

## 第2章 作业

### 1. 试述关系模式的3个组成部分。

答：

关系模型由关系数据结构、关系操作集合和关系完整性约束三部分组成。

### 2. 定义并理解下列术语，说明它们之间的联系与区别：

① 域、笛卡尔积、关系、元组、属性

② 主码、候选码、外部码

③ 关系模式、关系、关系数据库

答：

①

域：域是一组具有相同数据类型的值的集合。

笛卡儿积：是一种二元运算，它将两个关系组合成一个新的关系。具体来说，如果有一个关系  $R$  和另一个关系  $S$ ，那么它们的笛卡儿积  $R \times S$  是一个新关系，其中的元组是  $R$  和  $S$  中元组的所有可能组合。

关系：在域上的笛卡儿积的子集称为关系。

元组：关系中的每个元素是关系中的元组。

属性：关系也是一个二维表，表的每行对应一个元组，表的每列对应一个域。由于域可以相同，为了加以区分，必须对每列起一个名字，称为属性。

②

候选码：若关系中的某一属性组的值能唯一地标识一个元组，而其子集不能，则称该属性组为候选码。

主码：若一个关系有多个候选码，则选定其中一个为主码。

外部码：设  $F$  是基本关系  $R$  的一个或一组属性，但不是关系  $R$  的码，如果  $F$  与基本关系  $S$  的主码  $K_S$  相对应，则称  $F$  是基本关系  $R$  的外部码。

③

关系模式：关系的描述称为关系模式。它可以形式化地表示为  $R(U, D, \text{DOM}, F)$  其中  $R$  为关系名， $U$  为组成该关系的属性名集合， $D$  为属性组  $U$  中属性所来

自的域，DOM 为属性向域的映像集合，F 为属性间数据的依赖关系集合。

关系：关系是关系模式在某一时刻的状态或内容。关系模式是静态的、稳定的，而关系是动态的、随时间不断变化的，因为关系操作在不断地更新着数据库中的数据。

关系数据库：关系数据库也有型和值之分。关系数据库的型称为关系数据库模式，是对关系数据库的描述，它包括若干域的定义以及在这些域上定义的若干关系模式。关系数据库的值是这些关系模式在某一时刻对应的关系的集合，通常就称为关系数据库。

### 3. 设有一个 SPJ 数据库，包括 S、P、J、SPJ 四个关系模式：

S(SNO, SNAME, STATUS, CITY);

P(PNO, PNAME, COLOR, WEIGHT);

J(JNO, JNAME, CITY);

SPJ(SNO, PNO, JNO, QTY)。

供应商表 S 由供应商代码(SNO)、供应商姓名(SNAME)、供应商状态(STATUS)，供应商所在城市(CITY)组成。

零件表 P 由零件代码(PNO)、零件名(PNAME)、颜色(COLOR)、重量(WEIGHT)组成。

工程项目表 J 由工程项目代码(JNO)工程项目名(JNAME)、工程项目所在城市(CITY)组成。

供应情况表 SPJ 由供应商代码(SNO)、零件代码(PNO)、工程项目码(INO)、供应数量(QTY)组成，QTY 表示某供应商供应某种零件给某工程项目的数量。

试用关系代数完成如下查询：

- ①求供应工程 J1 零件的供应商号码 SNO。
- ②求供应工程 J1 零件 P1 的供应商号码 SNO。
- ③求供应工程 J1 零件为红色的供应商号码 SNO。
- ④求没有使用天津供应商生产的红色零件的工程号码 JNO。
- ⑤求至少用了供应商 S1 所供应的全部零件的工程号码 JNO。

答:

7

- ①  $\Pi_{SNO}(\sigma_{JNO='J1'}(SPJ))$
- ②  $\Pi_{SNO}(\sigma_{JNO='J1' \wedge PNO='P1'}(SPJ))$
- ③  $\Pi_{SNO}(\Pi_{SNO, PNO}(\sigma_{JNO='J1'}(SPJ)) \bowtie \Pi_{PNO}(\sigma_{COLOR='S2'}(P)))$
- ④  ~~$\Pi_{JNO}(J)$~~
- ⑤  $\Pi_{JNO}(J) - \Pi_{JNO}(\Pi_{SNO}(\sigma_{CITY='北京'}(S)) \bowtie \Pi_{SNO, PNO, JNO}(SPJ) \bowtie \Pi_{PNO}(\sigma_{COLOR='S2'}(P)))$
- ⑥  $\Pi_{JNO, PNO}(SPJ) \div \Pi_{PNO}(\sigma_{SNO='S1'}(SPJ))$

4. 试述关系模型的完整性规则。在参照完整性中,为什么外部码属性的值也可以为空?什么情况下才可以为空?

答:

关系模型中可以有三类完整性约束:实体完整性、参照完整性和用户定义的完整性。关系模型的完整性规则是对关系的某种约束条件。

①实体完整性规则:若属性 A 是基本关系 R 的主属性,则属性 A 不能取空值。

②参照完整性规则:若属性(或属性组)F 是基本关系 R 的外码,它与基本关系 S 的主码 K<sub>s</sub>相对应(基本关系 R 和 S 不一定是不同的关系),则对于 R 中每个元组在 F 上的值必须为下面二者之一:或者取空值(F 的每个属性值均为空值);或者等于 S 中某个元组的主码值。

③用户定义的完整性是针对某一具体关系数据库的约束条件。它反映某一具体应用所涉及的数据必须满足的语义要求。

在参照完整性中,如果外码属性不是其所在关系的主属性,外码属性的值可以取空值。

5. 试述等值连接与自然连接的区别和联系。

答：

自然连接是一种特殊的等值连接，它要求两个关系中进行比较的分量，即连接属性必须是相同的属性组，并且要在结果中去掉其中一个的重复属性。自然连接则没有这个要求。

6. 试述关系代数的基本运算有哪些？如何用这些基本运算表示其他运算？

答：

在 8 种关系代数运算中，并、差、笛卡儿积、投影和选择 5 种运算为基本运算；其他三种运算，即交、连接和除，均可以用这 5 种基本运算来表达。

$$\textcircled{1} R \cap S = R - (R - S)$$

$$\textcircled{2} R \bowtie S = \sigma_{A \theta B} (R \times S)$$

$$\textcircled{3} R(x, y) \div S(y, z) = \pi_x(R) - \pi_x(\pi_x(R) \times \pi_y(R) - R)$$

7. 理解并给出下列术语的定义；

函数依赖、部分函数依赖、完全函数依赖、传递依赖、候选码、主码、外码、全码、1NF、2NF、3NF、BCNF、多值依赖、4NF。

答：

函数依赖：设  $R(U)$  是一个关系模式， $U$  是  $R$  的属性集合， $X$  和  $Y$  是  $U$  的子集。对于  $R(U)$  的任意一个可能的关系  $r$ ，如果  $r$  中不存在两个元组，它们在  $X$  上的属性值相同，而在  $Y$  上的属性值不同，则称“ $X$  函数确定  $Y$ ”或“ $Y$  函数依赖于  $X$ ”，记作  $X \rightarrow Y$ 。

完全函数依赖、部分函数依赖：在  $R(U)$  中，如果  $X \rightarrow Y$ ，并且对于  $X$  的任何一个真子集  $X'$ ，都有  $X'$  不确定  $Y$ ，则称  $Y$  对  $X$  完全函数依赖；若  $X \rightarrow Y$ ，但  $Y$  不完全函数依赖于  $X$ ，则称  $Y$  对  $X$  部分函数依赖。

传递依赖：在  $R(U)$  中，如果  $X \rightarrow Y$ ， $Y$  不含于  $X$ ， $Y$  不依赖于  $X$ ， $Y \rightarrow Z$ ， $Z$  不含于  $Y$ ，则称  $Z$  对  $X$  传递函数依赖。

候选码、主码：设  $K$  为  $R\langle U, F \rangle$  中的属性或属性组合，若  $K \rightarrow U$ ，则  $K$  为  $R$  的候

选码。若候选码多于一个，则可以选定其中的一个为主码。

外码：关系模式  $R$  中属性或属性组  $X$  并非  $R$  的码，但  $X$  是另一个关系模式的码，则称  $X$  是  $R$  的外部码，也称外码。

全码：整个属性组是码，称为全码。

1NF：如果一个关系模式  $R$  的所有属性都是不可分的基本数据项，则  $R \in 1NF$ 。

2NF：若关系模式  $R \in 1NF$ ，并且每一个非主属性都完全函数依赖于  $R$  的码，则  $R \in 2NF$ 。

3NF：关系模式  $R \langle U, F \rangle$  中若不存在这样的码  $X$ ，属性组  $Y$  及非主属性  $Z$  ( $Z$  不含于  $Y$ ) 使得  $X \rightarrow Y$ ，( $Y$  不依赖于  $X$ )， $Y \rightarrow Z$  成立，则称  $R \langle U, F \rangle \in 3NF$ 。

BCNF：关系模式  $R \langle U, F \rangle \in 1NF$ 。若  $X \rightarrow Y$  且  $Y$  不含于  $X$  时  $X$  必含有码，则  $R \langle U, F \rangle \in BCNF$ 。

多值依赖：设  $R(U)$  是属性集  $U$  上的一个关系模式， $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  是  $U$  的子集，并且  $Z = U - X - Y$ 。关系模式  $R(U)$  中多值依赖  $X \twoheadrightarrow Y$  成立，当且仅当对  $R(U)$  的任一关系  $r$ ，给定的一对  $(x, z)$  值，有一组  $Y$  的值，这组值仅仅决定于  $x$  值而与  $z$  值无关。

4NF：关系模式  $R \langle U, F \rangle \in 1NF$ ，如果对于  $R$  的每个非平凡多值依赖  $X \twoheadrightarrow Y$ ， $X$  都含有码，则称  $R \langle U, F \rangle \in 4NF$ 。

## 8. 建立一个关于系、学生、班级、学会等信息的关系数据库。

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。

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

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。

答：

关系模式：学生 S (SNO, SN, SB, DN, CNO, SA)

班级 C (CNO, CS, DN, CNUM, CDATE)

系 D (DNO, DN, DA, DNUM)

学会 P (PN, DATE1, PA, PNUM)

学生-学会 SP (SNO, PN, DATE2)

其中各字段含义为：SNO 学号，SN 姓名，SB 出生年月，SA 宿舍区；

CNO 班号，CS 专业名，CNUM 班级人数，CDATE 入校年份；

DNO 系号，DN 系名，DA 系办公室地点，DNUM 系人数；

PN 学会名，DATE1 成立年月，PA 地点，PNUM 学会会员人数；

DATE2 入会年份。

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如下。

S:  $SNO \rightarrow SN, SNO \rightarrow SB, SNO \rightarrow CNO, CNO \rightarrow DN, DN \rightarrow SA$

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

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

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

SP:  $(SNO, PN) \rightarrow DATE2$

S 中存在的传递函数依赖：

因为  $SNO \rightarrow CNO, CNO \rightarrow DN$ , 所以存在传递函数依赖  $SNO \rightarrow DN$ ,

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

因为  $SNO \rightarrow CNO, CNO \rightarrow DN, DN \rightarrow SA$ , 所以存在传递函数依赖  $SNO \rightarrow SA$ 。

C 中存在的传递函数依赖：

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

函数依赖左部是多属性的情况：

$(SNO, PN) \rightarrow DATE2$  和  $(CS, CDATE) \rightarrow CNO$  函数依赖左部具有 2 个属性，它们都是完全函数依赖，不是部分函数依赖。

S: 候选码 SNO, 外部码 CNO、DN, 无全码。

C: 候选码 CNO、(CS, CDATE), 外部码 DN, 无全码。

D: 候选码 DNO、DN, 无外部码, 无全码。

P: 候选码 PN, 无外部码, 无全码。

SP: 候选码 (SNO, PN), 外部码 SNO、PN, 无全码。

9. 下面的结论哪些是正确的? 哪些是错误的? 对于错误的结论, 请给出一个反例进行说明。

- ① 任何一个二维关系都属于 3NF。
- ② 任何一个二维关系都属于 BCNF。
- ③ 任何一个二维关系都属于 4NF。
- ④ 当且仅当函数依赖  $A \rightarrow B$  在 R 上成立, 关系  $R(A, B, C)$  等于其投影  $R_1(A, B)$  和  $R_2(A, C)$  的连接。
- 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  $R.(B, C) \rightarrow R.A$ 。
- ⑧ 若  $R.(B, C) \rightarrow R.A$ , 则  $R.B \rightarrow R.A$ ,  $R.C \rightarrow R.A$ 。

答:

①②③⑤⑥⑦正确。④⑧错误。

④: 存在关系  $R(A, B, C)$  等于其投影  $R_1(A, B)$  和  $R_2(A, C)$  的连接, 但函数依赖  $A \rightarrow B$  在 R 上不成立的情况。只要构建关系  $R(A, B, C)$  等于其投影  $R_1(A, B)$  和  $R_2(A, C)$  的连接, 并令 B 不依赖于 A 即可。

⑧: 任意一种属于完全依赖的多值依赖情况都是反例。