

数据库第三次作业

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)

解: 对函数依赖集依次做如下处理以求其最小函数依赖集

- 根据分解律, 将右边写出单属性并去除重复 FD
 - $$F = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, B \rightarrow C, B \rightarrow E, A \rightarrow B, AB \rightarrow C, AC \rightarrow D, AC \rightarrow E, E \rightarrow A\}$$
 - $$F = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, B \rightarrow C, B \rightarrow E, AB \rightarrow C, AC \rightarrow D, AC \rightarrow E, E \rightarrow A\}$$
- 消去左部冗余属性
 - $A \rightarrow B, AB \rightarrow C$ 推出 $A \rightarrow AB, A \rightarrow C$, 因此可去除 $AB \rightarrow C$ 中的 B
 - $A \rightarrow C, AC \rightarrow D$ 推出 $A \rightarrow AC, A \rightarrow D$, 因此可去除 $AC \rightarrow D$ 中的 C
 - $A \rightarrow C, AC \rightarrow E$ 推出 $A \rightarrow AC, A \rightarrow E$, 因此可去除 $AC \rightarrow E$ 中的 C
 - $F = \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, B \rightarrow C, B \rightarrow E, A \rightarrow C, A \rightarrow D, A \rightarrow E, E \rightarrow A\}$
$$= \{A \rightarrow B, A \rightarrow C, B \rightarrow C, B \rightarrow E, A \rightarrow D, A \rightarrow E, E \rightarrow A\}$$
- 消去冗余函数依赖
 - $A \rightarrow C$ 冗余, 因为可由 $A \rightarrow B, B \rightarrow C$ 推出
 - $A \rightarrow E$ 冗余, 因为可由 $A \rightarrow B, B \rightarrow E$ 推出
 - $F = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C, B \rightarrow E, A \rightarrow D, E \rightarrow A\}$

得到其最小函数依赖集

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

(2) 求 R 的候选码, 并给出证明

解: A, B, E 都是候选码, 下证明 A 是候选码。

- 由 $A \rightarrow B, B \rightarrow C$ 推出 $A \rightarrow C$ (传递律)
- 由 $A \rightarrow B, B \rightarrow E$ 推出 $A \rightarrow E$ (传递律)
- 由自含律有 $A \rightarrow A$
- 由 $A \rightarrow A, A \rightarrow B, A \rightarrow C, A \rightarrow D, A \rightarrow E$ 推出 $A \rightarrow ABCDE$ (反复使用合并律)

所以得到 $A \rightarrow U$, 而显然不存在 A 的真子集能推出 U , 所以 A 是一个候选码

而对于 E , 可作如下证明

- 由自含律有 $E \rightarrow E$
- 由 $E \rightarrow A$ 和 $A \rightarrow U$ 推出 $E \rightarrow U$ (传递律)

所以得到 $E \rightarrow U$, 而显然不存在 E 的真子集能推出 U , 所以 E 是一个候选码

B 同理可证也是一个候选码。

2、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?

解: 首先易知其是满足 $1NF$ 的, 然后求其最小函数依赖集有

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

得出其主码为 A, F, G , 但是有 $A \rightarrow B$, 所以其不满足 $2NF$, 可知更高阶的范式也不满足。

所以, 该关系模式满足 $1NF$ 。

(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?

解: 求 FD 在各个分解出的 R_i 上的分量

- $\pi_{R_1}(FD) = \{A \rightarrow B, A \rightarrow E\}$, 满足 $1NF$, 非主属性 B, E 完全依赖于主码 A , 至少满足 $2NF$
- $\pi_{R_2}(FD) = \{B \rightarrow C, C \rightarrow D\}$, 满足 $1NF$, 非主属性 C, D 完全依赖于主码 B , 但 D 传递依赖于 B , 最高满足 $2NF$,
- $\pi_{R_3}(FD) = \emptyset$, 显然满足 $1NF$, 其三个属性均为主码, 故至少满足 $2NF$

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。

解: R 满足 $1NF$, 首先保持函数依赖地分解到 $3NF$

- 求出 R 的最小函数依赖集 F

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

- 把不在 F 中出现的属性组成关系模式 $R' = \{F, G\}$, 在 U 中去掉它们得 $U = \{A, B, C, D, E\}$
- 由于 F 中不存在 $X \rightarrow A$, 且 $XA = U$, 所以进入下一步
- 对 F 按相同的左部分组, 去掉子集, 得到保持函数依赖的 $3NF$ 分解

$$R_1(A, B, E), R_2(B, C), R_3(C, D), R_4(F, G)$$

接下来将其以无损连接且保持函数依赖地分解到 $3NF$

- R 主码为 A, F, G , 设 $q = \{R_1, R_2, R_3, R_4\}$, 依次对各个主码进行考察
- $p = q \cup \{R_5(A, F, G)\} = \{R_1(A, B, E), R_2(B, C), R_3(C, D), R_4(F, G), R_5(A, F, G)\}$
- 因为 R_4 是 R_5 的子集, 所以从 p 去掉 R_4
- 得到无损连接且保持函数依赖的 $3NF$ 分解

$$R_1(A, B, E), R_2(B, C), R_3(C, D), R_5(A, F, G)$$

所以得到

$$R1(A, B, E), R2(B, C), R3(C, D), R5(A, F, G)$$

(4) 请将关系模式 R 无损连接地分解到 $BCNF$, 要求给出步骤

•

解: 按照算法进行推演

- $R(A, B, C, D, E, F, G)$, $F = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C, C \rightarrow D, A \rightarrow E\}$
- $p := \{R\}$
- 检查 $A \rightarrow B$ 不属于 $BCNF$, 所以分解 R 得到
 $p := \{R1(A, C, D, E, F, G), R2(A, B)\}$
- 检查 $A \rightarrow C$ 不属于 $BCNF$, 所以分解 $R1$ 得到
 $p := \{R3(A, D, E, F, G), R4(A, C), R2(A, B)\}$
- 检查 $A \rightarrow D$ 不属于 $BCNF$, 所以分解 $R3$ 得到
 $p := \{R5(A, E, F, G), R6(A, D), R4(A, C), R2(A, B)\}$
- 检查 $A \rightarrow E$ 不属于 $BCNF$, 所以分解 $R5$ 得到
 $p := \{R7(A, F, G), R8(A, E), R6(A, D), R4(A, C), R2(A, B)\}$

所以得到

$$R7(A, F, G), R8(A, E), R6(A, D), R4(A, C), R2(A, B)$$