

数据库 - 课后作业3

曹烨 软23 2021012167

- 1. 课本第353页 7.2题
- 2. 课本第354页 7.6题
- 3. 课本第357页 7.21题
- 4. 课本第357页 7.22题

数据库 - 课后作业3

7.2 题

7.6题

7.21题

7.22题

7.2 题

请列出图 7-18 的关系所满足的所有非平凡函数依赖。

A	B	C
a_1	b_1	c_1
a_1	b_1	c_2
a_2	b_1	c_1
a_2	b_1	c_3

图 7-18 实践习题 7.2 的关系

根据图7-18所示的关系实例，我们可以通过分析关系中的元组来确定所有非平凡函数依赖：

- 首先，我们可以观察到的非平凡函数依赖有：
 - $A \rightarrow B$ （因为任意相同的A值都对应相同的B值）
 - $C \rightarrow B$ （因为任意相同的C值都对应相同的B值）
 - $AC \rightarrow B$ （这是由上述两个依赖逻辑蕴含的）
- 通过反例可以证明不存在其他非平凡函数依赖：
 - $C \nrightarrow A$ ：因为当 $C = c_1$ 时，对应的A值有 a_1 和 a_2
 - $B \nrightarrow A$ ：因为当 $B = b_1$ 时，对应的A值有 a_1 和 a_2
 - $A \nrightarrow C$ ：因为当 $A = a_1$ 时，对应的C值有 c_1 和 c_2
 - $B \nrightarrow C$ ：因为当 $B = b_1$ 时，对应的C值有 c_1, c_2 和 c_3
- 此外，还存在19个平凡函数依赖，形式为 $\alpha \rightarrow \beta$ ，其中 $\beta \subseteq \alpha$ 。这些平凡依赖包括：
 - 单属性到自身： $A \rightarrow A, B \rightarrow B, C \rightarrow C$
 - 双属性到其子集： $AB \rightarrow A, AB \rightarrow B, AB \rightarrow AB$ 等
 - 三属性到其子集： $ABC \rightarrow A, ABC \rightarrow B, ABC \rightarrow C, ABC \rightarrow AB$ 等

因此，这个关系的所有非平凡函数依赖是： $A \rightarrow B, C \rightarrow B$ 和 $AC \rightarrow B$ 。

7.6题

请对于关系模式 $R = (A, B, C, D, E)$ 计算如下函数依赖集 F 的闭包。

$$\begin{aligned}A &\rightarrow BC \\ CD &\rightarrow E \\ B &\rightarrow D \\ E &\rightarrow A\end{aligned}$$

1. 从 $A \rightarrow BC$ 开始推导:

- 由分解律得: $A \rightarrow B$ 和 $A \rightarrow C$
- 由 $A \rightarrow B$ 和 $B \rightarrow D$ 经传递律得: $A \rightarrow D$
- 由 $A \rightarrow C$ 和 $A \rightarrow D$ 经合并律得: $A \rightarrow CD$
- 由 $A \rightarrow CD$ 和 $CD \rightarrow E$ 经传递律得: $A \rightarrow E$
- 综上可得: $A \rightarrow ABCDE$

2. 继续推导:

- 由 $E \rightarrow A$ 和 $A \rightarrow ABCDE$ 经传递律得: $E \rightarrow ABCDE$
- 由 $CD \rightarrow E$ 和 $E \rightarrow ABCDE$ 经传递律得: $CD \rightarrow ABCDE$
- 由 $B \rightarrow D$ 可知 $BC \rightarrow CD$, 进而得: $BC \rightarrow ABCDE$

让 $*$ 表示 R 中的任意属性集, α 表示 A, B, C, D, E 的任意子集, 则 F^+ 包含:

- 所有形如 $A* \rightarrow \alpha, BC* \rightarrow \alpha, CD* \rightarrow \alpha, E* \rightarrow \alpha$ 的函数依赖
 - 原始函数依赖: $B \rightarrow D$
 - 平凡函数依赖: 如 $B \rightarrow B, C \rightarrow C, D \rightarrow D$ 等
-

7.21题

请给出实践习题 7.1 中模式 $R=(A,B,C,D,E)$ 的一个无损的 BCNF 分解

$$\begin{aligned}A &\rightarrow BC \\ CD &\rightarrow E \\ B &\rightarrow D \\ E &\rightarrow A\end{aligned}$$

课本中BCNF分解算法如下:

```

result := {R};
done := false;
while (not done) do
  if (在result中存在一个模式 $R_i$ 不属于BCNF)
    then begin
      令 $\alpha \rightarrow \beta$ 为在 $R_i$ 上成立的一个非平凡函数依赖, 使得 $\alpha^+$ 并不包含 $R_i$ ,
      并且 $\alpha \cap \beta = \emptyset$ ;
      result := (result -  $R_i$ )  $\cup$  ( $R_i - \beta$ )  $\cup$  ( $\alpha, \beta$ );
    end
  else done := true;
end

```

图 7-11 BCNF 分解算法

1. 初始状态: $R(A,B,C,D,E)$
2. 按照图7-11的算法:
 - 发现 $B \rightarrow D$ 违反BCNF (因为B不是候选键)
 - 这是一个非平凡函数依赖, 且 $B \cap D = \emptyset$
 - 所以可以按照 $B \rightarrow D$ 进行分解:
 - $R_1 = (R - D) = (A,B,C,E)$
 - $R_2 = (B,D)$

3. 检查分解后的结果:
 - $R_1(A,B,C,E)$ 满足BCNF
 - $R_2(B,D)$ 满足BCNF

所以最终分解结果是: $\{(A,B,C,E), (B,D)\}$

7.22题

请给出实践习题 7.1 中模式 $R=(A, B, C, D, E)$ 的一个无损并保持依赖的 3NF 分解

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

课本中3NF分解算法如下:

```

令 $F_c$ 为 $F$ 的一个正则覆盖;
i := 0;
for each  $F_c$ 中的函数依赖 $\alpha \rightarrow \beta$ 
  i := i + 1;
   $R_i := \alpha \beta$ ;
if 没有一个模式 $R_j$  ( $j=1, 2, \dots, i$ ) 包含 $R$ 的一个候选码
  then
    i := i + 1;
     $R_i := R$ 的任一候选码;
/* 可选地删除冗余关系 */
repeat
  if 任意模式 $R_j$ 包含于另一个模式 $R_k$ 中
    then
      /* 删除  $R_j$  */
       $R_j := R_k$ ;
      i := i - 1;
until 不再有可以被删除的 $R_j$ 
return ( $R_1, R_2, \dots, R_i$ )

```

图 7-12 保持依赖且无损分解到 3NF 的算法

1. 计算最小依赖集

对原函数依赖集进行简化，得到最小依赖集：

- 1 $A \rightarrow B$
- 2 $A \rightarrow C$
- 3 $CD \rightarrow E$
- 4 $B \rightarrow D$
- 5 $E \rightarrow A$

2. 按算法构造3NF分解

1. 根据最小依赖集中的每个函数依赖形成关系模式：

- $R1(A,B)$ 来自 $A \rightarrow B$
- $R2(A,C)$ 来自 $A \rightarrow C$
- $R3(C,D,E)$ 来自 $CD \rightarrow E$
- $R4(B,D)$ 来自 $B \rightarrow D$
- $R5(E,A)$ 来自 $E \rightarrow A$

2. 候选键检查：

- 原关系的候选键为：A、BC、CD、E
- 这些候选键都已包含在上述关系模式中
- 无需添加额外的关系模式

3. 冗余关系检查：无冗余关系，不用删

综上所述，3NF分解结果为：

- 1 $R1(A,B)$
- 2 $R2(A,C)$
- 3 $R3(C,D,E)$
- 4 $R4(B,D)$
- 5 $R5(E,A)$

该分解满足无损连接性质且保持了所有函数依赖。