

《数据库概论》第四次课后作业

1、考虑如下关系模式 R (A, B, C, D, E, F) 上的函数依赖集 FD 为：

```
A → BCD
BC → DE
B → D
D → A
```

- (1) 请写出关系模式 R 上的最小函数依赖集？
- (2) 请给出关系模式 R 的所有候选关键字？
- (3) 请说明关系模式 R 最高能够满足到第几范式？
- (4) 请将 R 直接分解到满足 3NF，并具有无损连接性和依赖保持性？

(1)

step1:

```
S = F = {
    fd1) A → BCD
    fd2) BC → DE
    fd3) B → D
    fd4) D → A
}
```

step2:

利用 Armstrong 公理系统的分解规则，将 fd1 和 fd2 分解为以单因素为单个属性的函数依赖。

```
S1 =
    f1) A → B
    f2) A → C
    f3) A → D
    f4) BC → D
    f5) BC → E
    f6) B → D
    f7) D → A
}
```

step3:

目标：将每一个函数以来都精简为完全函数依赖

判断 f4 和 f5 是不是部分函数依赖

f4:

去掉 B: $\{C\}_{S1^+} = \{C\}$, 故不能用 $C \rightarrow D$ 代替 $BC \rightarrow D$ 。

去掉 C: $\{B\}_{S1^+} = \{A, B, C, D, E\}$, 故可以用 $B \rightarrow D$ 代替 $BC \rightarrow D$ 。

f5:

去掉 B: $\{C\}_{S1^+} = \{C\}$, 故不能用 $C \rightarrow E$ 代替 $BC \rightarrow E$ 。

去掉 C: $\{B\}_{S1^+} = \{A, B, C, D, E\}$, 故可以用 $B \rightarrow E$ 代替 $BC \rightarrow E$ 。

```
S2 = {  
    f1) A → B  
    f2) A → C  
    f3) A → D  
    f4) B → D  
    f5) B → E  
    f6) D → A  
}
```

step4:

目标：消除冗余的函数依赖

方法：一次考虑每一个函数依赖，判断在消去该函数依赖后，新的函数依赖集是否与原来的等价？

考虑 f1:

- 令: $S3 = S2 - \{f1\}$
- 判断: $S_3^+ \neq S_2^+$?
- 判断方法: S3 是否蕴含 f1?
- 可以转化为判断: 闭包 $\{A\}_{S3}^+$ 中是否含有 f1 的依赖因素 (属性 B) ?
- 结论: $S_3^+ \neq S_2^+$

考虑 f2:

- 令: $S3 = S2 - \{f2\}$
- 判断: $S_3^+ \neq S_2^+$?
- 判断方法: S3 是否蕴含 f2?
- 可以转化为判断: 闭包 $\{A\}_{S3}^+$ 中是否含有 f2 的依赖因素 (属性 C) ?
- 结论: $S_3^+ \neq S_2^+$

考虑 f3:

- 令: $S3 = S2 - \{f3\}$
- 判断: $S_3^+ \neq S_2^+$?
- 判断方法: S3 是否蕴含 f3?
- 可以转化为判断: 闭包 $\{A\}_{S3}^+$ 中是否含有 f3 的依赖因素 (属性 D) ?
- 结论: $S_3^+ = S_2^+$, 因此用 S3 替换 S2

```
S3 = {
    f1) A → B
    f2) A → C
    f4) B → D
    f5) B → E
    f6) D → A
}
```

考虑 f4:

- 令: $S4 = S3 - \{f4\}$
- 判断: $S_4^+ \neq S_3^+$?
- 判断方法: S4 是否蕴含 f4?
- 可以转化为判断: 闭包 $\{B\}_{S4}^+$ 中是否含有 f4 的依赖因素 (属性 D) ?
- 结论: $S_4^+ \neq S_3^+$

考虑 f5:

- 令: $S4 = S3 - \{f5\}$
- 判断: $S_4^+ \neq S_3^+$?
- 判断方法: S4 是否蕴含 f5?
- 可以转化为判断: 闭包 $\{B\}_{S4}^+$ 中是否含有 f5 的依赖因素 (属性 E) ?
- 结论: $S_4^+ \neq S_3^+$

考虑 f6:

- 令: $S4 = S3 - \{f6\}$
- 判断: $S_4^+ \neq S_3^+$?
- 判断方法: S4 是否蕴含 f6?
- 可以转化为判断: 闭包 $\{D\}_{S4}^+$ 中是否含有 f6 的依赖因素 (属性 A) ?
- 结论: $S_4^+ \neq S_3^+$

step5:

```
S4 = {
    A → BC
    B → DE
    D → A
}
```

(2)

1、考虑如下关系模式 R (A, B, C, D, E, F) 上的函数依赖集 FD 为:

```
A → BCD
BC → DE
B → D
D → A
```

(2) 请给出关系模式 R 的所有候选关键字?

解1:

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

因为 $\{K - A\}^+ = \{A, B, C, D, E, F\} = U$, 所以 $K = K - A = \{B, C, D, E, F\}$

因为 $\{K - B\}^+ = \{A, B, C, D, E, F\} = U$, 所以 $K = K - B = \{C, D, E, F\}$

因为 $\{K - C\}^+ = \{A, B, C, D, E, F\} = U$, 所以 $K = K - C = \{D, E, F\}$

因为 $\{K - D\}^+ = \{E, F\} \neq U$, 所以该关键字中必定含有属性 D

因为 $\{K - E\}^+ = \{A, B, C, D, E, F\} = U$, 所以 $K = K - E = \{D, F\}$

因为 $\{K - F\}^+ = \{A, B, C, D, E\} \neq U$, 所以该关键字中必定含有属性 F

最后得到该关系的一个关键字 $\{D, F\}$

解2:

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

因为 $\{K - D\}^+ = \{A, B, C, D, E, F\} = U$, 所以 $K = K - D = \{A, B, C, E, F\}$

因为 $\{K - B\}^+ = \{A, B, C, D, E, F\} = U$, 所以 $K = K - B = \{A, C, E, F\}$

因为 $\{K - C\}^+ = \{A, B, C, D, E, F\} = U$, 所以 $K = K - C = \{A, E, F\}$

因为 $\{K - A\}^+ = \{E, F\} \neq U$, 所以该关键字中必定含有属性 A

因为 $\{K - E\}^+ = \{A, B, C, D, E, F\} = U$, 所以 $K = K - E = \{A, F\}$

因为 $\{K - F\}^+ = \{A, B, C, D, E\} \neq U$, 所以该关键字中必定含有属性 F

最后得到该关系的一个关键字 $\{A, F\}$

解3:

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

因为 $\{K - A\}^+ = \{A, B, C, D, E, F\} = U$, 所以 $K = K - A = \{B, C, D, E, F\}$

因为 $\{K - D\}^+ = \{A, B, C, D, E, F\} = U$, 所以 $K = K - D = \{B, C, E, F\}$

因为 $\{K - C\}^+ = \{A, B, C, D, E, F\} = U$, 所以 $K = K - C = \{B, E, F\}$

因为 $\{K - B\}^+ = \{E, F\} \neq U$, 所以该关键字中必定含有属性 B

因为 $\{K - E\}^+ = \{A, B, C, D, E, F\} = U$, 所以 $K = K - E = \{B, F\}$

因为 $\{K - F\}^+ = \{A, B, C, D, E\} \neq U$, 所以该关键字中必定含有属性 F

最后到该关系的一个关键字 $\{B, F\}$

综上所述:

候选关键字有: $\{D, F\}, \{A, F\}, \{B, F\}$

(3)

主属性集: $\{A, B, D, F\}$

非主属性集: $\{C, E\}$

关键字: $\{D, F\}, \{A, F\}, \{B, F\}$

因为 $A \rightarrow BCD$, 所以 $A \rightarrow C$, 其中 A 不是关键字, 故关系模式 R 不满足 2NF。

因此, 关系模式 R 最高满足到 1NF。

(4)

最小函数依赖集:

```
F = {  
    f1: A → BC  
    f2: B → DE  
    f3: D → A  
}
```

候选关键字: $\{D, F\}, \{A, F\}, \{B, F\}$

$S = \emptyset$

$S = S \cup R_1(U_1 = \{A, B, C\}, F_1 = \{f_1 : A \rightarrow BC\})$

$S = S \cup R_2(U_2 = \{B, D, E\}, F_2 = \{f_2 : B \rightarrow DE\})$

$S = S \cup R_3(U_3 = \{A, D\}, F_3 = \{f_3 : D \rightarrow A\})$

$S = S \cup Heading(K)$

因为有三个不同的候选关键字, 所以:

分解一:

$R_1(U_1 = \{A, B, C\}, F_1 = \{f_1 : A \rightarrow BC\})$

$R_2(U_2 = \{B, D, E\}, F_2 = \{f_2 : B \rightarrow DE\})$

$R_3(U_3 = \{A, D\}, F_3 = \{f_3 : D \rightarrow A\})$

$R_4(U_4 = \{D, F\})$

分解二:

$R_1(U_1 = \{A, B, C\}, F_1 = \{f_1 : A \rightarrow BC\})$

$R_2(U_2 = \{B, D, E\}, F_2 = \{f_2 : B \rightarrow DE\})$

$R_3(U_3 = \{A, D\}, F_3 = \{f_3 : D \rightarrow A\})$

$R_4(U_4 = \{A, F\})$

分解三:

$R_1(U_1 = \{A, B, C\}, F_1 = \{f_1 : A \rightarrow BC\})$

$R_2(U_2 = \{B, D, E\}, F_2 = \{f_2 : B \rightarrow DE\})$

$R_3(U_3 = \{A, D\}, F_3 = \{f_3 : D \rightarrow A\})$

$R_4(U_4 = \{D, F\})$

2、下面关于“范式”的说法中，正确的有 (ACD)

A. 如果关系 R 能够满足 BCNF，那么 R 一定满足 3NF

B. 如果关系 R 能够满足 BCNF，那么 R 一定满足 4NF

C. 如果关系 R 的最小函数依赖集为空，那么 R 一定满足 BCNF

D. 如果关系 R 的非主属性集为空，那么 R 一定满足 3NF

A. 正确。BCNF 比 3NF 更严格

B. 错误。非平凡多值依赖比函数依赖更严格

C. 正确。最小函数依赖集为空，则非主属性集为空，所以一定满足 BCNF

D. 正确。非主属性集为空，则不存在非主属性传递依赖于关键字，所以一定满足 3NF