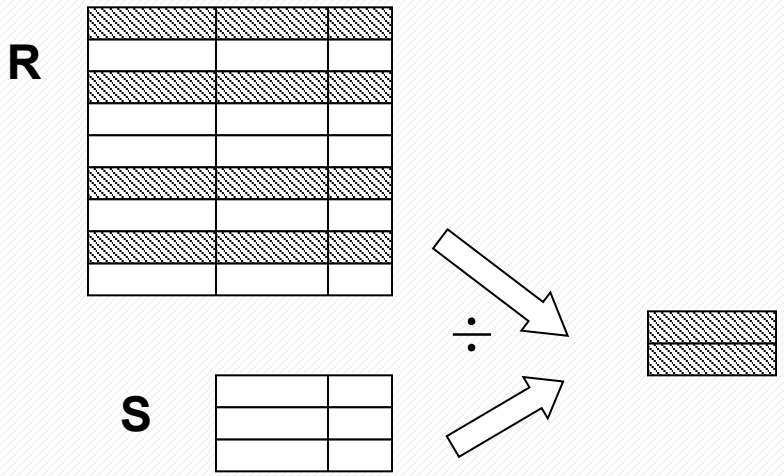
元组在*X*上分量值*x*的象集Y_x包含*S*在*Y*上投影的集合，记作：

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

Y_x：*x*在*R*中的象集，$x = t_r[X]$

除运算（续）

- 除操作是同时从行和列角度进行运算



除运算（续）

[例4]设关系*R*、*S*分别为下图的(a)和(b)，求 *R*÷*S*

R

A	B	C
a1	b1	c2
a2	b3	c7
a3	b4	c6
a1	b2	c3
a4	b6	c6
a2	b2	c3
a1	b2	c1

S

B	C	D
b1	c2	d1
b2	c1	d1
b2	c3	d2

除运算（续）

- 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　　$R \div S = \{a_1\}$

除运算（续）

[例4]设关系*R*、*S*分别为下图的(a)和(b)，求 *R*÷*S*

R

A	B	C
a1	b1	c2
a2	b3	c7
a3	b4	c6
a1	b2	c3
a4	b6	c6
a2	b2	c3
a1	b2	c1

S

B	C	D
b1	c2	d1
b2	c1	d1
b2	c3	d2

R÷S

A
a1

除运算（续）

以学生-课程数据库为例

[例5] 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：$\pi_{Sno,Cno}(SC) \div K$

除运算（续）

- [例5]查询至少选修1号课程和3号课程的学生号码 。

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

201815121象集{1，2，3}

201815122象集{2，3}

K={1，3}

于是：$\pi_{Sno,Cno}(SC) \div K$={201815121}

学号 Sno	课程号 Cno
201815121	1
201815121	2
201815121	3
201815122	2
201815122	3

Cno
1
3

学号 Sno
201815121

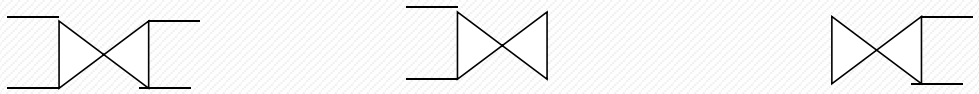
小结

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

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

3、 $R \bowtie S = \{ \widehat{t_r t_s}[\mathbf{U-B}] \mid t_r \in R \wedge t_s \in S \wedge t_r[A] = t_s[B] \}$

4、外连接，左外连接，右外连接



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

谢　　谢

THANK YOU FOR YOUR WATCHING

