



南京航空航天大学

NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS

计算机科学与技术学院  
/人工智能学院

## 数据库原理课程作业

162140222 黄钰轩

2024 年 6 月 3 日

题目 1. 设有关系模式  $R \langle U, F \rangle$ , 其中  $U = \{A, B, C, D, E\}$ ,  $F = \{A \rightarrow B, BC \rightarrow E, ED \rightarrow AB\}$ .

(1) 计算  $A_F^+$ 、 $(AB)_F^+$ 、 $(ABC)_F^+$ 、 $(BCD)_F^+$ .

(2) 求  $R$  的所有候选码, 并说明理由.

(3)  $R$  最高满足第几范式? 为什么?

解答.

(1) •  $A_F^+$

1° 令  $A^{(0)} = A$

2° 在  $F$  中找到左边是  $A$  子集的函数依赖, 有  $A \rightarrow B$ ,

则  $A^{(1)} = A^{(0)} \cup B = AB$

3° 虽然  $A^{(1)} \neq A^{(0)}$ , 但是  $F$  中未用过的函数依赖的左边属性集中已经没有  $A^{(1)}$  自己了, 因此可以退出循环

4° 输出  $A_F^+ = AB$

- $(AB)_F^+$ 
  - 1° 令  $(AB)^{(0)} = AB$
  - 2° 在  $F$  中找到左边是  $AB$  子集的函数依赖, 有  $A \rightarrow B$ ,  
则  $(AB)^{(1)} = (AB)^{(0)} \cup B = AB$
  - 3°  $(AB)^{(1)} = (AB)^{(0)}$ , 退出循环
  - 4° 输出  $(AB)_F^+ = AB$
- $(ABC)_F^+$ 
  - 1° 令  $(ABC)^{(0)} = ABC$
  - 2° 在  $F$  中找到左边是  $ABC$  子集的函数依赖, 有  $A \rightarrow B, BC \rightarrow E$ ,  
则  $(ABC)^{(1)} = (ABC)^{(0)} \cup BE = ABCE$
  - 3° 虽然  $(ABC)^{(1)} \neq (ABC)^{(0)}$ , 但是  $F$  中未用过的函数依赖的左边属性集中  
已经没有  $(ABC)^{(1)}$  自己了, 因此可以退出循环
  - 4° 输出  $(ABC)_F^+ = ABCE$
- $(BCD)_F^+$ 
  - 1° 令  $(BCD)^{(0)} = BCD$
  - 2° 在  $F$  中找到左边是  $BCD$  子集的函数依赖, 有  $BC \rightarrow E$ ,  
则  $(BCD)^{(1)} = (BCD)^{(0)} \cup E = BCDE$
  - 3° 在  $F$  中找到左边是  $BCDE$  子集的函数依赖, 有  $ED \rightarrow AB$ ,  
则  $(BCD)^{(2)} = (BCD)^{(1)} \cup AB = ABCDE$
  - 4°  $(BCD)^{(2)} = U$ ,  
则  $(BCD)^{(2)}$  就是  $(BCD)_F^+$
  - 5° 输出  $(BCD)_F^+ = ABCDE$

- (2) 1° 计算  $L$  类、 $N$  类、 $LR$  类属性.  $L$  类属性有  $CD$ ,  $N$  类属性为空,  
 $LR$  类属性有  $ABE$ . 令  $X$  为  $L$  类属性的集合,  $Y$  为  $LR$  类属性的集合
- 2° 计算属性集  $X$  关于  $U$  上的函数依赖集  $F$  的闭包  $X_F^+$ , 有  $X_F^+ = CD \neq U$
- 3° 遍历  $Y$  中的单一属性, 并与  $X$  构成属性组, 后计算闭包. 有:
- $(XA)_F^+ = (ACD)_F^+ = ABCDE$ , 因此  $ACD$  是候选码
  - $(XB)_F^+ = (BCD)_F^+ = ABCDE$ , 因此  $BCD$  是候选码
  - $(XE)_F^+ = (CDE)_F^+ = ABCDE$ , 因此  $CDE$  是候选码
- 综上, 关系模式  $R < U, F >$  的所有候选码为  $ACD$ 、 $BCD$ 、 $CDE$ .

- (3) 1° 由于  $BCD \rightarrow E, BC \rightarrow E$ , 存在非主属性对码的部分函数依赖, 所以  $R$  不满足 2NF.

综上,  $R$  最高满足 1NF.

**题目 2.** 设有关系模式  $R < U, F >$ , 其中  $U = \{A, B, C, D, E, F\}$ ,  
 $F = \{A \rightarrow BC, CD \rightarrow E, B \rightarrow D, E \rightarrow A, CD \rightarrow A, A \rightarrow D\}$ . 求:

- (1) 最小依赖集.  
 (2) 所有的候选码.

**解答.**

- (1) 1°  $F = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, CD \rightarrow E, B \rightarrow D, E \rightarrow A, CD \rightarrow A, A \rightarrow D\}$

- 2°
- 考察  $A \rightarrow B, G = \{A \rightarrow C, CD \rightarrow E, B \rightarrow D, E \rightarrow A, CD \rightarrow A, A \rightarrow D\}$ ,  
 $A_G^+ = ACDE, A \rightarrow B$  保留
  - 考察  $A \rightarrow C, G = \{A \rightarrow B, CD \rightarrow E, B \rightarrow D, E \rightarrow A, CD \rightarrow A, A \rightarrow D\}$ ,  
 $A_G^+ = ABD, A \rightarrow C$  保留
  - 考察  $CD \rightarrow E, G = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, B \rightarrow D, E \rightarrow A, CD \rightarrow A, A \rightarrow D\}$ ,  
 $(CD)_G^+ = ABCD, CD \rightarrow E$  保留
  - 考察  $B \rightarrow D, G = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, CD \rightarrow E, E \rightarrow A, CD \rightarrow A, A \rightarrow D\}$ ,  
 $B_G^+ = B, B \rightarrow D$  保留
  - 考察  $E \rightarrow A, G = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, CD \rightarrow E, B \rightarrow D, CD \rightarrow A, A \rightarrow D\}$ ,  
 $E_G^+ = E, E \rightarrow A$  保留
  - 考察  $CD \rightarrow A, G = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, CD \rightarrow E, B \rightarrow D, E \rightarrow A, A \rightarrow D\}$ ,  
 $(CD)_G^+ = ABCDE, CD \rightarrow A$  是多余的
  - 考察  $A \rightarrow D, G = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, CD \rightarrow E, B \rightarrow D, E \rightarrow A\}$ ,  
 $A_G^+ = ABCDE, A \rightarrow D$  是多余的

于是  $H = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, CD \rightarrow E, B \rightarrow D, E \rightarrow A\}$

- 3° 考察左部多余的属性

- 考察  $CD \rightarrow E$ 
  - $C_H^+ = C$ , 不包含  $E$ ,  $C$  保留
  - $D_H^+ = D$ , 不包含  $E$ ,  $D$  保留

于是

$$F_{min} = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, CD \rightarrow E, B \rightarrow D, E \rightarrow A\}$$

(2)  $F = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, CD \rightarrow E, B \rightarrow D, E \rightarrow A\}$

1° 计算  $L$  类、 $N$  类、 $LR$  类属性.  $L$  类属性有  $B$ ,  $N$  类属性为空,

$LR$  类属性有  $ACDE$ . 令  $X$  为  $L$  类属性的集合,  $Y$  为  $LR$  类属性的集合

2° 计算属性集  $X$  关于  $U$  上的函数依赖集  $F$  的闭包  $X_F^+$ , 有  $X_F^+ = BD \neq U$

3° 遍历  $Y$  中的单一属性, 并与  $X$  构成属性组, 后计算闭包. 有:

- $(XA)_F^+ = (AB)_F^+ = ABCDE$ , 因此  $AB$  是候选码
- $(XC)_F^+ = (BC)_F^+ = BC \neq U$ , 因此  $BC$  不是候选码
- $(XD)_F^+ = (BD)_F^+ = BD \neq U$ , 因此  $BD$  不是候选码
- $(XE)_F^+ = (BE)_F^+ = ABCDE$ , 因此  $BE$  是候选码

4° 此时  $Y = \{C, D\}$ , 遍历  $Y$  中的任意两个属性, 并与  $X$  构成属性组, 后计算闭包. 有:

- $Z = CD, (XZ)_F^+ = (BCD)_F^+ = ABCDE$ , 因此  $BCD$  是候选码

综上, 关系模式  $R < U, F >$  的所有候选码为  $AB$ 、 $BE$ 、 $BCD$ .

**题目 3.** 给定关系  $Q(A, B, C, D, E)$  如表 1 所示, 试给出至少 2 个非对称多值依赖.

A	B	C	D	E
a	b	c	d	e
a	b'	c'	d'	e'
a	b	c	d'	e'
a	b'	c'	d	e
a	b	c	d	e'
a	b	c	d'	e
a	b'	c'	d'	e
a	b'	c'	d	e'

表 1: 关系  $Q$

解答.

- 令

$$X = \{A, B\}, Y = \{C\},$$

于是

$$Z = U - X - Y = \{D, E\}.$$

对于任意一对  $(x, z)$ ,  $y$  的值仅由  $x$  决定而与  $z$  无关, 于是存在多值依赖

$$X \twoheadrightarrow Y,$$

此时  $X \twoheadrightarrow Z$  并不成立, 所以  $X \twoheadrightarrow Y$  是一个非对称多值依赖.

• 令

$$X = \{A, C\}, Y = \{B\},$$

于是

$$Z = U - X - Y = \{D, E\}.$$

对于任意一对  $(x, z)$ ,  $y$  的值仅由  $x$  决定而与  $z$  无关, 于是存在多值依赖

$$X \twoheadrightarrow Y,$$

此时  $X \twoheadrightarrow Z$  并不成立, 所以  $X \twoheadrightarrow Y$  是一个非对称多值依赖.

**题目 4.** 试由 Armstrong 公理系统推导出下面的推理规则:

若  $A \rightarrow B, BC \rightarrow D$ , 则有  $AC \rightarrow D$ .

**解答.**

1° 由题中给出  $A \rightarrow B$  成立,

根据增广律, 可以推出  $AC \rightarrow BC$  成立.

2° 由题中给出  $BC \rightarrow D$  成立,

根据传递律, 可以推出  $AC \rightarrow D$  成立,

题目得证.

**题目 4 的注记.** 本题事实上完成了伪传递规则的推导.

**题目 5.** 设有如表 2 所示的学生关系  $S$ .

(1) 试问  $S$  是否属于 3NF, 请做出判断并给出理由.

(2) 若不是 3NF, 它属于第几范式.

(3) 若不是 3NF, 请将其规范化为 3NF.

学号	学生名	年龄	性别	系号	系名
10001	王婧	18	女	1	通信工程
20001	张露	19	女	2	电子工程
20002	黎明远	20	男	2	电子工程
30001	王烨	21	男	3	计算机
30004	张露	20	女	3	计算机
30005	潘建	19	男	3	计算机

表 2: 关系  $S$

**解答.** 令 学号 =  $A$ , 学生名 =  $B$ , 年龄 =  $C$ , 性别 =  $D$ , 系号 =  $E$ , 系名 =  $F$ , 则有关系模式  $S < U, F >$ , 其中

$$U = \{A, B, C, D, E, F\}$$

$$F = \{A \rightarrow B,$$

$$A \rightarrow C,$$

$$A \rightarrow D,$$

$$A \rightarrow E,$$

$$A \rightarrow F,$$

$$E \rightarrow F\}$$

接下来求解  $S$  的所有候选码:

1° 计算  $L$  类、 $N$  类、 $LR$  类属性.  $L$  类属性有  $A$ ,  $N$  类属性为空,

$LR$  类属性有  $E$ . 令  $X$  为  $L$  类属性的集合,  $Y$  为  $LR$  类属性的集合

2° 计算属性集  $X$  关于  $U$  上的函数依赖集  $F$  的闭包  $X_F^+$ , 有  $X_F^+ = ABCDE = U$

3° 因为  $X = \{A\}$ , 因此  $A$  是唯一候选码

综上, 关系模式  $S < U, F >$  的所有候选码为  $A$ .

(1) 有

$$A \rightarrow E, E \rightarrow F,$$

且

$$E \not\rightarrow A.$$

存在主属性对码的传递函数依赖，所以  $S$  不属于 3NF.

(2) 1° 不存在主属性对码的部分函数依赖，所以  $S$  最低满足 2NF.

2° 存在主属性对码的传递函数依赖，所以  $S$  不满足 3NF.

综上， $S$  最高满足 2NF.

(3) 可以将关系模式  $S \langle U, F \rangle$  拆分为  $S_1 \langle U_1, F_1 \rangle$ 、 $S_2 \langle U_2, F_2 \rangle$  与  $S_3 \langle U_3, F_3 \rangle$ ，其中

$$U_1 = \{A, B, C, D\}$$

$$F_1 = \{A \rightarrow B,$$

$$A \rightarrow C,$$

$$A \rightarrow D\}$$

$$U_2 = \{A, E\}$$

$$F_2 = \{A \rightarrow E\}$$

$$U_3 = \{E, F\}$$

$$F_3 = \{E \rightarrow F\}$$

这样，便消除了主属性对码的部分和传递函数依赖.