

# HW3 Answers

1. 已知有关系模式  $R(A, B, C, D, E)$ ,  $R$  上的一个函数依赖集如下:

$$F = \{A \rightarrow BC, B \rightarrow CE, A \rightarrow B, AB \rightarrow C, AC \rightarrow DE, E \rightarrow A\}$$

(1) 求出  $F$  的最小函数依赖集 (要求写出求解过程)

答案:

- 将右边写成单属性并去除重复FD(分解率)

$$F = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, B \rightarrow C, B \rightarrow E, A \rightarrow B, AB \rightarrow C, AC \rightarrow D, AC \rightarrow E, E \rightarrow A\}$$

$$F = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, B \rightarrow C, B \rightarrow E, AB \rightarrow C, AC \rightarrow D, AC \rightarrow E, E \rightarrow A\}$$

- 消去左部冗余属性

$$A \rightarrow B, AB \rightarrow C \text{ 可推出 } A \rightarrow C$$

$$A \rightarrow C, AC \rightarrow D, AC \rightarrow E \text{ 可推出 } A \rightarrow D, A \rightarrow E$$

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

- 消去冗余函数依赖

$$A \rightarrow C, A \rightarrow E \text{ 冗余}$$

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

(2) 求  $R$  的候选码, 并给出证明

答案:

$X \rightarrow U \in F^+$ , 则  $X$  是  $R$  的一个超码, 如果同时不存在  $X$  的真子集  $Y$ , 使得  $Y \rightarrow U$  成立, 则  $X$  是  $R$  的一个候选码。

因为  $A \rightarrow B, A \rightarrow C, A \rightarrow D, A \rightarrow E$ , 并且不存在  $A$  的真子集  $Y$ , 使得  $Y \rightarrow U$  成立, 所以  $A$  为候选码。

因为  $E \rightarrow A$ , 所以  $E \rightarrow ABCDE$ , 并且不存在  $E$  的真子集  $Y$ , 使得  $Y \rightarrow U$  成立, 所以  $E$  为候选码。同理  $B$  为候选码。

所以  $A, E, B$  为候选码。

2. 已知有关系模式  $R(A, B, C, D, E)$ ,  $R$  上的一个函数依赖集如下:

$$F = \{A \rightarrow BD, BC \rightarrow D, DCE \rightarrow A, D \rightarrow B, E \rightarrow D\}$$

(1) 求出  $F$  的最小函数依赖集

**答案:**

- 将右边写成单属性

$F = \{A \rightarrow B, A \rightarrow D, BC \rightarrow D, DCE \rightarrow A, D \rightarrow B, E \rightarrow D\}$

- 消去左部冗余属性

$E \rightarrow D, DCE \rightarrow A$  可推出  $CE \rightarrow A$

$F = \{A \rightarrow B, A \rightarrow D, BC \rightarrow D, CE \rightarrow A, D \rightarrow B, E \rightarrow D\}$

- 消去冗余函数依赖

$A \rightarrow B$  冗余

$F = \{A \rightarrow D, BC \rightarrow D, CE \rightarrow A, D \rightarrow B, E \rightarrow D\}$

## (2) 求 R 的候选码

由  $CE \rightarrow A, A \rightarrow D, D \rightarrow B$  可得  $CE \rightarrow U$ ,

并且不存在 CE 的真子集 Y, 使得  $Y \rightarrow U$  成立, 所以 CE 为候选码

## (3) R 属于第几范式? 为什么?

因为 B 局部依赖 E, 所以 R 属于 1NF

## (4) 请将 R 无损连接并且保持函数依赖地分解到 3NF。

最小函数依赖集:  $F = \{A \rightarrow D, BC \rightarrow D, CE \rightarrow A, D \rightarrow B, E \rightarrow D\}$

对 F 按相同左部分组, 得到  $q = \{R_1(A, D), R_2(B, C, D), R_3(A, C, E), R_4(E, D)\}$

主码为  $\{C, E\}$

$P = q \cup R(C, E) = \{R_1(A, D), R_2(B, C, D), R_3(A, C, E), R_4(E, D)\}$

## 3. 现有关系模式: $R(A, B, C, D, E, F, G)$ , R 上的一个函数依赖集: $F = \{AB \rightarrow E, A \rightarrow B, B \rightarrow C, C \rightarrow D\}$

### (1) 该关系模式满足第几范式? 为什么?

最小函数依赖集为  $F = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C, C \rightarrow D, A \rightarrow E\}$

候选码为  $\{A, F, G\}$ , 有局部依赖, 比如 B 局部依赖 A

所以是 1NF

### (2) 如果将关系模式 R 分解为: $R_1(A, B, E)$ , $R_2(B, C, D)$ , $R_3(A, F, G)$ , 该数据库模式最高满足第几范式?

$nR_1(A, B, E)$ ,  $F_1 = \{AB \rightarrow E, A \rightarrow B\} = \{A \rightarrow E, A \rightarrow B\}$ , 为 BCNF

$R_2(B,C,D)$ ,  $F_2=\{B \rightarrow C, C \rightarrow D\}$ , 主码为B, 而 $B \rightarrow C, C \rightarrow D, D$ 传递依赖于B, 所以不满足3NF, 故最高为2NF.

$R_3(A,F,G)$ ,  $F_3=\Phi$ , 为BCNF。

所以最高满足第二范式。

**(3) 请将关系模式 R 无损连接并且保持函数依赖地分解到 3NF, 要求给出具体步骤。**

最小FD集:  $F=\{A \rightarrow B, B \rightarrow C, C \rightarrow D, A \rightarrow E\}$

把所有不在F中出现的属性组成一个关系模式 $R'=\{F,G\}$

对F按相同左部分组, 得到 $q=\{R_1(A,B,E), R_2(B,C), R_3(C,D), R'(F,G)\}$

主码为 $\{A,F,G\}$

$P = q \cup R(A,F,G) = \{R_1(A,B,E), R_2(B,C), R_3(C,D), R(A,F,G)\}$

**(4) 请将关系模式 R 无损连接地分解到 BCNF, 要求给出步骤**

- $A \rightarrow E$ 是独立的, 先后消除不影响, 先消除它, 得到 $R_1(A,E), R_2(A,B,C,D,F,G)$
- $A \rightarrow B, B \rightarrow C, C \rightarrow D$ 是连续的传递依赖, 消除的先后顺序会影响最终结果。
- 先消除 $R_2$ 中的 $A \rightarrow B: R_x(A,C,D,F,G)$  依赖变成 $A \rightarrow C, C \rightarrow D$ 
  - 再消除 $A \rightarrow C: R_1(A,E), R_2(A,B), R_3(A,C), R_4(A,D), R_5(A,F,G)$
  - 再消除 $C \rightarrow D: R_1(A,E), R_2(A,B), R_3(C,D), R_4(A,C), R_5(A,F,G)$
- 先消除 $R_2$ 中的 $B \rightarrow C: R_x(A,B,D,F,G)$  依赖变成 $A \rightarrow B, B \rightarrow D$ .
  - 再消除 $A \rightarrow B: R_1(A,E), R_2(B,C), R_3(A,B), R_4(A,D), R_5(A,F,G)$
  - 再消除 $B \rightarrow D: R_1(A,E), R_2(B,C), R_3(B,D), R_4(A,B), R_5(A,F,G)$
- 先消除 $R_2$ 中的 $C \rightarrow D: R_x(A,B,C,F,G)$  依赖变成 $A \rightarrow B, B \rightarrow C$ 
  - 再消除 $A \rightarrow B: R_1(A,E), R_2(C,D), R_3(A,B), R_4(A,C), R_5(A,F,G)$
  - 再消除 $B \rightarrow C: R_1(A,E), R_2(C,D), R_3(B,C), R_4(A,B), R_5(A,F,G)$

综上, BCNF分解总共有6种不同的答案。

第三问的答案也满足BCNF, 也可为答案。