

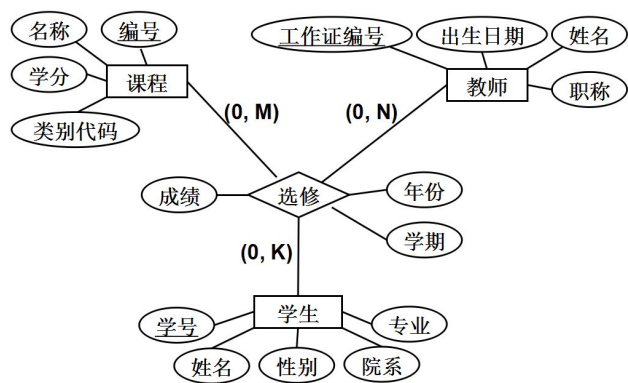
一、假设需要建立一个学校的信息管理系统，其中需要保存的信息有：学生的学号(具有唯一性)，姓名，性别，所在的系和修读的专业；教师的工作证编号(具有唯一性)，姓名，职称和出生日期；课程的编号(具有唯一性)，名称，类别代码和学分数。

其中：一门课程可以分若干个班上课，每个班有一个主讲教师；学生在选课时必须确定其所选课程的任课教师(即在由该教师担任主讲任务的班级上听课)；系统需要记录学生的选课信息：所选课程以及该课程的主讲教师、选修时间(年份和学期)和成绩。

- 1. 请画出该数据库系统的 E-R 模型图；
- 2. 请将上述 E-R 模型转换成相应的关系模型，并写出每个关系上的所有关键字。

(参考答案一)

1、E-R 模型图

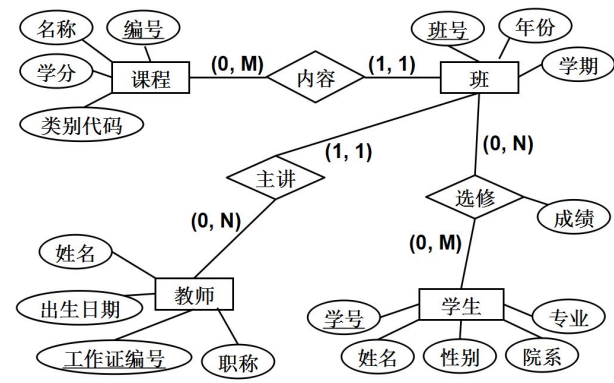


2、关系模型和关键字

- 课程(编号, 名称, 类别代码, 学分)  
关键字: 编号
- 教师(工作证编号, 姓名, 职称, 出生日期)  
关键字: 工作证编号
- 学生(学号, 姓名, 性别, 院系, 专业)  
关键字: 学号
- 选修(学号, 课程编号, 工作证编号, 年份, 学期, 成绩)  
关键字: (学号, 课程编号)

(参考答案二)

1、E-R 模型图



2、关系模型和关键字

- 课程(编号, 名称, 类别代码, 学分)  
关键字: 编号
- 教师(工作证编号, 姓名, 职称, 出生日期)  
关键字: 工作证编号
- 学生(学号, 姓名, 性别, 院系, 专业)  
关键字: 学号
- 班(班号, 年份, 学期, 课程编号, 工作证编号)  
关键字: 班号
- 选修(班号, 学号, 成绩)  
关键字: (班号, 学号)

二、设关系模式 R 上的函数依赖集 F 如下：

$$F = \{ A \rightarrow BC, ABE \rightarrow CDGF, C \rightarrow GD, D \rightarrow G, F \rightarrow E \}$$

请回答下面的四个问题：

1. 计算 F 的最小覆盖(Minimal Cover)；
2. 给出关系模式 R 的候选关键字；
3. 将关系模式 R 分解到满足 3NF，并具有无损联接性和依赖保持性；
4. 上述的分解是否满足 BCNF？如果不满足 BCNF 的要求，请将其进一步分解到满足 BCNF。

(参考答案)

1. F 的最小覆盖是：

$$\{ A \rightarrow BC, AE \rightarrow F, C \rightarrow D, D \rightarrow G, F \rightarrow E \}$$

2. 有两个候选关键字：

$$(A,E) \text{ 和 } (A,F)$$

3. 到 3NF 的分解：

$$R_1(A,B,C) \quad R_2(A,E,F) \quad R_4(C,D) \quad R_5(D,G)$$

4. BCNF 判断与分解

$R_1$ ， $R_4$  和  $R_5$  都已经满足 BCNF，只有  $R_2$  不满足 BCNF。

$R_2$  上的函数依赖集为  $\{ AE \rightarrow F, F \rightarrow E \}$ ，可以将  $R_2$  进一步分解为以下的两个子关系：

$$R_2(A, F) \text{ 和 } R_3(E, F)$$

最终到 BCNF 的分解结果如下：

$$R_1(A,B,C) \quad R_2(A,F) \quad R_3(E,F) \quad R_4(C,D) \quad R_5(D,G)$$

三、假设有一个篮球联赛信息管理系统，球员与球队之间的‘签约’关系以及球队与球队之间的‘比赛’关系如下：

签约(姓名, 俱乐部名称, 开始日期, 结束日期)

比赛(比赛 ID, 日期, 比分, 主队名称, 客队名称)

其中的数据约束关系如下：

- ① 姓名是球员的关键字，名称是俱乐部的关键字，比赛 ID 是一场比赛的关键字；
- ② 每支球队都会打若干场主场比赛和客场比赛；
- ③ 任意两支球队之间都可能会打多场比赛；
- ④ 一支球队一天最多安排一场比赛；
- ⑤ 一个运动员可以签多份合约(前一份合同结束，可以与原球队或其他球队签下一份合同)。

请完成下述的规范化设计任务：

1. 请给出每个关系上的最小函数依赖集；
2. 请给出每个关系上的所有关键字；
3. 请分析每个关系是否满足 3NF？如不满足，请将其分解到满足 3NF，并满足无损联结性和依赖保持性。

(参考答案)

#### 1、最小函数依赖集（最小覆盖）

##### ● ‘签约’关系：

{(姓名,开始日期)→(俱乐部名称,结束日期), (姓名,结束日期)→开始日期}

说明：也可以将开始日期和结束日期位置对调，形成另外一个最小函数依赖集。

##### ● ‘比赛’关系：

{ 比赛 ID→(日期, 比分, 主队名称, 客队名称),  
(日期, 主队名称)→比赛 ID, (日期, 客队名称)→比赛 ID }

#### 2、关键字

- ‘签约’关系有 2 个候选关键字：(姓名,开始日期) (姓名,结束日期)
- ‘比赛’关系有 3 个候选关键字：比赛 ID, (日期,主队名称), (日期,客队名称)

#### 3、规范化设计

这两个关系都能满足 3NF。

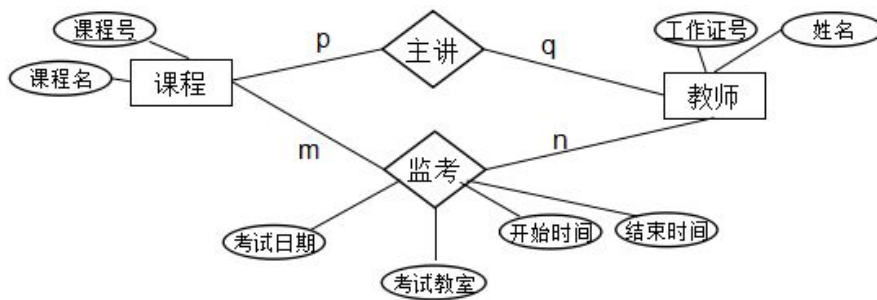
四、设有某个学期的期末考试监考安排系统，其中需要存储的信息如下：

- 每一门课程的课程号（具有唯一性）、课程名；
- 每一位教师的工作证编号（具有唯一性）、姓名；
- 每一场考试的考试日期、考试教室、开始时间、结束时间。

如果规定：

- 每一门课的期末考试只安排一场，可分在多个教室中同时进行，在每个教室中可安排多个监考老师；
- 每门课可以有多个主讲教师，考试时所考课程的主讲教师都要到场承担主考任务，并在该门课程的所有考场（教室）之间进行巡视；
- 同一时间段，一个老师只能承担一门课程的主考任务或某间教室的监考任务；
- 同一时间段，一间教室中只能安排一门课程的考试。

1. 请画出该数据库系统的 E-R 模型图；



2. 请将上述 E-R 模型转换成相应的关系模型；

- 课程 (课程号, 课程名)
- 教师 (工作证号, 姓名)
- 主讲 (课程号, 工作证号)
- 监考 (课程号, 工作证号, 考试教室, 考试日期, 开始时间, 结束时间)

3. 请写出每个关系上的最小函数依赖集、关键字、最高能够满足到第几范式。

- 课程 (课程号, 课程名)  
FD: {课程号→课程名}      关键字: 课程号
- 教师 (工作证号, 姓名)  
FD: {工作证号→姓名}      关键字: 工作证号
- 主讲 (课程号, 工作证号)  
FD: { }      关键字: (课程号, 工作证号)

- 监考 (课程号, 工作证号, 考试教室, 考试日期, 开始时间, 结束时间)

FD: { 课程号 → (考试日期, 开始时间, 结束时间)

(课程号, 工作证号) → 考试教室

(工作证号, 考试日期, 开始时间) → 课程号

(工作证号, 考试日期, 结束时间) → 课程号

(考试教室, 考试日期, 开始时间) → 课程号

(考试教室, 考试日期, 结束时间) → 课程号 }

有 3 个候选关键字:

(课程号, 工作证号)

(工作证号, 考试日期, 开始时间)

(工作证号, 考试日期, 结束时间)