

## 作业4: 关系数据库规范化(2020春)

主讲教师: 邹兆年(znzou@hit.edu.cn)

姓名: \_\_\_\_\_ 学号: \_\_\_\_\_

题目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	总分
得分											

1. (5分) 已知关系模式 $R$ 的一个实例如下:

$A$	$B$	$C$
$x_1$	$y_1$	$z_1$
$x_1$	$y_1$	$z_1$
$x_2$	$y_1$	$z_1$
$x_2$	$y_1$	$z_3$

$R$ 上可能存在哪些非平凡函数依赖?

2. (5分) 已知关系模式 $R(A, B, C)$ 表示两个实体型之间的联系, 这两个实体型的主键分别为 $A$ 和 $B$ 。设 $R$ 上存在函数依赖 $A \rightarrow B$ 和 $B \rightarrow A$ , 那么这两个实体型之间存在什么联系型?
3. (5分) 已知关系模式 $R(A, B, C)$ 的主键是 $A$ , 且满足函数依赖 $B \rightarrow C$ , 那么 $R$ 是否可能属于BCNF? 如果是, 需要满足什么条件? 如果不是, 请说明原因。
4. (25分, 每题5分) 判断下列命题是否正确。对于正确的命题, 用Armstrong公理证明其正确性。对于错误的命题, 给出一个关系实例, 使该实例满足推理规则左侧的函数依赖集合, 但不满足右侧的函数依赖集合。
- (a)  $\{W \rightarrow Y, X \rightarrow Z\} \models \{WX \rightarrow Y\}$
  - (b)  $\{X \rightarrow Y, X \rightarrow W, WY \rightarrow Z\} \models \{X \rightarrow Z\}$
  - (c)  $\{X \rightarrow Z, Y \rightarrow Z\} \models \{X \rightarrow Y\}$
  - (d)  $\{X \rightarrow Y, Z \rightarrow W\} \models \{XZ \rightarrow YW\}$
  - (e)  $\{X \rightarrow Y, Y \rightarrow Z\} \models \{X \rightarrow YZ\}$

5. (60分, 每题10分) 已知关系模式 $R(A, B, C, D, E)$ 上的函数依赖集合 $F$ 如下:

$$A \rightarrow B \quad A \rightarrow C \quad BC \rightarrow A \quad CD \rightarrow E \quad B \rightarrow D \quad E \rightarrow A$$

回答下列问题:

- (a) 计算属性集合 $BC$ 关于 $F$ 的闭包 $(BC)_F^+$ 。
- (b) 找出 $R$ 的全部候选键。
- (c) 判断 $R$ 属于第几范式。
- (d) 计算 $F$ 的极小覆盖。
- (e) 假设 $R$ 被分解为两个关系模式 $R_1(A, B, C)$ 和 $R_2(C, D, E)$ , 证明该分解不是无损连接分解。提示: 给出 $R$ 的一个实例 $r$ , 使 $\Pi_{A,B,C}(r) \bowtie \Pi_{C,D,E}(r) \neq r$ 。
- (f) 给出 $R$ 的一个既满足无损连接性, 又满足函数依赖保持性的BCNF分解。

## 答案

1.  $R$ 上可能存在的非平凡函数依赖有  $A \rightarrow B$  和  $AC \rightarrow B$ 。
2. 两个实体型之间存在1:1联系型。
3.  $R$ 可能属于BCNF。如果  $B \rightarrow A$  是  $R$  上的函数依赖，则  $R \in BCNF$ 。
4. (a) 正确。
  - 根据自反律，有  $WX \rightarrow W$ 。
  - 根据传递律， $\{WX \rightarrow W, W \rightarrow Y\} \models \{WX \rightarrow Y\}$ 。
- (b) 正确。
  - 根据合并规则， $\{X \rightarrow Y, X \rightarrow W\} \models \{X \rightarrow WY\}$ 。
  - 根据传递律， $\{X \rightarrow WY, WY \rightarrow Z\} \models \{X \rightarrow Z\}$ 。
- (c) 错误。假设关系  $R(X, Y, Z)$  的实例中包含2个元组  $(x, y, z)$  和  $(x, y', z)$ ，其中  $y \neq y'$ 。
- (d) 正确。
  - 根据增广律， $\{X \rightarrow Y\} \models \{XZ \rightarrow YZ\}$ 。
  - 根据增广律， $\{Z \rightarrow W\} \models \{YZ \rightarrow YW\}$ 。
  - 根据传递律， $\{XZ \rightarrow YZ, YZ \rightarrow YW\} \models \{XZ \rightarrow YW\}$ 。
- (e) 正确。
  - 根据增广律， $\{Y \rightarrow Z\} \models \{Y \rightarrow YZ\}$ 。
  - 根据传递律， $\{X \rightarrow Y, Y \rightarrow YZ\} \models \{X \rightarrow YZ\}$ 。
5. (a) i.  $X^{(0)} = BC$ .  
 ii.  $X^{(1)} = X^{(0)} \cup AD = ABCD$ .  
 iii.  $X^{(2)} = X^{(1)} \cup BCE = ABCDE$ . 因为  $X^{(2)}$  中已包含  $R$  中全部属性，算法终止。因此， $(BC)_F^+ = ABCDE$ 。
- (b)
  - $A$  是  $R$  的候选键，因为  $A \xrightarrow{f} ABCDE$ 。
  - $BC$  是  $R$  的候选键，因为  $BC \xrightarrow{f} ABCDE$ 。
  - $CD$  是  $R$  的候选键，因为  $CD \xrightarrow{f} ABCDE$ 。
  - $E$  是  $R$  的候选键，因为  $E \xrightarrow{f} ABCDE$ 。
- (c)  $R$  的所有属性都是主属性，因此  $R \in 3NF$ 。另外，因为  $B \rightarrow D$ ，所以主属性部分函数依赖于候选键  $BC$ ，故  $R \notin BCNF$ 。
- (d)
  - $BC \rightarrow A$  是冗余的，因为  $F - \{BC \rightarrow A\} \models \{BC \rightarrow A\}$ 。因此， $F = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, CD \rightarrow E, B \rightarrow D, E \rightarrow A\}$ 。
  - $F$  中任意函数依赖的左部没有冗余属性。
  - $A \rightarrow B$  和  $A \rightarrow C$  具有相同的左部，合并为  $A \rightarrow BC$ ，因此  $F = \{A \rightarrow BC, CD \rightarrow E, B \rightarrow D, E \rightarrow A\}$ 。
  - 此时， $F$  中不存在冗余函数依赖，任意函数依赖的左部不存在冗余属性，不存在可合并的函数依赖，所以  $F$  的极小覆盖是  $\{A \rightarrow BC, CD \rightarrow E, B \rightarrow D, E \rightarrow A\}$ 。
- (e) 设  $r = \{(a, b, c, d, e), (a', b', c, d', e')\}$ 。我们有
 
$$\Pi_{A,B,C}(r) \bowtie \Pi_{C,D,E}(r) = \{(a, b, c, d, e), (a', b', c, d', e'), (a, b, c, d', e'), (a', b', c, d, e)\} \neq r.$$
- (f)  $\{R_1(A, B, C, E), R_2(C, D, E), R_3(B, D)\}$  是  $R$  的分解，其中  $R_1 \in BCNF$ ， $R_2 \in BCNF$ ， $R_3 \in BCNF$ 。该分解既满足无损连接性，又满足函数依赖保持性。