第3章 集合及其运算

主要内容

- 集合的基本概念---定义，基数，空集，全集
- 集合的表示法 ---枚举法、叙述法、归纳法、递归指定、文氏图、特征函数等
- 集合的基本关系---（真）子集，相等
- 集合的运算--并，交，补，差，对称差

自学(复习)这几部分内容

- 集合运算的性质
- 集合的幂集
- 集合的笛卡尔集

集合（SET）的概念

- 集合是指“在一定范围内讨论的对象组成的整体”
- 其中的对象称为集合的“成员”或“元素”。
- 集合中成员的特点

  1） 无序 2） 互异 3） 确定
- 用带/不带标号的大写字母A、B、C、…、A_1、B_1、C_1、…、X、Y、Z、…表示集合；
- 用带/不带标号的小写字母a、b、c、…、a_1、b_1、c_1、…、x、y、z、…表示元素。
- 常见集合：

  实数集 R，整数集 Z，有理数集 Q，自然数集N 等

集合（SET）的概念

- 集合的基数

  集合A中元素的个数称为集合A的基数，记为|A|。

  如|A|是有限的，则称A为有限集

  如|A|是无限的，则称A为无限集
- 空集：

  没有元素的集合称为空集,用Φ表示。
- 全集：

  某个固定范围内的所有对象的全体称为全集，用U或E表示。

DMS集合及其运算 集合的表示法

集合是由它包含的元素完全确定的，为了表示一个集合，通常有：枚举法、叙述法（隐式法）、归纳法、递归指定、文氏图、特征函数等表示方法。

1、枚举法

将集合中的元素全部列出来, 也可只列出一部分元素，而其余部分可以从前后关系中很明显的知道。

如：A={红，黄，蓝}

B={ 1， 2， 3 ， 4，…}

10:32

5

DMS集合及其运算 集合的表示法

2、叙述法 (隐式法)

用集合元素所具有的共同性质来刻划该集合

一般表示方法：A = {x | P(x)}

“ | ” 前面的x代表集合X中的任意元素,“ | ” 后面的P(x)表示x必须具有性质P

优点: 原则上不要求列出集合中全部元素，而只要给出该集合中元素的特性

如： S_1 = {x | x是正偶数}

S_2 = {x | （x∈Z）并且（x>0)}

S_3 = {x | x是四川大学的学生}

S_4 = {x | x是 “letter”中的字母}

10:32

6

DMS集合及其运算 集合的表示法

3、 归纳法:

通过归纳定义集合,

如：设 $a_0 = 1$， $a_1 = 1$，

$a_{i+1} = a_i + a_{i-1}$ （$i \geq 1$）

$S = \{a_0, a_1, a_2, \ldots\} = \{a_k \mid k \geq 0\}$

4、递归指定集合:

通过计算规则递归定义集合中的元素

如 ：集合M是按如下方式定义:

（1）每一个英文字母都是M中的元素;

（2）如果p、q是M中的元素，则pq、qp也是M中的元素;

（3）有限次使用（1）、（2）后所得到的字符串都是M中的元素。

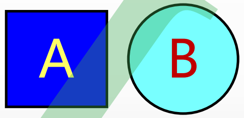
10:32

7

DMS集合及其运算 集合的表示法

5、文氏图（Venn）

文氏图解是一种利用平面上点的集合对集合的图解。一般用平面上的圆形或方形表示一个集合。



6、 特征函数表示法

设A是集合, 称 $\chi_A = \begin{cases} 1 & \text{当} x \in A \\ 0 & \text{当} x \notin A \end{cases}$ 为A的特征函数

a 是A的元素，记为： a∈A

a 不是A的元素，记为： a∉A

10:32

8

DMS集合及其运算

集合的基本关系

➢ 子集/真子集：

✓ 设有集合A与B，若A的每一个元素都是B的元素，则称A是B的子集或B包含A，记为：

$A \subseteq B$ 或 $B \supseteq A$ ⇔ 对任意x，如$x \in B$，则$x \in A$

✓ 若 $A \subseteq B$，且B中至少有一个元素不属于A，称A 是B的真子集，记为：

$A \subset B$ 或 $B \supset A$

✓ $\Phi \subseteq A$，$A \subseteq A$ “包含”具有自反性

✓ 若 $A \subseteq B$, $B \subseteq C$，则$A \subseteq C$ “包含”传递性

➢ 相等

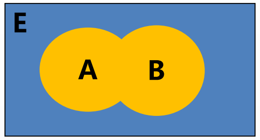
设A、B是任意两个集合，如果$A \subseteq B$且$B \subseteq A$，则称A与B相等，记为：

$A=B$ ⇔ $A \subseteq B$且$B \subseteq A$ “包含”反对称性

若A和B不相等，则记作$A \neq B$。

DMS集合及其运算

集合的运算

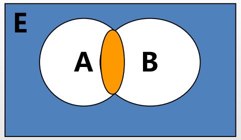


➢ **并集**

设A、B是全集E的两个子集合，则

$A \cup B = \{ x \in E \mid x \in A \vee x \in B\}$

称为集合A与B的并集，称“∪”为并运算（Union Operation）。



➢ **交集**

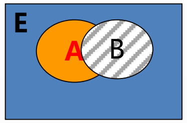
设A，B是全集E的两个子集合，则

$A \cap B = \{x \in E \mid x \in A \wedge x \in B\}$

称为集合A与B的交集，称“∩”为交运算(Intersection Operation)

DMS集合及其运算

集合的运算



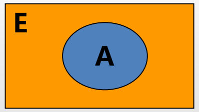
➢ **差集**

设A，B是全集E的两个子集合，则

$A-B = \{x \in E \mid x \in A \wedge x \notin B\}$

称为集合A与B的差集,，称“-”为差运算(Subtraction Operation)

A-B 又叫相对补集。



➢ **补集**

设E是全集，A是E的子集，则

$\overline{A} = E-A = \{x \mid x \in U$并且$x \notin A\}$

称为集合A的补集 (也可记为A'，~A，A^C等)，“‾”称为补运算（Complement Operation）。

DMS集合及其运算

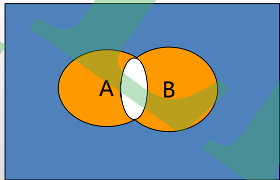
集合的运算

➢ **对称差集(异或运算)**

设A，B是两个集合，则

$A \oplus B = (A-B) \cup (B-A) = A \cup B - A \cap B$

称为A与B的对称差集，称“⊕”为对称差运算。



DMS集合及其运算　集合关系与集合运算总结

设E为全集, 有:

1. $A \subseteq A \cup B$　　$B \subseteq A \cup B$；
2. $A \cap B \subseteq A$　　$A \cap B \subseteq B$；
3. $A \subseteq B \Leftrightarrow A \cup B = B$
4. $A \subseteq B \Leftrightarrow A \cap B = A$；
5. $A \cup \overline{A} = E$；
6. $A - B = A \cap \overline{B}$；
7. $A \oplus B = (A \cup B) - (A \cap B) = (A \cap \overline{B}) \cup (B \cap \overline{A})$

交，并，补是最基本的三个集合运算

10:32

13

DMS集合及其运算　集合运算性质

1. 幂等律：　$A \cup A = A$； $A \cap A = A$；
2. 交换律：　$A \cup B = B \cup A$；　$A \cap B = B \cap A$；
3. 结合律：　$A \cup (B \cup C) = (A \cup B) \cup C$；
　　　　　　$A \cap (B \cap C) = (A \cap B) \cap C$；
4. 分配律：　$A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$；
　　　　　　$A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$；
5. 吸收律：　$A \cap (A \cup B) = A$；　$A \cup (A \cap B) = A$；
6. 零一律：　$A \cap \Phi = \Phi$； $A \cup \Phi = A$； $A \cup E = E$； $A \cap E = A$；
7. 互补率：　$A \cap \overline{A} = \Phi$；　$A \cup \overline{A} = E$；
8. DeMorgan律：
$$\overline{A \cup B} = \overline{A} \cap \overline{B}$$
$$\overline{A \cap B} = \overline{A} \cup \overline{B}$$

10:32

14

DMS集合及其运算　集合的幂集

- **幂集**

　由集合A的所有子集组成的集合称为A的幂集，记为ρ(A)或2^A。

　　$2^A = \rho(A) = \{ X \mid X \subseteq A \}$

　这种以集合为元素的集合，常称为集族（Family of Set）

　例：　设$A = \{a, b\}$，则：　$2^A = \{\Phi, \{a\}, \{b\}, \{a, b\}\}$

　　　对于空集Φ，有：　$2^{\Phi} = \{\Phi\}$，　$2^{\{\Phi\}} = \{\Phi, \{\Phi\}\}$

- **幂集定理:**

　定理一：　若集合A有 n 个元素，则2^A有2^n个元素，即：

　　$|\rho(A)| = |2^A| = 2^n$

　定理二：　设A和B是两个集合，　若$B \subseteq A$，　则$2^B \subseteq 2^A$

10:32

15

DMS集合及其运算　集合的幂集

例1：　设$A = \{a, b, c\}$，　$B = \{a, b, c, d\}$

求 2^A，2^B并验证幂集定理

解：

$2^A = \{\Phi, \{a\}, \{b\}, \{c\}, \{a, b\}, \{a, c\}, \{b, c\}, \{a, b, c\}\}$

$2^B = \{\Phi, \{a\}, \{b\}, \{c\}, \{d\}, \{a, b\}, \{a, c\}, \{a, d\}, \{b, c\}, \{b, d\}, \{c, d\}, \{a, b, c\}, \{a, b, d\}, \{a, c, d\}, \{b, c, d\}, \{a, b, c, d\}\}$

$|2^A| = 2^3$　；　$|2^B| = 2^4$

10:32

16

DMS集合及其运算 — 集合的幂集

例2（P55 习题18）： 设A是含有n个元素的集合，a，b是A中的两个元素。 试决定

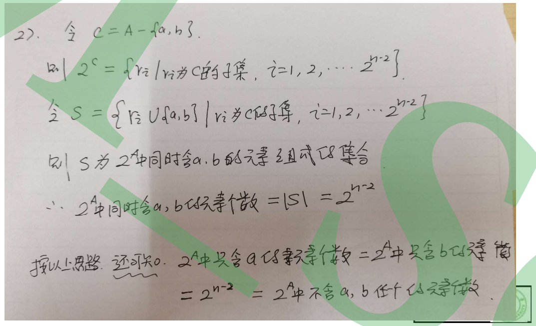
1) 2^A中含a的元素有多少个?

2) 同时含a，b的元素又有多少个?

解:

1) 2^{n-1}个

2) 2^{n-2}个


2). 令 $C = A - \{a, b\}$.

则 $2^C = \{r_i \mid r_i$ 为C的子集, $i=1,2,\cdots 2^{n-2}\}$.

令 $S = \{r_i \cup \{a,b\} \mid r_i$ 为C的子集, $i=1,2,\cdots 2^{n-2}\}$

则 S 为 2^A中同时含a, b的元素组成的集合.

∴ 2^A中同时含a, b的元素个数 $= |S| = 2^{n-2}$

按以上思路. 还可知. 2^A中只含a的元素个数 $= 2^A$中只含b的元素个数 $= 2^{n-2} = 2^A$中不含a, b任一个的元素个数.

10:32

17

DMS集合及其运算 — 集合的笛卡尔集

➢ **笛卡尔集**

✓ 给定n (n ≥2) 个集合$A_1,A_2,\ldots,A_n$，称

$A_1\times A_2\times\ldots\times A_n= \{\langle a_1,a_2,\ldots,a_n\rangle \mid a_i\in A_i, 1\le i \le n\}$

为 $A_1,A_2,\ldots,A_n$的笛卡尔集， ”×” 称为直积运算符

✓ 若对所有的i, $A_i=A$, 则$A_1\times A_2\times\ldots\times A_n$简写成$A^n$，

如$A\times A = A^2$, $A\times A\times A = A^3$

✓ 如果所有的集合都是有限集合,则n个集合的笛卡尔集的基数为:

$|(A_1\times A_2\times\ldots\times A_n)| = |A_1|\times|A_2|\times\ldots\times|A_n|$

例： 设 A＝{1,2}，B＝{ 1, 2}

A×B ={ <1,1>, <1,2>, <2,1>, <2,2>}

10:32

18

DMS集合及其运算 — 集合的笛卡尔集

例3：

设 A＝{1,2,3}，B＝{ c, d}

求 A×A， A×B， B×A， (A×B) × B， $|2^{A\times B}|$

A×A=

A×B=

B×A=

A×B × B =

$|2^{A\times B}|$ =

10:32

19

DMS集合及其运算 — 集合的笛卡尔集

➢ 定理1： 设A,B,C是全集E中任意三个集合, 有

✓ A×(B∪C) = (A×B) ∪ (A×C)

✓ A×(B∩C) = (A×B) ∩ (A×C)

✓ (B∪C)× A = (B×A) ∪ (C×A)

✓ (B∩C)× A = (B×A) ∩ (C×A)

分配律

➢ **定理2: A,B,C为全集E中任意三个集合, 且C ≠ Φ, 则**

① A⊆B 当且仅当 A×C ⊆ B×C

② A⊆B 当且仅当 C×A ⊆ C×B

➢ **定理3: 设A,B,C为全集E中非空集合, 则**

A×B ⊆ C×D ⇔ (A⊆C) ∧ (B⊆D)

10:32

20

第4章 二元关系

引子

A= {老王，老李，老张，大赵}

B= {小王，小赵，小陈， 小张，大张}

父子关系表

父亲	儿子
老王	小王
老张	大张
老张	小张
大赵	小赵

R：父(∈A)子(∈B)关系

则有：老王R小王，老张R大张, 老张R小张, 大赵R小赵， 老李$\not R$大张

或 R = {<老王,小王>, <老张， 大张>, <老张， 小张>, <大赵， 小赵}

关系是一种特殊的集合

- 通常用字母R,R1, R2等表示两集合中元素之间的某种指定关系
- 当元素a与b具有关系R时，记做：aRb， 或 <a,b> ∈R
- 当元素a与b不具有关系R时，记做：$a \not R b$ 或 <a,b>∉R

序偶

引子

A_1= {王雷，李华，张江，赵小容}

A_2= {16,17,18,19,20,21,22,23,24,25}

姓名	年龄
王雷	18
李华	19
张江	17
赵小容	18

R：姓名(∈A1) 与年龄(∈A2)之间的关系

则有：王雷R18, 李华R19, 张江R17, 赵小容 R18

王雷$\not R$25

或 R={<王雷,18>, <李华,19>, <张江,17>, <赵小容,18> }

主要内容

- 二元关系的定义：设A，B 为两个集合，A×B的任何一个子集 均定义了一个从A到B的二元关系R，简称关系。
  - ✓ $R \in 2^{A\times B}$， $R \subseteq A\times B$ 关系是一种特殊的集合
- 如R是从A到A的二元关系，则称 R为A上的二元关系。
- 若R =A×B，称R为全(域)关系, 表示A中的每个元素与B的每个元素间均有关系R。
- 由于A×B的任何子集都是一个二元关系，按照子集的定义，知A×B共有$2^{|A|\times|B|}$个不同的子集。因此，从A到B共有$2^{|A|\times|B|}$个不同的关系。

例4.1 设 A= {1, 3, 5}，定义R为A上的模4同余关系，即

$xRy \Leftrightarrow 4|(x-y)$ x≡y(mod 4)

说明：a|b： b对a的模（a除b的余数）为 0
$x \equiv y(\mathrm{mod}\ k)$： x和y 对 k 的模相同

R={<1,1>, <3,3>, <5,5>, <1,5>, <5,1> }

A×A = { }

1. **集合表示法**
   用枚举法和叙述法来表示关系。

例

1) A = {2，1}，B = {3, 5}

   A到B 的关系 R1 = {<2,3>，<1,5>}

2) 集合N上的“小于等于”关系

   $R = \{ \langle x,y\rangle \mid x \le y \}$

例4-2:
虚页：A_1= {0，1，2，3, 4}
实页：A_2= {0, 1，2, 3, 4,…, 30}

下列页表反应了某时刻虚页和实页的对应关系

虚页号	0	1	2	4
实页号	13	18	15	11

上表描述的A1到A2 的关系可写成:

R={<0,13>,<1,18>,<2,15><4,11>}

2. 关系图法

设A = $\{a_1,a_2,a_3,\dots,a_n\}$, B = $\{b_1,b_2,b_3,\dots,b_m\}$，R是从A到B的一个二元关系，则对应于关系R的关系图有如下规定：

- 设$a_1,a_2,a_3,\dots,a_n$ 和 $b_1,b_2,b_3,\dots,b_m$分别为图中的节点，用“。”表示；
- 如$<a_i,b_j>\in R$,则从a_i到b_j可用一有向边$a_i \circ\!\!\longrightarrow\!\!\circ b_j$相连。关系R中元素$<a_i,b_j>$为对应图中的一条有向边。

例：A={2，1}，B={3, 5}

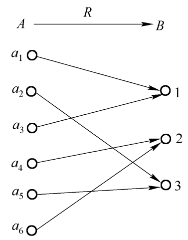
定义A到B 的关系 R={<2,3>，<1,5>}

R表示关系图为：

例4.3 设A = $\{a_1, a_2, a_3,\dots,a_6\}$ 是六个人，B = {1，2，3} 是三套房间，考虑A到B之间的一种住宿关系R，如a_i住房间j，则有$<a_i,j>\in R$，现假设：

R = $\{<a_1,1>,<a_2,3>,<a_3,1>,<a_4,2>,<a_5,3>,<a_6,2>\}$

则此关系R的关系图为：

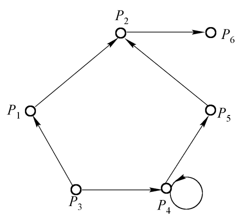


例4.4 设 A = $<P_1,P_2,P_3,\dots,P_6>$是六个程序，考虑它们之间的一种调用关系R，若P_i可调用P_j，则有$<P_i, P_j>\in R$，

现假设 R =

$\{<P_1,P_2>,<P_2,P_6>,<P_5,P_2>,<P_4,P_4>,<P_3,P_1>,<P_3,P_4>,<P_4,P_5>\}$

则此关系R的关系图为：



3. 关系矩阵

设A = $\{a_1,a_2,a_3,\dots,a_n\}$，B = $\{b_1,b_2,b_3,\dots,b_m\}$，R是从A到B的一个二元关系，称矩阵$M_R = (r_{ij})_{n\times m}$为关系R的关系矩阵或邻接矩阵，其中：

$$r_{ij}=\begin{cases}1, & <a_i,b_j>\in R\\ 0, & <a_i,b_j>\notin R\end{cases}\quad (i=1,2,3,\dots,n;\ j=1,2,3,\dots,m)$$

在写关系矩阵时，首先应对集合A和B中的元素进行排序，不同的排序会得到不同的关系矩阵。当集合以枚举法表示时，如果没有对集合的元素排序，则默认枚举的次序为元素的排序。

4.1 二元关系及其表示
---二元关系的表示

例4.5 设A = {2，3，4} ，B = {1，2，4} 。考虑从A到B的"大于等于"关系R 和"小于等于"关系S：

R = {<2,1>,<2,2>,<3,1>,<3,2>,<4,1>,<4,2>,<4,4>}，

S = {<2,2>,<2,4>,<3,4>,<4,4>} 。

写出R，S的关系矩阵。

解：

$$M_R = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \qquad M_S = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

4.2 关系的性质
---自反性与反自反性

1、 自反性与反自反性

设R是集合A上的二元关系，

- **对任意的x∈A, 都满足<x,x>∈R，则称R是自反的，或称R具有自反性，即**

R的关系方阵中对角线上全为1

R在A上是自反的 ⇔ (∀x)[(x∈A) →(<x,x>∈R)] =1

- **对任意的x∈A,都满足<x,x>∉R，则称R是反自反的，或称R具有反自反性，即**

R在A上是反自反的⇔ (∀x)[(x∈A) →(<x,x>∉R)]=1

R的关系方阵中对角线上全为0

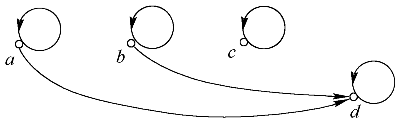
若|A|=n， 则A上中有($2^{n(n-1)}$) 个自反关系， ($2^{n(n-1)}$)个反自反关系

4.2 关系的性质
---自反性与反自反性

例4.6 设A={a,b,c,d}，

A上的关系 R={<a,a>,<a,d>,<b,b>,<b,d>,<c,c>,<d,d>}。

因为A中每个元素x，都有<x,x>∈R，所以R是自反的。



R的关系图

$$M_R = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

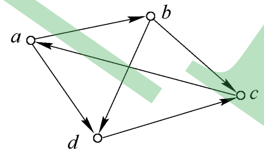
R的关系矩阵

4.2 关系的性质
---自反性与反自反性

例4.7 设A={a,b,c,d}，

S={<a,b>,<a,d>,<b,c>,<b,d>,<c,a>,<d,c>}。

因为A中每个元素x，都有<x,x>∉S，所以S是反自反的



S的关系图

$$M_S = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

S的关系矩阵

DMS Chapter 4 二元关系

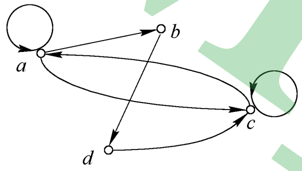
4.2 关系的性质
---自反性与反自反性

例4.8 设A={a,b,c,d}，

T={<a,a>,<a,b>,<a,c>,<b,d>,<c,a>,<c,c>,<d,c>}。

因A中有元素b，使<b,b> ∉ T，所以T**不是自反**的；

因A中有元素a，使<a,a>∈T，所以T**不是反自反**的。



T的关系图

$$M_T=\begin{pmatrix}1&1&1&0\\0&0&0&1\\1&0&1&0\\0&0&1&0\end{pmatrix}$$

T的关系矩阵

若|A|=n, 则A上中有 (2^{n*n}- $2*2^{n(n-1)}$个既非自反，又非反自反的关系

DMS Chapter 4 二元关系

4.2 关系的性质
---自反性与反自反性

自反性与反自反性总结

- 关心的是A中同元素的关系(方阵中对角线上的元素值)
- 表现在关系图上:
  - 关系R是自反的，当且仅当其关系图中每个结点都有环；
  - 关系R是反自反的，当且仅当其关系图中每个结点都无环。
- 表现在关系矩阵上:
  - 关系R是自反的，当且仅当其关系矩阵的主对角线上全为1；
  - 关系R是反自反的当且仅当其关系矩阵的主对角线上全为0。
- 在集合A上的2^{n*n}个二元关系中，有: ① $2^{n(n-1)}$个自反关系，② $2^{n(n-1)}$个反自反关系， ③ 2^{n*n} - $2*2^{n(n-1)}$个既不是自反的也不是反自反的关系。

DMS Chapter 4 二元关系

4.2 关系的性质
--对称性与 反对称性

2. 对称性与反对称性

设R是集合A上的二元关系，

- 对任意的x,y∈A，如果<x,y>∈R，那么<y,x>∈R，则称关系R是**对称**的，或称R具有**对称性**，即

  R在A上是对称的 ⇔ R的关系方阵中值为1的元素沿对角线对称

  (∀x)(∀y)[(<x,y>∈R)→(<y,x>∈R)]=T, x∈A , y∈A
- 对任意的x,y∈A，如果<x,y>∈R且<y,x>∈R，那么x=y，则称关系R是**反对称**的，或称R具有**反对称性**，即

  R在A上是反对称的 ⇔

  (∀x)(∀y) [(<x,y>∈R)∧(<y,x>∈R) →(x=y)]=T, x∈A , y∈A

  R的关系方阵中值为1的元素沿对角线不对称

若|A|=n, 则A上中有 $2^n * 2^{n(n-1)/2}$个对称关系，$2^n * 3^{n(n-1)/2}$反对称关系

DMS Chapter 4 二元关系

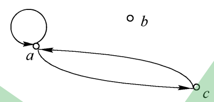
4.2 关系的性质
--对称性与 反对称性

例4.9 设A={a,b,c}，

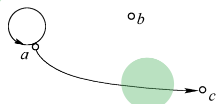
R_1={<a,a>,<a,c>,<c,a>}　　R_2 = {<a,a>,<a,c>}

R1是对称的　　R2是反对称的

任何一对互异结点之间，要么有方向相反的两条边，要么无边



R_1的关系图



R_2的关系图

任何一对互异结点之间，至多有一条边

值为1的元素沿对角线对称

$$M_{R_1}=\begin{pmatrix}1&0&1\\0&0&0\\1&0&0\end{pmatrix}$$

R_1的关系矩阵

$$M_{R_2}=\begin{pmatrix}1&0&1\\0&0&0\\0&0&0\end{pmatrix}$$

R_2的关系矩阵

值为1的元素沿对角线不对称

DMS Chapter 4 二元关系

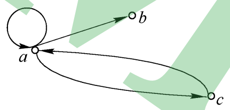
4.2 关系的性质
--对称性与 反对称性

例4.10 设A={a,b,c}

R_3={<a,a>,<a,b>,<a,c>,<c,a>}

R3既不是对称的，也不是反对称的

若|A|=n，则A上有多少个既非对称又非反对称的关系？



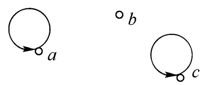
R_3的关系图

$$M_{R_3}=\begin{pmatrix}1&1&1\\0&0&0\\1&0&0\end{pmatrix}$$

R_3的关系矩阵

R_4={<a,a>,<c,c>}

R4既是对称的，也是反对称的



R_4的关系图

若|A|=n，则A上有 2^n 个既是对称又是反对称的关系

$$M_{R_4}=\begin{pmatrix}1&0&0\\0&0&0\\0&0&1\end{pmatrix}$$

R_4的关系矩阵

10:34 21

21

DMS Chapter 4 二元关系

4.2 关系的性质
--对称性与 反对称性

对称性与 反对称性总结

- ◆ 关心的是A中互异元素之间的关系(关系方阵中对角线以外的元素值)
- ◆ 表现在关系图上:
  - ➢ 关系R是对称的当且仅当其关系图中，任何一对互异结点之间，要么有方向相反的两条边，要么无边;
  - ➢ 关系R是反对称的当且仅当其关系图中，任何一对互异结点之间，至多有一条边（即一条边或无边）。
- ◆ 表现在关系矩阵上:
  - ➢ 关系R是对称的当且仅当其关系矩阵为对称方阵，即$r_{ij}=r_{ji}$，i,j=1,2, …,n;
  - ➢ 关系R是反对称的当且仅当其关系矩阵为反对称方阵，即$r_{ij} \wedge r_{ji}=0$，i,j=1,2,…,n，i≠j。

- 在 集合A上的2^{n*n}个二元关系中，有,① $2^n * 2^{n(n-1)/2}$个对称关系，② $2^n * 3^{n(n-1)/2}$个反对称关系， ③$2^n$个既对称又反对称关系，④ 2^{n*n}-①-②+③个既不是对称的也不是反对称的关系

10:34 22

22