

一种基于运筹规划算法支持对不同行政资源进行集中调度的方案

陈媛先

用友研究院

摘要: 传统资源调度优化主要针对公司的核心业务领域(如生产制造、运输等),但是公司传统的行政资源调度领域,使用算法进行优化的尝试比较少,但是中大型公司行政资源支出在占比较大,对资源的使用调度进行优化,将有助于公司成本的降低和提高使用效率。本方案旨在提出一种调度行政资源的办法,实现资源的最有效使用。本方案通过架构一套集中调度系统来支持对不同类型的资源进行调度,并解决对不可分割的资源调度难题。

关键词: 行政资源, 调度, 运筹规划, 方案

一. 前言

在企业资源调度方面,一直有学者尝试通过结合运筹规划的方法进行优化调度方案。梁晓智(2013)针对软件开发中多技能人力资源调度问题进行研究,提出最短工期为目标使用整数线性规划理论进行系统建模的思路;李华,王振,王凯,&段智强(2010)和高华(2011).使用运筹方法,解决在举行大型会议时,组委会需对宾馆预定,会议室安排,客租用三个事项,使用多目标规划模型,寻求最低费用方案。李美序,&杨国鹏(2021)使用 0-1 规划方法建模来寻找培训费用花费最低的选址方案。朱海涛(2014)提出了在建筑行业使用运筹规划防范来优化人力资源使用的方案。石伟(2008)提出了网格工作流环境下多关键资源的任务调度策略。

但是,整体上来说,当前使用运筹规划的方法来实现对办公资源的调度优化相关的研究还是比较空白的。首先,当前的研究主要集中在使用 0-1 整数规划方法来进行调度,缺乏一个整体的方案,对公司的各种资源进行集中的调度。其次,当前的研究中,缺乏对不同资源的区分,比如,可分资源和不可分资源。但是,在真实办公资源调度中,资源的可分和不可分是很重要的约束条件。比如,将员工 A 分配在项目 1 后,另外一个项目 2 是否要考虑 A 的人力资源?如果项目 1 和项目 2 在同一个办公地点,那么,1 和 2 可能可以同时纳入 A 员工,用工时的方法来管理,比如,A 员工 8 小时中,4 小时或者 3.5 个小时分配在项目 1,另外 4.5 小时分配在项目 B。但是,如果项目 1 和 2 在不同的城市,则员工 A 的工时无法切割,A 的工时安排必须整体投入到项目 1 或者项目 2。最后,当前对资源调度的使用并没有涉及到更复杂的应用场景。因此,本文的研究将为运筹规划在企业行政资源的使用方面提供一个学术和应用上的积极补充。

本方案旨在提出一种调度行政资源的办法,实现资源的最有效使用。行政资源指为实现组织目标的人力、物力、财力、权力、信息等资源的总称。本方案针对的痛点包括:①传统的算法优化主要针对公司的核

心业务领域(如生产制造、运输等)，但是公司传统的行政资源调度领域，使用算法进行优化的尝试比较少；②行政资源的支出在大中型企业中占比较大，因此，对资源的使用调度进行优化，将有助于公司成本的降低和提高使用效率。③传统的行政、管理人员缺少数学、运筹知识，在做决策的时候缺乏理论和技术支撑，因此，拍脑袋的方案比较多，无法实现方案的最优。

在本方案中，我们提出一种对行政资源进行协调、调度使用的方法，实现对企业行政资源的有效调度，并解决部分资源不可分的难题。

二. 方案详情

在详细描述方案前，我们对应用场景做一个描述：

场景 1：公司集体出差，预定会议室。

资源：宾馆有单人房、标间、三人间、套房等多种房间；人员。

约束 1：不同的人有不同的差旅费标准。

约束 2：有总的住宿费用约束。

目标：约定到满足约束条件的房间。

场景 2：培训计划指定。接收不同培训的人员，边际收益不同

资源：不同的培训方案、人员

约束 1：不同培训方案能培训的人员有限

约束 2：培训成本有限制

约束 3：每个人有最低的培训要求

目标：满足所有约束条件的基础上，获得最大的总产出

场景 3：项目人员投入

资源：多个项目、人员

约束 1：不同项目所需人工时不同

约束 2：每种人员投入总和有上限

约束 3：项目截至时间有约束

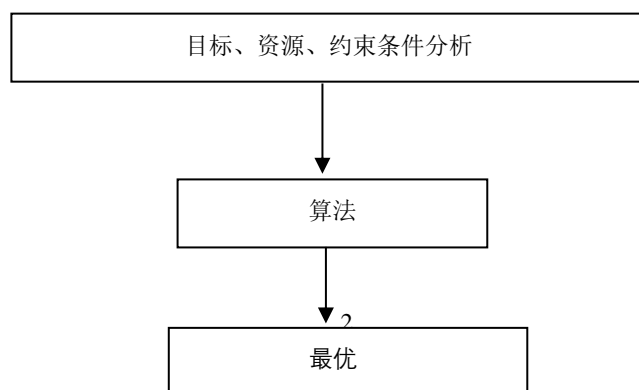
目标：满足约束条件的基础上，人员成本最低

从以上场景可以看到，资源调度方案至少需要满足如下需求：①支持对多种资源进行统一调度，包括资源可分、不可分。②支持支持对可分、不可分资源进行调度。

在本方案中，我们提出一种集成的调度方案，将实现：①对不同的资源的调度。②兼容可分资源和不可分资源。

方案要可行，需回答如何解决如下两个问题：如何用一个集中调度系统来支持对不同类型的资源进行调度？如何解决行政资源存在可分割、不可分割的问题？

我们建议底层使用算法对上层行政资源进行集中调度，实现最优，如下：



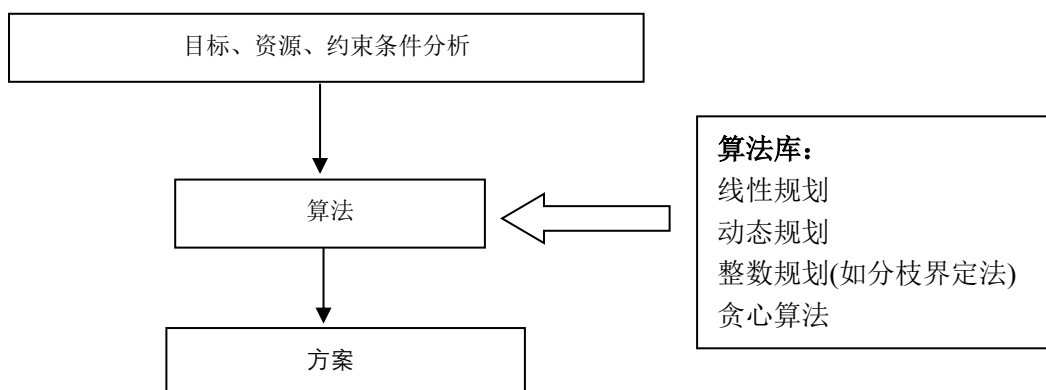
此外，我们建议将行政资源分类分为几类：

资源使用无限制的类别。如，一杯水可以分为半杯水和另外的半杯水，所以是可分的。资源投入(x)的取值不限，我们定义资源为无限制；

资源使用受到整数约束的类别。如，人不能分为2半，因此，人是不可分的资源。投入的资源累计是整数。资源必须整体投入，不能分割，A项目安排了员工P1，则B项目无法再安排员工P1参与。即，投入的资源x取值只能为整数，我们定义资源为整数约束；

资源使用受到0-1约束的类别。如果投入的资源取值只能为0或者1，我们定义资源为0-1的约束，如，会议室能否安排给项目A使用。

在我们的解决方案中，我们使用线性规划单纯性算法对一般资源进行调度，主要针对目标资源使用无特殊要求的情况；我们使用线性规划分支界定法来解决资源为整数约束的资源调度。进行调度，主要针对资源使用要求：我们使用贪心算法和动态规划方法结合来解决0-1调度的问题。即，资源1是否要参与项目A。对于可分的资源，使用贪心算法快速获得方案。对于不可分的资源，可以结合动态规划方法来进行方案规划。示意如下：



我们的解决方案应用举例如下：

为取得最大化的利润，企业决定将三人员进行培训，由公司支付费用。现在需要决策：在满足约束条件下，如何规划培训，让公司收益最大？

人员分类	培训成本	收益	次数	总收益
A	250	380	?	?
B	128	200	?	?
C	148	250	?	?

约束条件：

A 最低次	200
B 最低次	180
C 最低次	150
最高成本限制	115000

使用线性规划方法求解得到如下结果：

人员分类	成本	收益	次	总收益
A	250	380	200	76000
B	128	200	180	36000
C	148	250	283	70750

三. 算法原理

在算法层，针对不同约束的资源类别，我们在计算的时候需要启用不同的算法，不同的算法原理如下：
针对通常的资源，我们可以使用线性规划算法进行规划，主要的计算支持为单纯性算法。

$$\begin{aligned} \max(or \min) z &= \sum_{j=1}^n c_j x_j \\ s.t \quad &\begin{cases} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq (or =, \geq) b_i, & i = 1, 2, \dots, m \\ x_j \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

对于不可分的资源，我们采用整数规划方案，计算支持为分枝界定法。

$$\begin{aligned} \max(or \min) z &= \sum_{j=1}^n c_j x_j \\ s.t \quad &\begin{cases} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq (or =, \geq) b_i, & i = 1, 2, \dots, m \\ x_j \geq 0, x_j \text{ 中部分或全部为整数}, & j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \end{aligned}$$

对于投入或不投入此类属于 0-1 规划的资源，我们采用 0-1 规划算法，典型模型如：

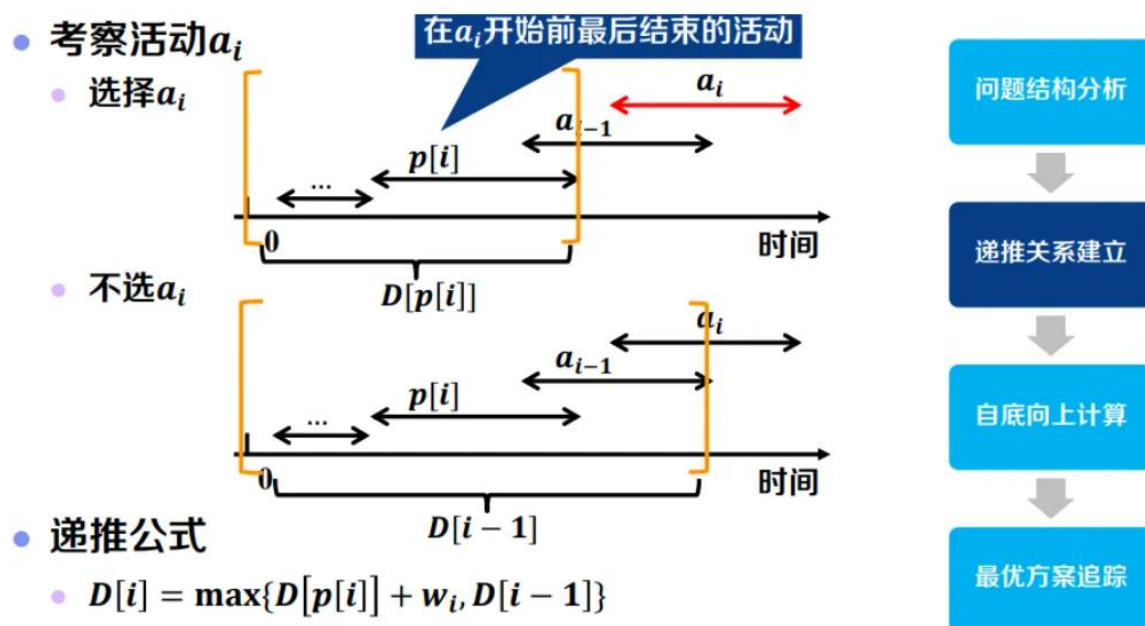
$$\begin{aligned} \max(or \min) z &= \sum_{j=1}^n c_j x_j \\ s.t \quad &\begin{cases} \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq (or =, \geq) b_i, & i = 1, 2, \dots, m \\ x_{ij} \in \{0, 1\} \end{cases} \end{aligned}$$

对于 0-1 规划问题，也可以使用贪心算法。贪心算法的核心是计算方案的所得的性价比，也即先计算每个目标的价值密度。比如，商品 A 价值 10 元，5 斤重，则 A 商品的价值密度为 10/5=2；商品 B 价值 15 元，5 斤重，则 B 商品的价值密度为 13/5=3；

$P_i = c_i / a_i$ $i=1, 2, 3, \dots$ p : 价值密度 c : 价值 a : 密度计算分母

在进行决策的时候，有限考虑价值密度高的目标，比如，B 商品的优先级高于 A，因为 3 大于 2。

此外，对于复杂的模型，可以动态规划方法。动态规划算法是通过拆分问题, 定义问题状态和状态之间的关系, 使得问题能够以递推(或者说分治)的方式去解决。动态规划算法如下：



参考文献：

- [1]梁晓智(2013).软件企业中多技能人力资源智能调度算法研究.(Doctoral dissertation,桂林电子科技大学).
- [2]李华,王振,王凯&段智强(2010).会议筹备的 0-1 整数规划. 西安航空技术高等专科学校学报, 28(3), 3.
- [3]李美序&杨国鹏(2021).基于 0-1 整数规划模型的培训选址问题研究.
- [4]高华(2011).大中型会议筹备问题的多目标规划模型构建及分析研究.(Doctoral dissertation, 电子科技大学).
- [5]朱海涛(2014).线性规划在建筑企业人力资源管理中的应用. 城市建设理论研究:电子版, 000(022), 2209-2210.
- [6]石伟(2008).网格 workflow 环境下多关键资源的任务调度策略研究.(Doctoral dissertation,广东工业大学).