

12. 设  $F = \{ A \rightarrow C, AC \rightarrow D, E \rightarrow AD, E \rightarrow H \}$ , 请给出  $F$  的极小函数依赖集。

1. 令  $G = F$

- 将  $G$  中每一个形如  $X \rightarrow (A_1, A_2, \dots, A_n)$  的函数依赖替换为如下一组依赖因素为单个属性的函数依赖:  $X \rightarrow A_1, X \rightarrow A_2, \dots, X \rightarrow A_n$

2. 对  $G$  中的每一个函数依赖  $X \rightarrow A$  作如下的处理:

- 对决定因素  $X$  中的每一个属性  $B$  作如下处理:

- 1) 计算属性集的闭包  $(X - B)_G^+$ ;
- 2) 如果  $A \in (X - B)_G^+$ , 则用新的函数依赖  $(X - B) \rightarrow A$  替换原来的函数依赖  $X \rightarrow A$ ;

3. 对  $G$  中的每一个函数依赖  $X \rightarrow A$  作如下处理:

- 1) 令  $N = G - \{ X \rightarrow A \}$ ;
- 2) 计算属性集的闭包  $X_N^+$ ;
- 3) 如果  $A \in X_N^+$ , 那么从  $G$  中删去函数依赖  $X \rightarrow A$ ;

4. 将  $G$  中每一组形如  $X \rightarrow A_1, X \rightarrow A_2, \dots, X \rightarrow A_n$  (决定因素相同) 的函数依赖合并为一个函数依赖:  $X \rightarrow (A_1, A_2, \dots, A_n)$

**S = F = {**

**fd<sub>1</sub>) A → C**

**fd<sub>2</sub>) A C → D**

**fd<sub>3</sub>) E → A D**

**fd<sub>4</sub>) E → H**

**}**

## [ch06\_思考题12] 计算 F 的极小函数依赖集 - step 1

**S = {**

**fd<sub>1</sub>) A → C**

**fd<sub>2</sub>) A C → D**

**fd<sub>3</sub>) E → A D**

**fd<sub>4</sub>) E → H**

**}**

**S<sub>1</sub> = {**

**f<sub>1</sub>) A → C**

**f<sub>2</sub>) A C → D**

**f<sub>3</sub>) E → A**

**f<sub>4</sub>) E → D**

**f<sub>5</sub>) E → H**

**}**

使用**Armstrong**公理系统的分解规则，将**fd<sub>3</sub>**分解为依赖因素为单个属性的函数依赖。

$S_1 = \{$

$f_1) A \rightarrow C$

$f_2) A C \rightarrow D$

$f_3) E \rightarrow A$

$f_4) E \rightarrow D$

$f_5) E \rightarrow H$

$\}$

❑ **目标：**将每一个函数依赖都化简成为完全函数依赖。

❑ 在这里，只要检查  $f_2$  是不是部分函数依赖。

➤ 如果  $f_2$  是一个部分函数依赖，那么就将  $f_2$  化简成为一个完全函数依赖，并替换掉原来的  $f_2$

❑ **检查办法：**对  $f_2$  左边的决定因素中的每一个属性，判断其是不是多余的（去掉该属性后，函数依赖是否仍然成立？）

## [ch06\_思考题12] 计算 F 的极小函数依赖集 - step 2

$S_1 = \{$

$f_1) A \rightarrow C$

$f_2) A C \rightarrow D$

$f_3) E \rightarrow A$

$f_4) E \rightarrow D$

$f_5) E \rightarrow H$

$\}$

□ 先考虑从  $f_2$  左边的决定因素中能否去掉属性 **A**，检查过程如下：

- 先计算  $\{C\}_{S_1}^+ = \{C\}$
- 在计算结果中不含属性 **D**，因此，无法从函数依赖集  $S_1$  中推导得到  $C \rightarrow D$
- 也就是说，在  $f_2$  左边的决定因素中属性 **A** 不是多余的（去掉属性 **A** 之后的  $C \rightarrow D$  不成立！）
- 所以，在函数依赖集  $S_1$  中，不能用  $C \rightarrow D$  来代替  $AC \rightarrow D$

□ 再考虑能否从  $f_2$  左边的决定因素中去掉属性 **C**：

- 先计算  $\{A\}_{S_1}^+ = \{A, C, D\}$
- 在计算结果中含属性 **D**，因此  $A \rightarrow D$  成立！在函数依赖集  $S_1$  中，可用  $A \rightarrow D$  来代替  $AC \rightarrow D$

（也可以理解为：在这里可以先将  $A \rightarrow D$  添加到函数依赖集  $S_1$  中；然后在 step 3 中，再将  $AC \rightarrow D$  作为一个冗余的函数依赖剔除出去。）

## [ch06\_思考题12] 计算 F 的极小函数依赖集 - step 2

$S_1 = \{$

$f_1) A \rightarrow C$

$f_2) A C \rightarrow D$

$f_3) E \rightarrow A$

$f_4) E \rightarrow D$

$f_5) E \rightarrow H$

$\}$

$S_2 = \{$

$f_1) A \rightarrow C$

$f_2) A \rightarrow D$

$f_3) E \rightarrow A$

$f_4) E \rightarrow D$

$f_5) E \rightarrow H$

$\}$

- 消去  $f_2$  左边多余的属性C, 得到一个等价的函数依赖集  $S_2$
- 显然, 在函数依赖集  $S_2$  中不再有部分函数依赖, step 2 计算结束

$S_2 = \{$

$f_1) A \rightarrow C$

$f_2) A \rightarrow D$

$f_3) E \rightarrow A$

$f_4) E \rightarrow D$

$f_5) E \rightarrow H$

$\}$

- ❑ 目标：消除冗余的函数依赖
- ❑ 方法：依次检查每一个函数依赖，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？

$S_2 = \{$   
     $f_1) \quad A \rightarrow C$   
     $f_2) \quad A \rightarrow D$   
     $f_3) \quad E \rightarrow A$   
     $f_4) \quad E \rightarrow D$   
     $f_5) \quad E \rightarrow H$   
 $\}$

❑ 检查  $f_1$

令:  $S_3 = S_2 - \{A \rightarrow C\}$

判断:  $S_3^+ = S_2^+ ?$

❑ 判断方法:

$S_3$  是否蕴涵  $f_1$  ?

❑ 可以转化为判断:

在闭包  $\{A\}_{S_3}^+$  中是否含有  $f_1$  的依赖因素(属性C)?

$S_3 = \{$   
     $f_1) \quad \text{-----}$   
     $f_2) \quad A \rightarrow D$   
     $f_3) \quad E \rightarrow A$   
     $f_4) \quad E \rightarrow D$   
     $f_5) \quad E \rightarrow H$   
 $\}$

❑ 结论:  $S_3^+ \neq S_2^+$



$S_2 = \{$   
     $f_1) A \rightarrow C$   
     $f_2) A \rightarrow D$   
     $f_3) E \rightarrow A$   
     $f_4) E \rightarrow D$   
     $f_5) E \rightarrow H$   
 $\}$

□ 检查  $f_2$

令:  $S_3 = S_2 - \{A \rightarrow D\}$

判断:  $S_3^+ = S_2^+ ?$

□ 判断方法:

在闭包  $\{A\}_{S_3}^+$  中是否含有  $f_2$  的依赖因素(属性D)?

□ 结论:  $S_3^+ \neq S_2^+$

$S_3 = \{$   
     $f_1) A \rightarrow C$   
     $f_2) \text{-----}$   
     $f_3) E \rightarrow A$   
     $f_4) E \rightarrow D$   
     $f_5) E \rightarrow H$   
 $\}$

$S_2 = \{$   
     $f_1) A \rightarrow C$   
     $f_2) A \rightarrow D$   
     $f_3) E \rightarrow A$   
     $f_4) E \rightarrow D$   
     $f_5) E \rightarrow H$   
 $\}$

□ 检查  $f_3$

令:  $S_3 = S_2 - \{E \rightarrow A\}$

判断:  $S_3^+ = S_2^+ ?$

□ 判断方法:

在闭包  $\{E\}_{S_3}^+$  中是否含有  $f_3$  的依赖因素(属性A)?

$S_3 = \{$   
     $f_1) A \rightarrow C$   
     $f_2) A \rightarrow D$   
     $f_3) \text{-----}$   
     $f_4) E \rightarrow D$   
     $f_5) E \rightarrow H$   
 $\}$

□ 结论:  $S_3^+ \neq S_2^+$

## [ch06\_思考题12] 计算 F 的极小函数依赖集 - step 3

### □ 检查 $f_4$

令:  $S_3 = S_2 - \{E \rightarrow D\}$

判断:  $S_3^+ = S_2^+ ?$

### □ 判断方法:

在闭包  $\{E\}_{S_3}^+$  中是否含有  $f_4$  的依赖因素(属性D)?

### □ 结论: $S_3^+ = S_2^+$

因此, 在函数依赖集  $S_2$  中  $E \rightarrow D$  是冗余的, 可用等价的  $S_3$  来替换  $S_2$

$S_2 = \{$   
     $f_1) A \rightarrow C$   
     $f_2) A \rightarrow D$   
     $f_3) E \rightarrow A$   
     $f_4) E \rightarrow D$   
     $f_5) E \rightarrow H$   
 $\}$

$S_3 = \{$   
     $f_1) A \rightarrow C$   
     $f_2) A \rightarrow D$   
     $f_3) E \rightarrow A$   
     $f_4) \text{-----}$   
     $f_5) E \rightarrow H$   
 $\}$

$S_3 = \{$   
     $f_1) A \rightarrow C$   
     $f_2) A \rightarrow D$   
     $f_3) E \rightarrow A$   
     $f_5) E \rightarrow H$   
 $\}$

□ 考虑  $f_5$

令:  $S_4 = S_3 - \{E \rightarrow H\}$

判断:  $S_4^+ = S_3^+ ?$

□ 判断方法:

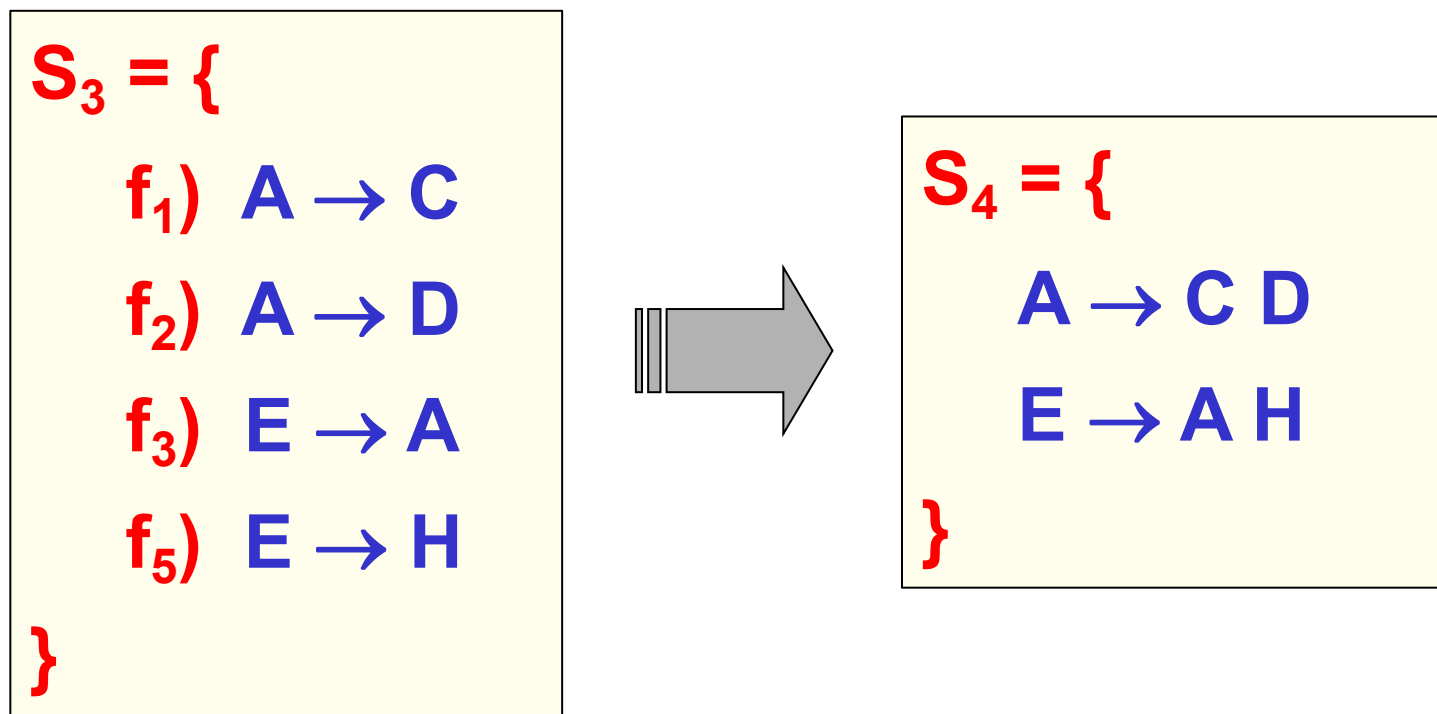
在闭包  $\{E\}_{S_4}^+$  中是否含有  $f_5$  的依赖因素(属性H)?

$S_4 = \{$   
     $f_1) A \rightarrow C$   
     $f_2) A \rightarrow D$   
     $f_3) E \rightarrow A$   
     $f_5) \text{-----}$   
 $\}$

□ 结论:  $S_4^+ \neq S_3^+$

(步骤3的最终计算结果就是 $S_3$ )

- 步骤3的最终计算结果  $S_3$  就已经是一个极小函数依赖集！



- 为了方便后续的“到3NF分解算法”的调用，这里还需要执行最后的 step 4

## End of ch06\_思考题12\_参考答案