



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 $R < U, F >$, 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° 不存在非主属性对码的部分函数依赖, 所以 R 至少满足 2NF.

2° 不存在非主属性对码的传递函数依赖, 所以 R 至少满足 3NF.

3° 存在主属性对码的部分函数依赖, 所以 R 不满足 BCNF.

综上, R 最高满足 3NF.

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 类属性有 F , LR 类属性有 $ACDE$. 令 X 为 L 类属性集与 N 类属性集的并集, 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 $X_F^+ = BDF \neq U$

3° 遍历 Y 中的单一属性, 并与 X 构成属性组, 后计算闭包. 有:

- $(XA)_F^+ = (ABF)_F^+ = ABCDEF$, 因此 ABF 是候选码
- $(XC)_F^+ = (BCF)_F^+ = BCF \neq U$, 因此 BCF 不是候选码
- $(XD)_F^+ = (BDF)_F^+ = BDF \neq U$, 因此 BDF 不是候选码
- $(XE)_F^+ = (BEF)_F^+ = ABCDEF$, 因此 BEF 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:

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

综上, 关系模式 $R < U, F >$ 的所有候选码为 ABF 、 BEF 、 $BCDF$.

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° 不存在非主属性对码的部分函数依赖，所以 S 最低满足 2NF.

2° 存在非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.