

课程名称: 数据库系统

关系模式设计优化

单 位: 重庆大学计算机学院

- 假设有如下关系模式 (简称 SNLRHW)

Hourly_Emps(*ssn*, *name*, *lot*, *rating*, *hrly_wage*,
hrs_worked)

- 如果其中rating 决定 hrly_wage, 这个关系模式有没有问题?

S	N	L	R	W	H
123-22-3666	Attishoo	48	8	10	40
231-31-5368	Smiley	22	8	10	30
131-24-3650	Smethurst	35	5	7	30
434-26-3751	Guldu	35	5	7	32
612-67-4134	Madayan	35	8	10	40

主要目标

- 了解关系模式设计中存在的问题
- 了解评价关系模式设计优劣的标准
- 理解范式的概念，以及第一范式与第二范式
- 掌握函数依赖基础知识以及Armstrong定理

思考问题

- 在关系数据库中，有哪些完整性约束？
- 如何评价关系模型设计的好坏？

- 关系模式 (简称 SNLRHW)

Hourly_Emps(*ssn*, *name*, *lot*, *rating*, *hrly_wage*,
hrs_worked)

- 如果其中rating 决定 hrly_wage, 这个关系模式有没有问题?

S	N	L	R	W	H
123-22-3666	Attishoo	48	8	10	40
231-31-5368	Smiley	22	8	10	30
131-24-3650	Smethurst	35	5	7	30
434-26-3751	Guldu	35	5	7	32
612-67-4134	Madayan	35	8	10	40

关系模式设计中潜在的问题

- ▶ 能否只修改SNLRWH的第一元组的w属性的值？

——修改异常

- ▶ 如果想添加一个员工信息又不知道他的等级所对应的时薪，会如何？

——添加异常

- ▶ 如果要删除所有等级为5的员工信息，会如何？

- ▶ 会丢失5级员工时薪信息

▶ ——删除异常

冗余

- 当数据的某些部分能由其他部分推导出来，就意味着存在冗余。
 - 例如：Smiley的 hrly_wage 可以从 Attishooe 的hrly_wage推出，因为他们等级相同且等级rating 决定hrly_wage。
- 冗余的存在是因为存在完整性约束 (*e. g.*, $FD: R \rightarrow W$).

如何解决冗余问题

- 由于存在约束，特别是函数依赖，导致冗余的产生。
- 如果存在冗余，就需要对关系模式进行优化。
 - 主要优化技术：模式分解（比如，ABCD 用 AB 和 BCD，或者 ACD 和 ABD 替代）。
- 如何正确地使用模式分解：
 - 是否有必要分解一个模式？
 - 分解以后会不会出现什么问题？

S	N	L	R	W	H
123-22-3666	Attishoo	48	8	10	40
231-31-5368	Smiley	22	8	10	30
131-24-3650	Smethurst	35	5	7	30
434-26-3751	Guldu	35	5	7	32
612-67-4134	Madayan	35	8	10	40

=

S	N	L	R	H
123-22-3666	Attishoo	48	8	40
231-31-5368	Smiley	22	8	30
131-24-3650	Smethurst	35	5	30
434-26-3751	Guldu	35	5	32
612-67-4134	Madayan	35	8	40

▷◁

R	W
8	10
5	7

良好关系设计的特点

关系更新异常的实例(联系集开课R)

学生学号	课程编号	课程名称	学生成绩	学生姓名	开课系名	← 注释
<u>S#</u>	<u>C#</u>	CN	G	TN	D	
001	J01	C++	90	张三	计算机系	}
002	J01	C++	96	张三	计算机系	
003	J01	C++	100	张三	计算机系	
004	J01	C++	78	张三	计算机系	
001	J02	Java	65	李四	计算机系	}
002	J02	Java	59	李四	计算机系	
003	J02	Java	85	李四	计算机系	
001	S01	数学分析	85	王五	数学系	
002	W01	大学物理	60	菲菲	物理系	

修改异常：当改变课程J01的信息（C#, CN, D）时，4个相应记录的值都得一同改变。

插入异常：不能插入未开课程的课程记录。因为：无学生信息，而主码(S#, C#)不能为空。

删除异常：当所有学生退选J02课，则课程J02的信息也会消失(一同被删除)。

良好关系设计的特点

返回

两种设计模式
有何不同？

- 合并instructor和department为inst_dept会怎么样？

instructor

ID	name	dept_name	salary
10101	Srinivasan	Comp. Sci.	65000
12121	Wu	Finance	90000
15151	Mozart	Music	40000
22222	Einstein	Physics	95000
32343	El Said	History	60000
33456	Gold	Physics	87000
45565	Katz	Comp. Sci.	75000
58583	Califieri	History	62000
76543	Singh	Finance	80000
76766	Crick	Biology	72000
83821	Brandt	Comp. Sci.	92000
98345	Kim	Elec. Eng.	80000

department

dept_name	building	budget
Biology	Watson	90000
Comp. Sci.	Taylor	100000
Elec. Eng.	Taylor	85000
Finance	Painter	120000
History	Painter	50000
Music	Packard	80000
Physics	Watson	70000

Instr_dept

ID	name	salary	dept_name	building	budget
22222	Einstein	95000	Physics	Watson	70000
12121	Wu	90000	Finance	Painter	120000
32343	El Said	60000	History	Painter	50000
45565	Katz	75000	Comp. Sci.	Taylor	100000
98345	Kim	80000	Elec. Eng.	Taylor	85000
76766	Crick	72000	Biology	Watson	90000
10101	Srinivasan	65000	Comp. Sci.	Taylor	100000
58583	Califieri	62000	History	Painter	50000
83821	Brandt	92000	Comp. Sci.	Taylor	100000
15151	Mozart	40000	Music	Packard	80000
33456	Gold	87000	Physics	Watson	70000
76543	Singh	80000	Finance	Painter	120000

部门表信息会大量重复！

2. 函数依赖 (FDs)

- 函数依赖可形式化表示为: $X \rightarrow Y$, 其中 X and Y 是属性集。
- 例如: $\text{rating} \rightarrow \text{hrly_wage}$, $AB \rightarrow C$
- 如果对于关系实例 r 中的任意一对元组 $t1$ 和 $t2$, 有 $t1.X = t2.X$ 逻辑蕴涵 $t1.Y = t2.Y$, 那么, 函数依赖 $X \rightarrow Y$ 在关系 r 中成立。
- 即, 关系 r 中给定两个元组, 如果 X 属性值相等, 则 Y 的值也一定相等. (X 和 Y 是属性集)

函数依赖 (FDs)

- 如果对关系 R 中的每个实例 r ，都满足函数依赖，则该函数依赖在关系 R 上成立。
 - 函数依赖必须由应用的语义所决定
 - 对于给定关系 R 的某实例 r ，我们能判断它是否违反了某个函数依赖。
 - 但是不能仅仅根据一个满足函数依赖的实例来断定该函数依赖在关系模式 R 上成立。

例：实体集上的约束

► 考虑以下关系Hourly_Emps：

- Hourly_Emps (*ssn*, *name*, *lot*,
rating, *hrly_wage*, *hrs_worked*)

► 在该关系上成立的函数依赖：

- *ssn* 是主码: $S \rightarrow SNLRWH$

- *rating* 决定 *hrly_wage*: $R \rightarrow W$

A	B	C
1	1	2
1	1	3
2	1	3
2	1	2

在该关系实例上存在哪些函数依赖？

FDs with A as the left side:	Satisfied by the relation instance?
$A \rightarrow A$	yes
$A \rightarrow B$	yes
$A \rightarrow C$	No
$A \rightarrow AB$	yes
$A \rightarrow AC$	No
$A \rightarrow BC$	No
$A \rightarrow ABC$	No

A	B	C
1	1	2
1	1	3
2	1	3
2	1	2

FD	Satisfied by the relation instance?
$C \rightarrow B$	yes
$C \rightarrow AB$	No
$B \rightarrow C$	No
$B \rightarrow B$	Yes
$AC \rightarrow B$	Yes [note!]
...	...

- 根据关系实例（表2）提供的数量信息，写出其中的函数依赖。

部件号	部件名	现有数量	项目代号	项目内容	项目负责人	提供项目使用数量
205	CAM	30	12	AAA	01	10
205	CAM	30	20	BBB	02	15
210	COG	155	12	AAA	01	30
210	COG	155	25	CCC	11	25
210	COG	155	30	DDD	12	15
...						

表2

3. 范式

- 关系模式优化的依据是什么？
- 范式：
 - 如果一个关系满足一种范式 (*BCNF*, *3NF* 等.) , 就能判断该关系模式是否避免了某类问题。这样就能知道该关系是否需要分解。
- 函数依赖起到检测冗余是否存在的作用：
 - 假定 $R(ABC)$.
 - 如果没有函数依赖, 则没有冗余。
 - 给定 $A \rightarrow B$, 那么很多元组在A属性和B属性上都有相等的值。

范式

- 第一范式(1NF)
 - 每个属性都是原子属性。
 - 本质上所有关系都满足第一范式
- 第二范式 (2NF)
 - 任何满足第二范式的关系满足第一范式
 - 所有非主属性必须依赖于整个候选码而不能依赖于候选码的部分属性。
 - 例如：关系模式
Inventory(part, warehouse, quantity, warehouse_address).
 - 假设 {part, warehouse}是候选码。
 - warehouse_address 单独依赖于 warehouse -则违反了第二范式。
 - 解决方法：分解关系模式

函数依赖理论

- 如何从一个给定的函数依赖集推导出它所逻辑蕴涵的所有函数依赖呢？
- Armstrong 公理 (X, Y, Z 是属性集):
 - *Reflexivity* (自反律) :
If $X \supseteq Y$, then $X \rightarrow Y$
 - *Augmentation* (增广律) :
If $X \rightarrow Y$, then $XZ \rightarrow YZ$ for any Z
 - *Transitivity* (传递律) :
If $X \rightarrow Y$ and $Y \rightarrow Z$, then $X \rightarrow Z$

Armstrong 公理

Armstrong 公理是正确的和完备的。

$A = \{ f \mid \text{可用Armstrong公理从} F \text{中导出的函数依赖} f \}$

$B = \{ f \mid \text{被} F \text{所逻辑蕴涵的函数依赖} f \}$

- Sound**正确性**: all the derived FDs (by using the axioms) are those logically implied by the given set. 用Armstrong公理从F中导出的函数依赖必为F所蕴涵

$$A \subseteq B$$

- Complete**完备性**: all the logically implied (by the given set) FDs can be derived by using the axioms. F所蕴涵的函数依赖都能用Armstrong公理从F中导出

$$B \subseteq A$$

Armstrong 公理

- 由Armstrong公理导出的推理规则
 - 合并律(union rule)
 - 若 $X \rightarrow Y$, $X \rightarrow Z$, 则 $X \rightarrow YZ$
 - 分解律(decomposition rule)
 - 若 $X \rightarrow YZ$, 则 $X \rightarrow Y$, $X \rightarrow Z$
 - 伪传递律(pseudotransitivity rule)
 - 若 $X \rightarrow Y$, $WY \rightarrow Z$, 则 $WX \rightarrow Z$

随堂测试

- $R = (A, B, C, G, H, I)$
 $F = \{A \rightarrow B; A \rightarrow C; CG \rightarrow H; CG \rightarrow I; B \rightarrow H\}$
- 请推导出以下函数依赖？
 - $A \rightarrow H$
 - $AG \rightarrow I$
 - $CG \rightarrow HI$

课堂总结

- 关系模式存在的问题
- 函数依赖
- 范式
- Armstrong公理