



第4章 关系数据库理论

1. 有关系模式 $R(A,B,C,D,E)$ ，回答下面各个问题：

(1) 若A是R的候选码，具有函数依赖 $BC \rightarrow DE$ ，那么在什么条件下R是BCNF？

答：A是R的候选码，且(BC)也是R的候选码，则R是BCNF。

(2) 如果存在函数依赖 $A \rightarrow B, BC \rightarrow D, DE \rightarrow A$ ，列出R的所有码。

答：(ACE)、(BCE)、(CDE)均为R的候选码。

(3) 如果存在函数依赖 $A \rightarrow B, BC \rightarrow D, DE \rightarrow A$ ，R属于3NF还是BCNF？

答：因为A B C D E都是主属性，所以R属于3NF，R不属于BCNF。



第4章 关系数据库理论

2. 建立一个关于系、学生、班级、学会等诸信息的关系数据库。

描述学生的属性有：学号、姓名、出生年月、系名、班号、宿舍区

描述班级的属性有：班号、专业名、系名、人数、入校年份

描述系的属性有：系名、系号、系办公室地点、人数

描述学会的属性有：学会名、成立年份、地点、人数

有关语义如下：一个系有若干专业，每个专业每年只招一个班，每个班有若干学生。一个系的学生住在同一宿舍区。每个学生可参加若干学会，每个学会会有若干学生。学生参加某学会会有一个入会年份。

请给出关系模式，写出每个关系模式的极小函数依赖集，指出是否存在传递函数依赖，对于函数依赖左部是多属性的情况讨论函数依赖是完全函数依赖，还是部分函数依赖。

指出各关系的候选码、外部码，有没有全码存在？



第4章 关系数据库理论

关系模式:

学生S (S#, SN, SB, DN, C#, SA)

其中, S#---学号, SN---姓名, SB---出生年月, DN---系名, C#---班号, SA---宿舍区

班级C (C#, CS, DN, CNUM, CDATE)

其中, C#---班号, CS---专业名, DN---系名, CNUM---班级人数, CDATE---入校年份

系D (D#, DN, DA, DNUM)

其中, D#---系号, DN---系名, DA---系办公室地点, DNUM---系人数

学会P (PN, DATE1, PA, PNUM)

其中, PN---学会名, DATE1---成立年月, PA---地点, PNUM---学会会员人数

学生-学会SP (S#, PN, DATE2)

其中, S#---学号, PN---学会名, DATE2---入会年份



第4章 关系数据库理论

依据上面给出的语义，写出每个关系模式的极小函数依赖集：

S: $S\# \rightarrow SN, S\# \rightarrow SB, S\# \rightarrow C\#, C\# \rightarrow DN, DN \rightarrow SA$.

*/*一个系的学生住在同一宿舍区*/*

C: $C\# \rightarrow CS, C\# \rightarrow CNUM, C\# \rightarrow CDATE, CS \rightarrow DN, (CS, CDATE) \rightarrow C\#$

/ 因为每个专业每年只招一个班*/*

D: $D\# \rightarrow DN, DN \rightarrow D\#, D\# \rightarrow DA, D\# \rightarrow DNUM$

*/*按照实际情况，系名和系号是一一对应的*/*

P: $PN \rightarrow DATE1, PN \rightarrow PA, PN \rightarrow PNUM$

SP: $(S\#, PN) \rightarrow DATE2$

*/*学生参加某学会有一个入会年份*/*



第4章 关系数据库理论

(1) S中存在的传递函数依赖: $S: S\# \rightarrow SN, S\# \rightarrow SB, S\# \rightarrow C\#, C\# \rightarrow DN, DN \rightarrow SA$.

因为 $S\# \rightarrow C\#, C\# \rightarrow DN$,所以存在传递函数依赖 $S\# \rightarrow DN$,

因为 $C\# \rightarrow DN, DN \rightarrow SA$,所以存在传递函数依赖 $C\# \rightarrow SA$,

因为 $S\# \rightarrow C\#, C\# \rightarrow DN, DN \rightarrow SA$,所以存在传递函数依赖 $S\# \rightarrow SA$ 。

(2) C中存在的传递函数依赖:

$C: C\# \rightarrow CS, C\# \rightarrow CNUM, C\# \rightarrow CDATE, CS \rightarrow DN, (CS, CDATE) \rightarrow C\#$

因为 $C\# \rightarrow CS, CS \rightarrow DN$,所以存在传递函数依赖 $C\# \rightarrow DN$ 。

(3) 函数依赖左部是多属性的情况:

$C: C\# \rightarrow CS, C\# \rightarrow CNUM, C\# \rightarrow CDATE, CS \rightarrow DN, (CS, CDATE) \rightarrow C\#$

$SP: (S\#, PN) \rightarrow DATE2$

$(S\#, PN) \rightarrow DATE2$ 和 $(CS, CDATE) \rightarrow C\#$ 函数依赖左部具有2个属性,

它们都是完全函数依赖,没有部分函数依赖的情况。

第4章 关系数据库理论

关系	候选码	外部码	全码
S	S#	C#, DN	无
C	C# 和(CS,CDATE)	DN	无
D	D#和 DN	无	无
P	PN	无	无
SP	(S#, PN)	S#, PN	无

关系模式C和D都有2个候选码。

S: $S\# \rightarrow SN$, $S\# \rightarrow SB$, $S\# \rightarrow C\#$, $C\# \rightarrow DN$, $DN \rightarrow SA$.

/*一个系的学生住在同一宿舍区*/

C: $C\# \rightarrow CS$, $C\# \rightarrow CNUM$, $C\# \rightarrow CDATE$, $CS \rightarrow DN$, $(CS, CDATE) \rightarrow C\#$

/* 因为每个专业每年只招一个班*/

D: $D\# \rightarrow DN$, $DN \rightarrow D\#$, $D\# \rightarrow DA$, $D\# \rightarrow DNUM$

/*按照实际情况，系名和系号是一一对应的*/

P: $PN \rightarrow DATE1$, $PN \rightarrow PA$, $PN \rightarrow PNUM$

SP: $(S\#, PN) \rightarrow DATE2$

/*学生参加某学会有一个入会年份*/



习题 4

3、设有一关系 $R(S\#, C\#, G, TN, D)$ ，其属性的含义为： $S\#$ -学号； $C\#$ -课程号； G -成绩； TN -任课教师； D -教师所在系，这些数据有下列语义：

学号和课程号分别与其代表的学生和课程一一对应；一个学生所修的每门课程都有一个成绩；每门课程只有一位任课教师，但每位教师可以有多门课程；教师中没有重名；每个教师只属于一个系。

- (1) 试根据上述语义确定函数依赖集。
- (2) 关系 R 为第几范式？并举例说明在进行增、删操作时的异常现象。
- (3) 试把 R 分解成3NF模式集，并说明理由。

解：(1) $F = \{ (S\#, C\#) \rightarrow G, C\# \rightarrow TN, TN \rightarrow D \}$

(2) R 的候选键为： $(S\#, C\#)$

$R \in 1NF$ ($\because C\# \rightarrow TN$ 存在非主属性对候选键的部分函数依赖)

学生未选课时不能插入教师信息；删除某门课时会丢失教师的信息。

(3) $R_1(S\#, C\#, G)$ $R_2(C\#, TN)$ $R_3(TN, D)$



习题 4

4、指出下列关系模式是第几范式？并说明理由。

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

候选键: XY

$R \in BCNF$ ($\because XY \rightarrow Z$ 的左部包含了 R 的候选键)

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

候选键: XY, XZ

$R \in 3NF$ ($\because R$ 的所有属性都是主属性，但 $Y \rightarrow Z$ 的左部未包含 R 的任一候选键)

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

候选键: X, Y

$R \in BCNF$ (\because 所有函数依赖的左部包含了 R 的任一候选键)

(4) $R(X, Y, Z) \quad F = \{X \rightarrow Y, X \rightarrow Z\}$

候选键: X

$R \in BCNF$ (\because 所有函数依赖的左部包含了 R 的候选键)

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

候选键: WX

$R \in 1NF$ ($\because X \rightarrow Z$ 存在非主属性对候选键的部分函数依赖)



习题 4

5. 表 4-16 给出的关系 R 为第几范式？是否存在操作异常？若存在，则将其分解为高级范式。分解后的高级范式中是否可避免分解前关系中存在的操作异常？

表 4-16 关系 R

工程号	材料号	数量	开工日期	完工日期	价格
P_1	I_1	4	9805	9902	250
P_1	I_2	6	9805	9902	300
P_1	I_3	15	9805	9902	180
P_2	I_1	6	9811	9912	250
P_2	I_4	18	9811	9912	350

答：从数据和常识上分析，有

如下函数依赖：

工程号 \rightarrow 开工日期，

工程号 \rightarrow 完工日期，

(工程号，材料号) \rightarrow 数量，

材料号 \rightarrow 价格

存在的问题是非主属性对码的部分函数依赖：

(工程号，材料号) \xrightarrow{P} 开工日期

(工程号，材料号) \xrightarrow{P} 完工日期

因此是第一范式。



习题 4

5. 表 4-16 给出的关系 R 为第几范式？是否存在操作异常？若存在，则将其分解为高级范式。分解后的高级范式中是否可避免分解前关系中存在的操作异常？

表 4-16 关系 R

工程号	材料号	数量	开工日期	完工日期	价格
P_1	I_1	4	9805	9902	250
P_1	I_2	6	9805	9902	300
P_1	I_3	15	9805	9902	180
P_2	I_1	6	9811	9912	250
P_2	I_4	18	9811	9912	350

它存在操作异常，如果工程项目确定后，若暂时未用到材料，则该工程的数据因缺少码的一部分（材料号）而不能进入到数据库中，出现插入异常。若某工程下马，则删去该工程的操作也可能丢失材料方面的信息。

将其中的部分函数依赖分解为一个独立的关系，则产生如下所示的关系模式：

工程号	材料号	数量	材料号	价格	工程号	开工日期	完工日期
P_1	I_1	4	I_1	250	P_1	9805	9902
P_1	I_2	6	I_2	300	P_1	9805	9902
P_1	I_3	15	I_3	180	P_1	9805	9902
P_2	I_1	6	I_4	350	P_2	9811	9912
P_2	I_4	18			P_2	9811	9912

分解后，新工程确定后，尽管还未用到材料，该工程数据可在关系 R_2 中插入。某工程数据删除时，仅对关系 R_2 操作，也不会丢失材料方面的信息。

习题 4

6、设有关系模式 $R(A, B, C, D, E)$, 其上的函数依赖集:

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

(1) 计算 B^+ 。

(2) 求出 R 的所有的候选键, 判断 R 的范式。

解: (1) $B^+ = BD$

(2) L, R类: 无

$$A^+ = ABCDE = U \quad B^+ = BD \neq U \quad C^+ = C \neq U \quad D^+ = D \neq U \quad E^+ = EABCD = U$$

$$(BC)^+ = BCDEA = U$$

$$(CD)^+ = CDEAB = U$$

$\therefore A, E, BC, CD$ 是 R 的候选键。 非主属性: 无

$\therefore R \in 3NF$ (\because 全部属性都是主属性的关系至少是3NF。但 $B \rightarrow D$ 的左部未包含 R 的任一候选键, $\therefore R$ 不是BCNF)



习题 4

10、设有关系模式 $R(A, B, C, D)$, 其上的函数依赖集:

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

- (1) 求 F 的最小等价依赖集 F_m 。
- (2) 将 R 分解使其满足BCNF且无损连接性。
- (3) 将 R 分解成满足3NF并具有无损连接性与依赖保持性。

解: (1) $F_1 = \{A \rightarrow C, C \rightarrow A, B \rightarrow A, B \rightarrow C, D \rightarrow A, D \rightarrow C\}$

$$F_m = \{A \rightarrow C, C \rightarrow A, B \rightarrow A, D \rightarrow A\} \quad (\text{不惟一})$$

(2) 候选键: BD

$$\rho = \{AC, BA, BD\} \quad (\text{利用 } F_m \text{ 进行分解, 分解不惟一})$$

$$(3) \quad \rho = \{AC, BA, DA, BD\} \quad (\text{分解不惟一})$$

习题 4

12、设有关系模式 $R(A, B, C, D, E, G)$ ，其上的函数依赖集：

$F = \{A \rightarrow B, C \rightarrow G, E \rightarrow A, CE \rightarrow D\}$ ，现有下列分解：

(1) $\rho_1 = \{CG, BE, ECD, AB\}$

(2) $\rho_2 = \{ABE, CDEG\}$

试判断上述每一个分解是否具有无损连接性。

解：(1) 初始表

Ri	A	B	C	D	E	G
CG			a3			a6
BE		a2			a5	
ECD			a3	a4	a5	
AB	a1	a2				

修改后表

Ri	A	B	C	D	E	G
CG			a3			a6
BE	b21	a2			a5	
ECD	b21	a2	a3	a4	a5	a6
AB	a1	a2				

■ 修改表后未出现一行全a，所以 ρ_1 不具有无损连接性。



习题 4

12、设有关系模式 $R(A, B, C, D, E, G)$, 其上的函数依赖集:

$F = \{A \rightarrow B, C \rightarrow G, E \rightarrow A, CE \rightarrow D\}$, 现有下列分解:

(2) $\rho_2 = \{ABE, CDEG\}$

解: (2) 令 $R_1 = ABE$ $R_2 = CDEG$

则 $R_1 \cap R_2 = E$ $R_1 - R_2 = AB$ $R_2 - R_1 = CDG$

$\because E \rightarrow AB \in F^+$ (即 $R_1 \cap R_2 \rightarrow R_1 - R_2 \in F^+$)

$\therefore \rho_2$ 具有无损连接性。



习题 4

16. 设有关系模式 BCL(BNO, CITY, SSETS, CNO, NAME, ADDR, LNO, AMOUNT), 各

属性依次为支行号、支行所在城市、支行总资产、客户号、客户名、客户地址、贷款号和贷款金额。

设一个客户可贷多笔贷款, 一笔贷款可由多个客户共同贷款; 贷款由各个支行发出, 一笔贷款只能由一个支行发出, 贷款号在各支行唯一。试分析该关系模式存在的问题并用规范化理论将其分解为合理的关系模式。

(1) $F = \{BNO \rightarrow CITY, BNO \rightarrow SSETS, CNO \rightarrow NAME, CNO \rightarrow ADDR, (BNO, CNO, LNO) \rightarrow AMOUNT\}$

(2) BCL关系的候选码为 (BNO, LNO, CNO)

$\because BNO \rightarrow CITY, BNO \rightarrow SSETS, CNO \rightarrow NAME, CNO \rightarrow ADDR, \therefore BCL \in 1NF$ 。

该关系模式存在下列问题:

- 数据冗余。支行所在城市, 支行总资产, 客户名, 客户地址大量重复。
- 插入操作异常。该关系候选码为 (BNO, LNO, CNO), 当支行成立还没有客户时, 支行信息无法插入。
- 删除操作异常。当所有客户归还贷款而没有新客户贷款时会丢失支行信息。



习题 4

16. 设有关系模式 BCL(BNO, CITY, SSETS, CNO, NAME, ADDR, LNO, AMOUNT), 各

属性依次为支行号、支行所在城市、支行总资产、客户号、客户名、客户地址、贷款号和贷款金额。

设一个客户可贷多笔贷款, 一笔贷款可由多个客户共同贷款; 贷款由各个支行发出, 一笔贷款只能由一个支行发出, 贷款号在各支行唯一。试分析该关系模式存在的问题并用规范化理论将其分解为合理的关系模式。

(1) $F = \{BNO \rightarrow CITY, BNO \rightarrow SSETS, CNO \rightarrow NAME, CNO \rightarrow ADDR, (BNO, CNO, LNO) \rightarrow AMOUNT\}$

(2) BCL关系的候选码为 (BNO, LNO, CNO)

$\because BNO \rightarrow CITY, BNO \rightarrow SSETS, CNO \rightarrow NAME, CNO \rightarrow ADDR, \therefore BCL \in 1NF$ 。

(3) 将BCL分解为:

BCL1 (BNO, CITY, SSETS)
BCL2 (CNO, NAME, ADDR)
BCL3 (BNO, LNO, CNO, AMOUNT)



习题 4

下面的结论哪些是正确的哪些是错误的

(1) 任何一个二目关系是属于3NF。

答：正确。因为关系模式中只有两个属性，所以无传递。

(2) 任何一个二目关系是属于BCNF。

答:正确。按BCNF的定义，若 XY ,且 Y 不是 X 的子集时，每个决定因素都包含码，对于二目关系决定因素必然包含码。

(3)任何一个二目关系是属于4NF。

答:正确。因为只有两个属性，所以无非平凡的多值依赖。

(4) 若 $R.(B, C) \rightarrow R.A$ ，则 $R.B \rightarrow R.A$ ， $R.C \rightarrow R.A$ 。

关系模式SC(Sno,Cno,G), $(Sno,Cno) \rightarrow G$, 但 $Sno \nrightarrow G$, $Cno \nrightarrow G$

5) 若 $R.A \rightarrow R.B$, $R.B \rightarrow R.C$ ，则 $R.A \rightarrow R.C$ 。

6) 若 $R.A \rightarrow R.B$, $R.A \rightarrow R.C$ ，则 $R.A \rightarrow R.(B, C)$ 。

7) 若 $R.B \rightarrow R.A$, $R.C \rightarrow R.A$ ，则 $R.(B, C) \rightarrow R.A$ 。