

高校自动排课系统核心算法的设计与实现

陈建平, 李 坚, 令 锋, 崔振兵, 黄春艳

(肇庆学院 计算机科学系, 广东 肇庆 526061)

摘 要:排课是高校教务管理部门的一项非常烦琐的工作,解决好排课问题对于整个教学工作的有序开展有着十分重要的意义.着眼于自动排课系统的设计与实现,从系统的数学建模入手,主要介绍了基本资料管理、自动排课及逆排课等功能的算法设计与实现过程.实验结果表明,该系统能获得较好的排课效果,具有一定的合理性和实用性.

关键词:自动排课; 算法; 设计; 资源匹配

中图分类号:TP311.1; G434

文献标志码:A

文章编号:1009-8445(2007)02-0034-04

排课是各高校教务管理部门的一项十分重要又相当复杂的工作,其基本目的是为学校各教学部门开设的课程安排授课教师、上课时间和教室,从而使全校的教学工作能够有秩序、按计划进行.近年来,高校连年扩招,在校学生班级及人数显著增加,学校教学规模不断扩大;加之排课问题还涉及到班级大小、现行开课情况、课程周学时数、可用教室资源、现有授课教师资源及有效时间分配等诸多环节,使得高校排课问题变得越来越复杂和烦琐,排课工作量也随之剧增.目前,国内许多高校排课仍停留在以计算机为工具的手工排课层次上,多以计算机系统里的字表处理软件(如 word、excel 等)来排课.这种排课方式工作量巨大且效率极低,排课中还难免出现资源冲突的现象.虽然也有部分高校已在使用排课软件进行自动排课管理,但在排课效率及合理性,教室、教师与时间资源的利用率及优化等方面还存在着不同程度的问题.本文中,笔者就自动排课系统中的几个关键算法进行研究,并给出相应的设计实现方案,旨在为学校教务部门提供一个科学合理、统筹优化的自动排课实现方案.

1 自动排课系统的数学建模与设计

1.1 数据库设计

根据排课的实际需要,本系统数据库中设计了2类基本表^[1],第1类为基本资料记录数据表,第2类为自动排课过程中用到的临时队列数据表.自动排课时,系统首先扫描第1类数据表,将符合条件的数据记录扫描筛选到第2类临时队列数据表中;然后,在这些临时队列表中资源匹配操作,亦即将班级、课程、教师及教室4种资源间的条件匹配查询操作集中在临时队列表中进行.下面给出系统基本资料记录数据表的详细定义.

1) 班级数据表 class.其属性包括班级名称、人数、开设课程及相应课程的授课教师等.其中每个班每学期最多可允许开设8门课程.

2) 课程数据表 course.其属性包括课程编号、课程名、周课时、课程重要性权值等.我们按专业必修课、限选课、任选课及公共课等课程类型,为每门课程定义一个课程重要性权值.

3) 教师数据表 teacher.其属性包括教工号、姓名、性别、年龄、预定工作量、已用工作量、可授课

程、课程标志、空闲时段等.系统定义每位教师最多可讲授 4 门课程,并且按每周 5 个工作日,每日 5 个授课时段确定每位授课教师的时间空闲情况.

4)教室数据表 classroom.其属性包括教室名称、座位数、类别、可用时段等.根据教室座位数即可自动确定其类型,系统定义座位数在 40 座以下的为一类教室,40~80 座之间的为二类教室,大于 80 座的为三类教室.

除以上 4 个基本资料记录数据表外,系统用到的临时队列数据表主要包括 3 类教室的时间队列表(tmproom1,tmproom2 及 tmproom3)、班级空闲时间队列表 tmpclass、待排课程的临时队列表 tmpcourse、教师空闲时间队列表 tmpteacher 及排课表 tmpschedule.

1.2 主要变量定义

1)时间段变量 $T=(t_{ij})$.周工作日为周一至周五,按 5 d 计.第 1 时段为 1、2 节课,第 2 时段为 3、4 节课,第 3 时段为 5、6 节课,第 4 时段为 7、8 节课,第 5 时段为 9、10 节课,每天按 5 个时段计.时间段变量 T 定义为一个 5×5 的二维数组, t_{ij} 表示星期 i 第 j 时段^[2].

2)时间段效果变量 $E=(e_i)$.时间段效果变量 E 定义为一个长度为 5 的数组, e_i 表示第 i 时段的教学效果值,如表 1 所示.例如:可以规定一天中各时段的教学效果值 $e_1 \sim e_5$ 呈递减变化趋势,即第 1 时段教学效果最好,而第 5 时段教学效果最差.引入时间段效果值的目的是排课时应尽量选择教学效果好的时段^[3].

3)时间间距约束变量 $B_{\langle w,d,w',d' \rangle} (1 \leq w,w' \leq 5; 1 \leq d,d' \leq 5)$.其中: w,w' 为星期号; d,d' 为时段号; $\langle w,d \rangle, \langle w',d' \rangle$ 分别代表某门课程在一周内先后被安排的 2 个教学时间段.

$$B_{\langle w,d,w',d' \rangle} = \begin{cases} \text{true}, & \text{当 } 1 \leq |w-w'| \leq 4 \text{ 时}; \\ \text{false}, & \text{其他情形}. \end{cases}$$

(1)

时间间距约束考虑的是一个教学班某门课程的周上课次数超过 1 次的情况.由式(1)可知,排课时不允许某班同一课程在一天内安排 2 次上课时间,这也是从教学效果考虑的.

表 1 各时段教学效果值分布表

时段号	效果值 e_i
1	e_1
2	e_2
3	e_3
4	e_4
5	e_5

2 系统核心功能的算法实现

2.1 基本资料管理功能算法设计

系统的基本资料包括班级资料、课程资料、教师资料及教室资料,对这些资料进行有效管理是实施自动排课的前提.对各种基本资料进行增、删、改操作的算法实现流程基本相同,如图 1 所示^[4];所不同的是操作判定条件和最后处理的数据表对象.其中,对基本资料进行删除和修改操作时,操作结果将会影响与操作对象相关联的班级排课情况,出现这一现象后,系统将对相关联的数据对象实施逆操作.

例如:对班级资料进行管理时,判定“输入条件”和“修改条件”的有效性,主要是要求班级数据表中的“班级名称”和“人数”属性值均不能为空值,且“班级名称”取值不能与现有班级记录中的相应属性值重复.另外,当删除和修改班级记录时,若该班已存在相应的排课记录,则首先应删除该班排课记录,并且要对与之相关联的数据对象实施逆操作,然后再进行该班级记录的删除和修改操作.

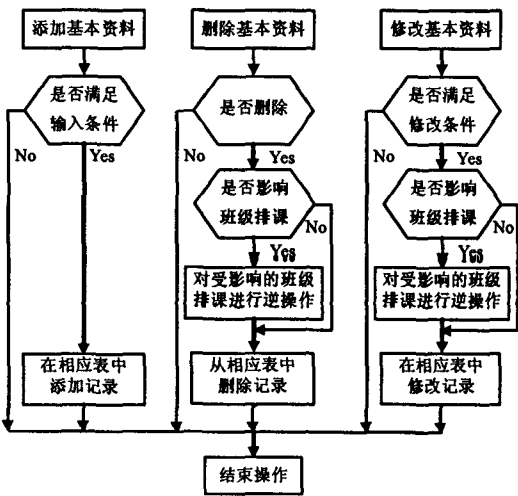


图 1 基本资料管理算法流程图

2.2 自动排课功能算法设计

课表安排是按班进行的.图2给出的是实现自动排课功能的算法流程图^[5].自动排课时,首先从教室表的“可用时段”属性中找出空闲时段并按教室座位数 s ($s \leq 40, 40 < s \leq 80, 80 < s$)分类,然后依次进入 tmproom1, tmproom2 及 tmproom3 这3类教室临时时间队列数据表;选取待排课的班级,若该班所开设的课程还没有安排教室,则该班便满足排课条件,然后将该班开设的所有课程按照属性“课程重要性权值”降序排列依次进入 tmpcourse 课程临时队列数据表;选取 tmpcourse 表中的第1条记录(即重要性权值最大的课程),然后扫描教师表并找出能授此课程且其“已用工作量”属性值最小的教师(已用工作量越小的教师越空闲,优先考虑将其作为该门课程的授课教师);将该教师的空闲时段按教学效果值降序排列依次进入 tmpteacher 教师临时空闲时间队列数据表;进行匹配排课(其实现算法流程图如图3所示),若匹配失败,则查找下一位能授此课程的教师,若匹配成功,则删除 tmpcourse 表中已经匹配了的课程;不断进行匹配操作,直到 tmpcourse 表中的全部课程均匹配完毕.

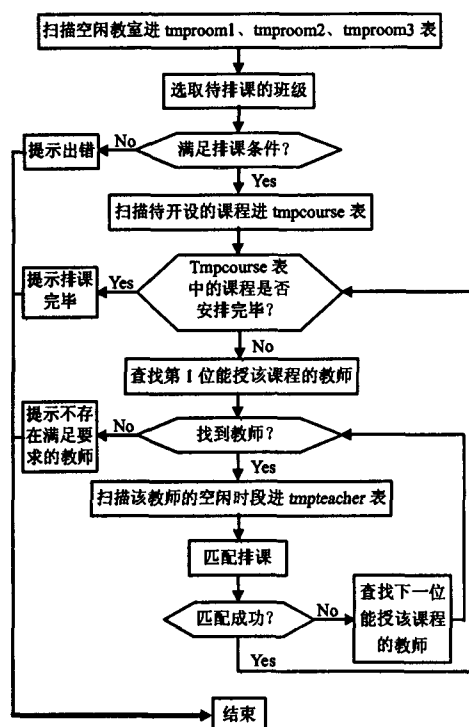


图2 自动排课算法流程图

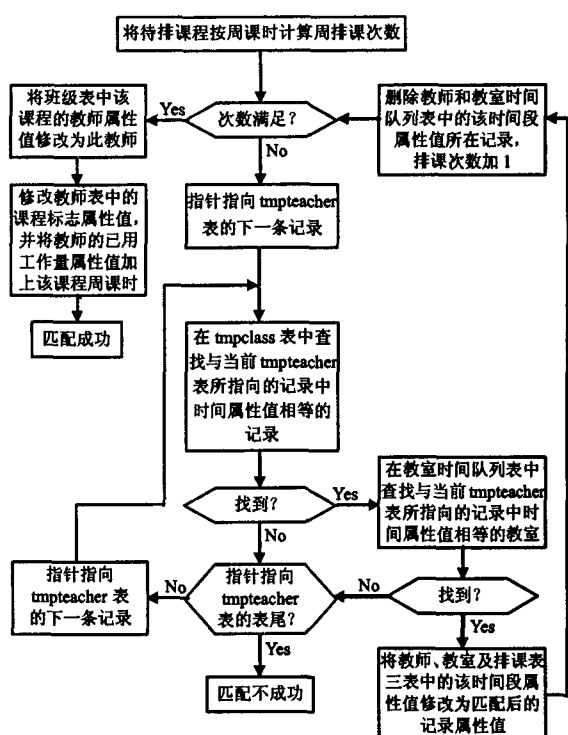


图3 匹配排课算法流程图

2.3 逆排课功能算法设计

逆排课是对班级课表进行删除的一种操作,是自动排课的逆过程.分班排课时,由于某些约束条件或关联数据得不到满足,致使排课无法正常进行;或是由于与已排好的班级课表相关联的数据发生了改变,致使原定排课需要取消后重排.以上情况出现后,都需要对班级课表进行删除操作(即逆排课).只有这样,才能对进行逆排课操作的课表所占用的教师、教室等资源加以释放,且经过释放以后的各种资源又可以继续参与到其他班级的排课当中;因此,逆排课功能在系统中占有非常重要的地位.实现一个完整的逆排课过程需要8个步骤,以下是其算法实现的主要步骤^[5].

1)从排课数据表 tmpschedule 中找到“班级名称”属性值为待逆排课的班级名称的元组,将该元组标记为 r ;

2)从左至右依次扫描元组 r 的“时间段课程”属性值,找出其第1个“时间段课程”属性值不为空的元组分量;

3)将所得的元组分量标记为 $w1$ 课程,假设 r 中与 $w1$ 课程相对应的“时间段教室”属性值为 $w2$ 教室,“时间段教师”属性值为 $w3$ 教师;

4)将教室数据表中 $w2$ 教室所在元组的相应时间段教室占用标志置为空闲状态,表示 $w2$ 教室在该时间段未被占用,可参与排课;

5)将教师数据表中 $w3$ 教师所在元组中的 $w1$ 课程标志置为空闲状态,表示 $w3$ 教师尚未为任何班级讲授 $w1$ 课程;

6)教师数据表中 $w3$ 教师所在元组中的“已用工作量”属性值减去 $w1$ 课程的周课时数;

7)继续从左至右依次扫描元组 r 的下一个“时间段课程”属性值,若该属性所在的元组分量值不为空,则转3);若该属性所在的元组分量值为空,则转8);

8)将元组 r 从排课数据表 $tmpschedule$ 中删除,逆排课完毕。

3 结 语

自动排课问题一直是高校教务管理中难以解决的问题,它涉及整数规划、图论及模拟退化等方法和技术.本文中,笔者就自动排课问题建立了相应的数学模型,将问题转化为一个时间任务表的优化问题,采用回溯方法的思想对问题进行了求解.系统算法设计时,较好地解决了班级资源与教室资源的最佳匹配问题,同时解决了班级、课程、教师、教室4类资源的优先级分配问题.系统数据库设计时,对所有排课中需要用到的临时队列均采用数据表进行设计,对所有队列的操作均通过数据库访问语句予以实现,由此实现了各队列间资源的快捷优化查询与匹配,这是该系统的创新之处.对计算机科学系进行局部试排课的结果表明,本系统能获得较为满意的排课效果;与传统的手工排课相比,有效避免了排课的盲目性和随机性;此外,系统中的逆排课功能进一步提高了排课操作的灵活性和排课资源的有效利用率.当然,系统也存在一些不足之处.例如:课程对教室设备的要求,即为课程分配教室资源时尚未考虑普通教室和多媒体教室的情况;课程单次授课时长为3课时的情况也还未加考虑等.上述问题还有待于在实践中进一步完善和解决.

参考文献:

- [1] 郭琦. Visual Basic 数据库系统开发技术[M]. 北京:人民邮电出版社,2003:99-144.
- [2] 陈谊,杨怡,张国龙,等. 基于优先级自动排课算法 PCSA 的设计与实现方案[J]. 北京工商大学学报,2002,20(2):33-34.
- [3] 殷联甫,许翔,曹海林. 一个通用排课系统的设计方法[J]. 研究与设计,1998(3):34-36.
- [4] 陆峰,李新. 自动排课系统算法的设计与实现[J]. 微机发展,2005,15(11):61-63.
- [5] 石柱琴,贾宇波,王殿君. 自动排课管理信息系统[J]. 佳木斯工学院学报,1996,14(1):53-55.

Design and Realization of the Kernel Algorithms of Auto-arranging Curriculum System for Universities

CHEN Jianping, LI Jian, LING Feng, CUI Zhenbing, HUANG Chunyan

(Department of Computer Science, Zhaoqing University, Guangdong Zhaoqing 526061, China)

Abstract: Curriculum arrangement is a very complicated job to the educational administration department in a university, so it is of great importance to solve the problem, which is important for the regular teaching in a university. With a purpose of designing auto-arranging curriculum system, it starts with mathematics model designing of auto-arranging curriculum system, and then introduces the design and realization of some basic functions of the system, such as the function of basic data management, the function of auto-arranging curriculum and the function of counter-arranging curriculum. Experiments show that this system brings us a satisfactory arranging curriculum result and it is reasonable and practical.

Key words: auto-arranging curriculum; algorithm; design; resource matching

(责任编辑:徐生然)