

基于 0-1 规划、遗传算法的校运动会报名方案优化

史善邦

摘要

运动会是我校每年一项重要的体育赛事，由于书院报名名额的上限、个人兼项数量的限制等等规则，如何最大程度发挥各位同学的特长从而让书院拿到最高的总分成为了一个难题。本文基于 0-1 规划、遗传算法为运动会的报名提供优化方案与参考，旨在帮助书院在运动会上取得尽可能的高的总分，同时简化相关负责人的报名工作。

1 引言

田径运动会作为我校每年一项重要的体育赛事，同学们以书院为单位进行报名。最终的团体总分也以书院为单位进行计算，也以书院的团体总分最高作为最终目标。但由于书院报名人数、个人兼项数量等限制以及热门项目人数超限、冷门项目人数不足等等问题，书院不得不在正式报名前进行一轮筛选以及调剂以确定正式报名名单。

书院现行方案是在报名人数超限的项目上进行第一轮的内部筛选，选取前五名进行报名。未能在报名项目上进行的同学则会根据个人意愿、项目报名情况等被调剂到其他项目。但现行方案不仅需要大量的时间进行人工排兵布阵，且强制的调剂机制也可能导致书院在报名人数不足的项目上缺乏竞争力，也完全排除了委派运动能力较强的同学参加相对竞争较小、较冷门的项目以获得更高分数的可能。很难做到最大程度发挥各位同学的特长，争取书院能够拿到最好的积分成绩。由于没法同时满足所有同学的喜好以及实现书院总分最高的目标，急需开发程序自动实现运动会书院报名策略的优化，在减轻工作量、为实际报名提供有力参考的同时，也能够一定程度上解决报名上的冲突，以自动化的形式说服被调剂的同学参加相对不那么擅长的项目。

本文提出了基于 0-1 规划、遗传算法的针对书院运动会报名难题的报名方案优化方法，能有效解决人员调剂问题以及实现最大化书院总分的目标。

本文的结构如下：

第二节我们将进行问题分析和模型建立

第三节则会对问题一（非目标书院同学报名情况难以确定）求解

第四节对问题二（目标函数非线性且难以显示表达）的遗传算法求解

第五节将阐释实验实际操作与结果

第六节将得出结论并对本文加以总结

2 问题分析和模型建立

我们首先进行问题分析，我们的核心目的是使书院最终的团体总分最高，而分数的获得取决于在单项上的排名，也就是相对的名次而非绝对成绩。而如果非目标书院同学的报名情况缺失的话，就无法确定相对的名次。因此，想要实现校运动会报名方案的优化，非目标书院同学报名情况难以确定是一个无法绕开的难题。后续固定非目标班参赛队员的报名策略，仅优化目标班级参赛队员的报名策略，以班级总积分最高作为目标。这一过程中需要建立对应的模型将目标函数进行表达并根据此求解目标函数的最大值。但目标函数非线性，这无疑使其难以表达和加以求解，这是求解问题中的另外一个难题。

针对这两个问题，我设计了两阶段的优化模型进行解决。第一阶段主要针对遇到的难以确定非目标班级同学报名情况的问题加以解决。第二阶段则针对目标函数非线性且难以显示表达的特点进行求解。

第一阶段以全年级参赛队员的平均成绩最好为优化目标，优化变量 x 为全年级同学报名参加项目情况，从而解决确定非目标班报名情况的难题。第二阶段以第一阶段的优化结果为初始解，非目标班书院参加项目变量 x_2 作为已知条件固定不变，可优化变量只有 x_1 ，即目标同学参加项目变量，目标为目标班级的总比赛积分最大。

3 问题一（非目标书院同学报名情况难以确定）求解

问题一以全年级参赛队员的平均成绩最好为优化目标，其目标函数、约束条件均为优化变量 x 的线性函数，可直接采用 matlab 的 `intlinprog` 进行高效求解。所有报名同学的总成绩最好，也就是每个班报名时，尽可能让该项目上成绩最好的同学报名参加项目，也符合常识。主要工作是目标函数系数矩阵 C ，等式非等式约束矩阵和常数向量 A, Aeq, b, beq 的生成。流程图如 1-1 所示。

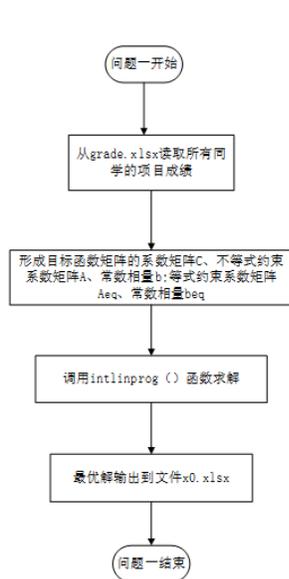


图 1-1 问题一求解流程图

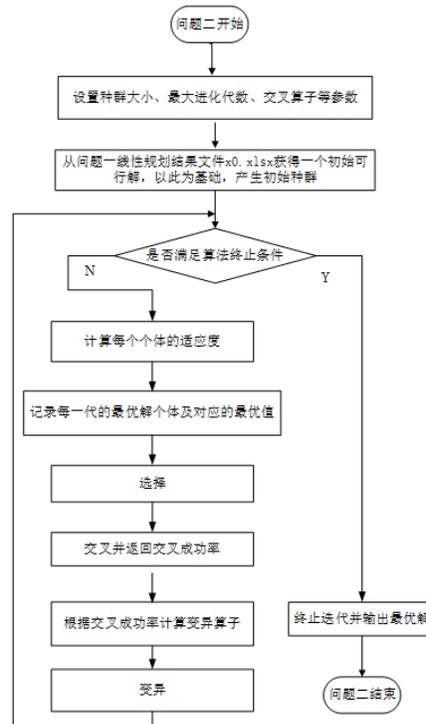


图 1-2 问题二求解流程图

4 问题二（目标函数非线性且难以显示表达）的遗传算法求解

问题二的目标函数是非线性函数，甚至难以写出具体的函数表达式，但优化变量给定后，能够获得目标函数值。这类问题的求解适合采用启发式算法，遗传算法是模拟生物进化中对于遗传基因的选择、复制、交叉与变异等过程来获得问题最优解的启发式算法。需要编写相应的 matlab 程序实现问题求解。流程图如 1-2 所示。

5 实验

以大一年级男子组，项目以 100 米、200 米、400 米、1500 米为例进行案例分析。共 7 个书院，每个书院 400 个男同学，将需要优化的目标书院设为开甲书院。调查获得开甲 20 位同学在四个项目的成绩。其他书院同学的成绩，在开甲书院的基础上随机波动，为我们的测试用案例数据。

将问题一的结果，作为初始可行解。最大进化代数设为 1000，并将程序运行 100 次以上，获得最好结果。由此，我们可以得到最优方案。目标班级的总积分由初始的 9 分提升到 15 分。其中目标书院学生的最优报名策略则展示在下表 2：

表 2 最优解和初始解学生参赛得分对比表。

	参赛同学 1					参赛同学 2				
初始解	项目	序号	成绩(秒)	排名	得分	序号	成绩(秒)	排名	得分	小计
	100m	1	11.99	6	3	11	12.21	18	0	3
	200m	3	24.4	12	0	15	25.45	26	0	0
	400m	2	61.16	16	0	11	62.20	21	0	0
	1500m	1	299	3	6	4	320	20	0	6
	总计									9
最优解	项目	序号	成绩(秒)	排名	得分	序号	成绩(秒)	排名	得分	小计
	100m	1	11.99	6	3	15	12.31	26	0	3
	200m	3	24.4	12	0	11	23.85	4	5	5
	400m	2	61.16	16	0	17	62.76	25	0	0
	1500m	1	299	3	6	11	308	8	1	7
	总计									15

6 结论

本文针对校运动会，为班级选择最佳的报名策略。设计了两阶段优化的策略，第一阶段以参赛队员的平均成绩最好为优化目标；第二阶段，固定非目标班参赛队员的报名策略，仅优化目标班级参赛队员的报名策略，以目标班级总积分最高为优化目标建立了 0-1 规划模型。解决了难以确定非目标班级同学的报名情况的问题。针对问题一、二的特点，分别采用线性规划和遗传算法并使用 Matlab 编程求解，案例结果验证了模型和求解程序的有效性。

7 参考文献

- [1] 朱焱, 邓述为. 基于 Java 的高校运动会管理系统 [J]. 电脑编程技巧与维护, 2022(12):84-86.
- [2] 季宇杰, 石云, 蒋卫详. 基于 SSM 框架的运动会管理系统的设计与实现 [J]. 电子测试, 2020, (16):74-75.
- [3] 潘健. 高校体育运动会管理系统的设计与实现 [J]. 电子设计工程, 2015, 23(08):28-30.
- [4] 陈梦. 基于遗传算法的高校运动会系统的应用与研究 [D]. 长江大学, 2018.
- [5] 王秋芬, 袁东锋. 高校田径运动会日程自动编排算法研究 [J]. 计算机与现代化, 2012(02):11-13+18.