

最大独立集在高校排课表系统中的应用 Application of The Maximal Independent Sets in College Time-Table System

李勤丰

LI Qin-feng

(河海大学理学院, 江苏南京 210098)

(College of Science, Hehai University, Nanjing, Jiangsu, 210098, China)

摘要:在分析排课系统特征的基础上,利用图论中最大独立集的理论,对排课资源进行合理抽象并建模,实现自动排课的功能要求,并进行算例分析。算例分析表明,该方法解决排课表问题相当实用,而且效率较高。该方法具有有效性和可靠性。

关键词:排课表 最大独立集 最大匹配 图论

中图分类号:TP39;O157.6 文献标识码:A 文章编号:1002-7378(2006)04-0339-03

Abstract: The characteristics of courses timetable are analyzed. The theory of maximal independent sets of graph is applied to abstract the resources of education and setup a model to achieve the function of auto-tabling. An example is given to explain the model. It indicates that the model is efficiency and reliability in tabling of courses.

Key words: timetable of courses, maximal independent sets, maximal matching, graph theory

近几年来,高校扩招,学生人数增多,班级也相应增加,与之配套的教师、教室等硬件资源增加相对较慢,因此合理而有效地安排学校课表,进一步提高现有资源的使用效率,提高教学管理水平,对保证教学质量具有相当重要的作用。但是,课表的具体安排涉及到众多因素,如学生、课程、教师、教学资源、时间等,是运筹学中的时间表问题(Timetable Problems, 简记 TTPs)。国内外在相关方面以有较为深入的研究并被公认为是 NP 难题。

通过图论的方式来研究排课问题是一个比较典型的方法,但多数情况下,都是根据最大匹配对图的顶点着色来安排计划的^[1~3]。最近也出现过利用人工智能如遗传算法^[4]、专家系统^[5]、模拟退火算法^[6]等方法对排课问题在理论上作近似优化讨论,但其实验数据较少,其搜索算法或推理过程对于这样已被证明为 NP 难题的问题,无法从数学角度给出这些方案是否为有效性的证明。特别来说,有些算法,

如遗传算法,还可能逐渐偏离全局最优解和不稳定性^[7]。所以,本文欲从图论的角度来重新对课表问题进行抽象,使之转化为寻找图的独立集问题,以此来安排课表。

1 涉及到的图论中的概念和理论

称顶点集的一个子集为独立集,如果它的顶点两两不相邻。如果一个独立集不是其他任何一个独立集的真子集,则称该独立集是图 G 的极大独立集。基数最大的极大独立集就是图 G 的最大独立集。最大独立集的基数称为图 G 的最大独立数^[3]。

2 图论模型和设计方案

排课的主要任务是将具有多种属性的各种资源,如教师、教室、班级、学生、课程、时间等,以一个周期的方式进行合理地匹配,使其不发生冲突。因此课程安排时要考虑如下一些限制条件^[8]:同一教师必须在不同时间上课;同一班级必须在不同时间上课;同一时间同一教室只能排一个课程;上课人数小于教室的容纳人数。另外还要考虑:某些教师在固定时间有特殊安排;同一班级的教室变化不宜太大;课

程安排尽量均匀;同一课程尽量不在同一天上;在指定的时间内完成教学任务等。因此排课问题就成为在确定课程安排以后如何安排教师、教室、班级之间关系的问题。

下面将排课问题首先按照时间指定课表,再根据教室,教师,班级等具体情况安排。

2.1 按照时间指定课表

从时间上来看,课程与课程之间不相容,主要是在同一时间上具有共同的学生或者教师或者班级,所以我们以周为单位,按下列方式抽象成图:(1)图的顶点。若有几个班级同时上同一门课程,如1班,2班都要上高等数学,则用高数1,高数2区分成不同课程;对课时较多的课程,如英语1在1周内需要排课3次,则用英语11,英语12,英语13区分成不同课程,则全校所有班级的所有课程都可以正确区分了,把这样的课程抽象成结点作为图的顶点。(2)图的边。若有同一班级同时上两门课,如班级C在同一时间既要上高数1,又要上英语1,则说明高数1和英语1不相容;或者同一教师T在同一时间既要上高数1,又要上高数2,则说明高数1和高数2不相容;同一教室G在同一时间既有课程英语1,又有英语2,则说明英语1和英语2不相容。对不相容的课程之间用线相连,就构成图的边。

这样就构成了造成课程冲突的图,用邻接矩阵A表示,则A是对角线元素都为0的对称矩阵。用算法找出图的所有极大独立集 $V_i, i=1,2,\dots,k$,就能保证课程之间不再相互冲突。

2.2 按照教室指定课表

设学校共有N间教室,则若 $V_i \leq N$,把上述找出的极大独立集 V_i 按时间段嵌入其中即可;若 $V_i > N$,则在上述求极大独立集的过程中需要限定最大独立集的数目。若限定最大独立集的数目后所得的k较大,则应该考虑周末排课。

另外,考虑到实际中一些课程的特殊要求,如高数和英语,应尽量安排在上午,则可以在放置 V_i 时先编排高数和英语所在的极大独立集进入所要求的时间段的教室,在同一独立集中的其余顶点及时跟进即可。

2.3 按照班级指定课表

根据已经排好的教室课表,对照班级人数和教室容量,把不同班级嵌入其中,如已知教室1上高数2,在把需要上高数并且人数与教室1相当的班级嵌入即可。

2.4 按照教师指定课表

根据已经排好的班级课表,按时间段统计同一门课程的上课时间,如:时间1上有高数1,高数2和高数5,则说明这一时间得有3个教师同时授教;考虑到教师来回上课所花时间和精力等,若时间2上有高数3,6,则这两个课程应尽量安排给上述的3个教师授教。对于有特殊要求的教师,可以在排好的班级课表中优先选择。

2.5 结合全局,考虑课时等约束条件

特别是课时较少的课程,如马哲的课时为32,以一周一次共两节课算,则16周即可结束课程,则应及时记录,以免在第17周时出现错误。

综上所述,均可建立数据库和链表,通过计算机实现。

3 算例分析

为了更好地说明上述过程,我们忽略所有的限制条件,作如下简单的算例^[9]。

首先按照教学计划,学校有课程1~10,随机安排课程,发现有冲突。根据课程之间的不相容情况,建立图1,得到不相容矩阵A,根据算法找出所有的极大独立集为(4,10)(3,5,9)(1,2,6,7,8),则在时间1安排课程(1,2,6,7,8),时间2安排(3,5,9),时间3安排(4,10)。所以最多需要教室5间,以2课时为一时间段,1天按8课时计,则1天内就能安排完课程。另外,考查(4,10)和(3,5,9)不相容的原因,如是教师安排冲突,而学校又有足够的师资可以安排,则完全可以把这5门课程同时安排在时间2,则半天就可以完成教学任务。

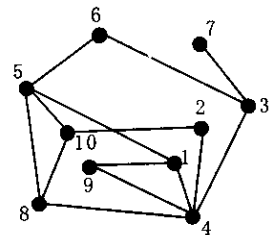


图1 算例的不相容矩阵

本算例表明,用本文方法解决排课表问题相当实用,而且效率较高。

4 结束语

课程安排是高校教务管理的重要工作,人工排课的效率低下,资源利用和协调能力也难以满足要求。本文在分析排课系统特征的基础上,对排课资源进行合理抽象并建模,利用图论中最大独立集的原理

论,实现自动排课的功能要求。本方法解决排课表问题相当实用,而且效率较高,但是这种算法对于不相容矩阵所对应的图为顶点数目较大的正则图时效率较差,建议选择使用。

参考文献:

- [1] 马允宜,刘志镜.图与图着色在计算机辅助排课表中的应用[J].西安工业学院学报,1994,14(4):314-318.
- [2] 胡顺仁,邓毅,王铮.基于高校排课系统中的图论问题研究[J].计算机工程与应用,2002,(4):221-222.
- [3] BONDY, J A, MURTY, et al.图论及其应用[M].北京:科学出版社,1984.
- [4] 唐勇,唐雪飞,王玲.基于遗传算法的排课系统[J].计算机应用,2002,22(10):93-94.
- [5] SOLOTOREVSKY G, GUDES E, MEISELS A.

RAPS: a Rule-based Language for specifying resource allocation and time-tabling problems[J]. Knowledge and Data Engineering, 1994, 6(5): 681-697.

- [6] 黄干平,姚自珍,张轶静.使用模拟退火算法解课表问题[J].武汉大学学报:自然科学版,2000,46(5):559-563.
- [7] 阎平凡,张长水.人工神经网络与模拟进化计算[M].北京:清华大学出版社,2000:386.
- [8] 张健.基于图论的高校排课系统实现[J].重庆师范大学学报:自然科学版,2005,22(1):35-38.
- [9] 吴江.求图的最大独立集的启发式搜索算法[J].计算机应用与软件,1990,7(2):17-22.

(责任编辑:邓大玉)

(上接第 338 页)

业请款。

2.2 实现采购的全过程管理

IFS-ERP 系统下达采购清单, LG-SRM 系统根据物资分类生成招标书。LG-SRM 系统对招标书与供应商进行关联,对于某供应商,只能接收到发放给它的招标书。供应商在通过身份验证的条件下,进行网上投标。在投标截止日期前,供应商可以对投标情况进行修正。一旦投标截止且进入评标阶段,系统不再受理新的投标以及对原有投标的修改。评标时,系统对供应商的报价信息、历史的供货质量信息、供货及时率、企业对供应商的考核信息进行提取,将供应商全面准确的信息反馈给领导进行评标决策。企业与中标供应商签订采购合同,供应商依据合同与订单进行发货通知均可在系统中进行处理。因此,采购活动的每个环节,系统都对其进行了有效控制。

2.3 支持对供应商个性化的开发流程

对企业来说,某供应商从潜在供方成为合格供方,需要经历首件、试制、小批量生产以及成批生产等供方开发阶段。每阶段企业都要对供货情况进行考核,决定是否需要供货商继续供货。供应商的开发流程是个性化的,系统支持柔性的流程开发管理,包括开发流程定制与审批、流程异常处理、开发活动执行及开发活动查询。

3 应用效果

LG-SRM 系统在柳工已经运行了 2 年多,取得

了一些成果,具体来讲,总结为以下几个方面:(1)实现了基于 Web 的招投标过程的电子化,极大提高了招投标的效率,保证了对招投标活动全过程的管理与控制。(2)通过 LG-SRM 系统的实施,规范了供应商的开发、考核评价的管理制度和流程,使供应商管理迈向新的台阶。(3)大大降低采购人员的作业负担,同时减少了传统的电话、传真等低效的沟通方式,降低了沟通成本。(4)改善了现有的作业流程,可以及时发现并解决问题,信息反馈及时,提高工作效率,也为更进一步深化供应链管理打下了坚实的基础。(5)构建起一个与供应商协同工作的平台,实现了信息的快速传递,目前所有供应商都在使用协同平台,通过协同平台传递各种信息及资料。最终实现与供应商之间的协同,提升整个供应链的作业效率,共同应对市场变动。

4 结束语

随着信息技术的进步和供应链思想的深入人心,以及电子商务的飞速发展和竞争的进一步加剧,实施供应商关系管理系统必将成为企业 ERP 后的又一信息化过程。

(责任编辑:凌汉恩 邓大玉)