

第四章作业之二：关系数据理论

1. 有两个函数依赖的集合 F 和 G:

(a) $F = \{A \rightarrow C, AC \rightarrow D, E \rightarrow AD, E \rightarrow H\}$

(b) $G = \{A \rightarrow CD, E \rightarrow AH\}$

F 和 G 等价吗？说明理由。

2. 下列关系模式是第几范式？说明理由。

(1) $R(X,Y,Z) F = \{Y \rightarrow Z, XZ \rightarrow Y\}$

(2) $R(X,Y,Z) F = \{Y \rightarrow Z, Y \rightarrow X, X \rightarrow YZ\}$

(3) $R(W,X,Y,Z) F = \{X \rightarrow Z, WX \rightarrow Y\}$

3. 设有关系模式 $R(E,F,G,H)$, 其上有函数依赖集:

$$F = \{E \rightarrow G, G \rightarrow E, F \rightarrow EG, H \rightarrow EG, FH \rightarrow E\}$$

求 F 的最小函数依赖集。

4. 设有关系模式 $R(A,B,C,D,E)$, R 的函数依赖集是:

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

将 R 保持函数依赖地分解成 3NF。

5. 设有关系模式 $R(A,B,C,D,E)$, 其上有函数依赖集:

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

(1) 求所有候选键。

(2) 判断 $\rho=\{AD, AB, BC, CDE, AE\}$ 是否是无损连接分解?

(3) 把 R 分解为 BCNF, 并具有无损连接性。

6. 考虑关系R, R有一所大学的课程和章节的信息。

R={课程编号, 章节编号, 学院, 课时, 等级, 教师编号, 学期, 年,
上课时间, 教室, 学生数量}

假设R上有以下函数依赖关系:

(a) {课程编号} \rightarrow {学院, 课时, 等级}

(b) {课程编号, 章节编号, 学期, 年} \rightarrow {上课时间, 教室, 学生数量,
教师编号}

(c) {教室, 上课时间, 学期, 年} \rightarrow {教师编号, 课程编号, 章节编号}

(1) R的主键是?

(2) 怎么把这个关系模式规范化? 试分析之。

1. 有两个函数依赖的集合 F 和 G:

(a) $F = \{A \rightarrow C, AC \rightarrow D, E \rightarrow AD, E \rightarrow H\}$

(b) $G = \{A \rightarrow CD, E \rightarrow AH\}$

F 和 G 等价吗? 说明理由。

等价

$F \text{ 与 } G \text{ 等价} \iff F^+ = G^+$

① 下证 $F^+ \subseteq G^+$

由 $A \rightarrow CD$, 得 $A \rightarrow C, A \rightarrow D$, 则 $AC \rightarrow D$

由 $E \rightarrow AH$ 得 $E \rightarrow A, E \rightarrow H$,

由 $E \rightarrow A, A \rightarrow D$ 得 $E \rightarrow D$

由 $E \rightarrow A, E \rightarrow D$ 得 $E \rightarrow AD$

即 G 逻辑蕴含 F 中任一函数依赖, $F^+ \subseteq G^+$

② 下证 $G^+ \subseteq F^+$

由 $A \rightarrow C, AC \rightarrow D$, 得 $A \rightarrow D$ (伪函数依赖)

由 $A \rightarrow C, A \rightarrow D$, 得 $A \rightarrow CD$

由 $E \rightarrow AD$ 得 $E \rightarrow A$

又 $E \rightarrow H$, 有 $E \rightarrow AH$

同理 $G^+ \subseteq F^+$

综上 $G^+ = F^+$, 所以 F 与 G 等价

2. 下列关系模式是第几范式? 说明理由。

(1) $R(X, Y, Z) F = \{Y \rightarrow Z, XZ \rightarrow Y\}$

(2) $R(X, Y, Z) F = \{Y \rightarrow Z, Y \rightarrow X, X \rightarrow YZ\}$

(3) $R(W, X, Y, Z) F = \{X \rightarrow Z, WX \rightarrow Y\}$

(1) 3NF. 候选码是 $\{X, Y\}, \{X, Z\}$, 所以不存在非键属性对候选码的部分函数依赖以及传递函数依赖, 但 Y 是决定因素, 但 Y 不包含码, 故不是 BCNF.

(2) BCNF. 候选码是 $\{X\}, \{Y\}$, 因为每个决定因素都包含了码, 所以最高到达 BCNF.

(3) 1NF. 候选码是 $\{W, X\}$, 由于 $X \rightarrow Z$, 所以 Z 部分依赖于 $\{W, X\}$, 故为 1NF.

3. 设有关系模式 $R(E,F,G,H)$, 其上有函数依赖集:

$$F = \{E \rightarrow G, G \rightarrow E, F \rightarrow EG, H \rightarrow EG, FH \rightarrow E\}$$

求 F 的最小函数依赖集。

- (1) 右部仅有1个属性, $F \rightarrow EG$ 用 $\{F \rightarrow E, F \rightarrow G\}$ 取代, $H \rightarrow EG$ 用 $\{H \rightarrow E, H \rightarrow G\}$ 取代, 则 $F' = \{E \rightarrow G, G \rightarrow E, F \rightarrow E, F \rightarrow G, H \rightarrow E, H \rightarrow G, FH \rightarrow E\}$
- (2) ① $E \rightarrow G$, 令 $F' = F - \{E \rightarrow G\}$, $F'_F = \{E\}$
由于 $G \notin F'_F$, 故 $E \rightarrow G$ 保留
② $G \rightarrow E$, 令 $F' = F - \{G \rightarrow E\}$, $F'_G = \{G\}$
由于 $E \notin F'_G$, 故 $G \rightarrow E$ 保留
③ $F \rightarrow E$, 令 $F' = F - \{F \rightarrow E\}$, $F'_F = \{F, G, E\}$
 $E \in F'_F$, 从 F 中去掉 $F \rightarrow E$, $F = \{E \rightarrow G, G \rightarrow E, F \rightarrow G, H \rightarrow E, H \rightarrow G, FH \rightarrow E\}$
④ $F \rightarrow G$, 令 $F' = F - \{F \rightarrow G\}$, $F'_F = \{F\}$
 $G \notin F'_F$, 保留 $F \rightarrow G$
⑤ $H \rightarrow E$, 令 $F' = F - \{H \rightarrow E\}$, $H'_P = \{H, G, E\}$
 $E \in H'_P$, 去掉 $H \rightarrow E$, $F = \{E \rightarrow G, G \rightarrow E, F \rightarrow G, H \rightarrow G, FH \rightarrow E\}$
⑥ $H \rightarrow G$, 令 $F' = F - \{H \rightarrow G\}$, $H'_P = \{H\}$
 $G \notin H'_P$, 保留 $H \rightarrow G$
⑦ $FH \rightarrow E$, 令 $F' = F - \{FH \rightarrow E\}$, $(FH)_F^+ = \{E, F, G, H\}$
 $E \in (FH)_F^+$, 去掉 $FH \rightarrow E$
至此, 去掉冗余后, $F = \{E \rightarrow G, G \rightarrow E, F \rightarrow G, H \rightarrow G\}$
(3) 没有部分函数依赖, 最小函数依赖集为 $F = \{E \rightarrow G, G \rightarrow E, F \rightarrow G, H \rightarrow G\}$

4. 设有关系模式 $R(A,B,C,D,E)$, R 的函数依赖集是:

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

将 R 保持函数依赖地分解成 3NF。

任一函数依赖右部只有1个属性, 且没有冗余, 没有部分函数依赖,
 $F_{min} = \{A \rightarrow D, E \rightarrow D, D \rightarrow B, BC \rightarrow D, CD \rightarrow A\}$
 $P = \{AD, ED, DB, BCD, CDA\}$

5. 设有关系模式 $R\{A, B, C, D, E\}$, 其上有函数依赖集:

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

若有 $b13 \rightarrow a3$

则 $a3$ 例所有 $b13 \rightarrow a3$

(1) 求所有候选键。

(2) 判断 $\rho = \{AD, AB, BC, CDE, AE\}$ 是否是无损连接分解?

(3) 把 R 分解为 BCNF, 并具有无损连接性。

(1) L类属性有 BE , 且 $(BE)^+ = \{ABCDEF\} = U$

所以 $\{BE\}$ 是唯一候选键,

	A	B	C	D	E
AD	a_1	b_{12}	b_{13}	a_4	b_{15}
AB	a_1	a_2	b_{23}	b_{24}	b_{25}
BC	b_{31}	a_2	a_3	b_{34}	b_{35}
CDE	b_{41}	b_{42}	a_3	a_4	a_5
AE	a_1	b_{52}	b_{53}	b_{54}	a_5

	A	B	C	D	E
AD	a_1	b_{12}	b_{13}	a_4	b_{15}
AB	a_1	a_2	b_{13}	b_{24}	b_{25}
BC	b_{31}	a_2	a_3	b_{24}	b_{25}
CDE	b_{41}	b_{42}	a_3	a_4	a_5
AE	a_1	b_{52}	b_{13}	b_{54}	a_5

$C \rightarrow D$

	A	B	C	D	E
AD	a_1	b_{12}	b_{13}	a_4	b_{15}
AB	a_1	a_2	b_{13}	a_4	b_{25}
BC	b_{31}	a_2	a_3	b_{34}	b_{35}
CDE	b_{41}	b_{42}	a_3	a_4	a_5
AE	a_1	b_{52}	b_{13}	a_4	a_5

$b13 \rightarrow a3$

则该例所有

$a4$ $b3$?

都变

为 $a3$

$B \rightarrow C$

	A	B	C	D	E
AD	a_1	b_{12}	b_{13}	a_4	b_{15}
AB	a_1	a_2	a_3	a_4	b_{25}
BC	b_{31}	a_2	a_3	b_{24}	b_{25}
CDE	b_{41}	b_{42}	a_3	a_4	a_5
AE	a_1	b_{52}	b_{13}	a_4	a_5

$DE \rightarrow C$

	A	B	C	D	E
AD	a_1	b_{12}	b_{13}	a_4	b_{15}
AB	a_1	a_2	a_3	a_4	b_{25}
BC	b_{31}	a_2	a_3	b_{24}	b_{25}
CDE	b_{41}	b_{42}	a_3	a_4	a_5
AE	a_1	b_{52}	a_3	a_4	a_5

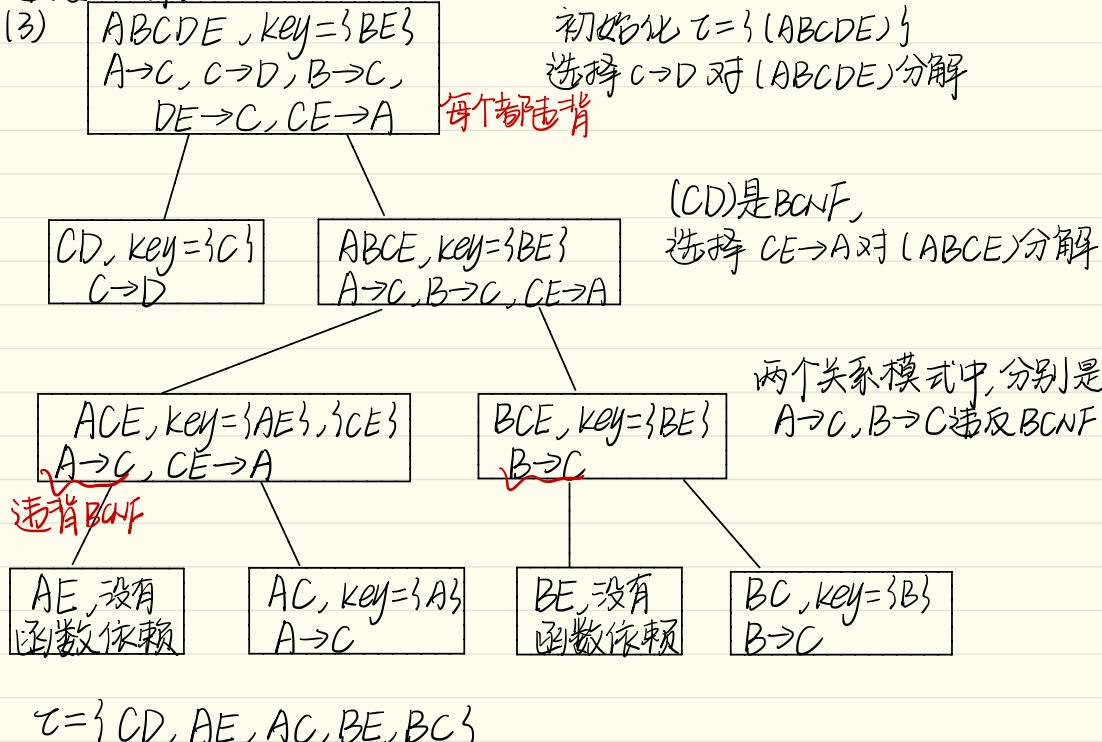
$CE \rightarrow A$

	A	B	C	D	E
AD	a_1	b_{12}	b_{13}	a_4	b_{15}
AB	a_1	a_2	a_3	a_4	b_{25}
BC	b_{31}	a_2	a_3	a_4	b_{25}
CDE	a_1	b_{42}	a_3	a_4	a_5
AE	a_1	b_{52}	a_3	a_4	a_5

一轮扫描后, 表不同于初始化时, 但没有全 A 的行, 故重新扫描

$A \rightarrow C$					$C \rightarrow D$				
A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
AD	a_1	b_{12}	a_3	a_4	b_{15}	AD	a_1	b_{12}	a_3
AB	a_1	a_2	a_3	a_4	b_{25}	AB	a_1	a_2	a_3
BC	b_{31}	a_2	a_3	b_{24}	b_{35}	BC	b_{31}	a_2	a_3
CDE	a_1	b_{42}	a_3	a_4	a_5	CDE	a_1	b_{42}	a_3
AE	a_1	b_{52}	a_3	a_4	a_5	AE	a_1	b_{52}	a_3

再扫描 $B \rightarrow C$, $DE \rightarrow C$, $CE \rightarrow A$ 表不变, 但此时表不同于此轮开始时的表, 重新开始一轮扫描, 表不发生变化, 算法结束。 ρ 不是无损连接分解。



6. 考虑关系R, R有一所大学的课程和章节的信息。

$R = \{$ 课程编号, 章节编号, 学院, 课时, 等级, 教师编号, 学期, 年,
上课时间, 教室, 学生数量 $\}$

假设R上有以下函数依赖关系:

- (a) {课程编号} \rightarrow {学院, 课时, 等级}
- (b) {课程编号, 章节编号, 学期, 年} \rightarrow {上课时间, 教室, 学生数量, 教师编号}
- (c) {教室, 上课时间, 学期, 年} \rightarrow {教师编号, 课程编号, 章节编号}

(1) R的主键是?

(2) 怎么把这个关系模式规范化? 试分析之。

(1) 为R中的属性依次编号A~K, 函数依赖为

$$\{ A \rightarrow CDE, ABGH \rightarrow IJK, GHIJ \rightarrow ABF \}$$

L类属性 = {G, H}, R类属性 = {C, D, E, F, K}, N类属性 = \emptyset ,

LR类属性 = {A, B, I, J}

$(GHIJ)^+ = U, (ABGH)^+ = U$, 且任何真子集的闭包不是全集,
所以有两个候选键 (ABGH), (GHIJ), 主键可从中任意选取

(2) 将其分解为BCNF.

初始化 $\tau = \{(ABCDEF, GH, IJK)\}$

$(ABCDEF, GH, IJK)$ 中 $A \rightarrow CDE$ 违背 BCNF,

将其分解为 $(ACDE)$ 和 $(ABFGHIJK)$, 都是BCNF

$\tau = \{(ACDE), (ABFGHIJK)\}$