

基于复杂工程问题的数据库系统基础课程教学研究

张丽平, 李松, 郝晓红, 孙冬璞

(哈尔滨理工大学计算机科学与技术学院, 哈尔滨 150080)

摘要:为弥补传统数据库系统基础课程教学内容和方法在培养学生解决复杂工程问题能力方面的不足,结合中国工程教育认证协会对复杂工程问题的界定,在分析基于复杂工程问题的数据库系统基础课程教学要求的基础上,设计了以解决复杂工程问题为导向的数据库系统基础课程教学内容和方法。

关键词:数据库;复杂工程问题;教学内容;教学方法

中图分类号:TP311.13-4 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-1891(2019)04-0102-04

Teaching Research on Basis Courses for Database System Based on Complex Engineering Problems

ZHANG Liping, LI Song, HAO Xiaohong, SUN Dongpu

(School of Computer Science and Technology, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150080, China)

Abstract: To make up for the insufficiency of teaching materials and methods in basic courses of database system to develop students' ability to solve complex engineering problems, and in combination with the definition of complex engineering problems by China Association of Engineering Education and Certification, this paper analyses the specific teaching requirements for basic courses of database system developed on the basis of complex engineering problems, and designs the teaching materials and methods for these courses that are directed at solutions to complex engineering problems.

Keywords: database; complex engineering problems; teaching material; teaching method

0 引言

随着信息技术的快速发展和信息处理的需求,数据库技术从诞生起即在数据处理、数据管理和软件技术等方面起着重要的作用^[1]。数据库理论和知识是计算机技术人才必备的专业知识,许多高校的计算机专业将数据库系统基础课程作为本科生的重要必修课程。

2015年新版工程教育认证标准将毕业要求修订完善至12条,着重强调工程类本科专业对“解决复杂工程问题”的要求。工程教育认证制度对各项目标的设定及达成性考察,让“提高人才培养质量”的口号第一次有了明确合理的参照标准^[2]。与基础工程教育的要求不同,解决工程问题的复杂性是工程教育认证重点关注的。提高工程教育质量的关键途径主要在于加强学生解决复杂工程问题的能力,注重培养学生的工程实践能力。数

据库系统基础课程是理论性和技术实践性结合较为紧密的一门课程,对培养学生的数据分析能力、数据处理能力、数据规范能力、数据操作能力、数据模型设计能力、计算思维能力和创新能力具有重要的意义。但传统的数据库系统基础课程在实际教学中具有一些重要问题,对学生复杂工程问题解决能力的培养力度和支撑不足,因此必须重新设计与优化复杂工程问题解决能力的培养内容和方法。建立以解决复杂工程问题为导向的数据库系统基础课程教学模式,探索有效的教学方法具有较为重要的意义。

1 传统数据库系统课程教学

针对计算机专业学生的数据库系统基础课程教学内容主要分为3大类:

第1类:数据库系统的基本理论知识。教学内容主要包括数据库系统的体系结构;关系代数和关

收稿日期:2019-07-09

基金项目:高等学校计算机教育研究课题(2015);哈尔滨理工大学教育教学研究项目(320170013)。

作者简介:张丽平(1976—),女,辽宁铁岭人,副教授,研究生导师,硕士,研究方向:数据库理论及应用,大数据技术。

系演算;关系数据库的规范化理论;数据库设计理论;数据库查询优化理论;数据库并发控制理论等。

第2类:数据库的基本技术知识。教学内容主要包括在 Windows 和 Unix 等操作系统环境下的主流数据库管理系统的安装、调试和运行技术;重要数据库管理系统的基本操作方法;结构化查询语言 SQL;嵌入式 SQL、ODBC、JDBC 编程技术;大型数据库管理系统(如 Oracle)的备份和恢复技术等。

第3类:数据库系统的新技术。教学内容主要包括大数据管理系统,如 NoSQL 数据系统、NewSQL 数据库系统等;大数据的存储和处理技术;内存数据库系统;主动数据库系统;XML 数据库系统和时空数据库系统等。

以上教学内容对学生掌握数据库技术的基础知识和技术较为重要,但相关知识点较零碎,设计的教学例子往往较为简单,教师主要着力于传授学生基本的数据库知识概念,满足于学生对知识点的一般了解和掌握。学生解决数据库复杂工程问题的思想和方法却没有建立起来。传统教学内容和教学方法在培养学生解决计算机复杂工程问题的能力方面显不足。当前,针对工程教育认证对学生较高的工程能力要求,数据库实际教学中探索如何培养学生发现问题、分析问题和解决问题的复杂工程应用能力具有重要的作用。

2 基于复杂工程问题的教学要求

中国工程教育认证协会对复杂工程问题进行界定,它包含了7个基本要素^[3],即下文的条件(1)~(7)。培养学生解决复杂工程问题的能力,其实质就是需要学生能够应对复杂性和全局性的问题,在不具备成熟工具的条件下创新性地运用基础知识和基本理论,在综合考虑多因素的场景下通过分析、研究、评估、设计、实施等活动带领多学科背景团队高效完成工程目标^[3]。在高等工程教育过程中,如何培养学生解决复杂工程问题的能力,实现从“知识”向“能力”的转变,是落实工程教育认证标准,提升工程人才培养目标的难点和关键之一^[4]。解决复杂工程问题的能力的培养在许多课程教学中受到了越来越大的重视^[5-7]。无论是专业课还是实践课,学生解决复杂工程问题能力的培养越来越受到大家的重视。

解决复杂工程问题能力的培养目标对学生在数据库系统基础课程上获得的工程能力提出了更高的目标。要求学生能掌握扎实的数据库工程原理技术,针对复杂的数据工程问题,能科学运用数

据库原理和技术深入分析,提出解决问题的方案和具体技术。针对一些需要通过建立合适的抽象模型才能解决的数据库工程问题,要求学生能创造性地提出建模方法,给出合理有效的数据模型;要求学生具有解决数据库综合复杂工程问题的能力。这些目标对数据库系统基础课程的教学内容和教学方法提出了更高的要求。

数据库系统基础课程教学内容上要求改变知识点零碎、孤立的现象,需要教师准确把握数据库复杂工程问题的实质和特点,需要精心规划和设计高质量的教学内容,在教学环节中將数据库工程问题的复杂性适当的融入教学内容中。教学方法上则需要教师加强案例教学、任务驱动^[8]、翻转课堂^[9-10]、实践教学、创新导向型教学^[11]等教学方法的融合运用。

3 基于复杂工程问题的数据库课程教学模式设计

3.1 基于复杂工程问题的教学内容

针对数据库系统基础课程内容,以复杂工程问题为切入点,笔者基于复杂工程问题的7个要素条件对数据库系统基础课程的理论与技术问题进行了系统归纳和分析,将课程内容涉及的数据库工程问题划分为18个主要问题,这些问题为数据独立问题、完整性问题、数据更新问题、安全性控制问题、设计问题、开发控制问题、数据系统结构问题、数据查询问题、数据依赖问题、数据异常问题、数据恢复问题、代价优化问题、数据存储问题、数据分析与挖掘问题、关系模式分解问题、关系演算问题、数据库运行维护问题、数据库编程问题。这些问题都必备复杂工程问题的条件(1)和其余的部分条件。课程教学内容围绕这些主要问题及其子问题进行设计与拓展(表1)。表1给出了部分典型的数据库工程技术问题、解决该问题的主要方法和对应的复杂工程问题的条件。例如,数据独立性是数据库领域一个重要的复杂工程技术问题,包括数据和程序的独立性、数据与物理存储的独立性2个相关联的子问题。实际工程项目中,为了解决数据独立性问题,则需要对数据、程序和物理环境进行系统分析,在深入分析的基础上需要建立合适的抽象数据模型,运用数据库系统的三级模式和两级映像结构原理才能解决。该问题具备复杂工程问题的条件因素(1)(3)(7)。

基于18个主要数据库工程问题和其相关的子问题的分析,笔者重新整理规划了数据库系统基础课程的知识点和技术点。产生数据库复杂问题的

表1 部分典型数据库工程技术问题及对应条件

| 问题 | 解决问题的方法 | 对应的复杂工程问题的条件 |
|---------|-----------------------------|-------------------|
| 数据独立性问题 | 三级模式,两级映像等 | 条件(1)(3)(7) |
| 完整性问题 | 实体完整性约束,参照完整性约束,用户定义的完整性约束等 | 条件(1)(7) |
| 数据更新问题 | 规范化,模式分解等 | 条件(1)(2)(3)(7) |
| 安全性控制问题 | 存取控制,授权,审计,视图,数据加密等 | 条件(1)(2)(3)(6)(7) |
| 设计问题 | 概念结构设计,逻辑结构设计,物理结构设计等 | 条件(1)(3)(7) |
| 并发控制问题 | 封锁协议,并发调度,两段锁协议等 | 条件(1)(2)(3)(6)(7) |

原因和解决数据库复杂问题的方法构成了数据库系统课程的主要知识技术。这些知识点和技术点是解决数据库重要问题的基本技术和方法基础。但一些问题往往不是单一的,具有内在的复杂性。因此,笔者进一步对一些问题进行了分解和细化。例如,数据库的复杂查询问题可进一步细化为查询代价问题、查询误差问题、查准率和查全率问题,解决的办法包括查询优化和数据清理等技术。查询代价问题则可进一步划分为底层数据的存储组织问题、数据索引问题、数据查询顺序问题等。针对一个复杂的查询需求,查询效率较低时,引起的原因往往不是单一的,其可能涉及底层数据存储问题,同时还有可能涉及索引问题,这些问题往往需要综合分析才能真正解决相关复杂的问题。

图1即展示了复杂查询问题及其解决方法的示例。由图1可知,实际工程中,数据库的查询问题往往不是单一原因造成的,一些问题经常会同时发生,解决方法也是多样的,往往需要从理论和具体技术2方面考虑深层次的原因,从而探寻出有效的方法,因此需要学生具备综合分析问题和解决问题的

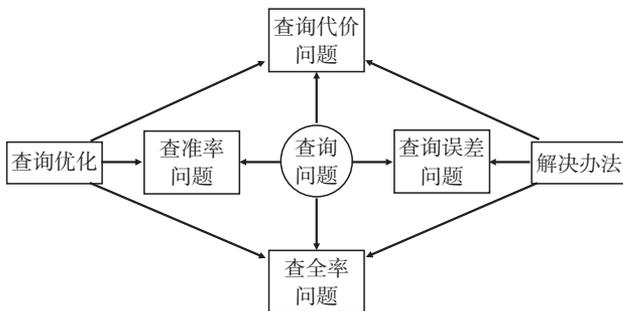


图1 复杂查询问题及解决方法示例

的能力。

3.2 基于复杂问题分析与处理的教学方法

传统数据库教学方法主要是教师对数据库系统的基本知识点按章节进行细致讲解与分析,学生识记和理解知识点,再配以小例子进行练习。通过学习,学生能掌握数据库系统的基本知识和技术,但缺乏解决数据库复杂工程问题的能力。在处理数据库复杂工程问题时候,学生分析问题和解决问题的能力均不高。为了弥补传统教学方法的不足,针对基于数据库复杂工程问题的课程教学内容,笔者进一步对教学方法进行了研究与优化。

基于复杂工程问题的教学方法主要是以数据库的复杂工程问题作为问题基点和学习的起点,以学生为主体核心进行复杂问题分析和讨论,在对问题深入分析的基础上,充分运用启发式教学方法引导学生探索和解决问题的方法与知识,从而锻炼学生发现问题、解决问题的和拓展问题的能力。教学中的方法不是单一的,可根据问题规模、问题复杂程度和解决问题的方法难易程度融合运用不同形式的教学方法,如分组讨论法、任务驱动法和案例讲解法等。例如,数据库异常问题是一个较大的复杂问题(图2),是数据库教学中的重点和难点。教学中,教师首先提出数据库中会存在异常问题,启发式的引导学生思考讨论数据库异常问题的种类和实际工程中的经典例子,接着鼓励学生深入分析这些异常问题产生的原因,在深入分析的基础上对问题原因做出科学合理的归纳和总结。进一步针对不同的异常原因组织学生进行分组讨论和研究,探讨有效的解决方法。教师根据学生对问题分析的程度和解决方法的探索力度进行重点讲解关键原理和技术。

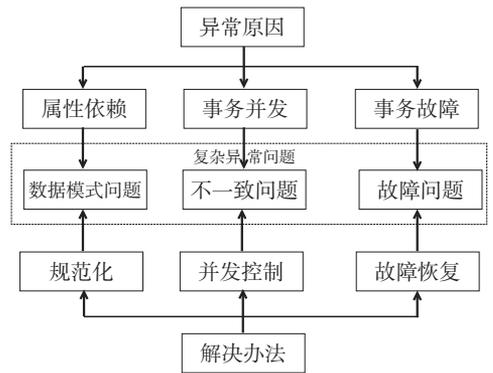


图2 复杂异常问题及解决方法示例

通过课堂教学,学生对复杂异常问题的3个子问题——数据模式问题、不一致问题和故障问题有了清晰的认识;深刻理解了分别导致这3个问题的

表2 部分数据库复杂问题能力培养达成情况

| 学号:*** | 姓名:*** | | |
|---------|--------------|--------------|------------|
| 数据库问题 | 复杂问题 分析能力 | 技术原理 运用能力 | 综合处理 能力 |
| 数据独立性问题 | 优 | 良 | 良 |
| 完整性问题 | 优 | 良 | 中 |
| 数据更新问题 | 良 | 良 | 中 |
| 安全性控制问题 | 良 | 良 | 优 |
| 设计问题 | 优 | 优 | 良 |
| 并发控制问题 | 优 | 优 | 良 |

原因——属性依赖、事务并发和事务故障的知识和内涵;能扎实掌握和运用对应的3个解决办法——规范化、并发控制和故障恢复的原理和技术。此外,学生在知识细节上对范式、模式分解、共享锁、排他锁、两段锁协议、事务回滚等将会有更深的理解与掌握。具有内在联系的一些重要知识点也能很好地融合起来。学生运用深入的原理技术解决复杂工程问题的能力得到了较好的锻炼,从而使学生具备解决由各个数据库子问题组合成的更为复杂的工程问题的能力、独立分析问题和解决问题的创新能力。

针对培养解决复杂工程问题能力的这一核心目标,围绕学生对数据库关键复杂问题及解决方法的学习和掌握情况,笔者建立了每一位同学解决数据库复

杂问题能力培养达成情况表,在教学过程中对学生解决复杂工程问题的能力培养的效果进行评定。表2展示了一位同学的情况。情况表每一项采取5级记分法,即优秀、良、中、及格、不及格。情况表的规模和形式都可根据具体情况改变调优。教师根据实际教学内容可在情况表上追加条目和项。

根据每位同学的复杂问题能力培养达成情况表,学生本人和教师对数据库系统基础课程中解决复杂工程问题能力的培养效果将会有有一个清晰的认识。便于进一步有针对性地提升与充实。

4 结语

在工程教育认证对解决复杂工程问题提出了较高要求的背景下,传统的数据库系统课程内容及教学方法具有较大的局限性,研究数据库系统基础课程的典型复杂工程问题,设计高质量的课程内容,探索在具体教学过程中如何利用数据库知识点和技术点增强学生解决计算机复杂工程问题的能力具有重要的意义。本文详细分析了复杂工程问题培养目标对数据库系统课程的教学内容和教学方法的要求;研究了数据库的主要工程问题和和其相关的子问题;设计和规划了数据库系统基础课程的知识点和技术点;针对基于数据库复杂工程问题的课程教学内容,进一步对教学方法进行了优化。

参考文献:

- [1] 叶小平,汤庸.数据库系统教程[M].2版.北京:清华大学出版社,2012.
- [2] 谭春娇,陈微,赵亮.工程教育认证理念指导下的教学改革[J].计算机教育,2019(2):123-126.
- [3] 杨毅刚,孟斌,伟楠.如何破解工程教育中有关“复杂工程问题”的难点[J].高等工程教育研究,2017(2):72-78.
- [4] 张朝磊,张在云.基于工程教育认证标准培养解决复杂工程问题能力[J].中国冶金教育,2017(4):14-17.
- [5] 叶明,陈蔚芳,陆永华.解决复杂工程问题的“测试技术”课程实践教学方法探索[J].工业和信息化教育,2019(1):90-94.
- [6] 臧海娟,白凤娥,潘瑜.“网络工程与设计”教学中复杂工程问题能力培养的探索[J].江苏理工学院学报,2018,24(6):80-83.
- [7] 许建秋,李鑫,孙涵.面向复杂工程问题的C++程序设计教学及实践[J].计算机教育,2019(2):61-64.
- [8] 陈洪超.项目教学法在数据库教学中的应用[J].当代教育实践与教学研究,2016(3):156-158.
- [9] 李正芳,候清兰.翻转课堂在数据库教学中的应用[J].教育现代化,2017(4):148-150.
- [10] 李杰勤,王丽华,詹秋文.翻转课堂在试验统计方法课程的教学应用实践探讨[J].西昌学院学报(自然科学版),2018,32(4):121-123.
- [11] 张丽平,李松,郝晓红.针对创新性人才培养的数据库课程教学研究[J].绥化学院学报,2018,38(2):114-117.

(责任编辑:蒋召雪)