

模式的分解（续）

- 如果一个分解具有无损连接性，则它能够保证不丢失信息
- 如果一个分解保持了函数依赖，则它可以减轻或解决各种异常情况
- 分解具有无损连接性和分解保持函数依赖是两个互相独立的标准。具有无损连接性的分解不一定能够保持函数依赖；同样，保持函数依赖的分解也不一定具有无损连接性。



关系模式的分解方法

1. 分解的基本要求

分解后的关系模式与分解前的关系模式等价，即分解必须具有无损联接和函数依赖保持性。

2. 目前分解算法的研究结论

- 1) 若要求分解具有无损联接性，那么分解一定可以达到4NF。
- 2) 若要求分解保持函数依赖，那么分解可以达到3NF，但不一定能达到BCNF。
- 3) 若要求分解既保持函数依赖，又具有无损联接性，那么分解可以达到3NF，但不一定能达到BCNF。



关系模式的分解方法

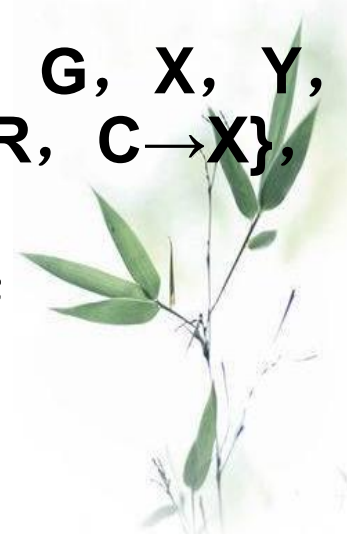
1 将关系模式转化为3NF的保持函数依赖的分解

- 1) 对 $R \langle U, F \rangle$ 中的 F 进行极小化处理。处理后的函数依赖集仍用 F 表示。
- 2) 找出不再在 F 中出现的属性，把这样的属性构成一个关系模式，并把这些属性从 U 中去掉。
- 3) 如果 F 中有一个函数依赖涉及 R 的全部属性，则 R 不能再分解。
- 4) 如果 F 中含有 $X \rightarrow A$ ，则分解应包含模式 XA ，如果 $X \rightarrow A_1$ ， $X \rightarrow A_2$ ，... $X \rightarrow A_n$ 均属于 F ，则分解应包含模式 $XA_1A_2...A_n$ 。

【例】设关系模式 $R \langle U, F \rangle$ ， $U = \{C, T, H, R, S, G, X, Y, Z\}$ ， $F = \{C \rightarrow T, CS \rightarrow G, HR \rightarrow C, HS \rightarrow R, TH \rightarrow R, C \rightarrow X\}$ ，将 R 分解为3NF，且保持函数依赖。

解：设该函数依赖集已经是最小化的，则分解 ρ 为：

$\rho = \{YZ, CTX, CSG, HRC, HSR, THR\}$ 。



2. 将关系转化为3NF、且既具有无损连接性又能保持函数依赖的分解

1) 设 X 是 $R \langle U, F \rangle$ 的码, $R \langle U, F \rangle$ 先进行保持函数依赖的分解, 结果为 $\rho = \{ R_1 \langle U_1, F_1 \rangle, R_2 \langle U_2, F_2 \rangle, \dots, R_k \langle U_k, F_k \rangle \}$, 令 $\tau = \rho \cup \{ R^* \langle X, F_x \rangle \}$ 。

2) 若有某个 $U_i, X \subseteq U_i$, 将 $R^* \langle X, F_x \rangle$ 从 τ 中去掉, τ 就是所求的分解。

【例】有关系模式 $R \langle U, F \rangle$, $U = \{C, T, H, R, S, G\}$, $F = \{C \rightarrow T, CS \rightarrow G, HR \rightarrow C, HS \rightarrow R, TH \rightarrow R\}$, 将 R 分解为3NF, 且既具有无损连接性又能保持函数依赖。

解: 求得关系模式 R 的码为 HS , 它的一个保持函数依赖的3NF为:

$\rho = \{CT, CSG, HRC, HSR, THR\}$.

$\therefore HS \subseteq HSR$

$\therefore \tau = \rho = \{CT, CSG, HRC, HSR, THR\}$ 为满足要求的分解。



例1

考虑关系模式**R** (**A,B,C,D**) ,写出满足下列函数依赖时**R**的码, 并给出**R**属于哪种范式? (1NF,2NF,3NF或BCNF)

1) $B \rightarrow D, AB \rightarrow C$

2) $A \rightarrow B, A \rightarrow C, D \rightarrow A$

3) $BCD \rightarrow A, A \rightarrow C$

4) $B \rightarrow C, B \rightarrow D, CD \rightarrow A$

5) $ABD \rightarrow C$



例1

考虑关系模式R (A,B,C,D) ,写出满足下列函数依赖时R的码，并给出R属于哪种范式？（1NF,2NF,3NF或BCNF）

1) $B \rightarrow D, AB \rightarrow C$ (码: AB; R是1NF)

2) $A \rightarrow B, A \rightarrow C, D \rightarrow A$ (码: D; R是2NF)

3) $BCD \rightarrow A, A \rightarrow C$ (码: BCD,ABD ; R是3NF)

4) $B \rightarrow C, B \rightarrow D, CD \rightarrow A$ (码: B; R是2NF)

5) $ABD \rightarrow C$ (码: ABD ; R是BCNF)



例2

- 设有关系模式R(运动员编号, 比赛项目, 成绩, 比赛类别, 比赛主管), 存储运动员比赛成绩及比赛类别、主管等信息。

规定：每个运动员每参加一个比赛项目，只有一个成绩；每个比赛项目只属于一个比赛类别；每个比赛类别只有一个比赛主管。问：

- 1)根据上述规定,写出模式R的基本FD和主码
- 2)分析R的范式并将其分解为高一级范式



例2

- 1)基本的FD有三个:

(运动员编号,比赛项目) \longrightarrow 成绩

比赛项目 \longrightarrow 比赛类别

比赛类别 \longrightarrow 比赛主管

R的主码为(运动员编号,比赛项目)

2) R属于1NF

R分解为R1(运动员编号,比赛项目,成绩)

R2(比赛项目,比赛类别,比赛主管)



例3

- 设有关系模式R (A, B, C, D) , 其函数依赖集
 $F = \{ A \rightarrow C, C \rightarrow A, B \rightarrow AC, D \rightarrow AC, BD \rightarrow A \}$ 。

请完成下列各题：

- 1) 求出F的最小函数依赖集。
- 2) 求出R的所有候选码。
- 3) 将R分解为3NF, 并使其具有无损连接性和依赖保持性。



例3

- 1. 求F的最小函数依赖集

①把F中的函数依赖化为右边只含单个属性的依赖得： $F1=\{A\rightarrow C, C\rightarrow A, B\rightarrow A, B\rightarrow C, D\rightarrow A, D\rightarrow C, BD\rightarrow A\}$

②去掉F1中多余的函数依赖，可去掉 $B\rightarrow A, D\rightarrow A, BD\rightarrow A$ 得：

$F2=\{A\rightarrow C, C\rightarrow A, B\rightarrow C, D\rightarrow C\}$

③去掉F2中函数依赖左部多余的属性。由于F2中无左部是多属性的函数依赖，故F2就是F的最小函数依赖集。



例3

- 因为 $(BD)^+ = ABCD$ 包含了R的全部属性，由候选码求解理论可知，**BD**是R的唯一候选码。
- 从**F2**可看出，R中的每个属性均在函数依赖中出现过，根据保持函数依赖的**3NF**分解算法，将左部相同的每组函数依赖所包含的属性作为一个关系模式，从而可得分解为：**{AC, CA, BC, DC}**，又因为**AC**与**CA**相同，故只需保留一个。再根据无损连接性和依赖保持性的**3NF**分解算法，只需加上一个候选码**BD**，即得到分解 **$\rho = \{AC, BC, DC, BD\}$** ，由算法可知分解 **$\rho$** 具有无损连接性和依赖保持性，且每个关系模式均为**3NF**。

$F2 = \{A \rightarrow C, C \rightarrow A, B \rightarrow C, D \rightarrow C\}$



例4

- $BCNF \subset 3NF$

反证：若 $R \in BCNF$ ，但 $R \notin 3NF$ ，则按 $3NF$ 定义，一定有非主属性对码的传递依赖，于是存在：

R 的码 X ，属性组 Y ，以及非主属性 Z ($Z \not\subset Y$)，使得 $X \rightarrow Y$ ， $Y \rightarrow Z$ ， $Y \not\rightarrow X$ 成立

由 $Y \rightarrow Z$ ，按 $BCNF$ 定义， Y 含有码，于是 $Y \rightarrow X$ 成立，这与 $Y \not\rightarrow X$ 矛盾。所以 $R \in 3NF$



例5

试证： $F = \{X \rightarrow YZ, Z \rightarrow CW\} \models X \rightarrow CWYZ$

证： 已知 $X \rightarrow YZ, Z \rightarrow CW$,

利用分解规则得： $X \rightarrow Y, X \rightarrow Z, Z \rightarrow C, Z \rightarrow W$

因为 $X \rightarrow Z, Z \rightarrow C$ ，利用传递律得： $X \rightarrow C$

因为 $X \rightarrow Z, Z \rightarrow W$ ，利用传递律得： $X \rightarrow W$

最后，利用合并规则得： $X \rightarrow CWYZ$



例6

- 设有关系模式 $R(A,B,C,D,E)$, R 的最小函数依赖集 $F=\{A \rightarrow D, E \rightarrow D, D \rightarrow B, BC \rightarrow D, DC \rightarrow A\}$
- 1) 求 R 的所有候选码
- 2) 将 R 分解为3NF并具有无损连接性和保持函数依赖
- 3) 判断 $\rho=\{AB, AE, EC, DBC, AC\}$ 是否为无损连接分解



例6

已知 $R(ABCDE)$,最小函数依赖 $F=\{A \rightarrow D, E \rightarrow D, D \rightarrow B, BC \rightarrow D, DC \rightarrow A\}$,求候选码,并求具有损连接性和保持函数依赖的3NF分解.

解:1 $(EC)_F^+ = ECDBA$, CE 都只出现在函数依赖的左边。故 EC 为 R 唯一的候选码。

2 将最小函数依赖集 F 中每个函数依赖构成一张表,得到
 $\rho_1 = \{AD, ED, DB, BDC, DCA\}$,因为 AD 是 DCA 的子集, DB 是 BDC 的子集, 去掉 ρ_1 中的 AD 和 BD , 得到 $\rho_2 = \{ED, BDC, DCA\}$, 这个分解是保持函数依赖的分解。题目还要求分解具有无损连接性, 所以在 ρ_2 集合中要加上未分解表的主码 EC , 得到

$\rho = \{ED, BCD, DCA, EC\}$ 为具有无损连接且保持函数依赖性的3NF分解



例6

3.

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

$A \rightarrow D$

	A	B	C	D	E
AC	a_1	b_{12}	a_3	b_{14}	b_{15}
AB	a_1	a_2	b_{23}	b_{24}	b_{25}
DBC	b_{31}	a_2	a_3	a_4	b_{35}
CE	b_{41}	b_{42}	a_3	b_{44}	a_5
AE	a_1	b_{52}	b_{53}	b_{54}	a_5

	A	B	C	D	E
AC	a_1	b_{12}	a_3	b_{14}	b_{15}
AB	a_1	a_2	b_{23}	b_{14}	b_{25}
DBC	b_{31}	a_2	a_3	a_4	b_{35}
CE	b_{41}	b_{42}	a_3	b_{44}	a_5
AE	a_1	b_{52}	b_{53}	b_{14}	a_5

例6

3.

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

$$E \rightarrow D$$

	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
AC	a_1	b_{12}	a_3	b_{14}	b_{15}	AC	a_1	b_{12}	a_3	b_{14}	b_{15}
AB	a_1	a_2	b_{23}	b_{14}	b_{25}	AB	a_1	a_2	b_{23}	b_{14}	b_{25}
DBC	b_{31}	a_2	a_3	a_4	b_{35}	DBC	b_{31}	a_2	a_3	a_4	b_{35}
CE	b_{41}	b_{42}	a_3	b_{44}	a_5	CE	b_{41}	b_{42}	a_3	b_{14}	a_5
AE	a_1	b_{52}	b_{53}	b_{14}	a_5	AE	a_1	b_{52}	b_{53}	b_{14}	a_5

例6

3.

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

$$D \rightarrow B$$

	A	B	C	D	E
AC	a_1	b_{12}	a_3	b_{14}	b_{15}
AB	a_1	a_2	b_{23}	b_{14}	b_{25}
DBC	b_{31}	a_2	a_3	a_4	b_{35}
CE	b_{41}	b_{42}	a_3	b_{14}	a_5
AE	a_1	b_{52}	b_{53}	b_{14}	a_5

	A	B	C	D	E
AC	a_1	a_2	a_3	b_{14}	b_{15}
AB	a_1	a_2	b_{23}	b_{14}	b_{25}
DBC	b_{31}	a_2	a_3	a_4	b_{35}
CE	b_{41}	a_2	a_3	b_{14}	a_5
AE	a_1	a_2	b_{53}	b_{14}	a_5

例6

3.

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

$$BC \rightarrow D$$

	A	B	C	D	E
AC	a_1	a_2	a_3	b_{14}	b_{15}
AB	a_1	a_2	b_{23}	b_{14}	b_{25}
DBC	b_{31}	a_2	a_3	a_4	b_{35}
CE	b_{41}	a_2	a_3	b_{14}	a_5
AE	a_1	a_2	b_{53}	b_{14}	a_5

	A	B	C	D	E
AC	a_1	a_2	a_3	a_4	b_{15}
AB	a_1	a_2	b_{23}	b_{14}	b_{25}
DBC	b_{31}	a_2	a_3	a_4	b_{35}
CE	b_{41}	a_2	a_3	a_4	a_5
AE	a_1	a_2	b_{53}	b_{14}	a_5

例6

3. $F=\{A \rightarrow D, E \rightarrow D, D \rightarrow B, BC \rightarrow D, DC \rightarrow A\}$

$DC \rightarrow A$

	A	B	C	D	E
AC	a_1	a_2	a_3	a_4	b_{15}
AB	a_1	a_2	b_{23}	b_{14}	b_{25}
DBC	b_{31}	a_2	a_3	a_4	b_{35}
CE	b_{41}	a_2	a_3	a_4	a_5
AE	a_1	a_2	b_{53}	b_{14}	a_5

	A	B	C	D	E
AC	a_1	a_2	a_3	a_4	b_{15}
AB	a_1	a_2	b_{23}	b_{14}	b_{25}
DBC	a_1	a_2	a_3	a_4	b_{35}
CE	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
AE	a_1	a_2	b_{53}	b_{14}	a_5

矩阵中有一行为全a的，所以
 $\rho=\{AB, AE, EC, DBC, AC\}$ 为无损连接分解