

基于图论的高校排考算法^①

董健兴, 栾 勇, 闫君政

(山东农业大学 计算机科学与技术系, 泰安 271000)

摘 要: 提出了一种基于图论的考场安排算法及一系列优化策略。考场安排是考务管理活动的重要环节, 考场安排结果的优劣直接决定了考务活动能否正常顺利的进行。对高校的考场安排问题进行了分析、抽象, 通过建立静态冲突图将时间安排转化为图论的图着色问题来解决排考时间的冲突问题并在此基础上提出了多种对结果的优化策略以保证排考结果的合理性。通过在山东农业大学的实际测试应用, 证明此算法切实有效。

关键词: 高校排考算法; 图论; 静态冲突图; 图着色; 考务管理

University Examination Timetabling Algorithm

DONG Jian-Xing, LUAN Yong, YAN Jun-Zheng

(Department of Computer Science and Technology, Shandong Agricultural University, Tai'an 271000, China)

Abstract: In this paper, an algorithm based on graph theory and various aspects of optimization strategy is presented. Examination timetabling is an important part of the examination management activities. The results of the examination timetabling have an important influence on the management activities. By the establishment of a static conflict graph, we transport the timing graph into a graph coloring problem and propose several optimization strategies on the results after analyzing and abstracting on the university's examination room arrangements. The experiment at ShanDong Agricultural University shows that our algorithm is quite effective in solving the complex problem in automatic timetabling.

Keywords: university examination timetabling algorithm; graph theory; static conflict graph; graph coloring; examination management

1 引言

考场安排是高校考务管理活动的主要组成部分, 由于排考冲突条件多, 数据量大, 人工排考无疑是一种繁复、琐碎的工作。随着高校进一步扩招, 人工排考的问题更显得突出。目前针对排考算法可以有很多算法可以采用, 如遗传算法、蚁群算法等。但有些算法时间收敛性不佳, 不能很好的满足实际排课需要。本文论述了一种通过构建冲突图解决排考问题的算法并对排考结果进行了多方面的优化。

2 问题描述

排考问题最主要的是解决同一名考生不能在一个

时间段同时考多门课的冲突问题并且排考结果要求考生的各门考试要有一定的时间间隔。总体来说, 排考问题可以抽象为在多种约束条件下寻找一组相对合理的解的问题。抽象的排考问题已经被证明是一种 NP 难问题^[1], 至今没有一种能适用于所有情况, 结果普遍令人满意的解。

3 基于图论的排考算法设计

3.1 理论基础—Welch Powell 图着色算法

Welch Powell 图着色算法描述:

1) 将图 1 中的结点按照度数的递减次序进行排列;

① 基金项目: 山东农业大学 2009 年 SRT 项目(0910005)

收稿时间: 2010-08-21; 收到修改稿时间: 2010-09-19

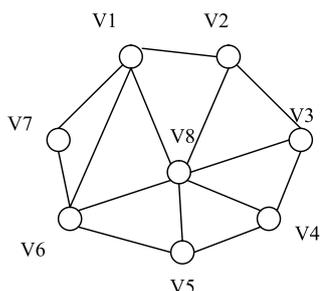


图1 构造图G

2) 用第一种颜色对第一点进行着色, 并且按排列次序, 对与前面着色点不相邻的每一个点着上同样的颜色;

3) 用第二种颜色对尚未着色的点重复2), 用第三种颜色继续这种做法, 直到所有点都着上色为止^[2];

3.2 排考问题的图论模型

根据图论的知识, 可以将排考的部分问题转化为图着色问题。我们构建图 $G = \langle V(G), E(G) \rangle$, 将考试的课程看做图顶点的集合 $V(G) = \{V1, V2, V3, \dots, Vn\}$, 将顶点间的连线构成连接结点的边集 $E(G) = \{e1, e2, e3, \dots, en\}$ 。任意两顶点间有连线($e_{ij} = 1$)表示有某个考生同时选了这两门课, 排考时不能将有连线的两门课安排在同一个时间段。

3.3 时间安排算法的设计与优化

时间安排从算法实现上来讲可分为两个过程: 从排考问题中抽象出图论的模型, 将时间安排算法转化为图着色算法, 得出多组可用解; 从可用解中选取相对较好的解作为最终结果。算法流程图如下:

相关方法详细描述:

getUnarrangementCourse(): 得到一门还未安排的课程, 并且要满足考生有一定的考试间隔。遍历图直到找到一门未安排的课程, 判断选此课的班级的上一次考试时间 $lastTime$ 。若 $(currentTime - lastTime) < n$ (n 可自己设定), 则取另外一门课。若循环几次仍找不到合适的, 则抛弃条件 $(currentTime - lastTime) < n$;

findNonadjacentCourses(): 得到互不相邻的若干门课程。遍历冲突图, 查找与 $course$ 不相邻的课, 若此课与存放互不相邻的课程的 $UnadjacentCourseList$ (未安排的课程链表) 中的课都不相邻则将此课放入未安排的课程链表;

计算课程优先级: 综合各种排考条件, 冲突系数决定课程安排的优先级。优先级 ($priority$) 规定如下:

若选此课的班级中有刚刚考过的则 $priority = -100$, 若有一直都未考过的则 $priority = 100$, 设置为 100 的目的是尽量让所有的班级在开始的时间段内能有一次考试。其余情况 $priority = currentTime - nextIdealTime$ (当前时间 - 下一合理时间段); $nextIdealTime$ 为下一个最合理的考试时间 $nextIdealTime = currentTime + averageTime$ ^[3];

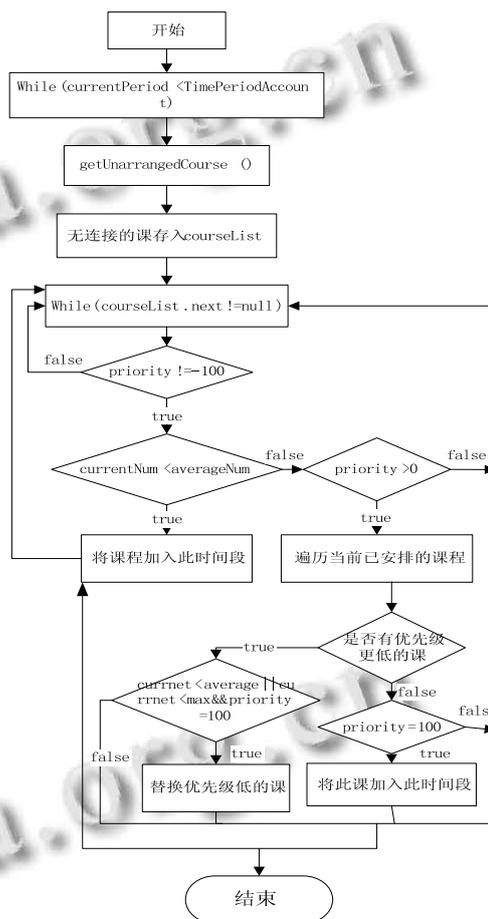


图2 时间段安排算法流程图

课程的替换与添加: 在某个时间段内用课程优先级高的替换优先级低的课或者在最后追加。若有比已安排的课的优先级高的课程并且当前考试人数未超过平均每个时间段的考试人数, 则进行替换。若超过平均数未超过最大值但优先级为 100, 则在此时间段追加;

3.4 教室安排算法的设计与优化

基于学校教室基本固定不变, 且种类可枚举, 将教室分成 N 类。

执行子算法, 当待排的考试人数在某一设定值 a

以下时,就执行算法 A。

算法 A 描述:在系统开始时,初始一个数组,存储所有小于设定 a 的教室组合。

按照教学楼使用的优先级,将最合适的组合分配给这个考试任务。

当待排的考试人数大于设定值 a 时,执行算法 B。

算法 B 描述:按照教学楼使用的优先级,随机从所有教室链表中选取一个教室,判断这个教室所在校区是否与考试校区相同,如果在同一个校区,将其分配给这个考试任务。

为了避免出现教室使用率过低的情况出现,要执行 m (设定值) 次子算法,取其中使用教室资源最少的一次作为最终结果。

如果出现最后剩余较少考试人数(如最小的教室容纳 30 人,而只有 10 人考试),就将这个教室的学生与同一个考试任务另一个教室的学生重新组合。

3.5 监考教师的安排算法设计与优化

构造一个循环队列,存储教师的信息。给已经分配考试时间以及考试地点的考试任务分配监考教师,判断考场的考试人数,读取预先设定参数 t (多少学生分配一个监考老师) 分配监考老师,如果需要监考老师 n 人,就从循环队列中读取 n 个教师分配给这个考试任务以尽量增大监考的时间间隔。

4 算法测试及实际应用

由于系统的某些功能需要采用 c/s 模式,编程语言选用了 JSP,对执行速度有一定的影响。算法测试采用开源测试软件 JMeter2.3.4,测试数据采用山东农业大学信息学院及机电学院共 74 门必修课,14204 条选课记录,运算采用一台配置为 Intel(R) Core(TM)2 Duo CPU T6500 处理器,2GB 内存的便携式电脑,操作系统采用 Windows7 旗舰版。经测试排考结果达到设计要求。测试时间的结果如图 3 所示:

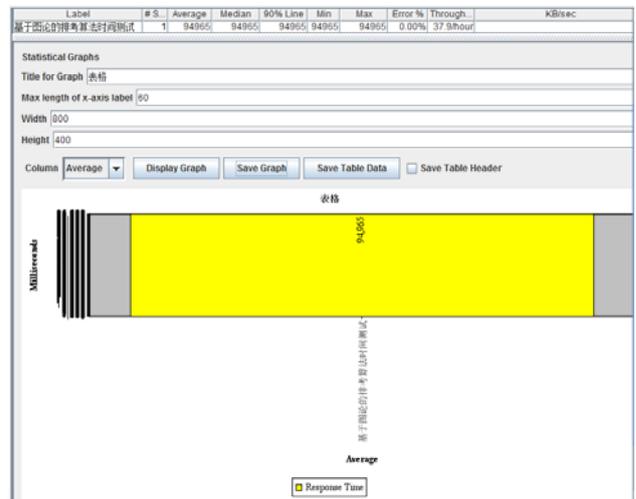


图 3 排考算法时间测试结果

图 3 显示页面平均响应时间为 94965ms,即排考耗时 94.965s 满足实际排考的需要。

5 结语

排考算法中的某些参数值需要根据一定的排考经验选择输入,参数的选择对排考结果也有一定的影响,因此操作需要有一定的排考经验并对参与排考的数据有一个整体的把握。本文将排考问题抽象转化为图论中的图着色问题,经实际检验能很好的满足高校实际的排考需要,有一定的实际应用价值。

参考文献

- 1 Goodrich MT, Tamassia R. 霍红卫译. 算法分析与设计. 第 5 版本. 北京: 人民邮电出版社, 2006.
- 2 左孝凌, 李为鉴, 刘永才. 离散数学. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1982. 317-320.
- 3 欧阳勇, 李涛. 高校自动排考系统设计与实现. 湖北工业大学学报, 2009, 24(4): 67-80.