

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 $A \rightarrow B$, $C \rightarrow B$ 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。