

Teaching Plan Design of Division Operation in Relational Algebra Teaching Under the Background of Online Teaching

Ruigai Li Weipeng Jing

School of Information and Computer Engineering, Northeast Forestry University, Harbin, Heilongjiang, 150036, China

Abstract

Taking the division operation of relational algebra as an example, this paper introduces the design and implementation process of the course teaching scheme under the online teaching mode. Through the careful analysis of students' learning situation, using the guidance method of problem discovery and exploration, combined with the case of people tasting apple, expounds the practical significance of relational division operation from the meaning of division operation of two integers. On this basis, the definition of division operation, calculation process and its application in relation query are introduced.

Keywords

relational algebra; division operation; online teaching

在线教学背景下关系代数教学中除运算的教学方案设计

李瑞改 景维鹏

东北林业大学信息与计算机工程学院, 中国·黑龙江 哈尔滨 150036

摘要

论文以关系代数除运算为例介绍了在线教学模式下课程教学方案的设计与实施过程。通过对学生学情进行认真细致的分析,采用问题发现与探究指导法,结合众人品尝苹果的案例,从两个整数的除运算含义入手,阐述关系除操作的现实意义。在此基础上介绍除操作的定义、计算过程及在关系查询中的具体应用。

关键词

关系代数; 除运算; 在线教学

1 引言

2020年年初以来,随着新型冠状病毒的不断蔓延,各高校都先后延迟了开学时间,为了最大程度上降低疫情给学生的学业带来的不利影响,教育部提出了“停课不停学,学习

【基金项目】黑龙江省高等教育教学改革项目:“工程教育背景下教学辅助系统的应用与实践”(项目编号: SJGY20170145);东北林业大学教育研究项目:“基于OBE的计算机专业系统能力培养体系研究”(项目编号: DGY-2018-04);东北林业大学2020年度一流本科课程建设项目:数据库系统原理。

【作者简介】李瑞改(1979-),女,硕士研究生学历,讲师,中国东北林业大学信息与计算机工程学院计算机科学与技术专业,从事数据库系统原理、空间信息技术及数字林业应用研究。

不延期”的号召,探讨“互联网+”教育模式,积极开展在线教学。笔者所在高校也积极行动,自2020年3月份以来,组织教师围绕课程特点积极开展在线教学模式的研究与探讨,通过多种在线平台开展教学,并针对课程重点和难点内容进行深入研究,针对学生的特点精心设计教学方案。在开展线上教学过程中,精心设计各教学环节,激发学生的学习热情,集合探究式学习模式与自我学习理论,通过课前预习、在线授课、在线讨论、课后作业、学习效果分析与反馈等一系列教学环节对线上课堂进行有效掌控,保证学习效果,提高教学质量。

关系代数操作中除运算由于即复杂又抽象,对于很多同学来讲,理解起来都比较困难,多位学者从不同角度介绍了各自在教学过程中的教学方法^[1]。论文从现实世界中两个实体型之间的多对多联系在关系模型中的实现入手介绍关系除

操作的由来和现实意义,继而在分析关系除操作结果集的属性组成和元组组成的基础上分析除操作结果的现实含义,在此基础上针对除运算进行定义,介绍除运算的基本运算符等效表达形式,然后举例讲解除运算计算的过程,最后讲解如何用除运算表达各类查询请求,并说明容易出现的问题。

2 教学内容分析

2.1 教学目标

关系代数作为一门抽象的关系操作语言,为当前广泛应用的SQL语言提供了理论基础。因此,关系代数在《数据库系统理论》课程中具有十分重要的作用,有助于学生理解SQL语句的执行过程,并能熟练编写SQL语句,理解关系代数(逻辑层次)的SQL优化过程。在教学过程中,关系代数部分主要介绍传统的集合运算和专门的关系运算两种类型,扩展的关系运算和基于包的关系运算作为课堂内容的延伸让感兴趣的同学课下自行学习,其中传统的集合运算包括并、差、交和广义笛卡尔积;专门的关系运算包括选择、投影、连接和除。关系代数除运算的教学目标为:(1)理解除运算的现实意义;(2)了解除运算的规则,熟练掌握除运算的计算过程,能完成除运算结果的求解;(3)能利用除运算符结合其他关系代数运算符来表达各类查询要求,并理解通过调整各关系运算的先后次序来实现查询优化过程的策略。

2.2 教学重点和难点分析

《数据库系统原理》课程中,关系代数除运算部分的重点内容除运算的计算过程和运算规则,要求学生能根据各类复杂查询的要求完成关系代数表达式的构架,并理解不同关系代数表达式在完成同一查询请求时所需的运算成本和空间存储需求,并进而掌握其优化策略。在除运算中,运算规则和计算过程都相对比较容易掌握,难点在于以下两点:(1)除运算的含义比较抽象,不直观,在《离散数学》等先修课中也没有接触过,理解起来比较困难,不清楚其用途;(2)学习在综合运用的过程中,经常将除运算与连接运算的应用情境产生混淆,如查询“选修了所有课程的学生学号”和“所有选修了课程的学生学号”,可以结合存在量词、全称量词和蕴含等离散数学中的知识进行讲授,以加深学生理解。

3 教学方案设计

在线教学背景下,通过网络环境进行教学,缺乏师生间

面对面的有效互动,难以像课堂教学一样为师生提供一个相对封闭无干扰的学习环境,保证学生的学习效率。但是,网络教学中在线课程平台可以为学生提供给一个更符合学生个性化需求的学习平台,课堂教学完成后还可以根据自己的学期情况进行教学视频回看,便于学生复习与自我学习。

传统的课堂授课教学模式难以兼顾学生的个性化需求,更多的考虑了大多数学生的知识需求。线上教学过程中可以结合探究式学习模式,激发学生的学习热情,以满足不同层次学生的个性化学习需求。在线教学中的教学方法和教学模式的选择与设计需要结合授课内容和学生的知识背景、兴趣爱好等个性化特征,以兼顾各层次学生的知识需求为目的进行选择。

(1)在介绍除运算的现实含义及应用情境时,为了提高学生的学习兴趣,采用问题发现与探究指导法,结合众人品尝苹果的趣味性案例,采用课堂讨论的方式,讨论整数的除运算含义、整数对现实世界事物数量特征的模拟、事物特征的关系化表达、事物间多对多联系的关系化表达、关系模型的局限性最终引入到关系模型中涉及“……包含所有的……”之类的查询需求,逐步探讨出关系模型中除运算的应用情景。

(2)关系除运算的运算规则和运算过程等重点教学内容偏重理论,主要采用讲述法进行教学授课。为了便于学生理解抽象的知识,引入案例学习指导法进行教学,结合例题进行讲授,包括一个抽象的数学例题和一个具体的案例,讲解除法的运算规则、计算过程和除法关系代数表达式的设计过程。为了满足线上教学需要,教学模式采用结合PPT的录播方式进行,在线教学平台选用“超星在线课程平台+钉钉群直播”的方式。为了增强教学感染力,PPT中综合运用图片、表格、动画等多种元素,直观的展示关系除运算的计算过程。

(3)为了满足部分考研学生的需求,关系代数综合应用采用高校考研真题进行讲解,选择零件—供应商数据案例,针对涉及除运算的两种典型用途:全称量词和蕴含逻辑的实现,并结合其他涉及各种不同关系代数运算符综合应用的查询案例,进行系统细致的讲解和全面的对比分析,给出多种不同的关系代数表达式,并分析其效率的不同。

(4)在本次课程教学过程中,根据本节教学内容的特点和学生的认知基础,在综合研究和对比分析多种教学模式侧重点的基础上,进行教学模式的设计。本节内容的在线教学借鉴了以问题解决为核心的探究式教学模式、基于学习产

出的 OBE 工程教育模式^[2]和注重学生学习地位的翻转课堂教学模式等多种教学模式的思想^[3],将知识的传授通过在线课程平台来完成,而知识的内化通过 QQ 群直播中组织的群内讨论、交流、答疑、测验、总结等教学环节来实现,采用“问题提出—课前自我学习—在线测验—在线学习学情分析—在线教学—课堂讨论—课堂总结—课后练习—学习效果评估—评估结果反馈”的教学模式。

4 教学内容的组织

4.1 关系除法运算的现实意义

4.1.1 从整数的除运算

例 1: 假如有 11 个苹果, 每天需要吃两个, 那么这盘苹果最多可吃多少天?

对于两个整数 R 和 S , 其除法运算的结果 T 是满足条件 ($T \times S \leq R$) 的最大整数^[4]。两个整数表达了现实世界中各类实体的数量关系, 除法运算的含义为 R 中包含 S 的个数。

4.1.2 关系的除运算的由来

例 2: 例如有多个苹果被多名人员品尝, 具体的数据库实例如表 1 所示, 请查询品尝过所有苹果的人员编号。

苹果和人员可以用实体集 X 和 Y 来进行抽象, 它们之间存在着多对多的联系。从集合论的角度看, X 和 Y 实体集间的多对多联系可以用 $\{x1, \{y1, y2, y4\}\}$ 的形式来进行表示。如果需要查询品尝了所有苹果的人员时, 只需要从行的角度检查 Y 属性集即可实现。

但是, 关系模型要求关系表中的每一个数据项都必须是不可再分的原子项。因此, $\{x1, \{y1, y2, y4\}\}$ 必须转化为 $\{x1, y1\}$ 的形式才能用关系模型来进行表示。这样如果需要查询与 Y 中所有实体均有联系的 X 实体 (如查询品尝了所有苹果的人员) 时, 从行的角度进行选择就不能完成查询, 而必须转换为判断 Eating 关系中 Pno 属性上值为 x 的多条元组对应的 Ano 分量集中是否包含 Apple 中所有实体来实现, 这就涉及到关系除法运算。

4.1.3 除运算结果分析

关系 $R(X, Y)$ 与 $S(Y, Z)$ 除法运算的结果集 T 是 R 在 X 上的投影中满足公式 2 条件限制的元组, 它使 T 与 S 在 Y 上投影的笛卡尔积一定是 R 的子集。因此 T 中任意一个元组 t 必定是关系 R 中各元组在 X 属性组上的分量, 即:

$$t \in \Pi_X(R) \quad \text{公式(1)}$$

同时, T 中任意一个元组 t 与被除关系 S 中元组任意组合形成的元组一定出现在 R 中。即:

$$T \times \Pi_Y(S) \subseteq R \quad \text{公式(2)}$$

因此, $R(X, Y)$ 与 $S(Y, Z)$ 除操作的结果中包含的属性为出现在 R 中且没有在 S 中的属性 X , 故除操作过程需要从列的方向进行修剪, 对 R 做 X 上的投影运算; 除操作的元组是 $\Pi_X(R)$ 中满足公式 (2) 条件的元组, 不能满足此条件的元组将被剔除, 同时需要去除掉投影导致的重复元组, 因此, 除操作同时从行和列的角度进行运算, 对关系 R 进行修剪^[5]。

4.2 关系除运算的定义

给定关系 $R(X, Y)$ 和 $S(Y, Z)$, 其中 X, Y, Z 为属性组。 R 中的 Y 与 S 中的 Y 可以有不同的属性名, 但必须出自相同的域集。 R 与 S 的除运算得到一个新的关系 $P(X)$, 则 P 是 R 中满足下列条件的元组在 X 属性列上的投影^[6]:

元组在 X 上的分量值 x 的象集 Yx 包含 S 在 Y 上投影的集合, 记作:

$$R \div S = \{t_r[X] \mid t_r \in R \wedge \Pi_Y(S) \subseteq Yx\} \quad \text{公式(3)}$$

其中, Yx 表示 x 在 R 中的象集, $x = tr[X]$

除运算是复合运算, 可通过基本关系运算符来组合而成。其基本运算符等效表达形式为:

$$R \div S = \Pi_X(R) - \Pi_X(\Pi_X(R) \times \Pi_Y(S) - R) \quad \text{公式(4)}$$

关系除运算的计算过程为: 首先计算 S 关系在 Y 属性上的投影 V , 然后计算 R 关系在 X 属性上的投影 W , 这是所有可能的元素组成的结果集, 之后根据公式 (2) 中对元组的限制条件, 针对 W 中的每个元素 x 与 V 中的每一个元组 v 进行连接, 检查形成的元组是否在 R 中, 如果没有出现在 R 中, 则剔除 W 中的元素 x , 处理完毕后, 遗留在 W 中的元素就是除法运算的结果。

4.3 利用除运算表达查询

利用例 3、例 4 和例 5 讲解关系除运算的适用场景, 要求学生能熟练地利用除运算表达各类查询请求。

例 3. 查询品尝了红色苹果的人员编号与姓名

【分析】这是涉及存在量词的查询, 主要采用连接运算实现查询。首先查询出所有红色苹果的编号, 然后与 Eating 关系进行等值连接或自然连接运算后即可投影出品尝了红色苹果的人员编号, 再与 Person 表进行自然连接后进行投影运算即可查询出品尝了红色苹果的人员编号与姓名。

$$\Pi_{Pno, Pname} (\sigma_{Color=红色}(Apple) \bowtie Eating \bowtie Person) \quad \text{公式(5)}$$

例4. 查询品尝了所有红色苹果的人员编号

【分析】这是涉及全称量词的查询，因此需要采用除运算来实现查询。首先需要查询出所有红色苹果的编号，然后再与 Eating 关系进行除运算即可查询到品尝了所有红色苹果的人员编号。

$$\Pi_{Pno, Ano}(Eating) \div \Pi_{Ano}(\sigma_{Color=红色}(Apple)) \quad \text{公式(6)}$$

例5. 查询至少品尝了王晓梅品尝过的所有苹果的人员姓名。

【分析】这是涉及蕴含逻辑的查询需求，查询结果集中的人员 x 满足以下要求：对于所有的苹果 a ，如果王晓梅品尝过它，则一定有人员 x 品尝过它，因此这个查询也需要利用除运算才能实现。这个查询相对比较复杂，首先需要查询出王晓梅品尝过的所有苹果的编号；然后与 Eating 关系做除法运算，查询出至少品尝了王晓梅品尝过的所有的苹果的人员编号；再与 Person 表进行自然连接获取这些人员的基本信息，最终对其进行投影运算，投影出人员姓名即可完成查询请求。

$$\Pi_{Pname} ((\Pi_{Pno, Ano}(Eating) \div \Pi_{Ano}(\sigma_{Pname=王晓梅}(Person)) \bowtie Eating) \bowtie Person) \quad \text{公式(7)}$$

5 结语

论文着重介绍在线教学背景下关系代数除运算章节内容的教学方案的设计，借鉴了以问题解决为核心的探究式教学

模式、基于学习产出的 OBE 工程教育模式和注重学生学习地位的翻转课堂教学模式等多种教学模式的思想，采用“问题提出—课前自我学习—在线测验—在线学习学情分析—在线教学—课堂讨论—课堂总结—课后练习—学习效果评估—评估结果反馈”等教学环节组织教学活动，起到了较好的教学效果。教学过程中，从介绍现实世界中两个实体间的多对多联系入手，介绍了由于关系模型的局限性导致的除法运算的必要性，在分析关系代数除操作结果特征的基础上介绍除法运算的概念、计算过程和具体应用，由浅入深，逐步深入，教学方案设计逐次深入，具有良好的教学效果。

参考文献

- [1] 李正欣, 李克武, 张晓丰, 等. 数据库中关系代数除法运算的教学研究[J]. 计算机教育, 2017(08):117-119.
- [2] 顾佩华, 胡文龙, 林鹏, 等. 基于“学习产出”(OBE)的工程教育模式——汕头大学的实践与探索[J]. 高等工程教育研究, 2014(01):27-37.
- [3] 张金磊, 王颖, 张宝辉. 翻转课堂教学模式研究[J]. 远程教育杂志, 2012(04):48-53.
- [4] 陆熊, 陈燕, 黄晓梅, 等. 关系代数中除法运算的教学探讨[J]. 现代计算机(专业版), 2011(10):42-44.
- [5] 杨海鹏, 徐志英. 关系代数教学中除法运算的细节探讨[J]. 吉林工程技术师范学院学报, 2014(01):86-87.
- [6] 王珊, 萨师煊. 数据库系统概论(第五版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2017(11):55-56.