思考题1

假定我们要够造一个数据库，属性集为｛A,B,C,D,E,F,G｝，给定的函数依赖集F如下：

F=｛BCD→A，BC→E，A→F，F→G，C→D，A→G｝.

找出这个函数依赖集的最小覆盖。

Fm={BC→A，BC→E，A→F，F→G，C→D}

思考1：该关系的候选码？

思考2：本例中的关系R属于第几范式？

思考题2

U=(A,B,C,D,E,F,G)

F={AB→C， C→EG， C→A, BE→C,

BC→D, CG→BD， ACD→B,

CE→AG}

找出这个函数依赖集的最小覆盖G

Fm={AB→C,BE→C,C→A, C→B, C→ D,

C→E, C→G}

4.4 关系模式的分解方法

4.4.1 模式分解的概念

4.4.2 分解的无损连接性判断

4.4.3 分解的函数依赖保持性判断

4.4.4 关系模式的分解算法

4.4.1 模式分解的概念

定义 4.20：模式分解

关系模式R（U，F）的一个分解 ρ 是若干关系模式的一个集合，其中，

（1）$U = \bigcup_{i=1}^{n} U_i$ ，即关系模式R的属性集U是分解后小关系模式的属性集U_i的并集；

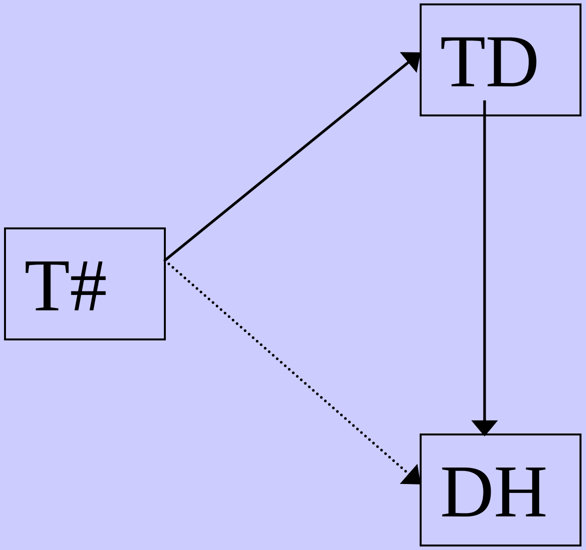
（2）对每个i，j $(1 \le i \le n, 1 \le j \le n$ 且 $i \ne j)$ 有$U_i \not\subseteq U_j$

（3）F_i是F在U_i上的投影，即

$$F_i = \{X \to Y \in F^+ \wedge XY \subseteq U_i\}$$

设一关系模式R(T#，TD，DH)，其中T#表示教师编号，TD表示教师所属系部，DH表示系主任名。假定每位教师只能在一个系任教，每个系只有一位系主任。

T#	TD	DH
T1	D1	AA
T2	D1	AA
T3	D2	BB
T4	D3	CC



分解1：

$\rho_1=\{R_1(T\#),\ R_2(TD),\ R_3(DH)\}$

分解2：

$\rho_2=\{R_1(T\#,\ TD),\ R_2(T\#,\ DH)\}$

分解3：

$\rho_3=\{R_1(T\#,\ TD),\ R_2(TD,\ DH)\}$

分析：这三种分解那一个最好？

分解 1：

R_1

T#
T1
T2
T3
T4

R_2

TD
D1
D2
D3

R_3

DH
AA
BB
CC

问题：T1是哪一个系的教师？无法回答。R1，R2，R3也无法恢复到原来的R。

分解 2：

R_1

T#	TD
T1	D1
T2	D1
T3	D2
T4	D3

R_2

T#	DH
T1	AA
T2	AA
T3	BB
T4	CC

此时，R1，R2的分解是可恢复的，但仍然存在操作异常。原因：TD→DH 在R1，R2中没有体现。

分解 3：

R_1

T#	TD
T1	D1
T2	D1
T3	D2
T4	D3

R_2

TD	DH
D1	AA
D2	BB
D3	CC

此时，R1，R2的分解是可恢复的，并且消除了操作异常。

分解等价性的判定准则

分解前的关系模式R和分解后的关系子模式集合ρ，是否表示同样的数据

分解的无损连接性

分解前的关系模式R和分解后的关系子模式集合ρ，是否保持相同的函数依赖

分解的函数依赖保持性

4.4.2 分解的无损连接性判定

1. 分解的无损连接性：

如果一个关系模式分解后，可以通过自然连接恢复原模式的信息，这一特性称为分解的无损连接性。

算法 4.4　判定分解的无损连接性

$\rho=\{R_1(U_1,F_1),\ldots,R_k(U_k,F_k)\}$是$R(U,F)$的一个分解，$U=\{A_1,\ldots,A_n\}$，$F=\{FD_1,FD_2,\ldots,FD_p\}$。

1) 构造一个n列k行的二维表T。

$$T_{ij}=\begin{cases} a_j, & \text{如果} A_j \in R_i \\ b_{ij}, & \text{如果} A_j \notin R_i \end{cases}$$

2） 根据F中函数依赖修改表T的内容。

修改规则：逐个考察F中的每个函数依赖$X \rightarrow Y$，在属性X所在的那些列上找出具有相同符号的行，在这些行上使对应于Y的各属性列位置上的符号改为相同，如果其中有一个符号为a_j，则把其它符号也改为a_j，否则改为b_{mj}，其中m是这些行的最小行号。直至在表中发现一行已变成$a_1a_2…a_k$，或表不能再进行修改为止。

3) 反复进行2），如果发现表中有一行已变成$a_1a_2\ldots a_k$，则表示该分解具有无损连接性，否则分解不是无损连接的。

例： 已知 R(U，F) U={A，B，C，D，E，F}，$F=\{AB\rightarrow C, C\rightarrow D, A\rightarrow F, D\rightarrow E, D\rightarrow F\}$

R的一个分解为：

$\rho=\{R_1(A, B, C), R_2(C, D), R_3(D, E, F)\}$

判断ρ是否具有无损连接性。

第一步：建T

A	B	C	D	E	F
a_1	a_2	a_3	b_{14}	b_{15}	b_{16}
b_{21}	b_{22}	a_3	a_4	b_{25}	b_{26}
b_{31}	b_{32}	b_{33}	a_4	a_5	a_6

$\rho=\{R_1(A，B，C)$

$R_2(C，D)$

$R_3(D，E，F)\}$

$$T_{ij}=\begin{cases} a_j， & \text{如果} A_j \in R_i \\ b_{ij}， & \text{如果} A_j \notin R_i \end{cases}$$

第二步：逐个考察函数依赖，并修改表。

(1)AB→C, (2)C→D, (3)A→F, (4)D→E, (5)D→F F

A	B	C	D	E	F
a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
b_{21}	b_{22}	a_3	a_4	a_5	a_6
b_{31}	b_{32}	b_{33}	a_4	a_5	a_6

由于没有相同的分量，所以表不改变

因此，该分解具有无损连接性。

$\rho_1=\{R_1(T\#)，R_2(TD)，R_3(DH)\}$

$\rho_2=\{R_1(T\#，TD)，R_2(T\#，DH)\}$

$\rho_3=\{R_1(T\#，TD)，R_2(TD，DH)\}$

ρ_1

T#	TD	DH
a_1	b_{12}	b_{13}
b_{21}	a_2	b_{23}
b_{31}	b_{32}	a_3

ρ_2

T#	TD	DH
a_1	a_2	b_{13}
a_1	b_{22}	a_3

具有无损连接性

ρ_3

T#	TD	DH
a_1	a_2	b_{13}
b_{21}	a_2	a_3

具有无损连接性

练习

设有关系模式R(B,O,I,S,Q,D)，其函数依赖集为：

F={S→D,I→B,IS→Q,B→O},如果将R分解为R1=SD,R2=IB,R3=ISQ,R4=BO,这样的分解是否具有无损连接性？

	B	O	I	S	Q	D
SD	b11	b12	b13	a4	b15	a6
IB	a1	b22	a3	b24	b25	b26
ISQ	b31	b32	a3	a4	a5	b36
BO	a1	a2	b43	b44	b45	b46

$F=\{S\to D, I\to B, IS\to Q, B\to O\}$

	B	O	I	S	Q	D
SD				a4		a6
IB	a1		a3			
ISQ	a1	a2	a3	a4	a5	a6
BO	a1	a2				

定理4.8:

设ρ={R_1，R_2}是关系模式R的一个分解，F是R的一个函数依赖集，则对于F，ρ具有无损连接性的充分必要条件是:

$$R_1 \cap R_2 \rightarrow R_1 - R_2 \in F^+$$

或 $R_1 \cap R_2 \rightarrow R_2 - R_1 \in F^+$。

例：$R(C\#,TN,D)F=\{C\#\rightarrow TN,TN\rightarrow D\}$ $\rho=\{R_1,R_2\}$

$R_1=(C\#,TN),R_2=(TN,D)$

证：$U_1=\{C\#,TN\},U2=\{TN,D\}$, $(U_1\cap U_2)=\{TN\}$,

$(U_1-U_2)=\{C\#\}$， $(U_2-U_1)=\{D\}$

$\therefore (U_1\cap U_2)\rightarrow (U_1-U_2)$即 $TN\rightarrow C\#$*不成立*

而$(U_1\cap U_2)\rightarrow (U_2-U_1)$即 $TN\rightarrow D$成立

故ρ是无损分解

结论：如果两个关系模式间的公共属性集至少包含其中一个关系模式的关键字，则此分解必定具有无损连接性（或连接不失真性）

4.4.3 分解的函数依赖保持性的判定

定义 4.22：函数依赖集F在属性组Ui上的投影

对于R（U，F）的一个分解

$\rho=\{R_1(U_1,F_1)，R_2(U_2,F_2)，\ldots, R_k(U_k,F_k)\}$

$$F_i = \Pi_{U_i}(F) =\{X \rightarrow Y \in F^+ \wedge XY \subseteq U_i\}$$

定义 4.23：函数依赖保持性

若关系R(U,F)的一个分解

$\rho=\{R_1(U_1,F_1),\ldots,R_k(U_k,F_k)\}$的所有函数

依赖的并集 $(\bigcup_{i=1}^{k} \mathbf{F_i})$满足如下条件：

即 $$(\bigcup_{i=1}^{k} \mathbf{F_i})^{+} = F^{+},$$

则称分解ρ具有函数依赖保持性。

2. 保持函数依赖的判定算法

1 第一步：检验任意一个函数依赖 $X \rightarrow Y \in F$是否可以由G推导出来，$Y \subseteq X_G^+$

2 第二步：检验任意一个函数依赖 $X \rightarrow Y \in G$是否可以由F推导出来，$Y \subseteq X_F^+$

3 第三步：若 $Y \subseteq X_G^+$ 和 $Y \subseteq X_F^+$ 同时成立，则有 $(\bigcup_{i=1}^{k} F_i)^+ = F^+$，

判断分解是否具有函数依赖保持性的方法

例：关系模式R(U，F)　U={A，B，C，D}

F={A→B，B→C，C→D，D→A}

分解ρ={R_1(A，B)，R_2(B，C)，R_3(C，D)}是否具有函数依赖保持性？其中：

$F_1 = \pi_{U_1}(F) = (A \rightarrow B, B \rightarrow A)$

$F_2 = \pi_{U_2}(F) = (B \rightarrow C, C \rightarrow B)$

$F_3 = \pi_{U_3}(F) = (C \rightarrow D, D \rightarrow C)$

判断分解是否具有函数依赖保持性的方法

$F_1 \cup F_2 \cup F_3=$

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

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

因为 $(F_1 \cup F_2 \cup F_3)^+=F^+$

所以 分解ρ具有函数依赖保持性。

练习

设有R（U，F），其中，U={A，B，C，D，F}，F={ A→C，B→C，C→D，DF→C，CF→A }，R的一个分解为：R1=AB，R2=AD，R3=AF，R4=BF，R5=CDF，判断该分解是否具有函数依赖保持性。

F1= ϕ　F2={A→D}　F3 = ϕ　F4= ϕ　F5={C→D，DF→C}

G= $F_1 \cup F_2 \cup F_3 \cup F_4 \cup F_5$

$=\{A \rightarrow D,\ C \rightarrow D,\ DF \rightarrow C\}$

因为 $G \subseteq F^+$ 成立，$F \subseteq G^+$ 不成立

所以该分解不具有函数依赖保持性