

遗传算法在高校排课系统中研究与实现^①

马玉芳^{1,2}, 张海娜^{1,2}, 邵杰³

¹(商丘工学院, 商丘 476000)

²(南京理工大学, 南京 210094)

³(郑州成功财经学院, 郑州 451200)

摘要: 随着高校的不断扩招和合并, 由于教学资源的有限, 合理的安排教学计划已经成为一个日益严峻的问题. 排课以及教室的合理利用已经成为教学计划管理的一项重要工作. 本文通过对遗传算法和高校排课需求的研究, 从教室调度, 冲突检测和时间规划三个方面进行深入分析, 并且对对应算法的流程进行了详细的描述和设计. 通过遗传算法里面的选择、交叉、变异等具体方法对初始种群不断进化, 并最终获取最优化的课表. 最后本文通过 Visual C++ 实现该排课系统, 验证了算法的可行性.

关键词: 遗传算法; 高校排课; 冲突检测; 变异; 优化

Research and Implementation of Genetic Algorithm in Curriculum Arrangement System in Colleges and Universities

MA Yu-Fang^{1,2}, ZHANG Hai-Na^{1,2}, SAO Jie³

¹(Computer Science Department of Shangqiu Institute of Technology, Shangqiu 476000, China)

²(Graduate School of Nanjing University Of Science & Technology, Nanjing 210094, China)

³(Zhengzhou Chengong University of Finance and Economics, Zhengzhou 451200, China)

Abstract: With the continuous expansion and consolidation, due to the limited teaching resources, reasonable arrangement of teaching plan has become an increasingly serious problem. Row of class and classroom teaching plan reasonable use has become an important task for the management of. Based on the genetic algorithm and the university course scheduling needs study, from the classroom management, conflict detection and time planning three aspects carries on the thorough analysis, and the corresponding algorithm are described in detail and design. The initial population of genetic algorithm selection, crossover, mutation processes evolve, finally achieved the optimal schedule. Finally, Visual C++ implementation of the course scheduling system, proved the feasibility of the algorithm.

Key words: genetic algorithm; timetable; conflict detection; variation; optimize

近年来遗传算法, 是模拟达尔文^[1]的遗传选择和自然淘汰的生物进化过程的计算模型. 遗传算法^[2]是一种全新的全局优化搜索算法, 通过简易操作^[3]、鲁棒性强、以及适应范围广泛^[4]等特点, 在智能计算领域具有重要的地位. 因此本文借助遗传算法为工具, 对排课问题进行了深入的研究, 设计了其中的交叉算子, 在实际应用中有一定的意义.

在实际应用中我们可以把排课问题^[5-7]看做是一个有约束的、多目标的、难解的组合而成的优化问题,

单纯采用数学算法或单一算法是很难解决排课的问题的. 其实质是时间表问题, 已经被确认为 NP 完全问题. 遗传算法作为一种随机搜索算法^[8], 利用群体搜索技术, 对解决 NP 问题非常有效.

1 遗传算法

遗传算法中主要载体是染色体, 也就是多个基因的组合. 我们通过这些基因的组合来决定个体的形状和外表现. 因此, 首先需要实现从表现型到基因型

^① 收稿时间:2013-09-11;收到修改稿时间:2013-10-28

的转化也就是编码工作。

在第一代种群产生后,通过选择、交叉、变异等具体方法进行优化,直到满足优化准则为止。下面给出遗传算法的具体步骤。

第一步:主要确定编码的策略,将参数结合也就是可行解的集合转化成染色体结构空间。

第二步:主要用于为了方便计算适应值,要定义具体的适应度函数。

第三步:主要确定遗传策略,通过对初始种群进行相关操作,也就是利用选择、交叉、变异的方法来交叉的概率和变异的概率等对应遗传参数。

第四步:主要确定随机所产生对应的初始化群体。

第五步:主要计算群体里面个体以及染色体解码后所产生的对应适应值。

第六步:参照先前确定遗传的策略,利用选择以及交叉和变异算子等方法作用于群体,并且最终形成下一代的群体。

第七步:主要用于判别群体性能是否能满足具体的某一项指标以及是否完成事先约定的迭代次数,假如不成功需要返回到第五步或者修改具体遗传策略后再返回第六步。

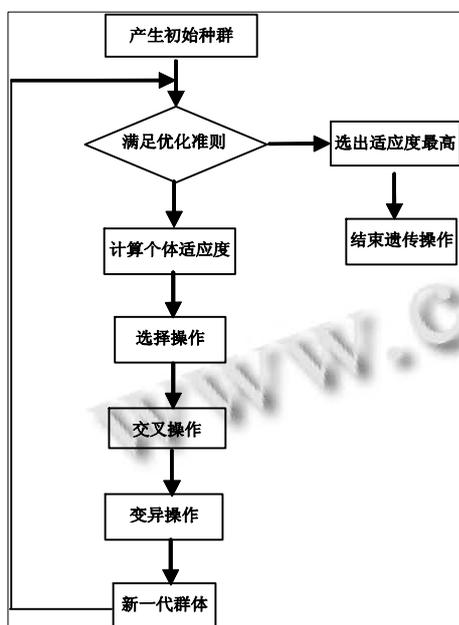


图 1 遗传算法流程图

2 遗传算法在排课系统中应用

在实际排课问题中,主要要解决问题是如何让班级,教室以及课程在一周内某个具体时间段不发生教

室冲突问题。因此为了保障课表在不冲突前提下不仅使排课各个部分安排在各个目标上尽量达到最优,而且可以最大化的提高现有教学资源的利用率。

本文根据高校排课实际情况从硬性约束条件和软性约束条件来规定,从硬性约束条件上来看主要要求有同一个时间段内对应的每一个班级只能选择上一门课;同一个时间段内每间教室只能安排一门课;同一时间同一教师只能上一门课;教室的容量必须不小于或等于实际上课的人数;所分配的教室类型必须与课程所要求的教室类型一致;课程必须安排在教学任务书所规定的校区。

从软性约束条件上来看主要要求有每个时间段安排的课程数尽量均匀;一周的课表中每个上课时间都有一定的优度,尽量将课程安排在优度高的时间段;一门课程的多次上课的时间尽量间隔并分布均匀;教室容量适中,以充分利用教室;两个课时的课程尽量不要安排在下午或晚上,以免造成一个课时的浪费。

本文通过对遗传算法和上述排课需求的研究,从教室调度,冲突检测和时间规划三个方面进行深入分析,并且对对应算法的流程进行了详细的描述和设计。

2.1 教室调度算法

根据我校校区分布情况,建立三个教室时间表用于记录对应某个时间段的每个教室的对应情况。在教室信息表中主要有编号,类型,容量等项。同时为了保障教室资源能够得到合理的应用,在排课之前我们依据教室调度算法对每个教室容量进行排序处理。在为对应课程进行分配教室的过程中,对教室信息表的第一条记录就进行检查,按照算法表述流程进行匹配,若匹配成功则返回教室信息表里面的编号。教室调度算法最终目的是提高教室资源利用率,算法具体流程如下所述。

第一步:初始化排课所需要的教室编号标记为 $s=0$,初始化匹配失败的次数标记为 $T_{false}=0$ 。

第二步:判断教室编号标记 s 是否小于该校区教室的总数,如果大于的话提示错误返回没有找到符合要求教室信息。

第三步:判断第 s 个教室的教室类型和教室容量是否符合对应课程的要求,如果不符合则直接跳转到第六步。

第四步:判断匹配失败的次数标记 T_{false} 是否小于 50,如果小于的情况下,那么还需要继续判断当前

时间段, 这个教室是否可用; 如果可以用, 则需要跳转到第五步; 假如不可以用的话需要重新生成一个该时间段老师没有安排对应课程的可用时间, 并且标记 $Tfalse=Tfalse+1$, 跳转到第四步。

第五步: 判断教室当前以占用的时间段数是否小于 15, 如果小于的话则教室 s 在该时间段被分配且重置 $Tfalse=0$; 反之则跳转到第六步。

第六步: $s=s+1$, 跳转到第二步。

教室调度算法通过多次判断, 不仅可以避免教室利用频率太频繁, 容易造成资源冲突; 而且有效的提高教室资源利用率。

2.2 基因初始化算法

基因是染色体的基本组成单元, 在排课系统中我们可以把染色体当成一个具体的课表, 而基因也就是对应课表中的某一个课程。对其中某个基因的填充操作也就是为课程安排对应的教室和时间片。该算法的具体流程主要通过下面 8 个步骤来进行阐述。

第一步: 通过产生一个值在 0 到 19 之间随机数, 作为一个时间片。

第二步: 根据上述所产生的具体时间片, 通过教室调度算法调用一个空闲而且教室的容量都符合要求的教室。

第三步: 判断对应课元所需的周学时。

第四步: 初始化匹配失败次数的标记 $Tfalse=0$ 。

第五步: 依据周学时的大小产生值在 0 到 19 之间随机数。如果周学时为 6, 那么产生两个随机数; 如果周学时为 5 或 4, 则产生一个随机数; 在这里随机数也就是时间片。

第六步: 对每个时间片整除 4, 如果结果相等也就是说同一天同一课程安排了两次, 那么需要跳转到第四步。

第七步: 判断在这些时间片中的教室是否可用, 而且对应教师是否有安排课程, 如果不可用或者说教师已经安排课程, 那么需要判断 $Tfalse$ 是否小于 50, 如果小于那么 $Tfalse=Tfalse+1$, 跳转到第五步; 如果不小于, 那么需要跳转到第一步;

第八步: 需要对教室时间表该教室对应的时间片置为 1 也就是已经占用, 老师的 $arrangetime$ 数组对应的时间段置为 1 也就是已经排课, 并结束。

另外对于课时较多的课程也就是对于周学时为 3 的课程或者以上的课程需要为其安排一个合理的对应

时间段, 一般需要保证安排在下午或者晚上, 假如在上午, 那么需要重新安排并且跳转到第一步。

在基因初始化算法中, 有效避免了教室容量, 教室类型与课程要求不匹配的冲突。另外我们利用 $arrangetime$ 数组用于判断某个时间段老师是否空闲来安排教学, 这样不仅有效安排教师教学课程的合理利用, 也有效避免了教室冲突问题, 提供了一个合理有效的课表。

2.3 冲突检测算法

初始化课表的时候, 我们对每一个阐述的课表都要满足我们前面所提到的硬性约束条件。在这种情况下本文冲突检测算法中主要任务是检测同一个时间段内是否会产生安排一个教师安排多个课程的冲突。冲突检测算法具体如下所述。

第一步, 初始化 $k=0$; 其中 k 为对应课程编号。

第二步, 判断课程编号 k 是否小于课元总数, 如果是那么提前完成检测工作并提示无冲突发生。

第三步, 初始化课程编号 $c=k+1$ 。

第四步, 判断课程编号 c 是否小于课元总数, 如果不小于那么需要跳转到第八步。

第五步, 比较课元 k 与课元 c 的教师是否相同, 如果相同那么需要跳转到第七步。

第六步, $c=c+1$, 跳转到第四步。

第七步, 判断课元 k 与课元 c 的时间片是否有相同的, 如果相同那么结束, 并且返回冲突。

第八步, $k=k+1$, 跳转到第二步。

3 系统实现

本文排课系统采用 C++ 开发语言, 利用 Visual C++6.0 工具对排课系统进行编码实现。Visual C++6.0 它不仅是一个编译器, 而且提供 Windows 可视化开发环境, 便于用户图形化 UI 设计和功能开发。下面根据上述算法和具体的排课因素, 对主要系统类进行详细设计, 具体如下所述。

①课元信息类(Cunit): 主要用于记录课程、教师、班级、开课校区、教室类型的要求、班级人数、周学时等基本数据信息, 并且可以实时从数据库读取得每个教学任务中的上述信息, 一个课元就相当于一个教学任务。

②基因基本信息类(Gencourse) : 依据在给课程安排教师的时候要考虑到同一个课程安排在同一教

室的情况, 利用该类实时对每个课元的安排的具体信息进行数据处理.

③教师特殊时间要求类(Teacherflag): 在实际教学过程中, 教师由于个人或者其他工作安排的情况, 可能会出现某一周的某个时间段无法教学. 因此该时间段也就无法安排课程. 为了提高教学资源利用率, 定义一个教师特殊时间类用于对教师不能上课的时间段的数据进行记录. 同时为了便于前面所提到软性约束条件, 定义了一个教师上课时间安排的数组便于记录约束条件检测结果.

④染色体适应度类(Fitvalue): 染色体适应度类主要用于记录染色体编号及其适应度值.

⑤ 教室基本信息类(RoomInfo) : 主要用于保存教室的容量、教室类型等相关信息. 在排课系统中用于针对每个校区教师信息表数据进行操纵.

根据算法的功能, 上面基本类的类图及彼此间的关系见图 2.

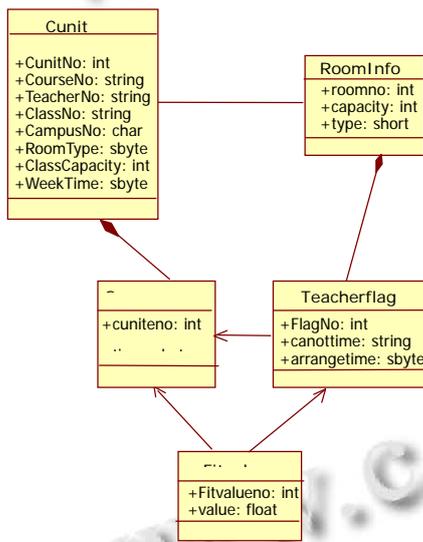


图 2 基类图及类图之间关系

4 系统运行

如图 3 所示, 是输入为 17 位教师, 15 门课程, 六个班级, 四间教室且容量分别为 50, 60 各两间, 通过遗传算法进行排课得出的最优结果的课程表. 通过遗传算法进行优胜劣汰的选择到第 2583 代才得到最优解.

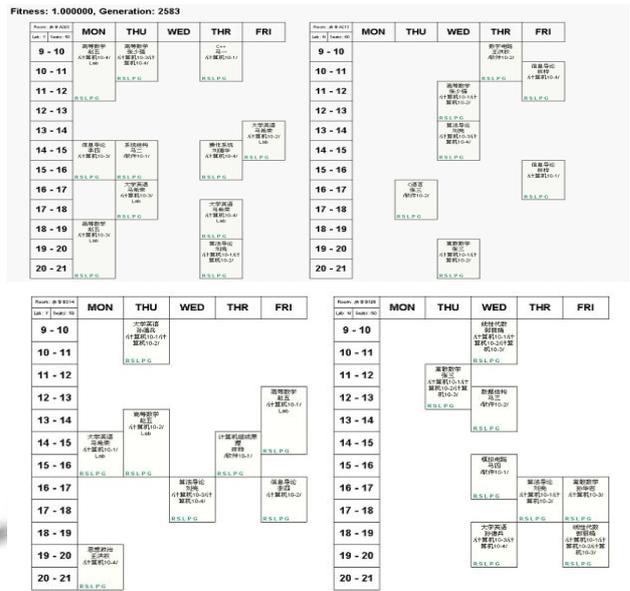


图 3 排课系统运行结果图

参考文献

- 1 黄干平,姚自珍,张轶静,段献忠.使用模拟退火算法求解排课问题.武汉大学学报(自然科学版),2000,46(5):55-59.
- 2 郑立平,郝忠孝.遗传算法理论综述.计算机工程与应用,2003,21:50-54.
- 3 Shadrokh S. A genetic algorithm for resource investment project scheduling problem. Fereydoon Kianfar Industrial Engineering Department. 2004,3.
- 4 王敞,陈增强,袁著祉.基于遗传算法的 K-均值聚类分析.计算机科学,2003,30(2):163-164.
- 5 王能斌,钱祥根.大学课程表调度系统—UTSS.计算机学报,1984,(5):383-389.
- 6 张清绵,徐明.智能教学组织管理与课程表调度系统.大连理工大学学报,2002,(2).
- 7 周建新,王科俊,王文武.课表编排专家系统.计算机应用,2000,(5).
- 8 唐勇.基于遗传算法的排课系统.计算机应用,2002,22(10):38-41.