

学分制管理模式下的排课管理模块的研究与实践

段晓聪

(广东财经大学 华商学院, 广东 广州 511300)

[摘要]随着高校学分制的推进和发展,在学分制教务管理系统中使用的排课模型也变得越来越复杂。首先对整个学分制教务管理系统的体系结构做了简单的介绍,然后针对学分制管理的特点详细介绍了排课流程、排课数据库和排课算法。

[关键词]学分制;教务系统;自动排课;算法

doi: 10.3969/j.issn.1673-9477.2019.01.036

[中图分类号] G647

[文献标识码] A

[文章编号] 1673-9477(2019)01-104-03

一、问题的提出

目前有些高校已经进行了学分制改革,比如汕头大学,经过笔者调研,发现其整套学分制的管理方案比较成熟,且已基本实现学生的自由选课。作为教务系统的核心模块,由于排课模块所涉及到的变量比较多,从时间和空间对排课过程提出了挑战。因此,如何使高校排课管理正确、高效地运行就显得非常关键。

排课问题已经被证明是一个NP完全类优化问题^[1]。完全学分制条件下,在学校教务部门排好课之后,全部学生可以自由选课,一旦放开学生选课,判断学生课程冲突的运算量将非常大。如何简化完全学分制条件下的冲突检测,也是完全学分制排课系统必需解决的一个问题^[2]。

二、学分制排课的一般流程

首先制定专业教学计划(人才培养方案),然后给各学院下达本学期的教学任务,最后就是落实教学任务。在整个教学任务落实的过程中教务处充当了监督的角色,在学期执行教学任务的时候要根据实际需要进行调整。

在学分制的管理模式下,教务部门可以根据学校教学资源及学生实际情况主动排课或者学生选课。学分制模式下的排课流程如图1。

(一) 排课过程中的几个基本概念

本文指的排课包含两层含义,教务部门安排好课程之后(包括安排好了时间、地点、教师),统一安排学生或者让学生自由选课,形成学生课表。排课前要准备的前期工作有:

1. 课程、课室、教师。课程是教学计划组成的最小单位,课程合集 $k = \{k_1, k_2, k_3, \dots, k_n\}$; 课室:

教师进行教学活动的场所。分成不同类型的课室,如普通课室、多媒体课室、计算机实验室等,课室的字段类型包括(课室编号、课室类型、课室位置、时间向量)教室合集: $j = \{j_1, j_2, j_3, \dots, j_n\}$; 教师合集: $s = \{s_1, s_2, s_3, \dots, s_n\}$;

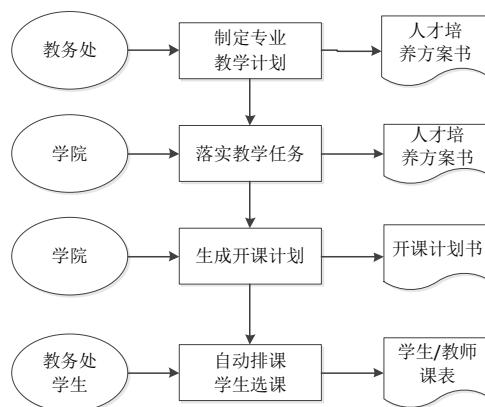


图1 排课流程图

2. 教学任务。各学院根据学生数、课室数、教师数划定不同的教学班,形成不同的教学任务。教学班合集: $c = \{c_1, c_2, c_3, \dots, c_n\}$;

3. 课次。每个学期分成的教学周及每天的学时数。比如一门课每周上三次,每次上2节,就可以按照(2-2-2)来表示。“节”为最小的调度单位。根据学校的教学安排,用一个时间向量 $t = \{t_1, t_2, t_3, \dots, t_n\}$ 表示。

(二) 排课过程中应该注意的问题

学分制管理信息系统在排课过程中更应注意以下问题:

1. 排课时不要随便改动教学任务。
2. 排课数据要备份。
3. 如果有板块课程,则需要最先安排。

[投稿日期] 2019-01-16

[基金项目] 广东省教育厅2016年重点平台及科研项目(创新强校工程)(编号:2016WQNCX209)

[作者简介] 段晓聪(1985-),男,江西赣州人,助理研究员,硕士,研究方向:教学管理、学籍管理、教务系统管理、学分制管理。

4. 按照周次范围排课和不按照周次范围排课不要随便切换，选择一种方式排课后就一直以这种方式排。

5. 如果根据学时分配排课，则排完课后不要随意修改学时分配表。

6. 排课过程中如果少量任务改动，则尽量不要初始化等操作。

7. 排完课之前不要选课。

8. 如果有特殊时间安排的课程，先手工安排时间。

三、基于约束满足的排课算法

排课问题实质是将时间、教师、班级、课室、课程这五维关系的冲突问题的解决。传统高校排课算法有：贪婪算法、专家系统法、图论方法这些方法只能针对个别的实际问题没有通用性而且关联规则很难获取求解结果不理想^[3]。

由于课表约束复杂，用数学方法进行描述时往往导致问题规模剧烈增大，这已经成为应用数学编程解决课表问题的巨大障碍^[4]。为此，我们将引入基于约束满足问题理论对选课算法进行分析。

(一) 约束满足问题理论

约束满足问题，简称 CSP，英文简称：Constraint Satisfaction Problem，是人工智能中的一个重要的研究领域。常情况下，CSP 是一个 NP 完全问题，相关内容参见文献^[5-9]。由于约束条件过于复杂，我们在实际求解约束满足问题时候，约束过于严格或者约束条件过多都容易造成过约束满足问题。

(二) 排课过程中的约束

假设以下我们在排课过程中需要的 9 个约束条件：

1. t_1 时间每位学生上一门课，记为 $r_1 \leq 1$ ；
2. t_1 时间每位老师上一门课，记为 $r_2 \leq 1$ ；
3. t_1 时间每个课室只能安排上一门课，记为 $r_3 \leq 1$ ；
4. 课室类型及容量符合教学班的要求；
5. 教学任务与教学计划安排一致；
6. 规定时间不排课；
7. 特殊课程需要提前安排（比如板块课程需要提前安排）；

8. 尽量满足部分教师的特定要求（比如有老师不能排在特定的时间）；

9. 尽量满足部分学生的特定要求（比如有学生不想在周五下午上课）。

以上 1-9 为排课过程中的约束条件。其中约束 1-5 由于资源的有限而无法改变，我们称之为硬约束

条件，硬约束集为 $R = \{r_1, r_2, r_3, \dots, r_n\}$ ；约束 6-9 在排课过程中可以或者不完全满足，我们称之为软约束，软约束集为 $Y = \{y_1, y_2, y_3, \dots, y_n\}$ 。

(三) 约束松弛与两阶段排课

排课就是在保证老师、课室、学生时间不冲突的情况下为课程分配时间、课室、学生。一个三元组〈课室，课程，时间〉构成了排课的结果。我们在处理三者之间的关系是，将〈课室，时间〉看作一个二元组，然后将这个二元组分配给不同的课程。

我们将排课分成两个阶段。第一，先松弛与课室相关的约束“约束 3”，引入新约束 NEW，每个时间片中课室供应量大于需求量，那么排课结果矩阵 A 与课程类别乘积就是课室的矩阵 $Z_{k \times n}$ ，课室供应矩阵为 $R_{k \times n}$ （根据课室可用时间汇总），新约束 NEW 就可以用： $Z_{ij} < R_{ij}$ ，这样就满足了约束 1 和 2。第二，同一个时间点，课室的供应远远多于需求，这样就能满足约束 7-9 的要求。通过引入新约束，我们将三元或者多元约束的复杂问题转为了简单的二元约束满足问题。

第一阶段的排课问题可以表示为二元组〈课室，时间〉，全部未排课程构成约束满足问题中的有限变量集。假如 a_i 表示一周可以安排 N 节课的时间向量，所有课程的时间安排就构成一个关于“时间-课程”的矩阵 $V_{m \times n}$ 的解空间：

$$V = \begin{pmatrix} v_1 \\ v_1 \\ \vdots \\ v_k \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_{11} & v_{12} & \cdots & v_{1j} \\ v_{21} & v_{22} & \cdots & v_{2j} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ v_{k1} & v_{k2} & \cdots & v_{kj} \end{pmatrix}$$

$$\text{其中 } w_{mm} = \begin{cases} 0 & t_n \text{ 时间无 } k_m \text{ 课程} \\ 1 & t_n \text{ 时间有 } k_m \text{ 课程} \end{cases}$$

向量 $w_{kj} = \{w_{1k}, w_{2k}, w_{3k}\} w_{ki} (= k 1, 2, \dots, 3)$ 表示课程 k_i 的一种排课方式，或者叫做“课次模式”。

周学时为 z 的课程 k_i ，理论上的排课组合方式有 c_m^z 种，但是加入约束 6-9 等一元约束的限制后，可选排课组合要远小于此。比如：线性代数课程周学时为 4，每天可排上午 4 节，下午 4 节，晚上 3 节共 11 节课，总排课时间为 $11 \times 5 = 55$ 节，排课组合有 C_{55}^4 种，除去：晚上不上课，周二下午不上课，实际可排时间为 $55 - 15$ （晚上）- 4（周二下午）= 36 节课程。由于课程是以 2 小节为一大节的，两节课是连接在一起的，即采取 2-2 模式，线性代数课程的排课组合又将下降。这些过程都在由一元约束阶段处

理完成的,提高了算法的效率。

假设当前软约束为 $Y = \{y_1, y_2, y_3, \dots, y_n\}$, 则目标函数为:

$$\max f = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_i \times (r_{ij} \times s_{ij}) \quad (1)$$

其中, r_{ij} : 课程 k_m 对约束 v_j 的满足系数,

s_j : 约束 $t = \{t_1, t_2, t_3, \dots, t_n\}$ 的权重,

c_i : 课程 x_i 的课程类型系数。

约束条件是②③:

$$(\mu_i \wedge \chi_i) \wedge \gamma_i = 0 \quad (2)$$

$$l_{ij} < q_{ij} \quad (3)$$

χ_i : 为课程 i 排课结果的课次模式向量;

γ_i : 为学生冲突检测向量;

μ_i : 老师冲突检测向量;

l_{ij} : 特定时间片 t_i 时的教室需求量;

q_{ij} : 特定时间片 t_i 时的教室需求量;

为每门课程赋予一个满足约束条件是②③的课次模式向量,使目标函数①最大化,这样就基本满足了排课条件。以上就是基于学分制教务管理系统的条件排课满足的算法。

四、结束语

灵活排课是学分制管理的核心。如何通过排课算法有效、灵活地解决排课过程中出现的冲突就显得尤为重要。本文首先通过对整个学分制教务管理

系统进行介绍,然后着重介绍了排课管理的流程、数据库结构等,最后就基于约束满足的排课算法进行了着重介绍,解决了排课问题中的冲突问题,达到了不错的效果。

参考文献:

- [1] 安劭. 遗传算法在排课问题求解中的应用[D]. 贵州大学, 2009.
- [2] 杨明广. 基于约束满足的学分制排课算法应用与研究[D]. 电子科技大学, 2013.
- [3] 李连天. 高校智能排课系统研究与开发[J]. 信息与电脑(理论版), 2013, (07): 231-232.
- [4] 陶滔, 谢卫星. 课表模型及排课算法应用[J]. 计算机系统应用, 2011, (02): 198-201.
- [5] 任克强, 赵光甫. 基于约束满足的高校排课问题研究[J]. 江西理工大学学报, 2006, (06): 70-72.
- [6] 李贺. 约束满足问题中基于 MDD 的相容性算法研究[D]. 吉林大学, 2016.
- [7] 张永刚, 张思博, 薛秋实. 求解约束满足问题的改进蚁群优化算法[J]. 通信学报, 2015, (05): 44-50.
- [8] Leo van Iersel, Steven Kelk, Nela Lekić, Simone Linz. Satisfying ternary permutation constraints by multiple linear orders or phylogenetic trees[J]. Theoretical Computer Science, 2016, 609:.
- [9] 田银磊, 崔卫东. 基于约束满足问题的自动排课算法研究[J]. 商丘师范学院学报, 2010, (09): 94-98.

[责任编辑 王云江]

The research and practice of course scheduling management module under the credit system management mode

DUAN Xiao-cong

(Huashang College, Guangdong University Of Business Studies, Guangzhou 511300, China)

Abstract: With the advance and development of the credit system in Colleges and universities, the course arrangement model used in the educational management system of the credit system has become more and more complicated. Firstly, this paper makes a brief introduction to the system structure of the whole credit management system, and then introduces the arrangement of the course arrangement, the course database and the course arrangement algorithm.

Key words: credit system; educational system; automatic course scheduling; algorithm