

改进蚁群算法在材料销售商选择中的应用

吕玉惠 俞启元

(苏州科技学院土木工程学院 江苏苏州 215011)

【摘要】 本文以装饰企业为背景,研究了多装饰材料销售商选择问题,建立了以材料价格、材料质量、服务、品牌效应、资金占用、交货期6项评价指标为目标的多装饰材料采购优化数学模型,并采用改进蚁群算法对该模型进行求解,得到了一组最优的销售商组合,最后通过一个实例验证了该方法的有效性。

【关键词】 装饰材料 销售商选择 评价指标 改进蚁群算法

与其他行业相比,跨地域的大型装饰公司组织装饰工程施工时,选择材料的难度很大,不可能将所有材料都从母公司带到施工现场,这样做一方面运输成本太高,另一方面不同地区对不同材料的品质要求不一样,因而大量的材料需要在施工所在地区选择采购。面对日益加剧的市场竞争和多变的市场环境,如何结合装饰行业自身的特点,在确保装饰工程质量的前提下,降低采购成本是提高装饰企业市场竞争力的关键。合理选择装饰材料销售商是解决此问题的有效手段之一。

关于制造业供应链的组建以及供应商的选择问题,已经有很多学者进行了相关的研究,如层次分析法、虚拟供应链的组建、供应链合作伙伴的选择等,这些研究主要是在制造业的领域进行的,而装饰工程领域这方面的研究比较少见,装饰工程领域很有自身的特点,一是装饰工程产品单一,二是装饰工程受环境影响较大(如天气影响、地域差异等),制造业领域的成果一般不能直接应用于装饰工程领域。另外为了达到装饰效果的最佳以及最大限度的满足客户的要求,需要考虑多材

料的综合性能指标。因此,本文基于装饰工程采购的实际需求,结合制造业供应商选择的思想,建立了适合多装饰材料销售商选择的改进蚁群算法,并详细阐述了算法的求解过程。

一、模型建立

1. 评价指标的确定。在一般供应商评价指标的确定上,国内外都做过大量的研究。本文根据装饰企业的特点,选取装饰材料的价格(P)、材料质量(Q)、售后服务(S)、品牌效应(装饰效果)(X)、资金占用(F)、交货期(T)6项作为评价指标。其中,产品价格、产品质量、资金占用、交货期为定量指标,售后服务、品牌效果为定性指标。

装饰材料的价格是指材料运送到施工现场的总成本。

质量是销售商的材料满足装饰企业需求的程度,用合格率表示。

售后服务是指销售商对其销售的材料售后维护的能力,能力越大服务响应的速度越快,质量越好。

品牌效应是一个综合性的指标,一个较品牌是在本地区

只要掌握规划期内企业的资金利润率、资产增长约束率,就可以根据企业资金贴现率以及外部融资成本,获得企业内部、外部投资的开启与关闭时间以及开启幅度,从而为创业企业获得最佳投资效益提供决策依据。当然,该模型也有以下缺陷需要改进及进一步研究:①该模型对创业企业外部筹资的时机及筹资幅度进行了研究,但对外部筹资的资金结构没有作出进一步的分析;②该模型把资产增长率不超过企业资金利润率的情形认定为创业企业的投入期,把资产增长率可以超过企业资金利润率的情形认定为创业企业的成长期、成熟期、衰退期,但并不是所有的创业企业都适合于这两种认定;③模型得出的结论需要一定的实证分析去验证。

主要参考文献

1. 江兵. 寻求匹配,实现融资——起步期创业企业融资问题管窥. 中国商贸, 2010; 19
2. 罗园. 对创业企业融资问题的研究. 经营管理者, 2010; 15

3. 李飞龙. 初创企业的风险资本联盟. 商场现代化, 2009; 33
4. 段华. 创业企业融资风险分析与控制. 科技情报开发与经济, 2009; 9
5. 吴运建. 创业企业融资模式探讨. 全国商情, 2009; 25
6. 李雨潇. 基于可持续增长率视角的创业企业融资结构问题初探. 财会研究, 2008; 23
7. Sahlman William. The structure and governance of venture capital organizations. Journal of Financial Economics, 1990; 2
8. Gompers Paul. Venture capital and the creation of public companies; do venture capitalists really bring more than money. Journal of Private Equity, 1997; 1
9. 王家华. 论资本成本理论拓展. 财会月刊(理论), 2008; 5
10. 张敦力. 论资本成本计量运用. 会计研究, 2006; 6

长期坚持好的质量、好的服务而形成的,装饰材料的品牌效应还体现在装饰效果上,好的装饰效果更能够提高用户的满意度,对装饰公司是一个很好的形象宣传。

资金占用是指装饰公司为了采购对应材料而使用的资金情况,这个指标也反映了材料销售商的垫资情况,资金占用越少,说明材料销售商的垫资能力越强。

交货期是指材料销售商按期满足装饰企业订单的程度,用准时交货率表示。在有些一般商品采购的研究中将交货提前期也作为一个指标,但本文并没有设定这个指标,因为在装饰工程中,有时受作业环境的影响,并不能大量存储材料,但有时有些材料则需要提前运到施工现场,因为这些材料还需要现场再加工后才能使用,所以这个指标对装饰企业来说就失去意义了。

2. 模型建立。综上所述,装饰材料销售商选择问题可描述为:装饰企业在某一装饰工程中,需要采购m种材料,其中每个材料有n_i个候选销售商,现从中选取m个材料销售商作为企业的材料供应商(可以一个销售商供应多个材料),使上述各项指标达到最优:min P, max Q, max S, max X, min F, max T。这是一个多目标优化问题,在多数情况下,不可能存在一个销售商集合使得上面各式都能满足。为此,采用如下优化目标函数:

$$\min Z = w_1 P' + w_2 Q' + w_3 S' + w_4 X' + w_5 F' + w_6 T' \quad (1)$$

其中:w_k(k=1,2,⋯,6)为相应指标的指标权重,采用层次分析法(AHP)确定,本文不作详细介绍。

$$P' = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \frac{p_{r_{ij}}}{p_{\max}} \times u_{ij}$$

$$Q' = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \left[1 - \frac{q_{r_{ij}}}{q_{\max}} \right] \times u_{ij}$$

$$S' = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \left[1 - \frac{s_{r_{ij}}}{s_{\max}} \right] \times u_{ij}$$

$$X' = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \left[1 - \frac{x_{r_{ij}}}{x_{\max}} \right] \times u_{ij}$$

$$F' = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \frac{f_{r_{ij}}}{f_{\max}} \times u_{ij}$$

$$T' = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} \left[1 - \frac{t_{r_{ij}}}{t_{\max}} \right] \times u_{ij}$$

$$u_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{选择 } r_{ij} \text{ 销售商参加供应材料} \\ 0, & \text{不选择 } r_{ij} \text{ 销售商} \end{cases}$$

$$i \in [1, m], j \in [1, n_i]$$

约束条件如下:

$$\sum_{i=1}^m u_{ij} = 1 \quad i \in [1, m] \quad (2)$$

其中,式(1)为目标函数,即装饰企业采购所需材料综合评估指标值最小; $\sum_{i=1}^6 w_i = 1$ 。p_{max}, q_{max}, s_{max}, x_{max}, f_{max}, t_{max}表示所有候选销售商完成各项任务的该种性能参数中的最大值。

p_{r_{ij}}, q_{r_{ij}}, s_{r_{ij}}, x_{r_{ij}}, f_{r_{ij}}, t_{r_{ij}}分别为销售商r_{ij}的价格、质量、售后服务、品牌效应、资金占用、交货期指标参数。式(2)表示每个材

料选择1个销售商供应材料。令C_{r_{ij}}={p_{r_{ij}}, q_{r_{ij}}, s_{r_{ij}}, x_{r_{ij}}, f_{r_{ij}}, t_{r_{ij}}}为第i种材料的第j个销售商r_{ij}的指标参数集合。

二、改进蚁群算法求解

蚁群算法是从蚂蚁觅食行为中得到启发而构造出的一种模拟进化算法,由意大利学者Dorigo.M于1991年首先提出。蚂蚁在觅食过程中,会在所经过的路径上留下浓度与食物源质量成比例的信息素,并能够感知信息素的存在及其浓度,以此指导自己的运动方向,倾向于朝着信息素浓度高的方向移动。蚂蚁个体之间通过这种信息的交流达到寻找食物和蚁穴之间最短路径的目的。

由于该算法具有较强的鲁棒性,且易于与其他方法结合的优点,在解决许多复杂的优化问题方面有较好的性能,因此本文采用蚁群算法对上述优化问题进行求解。

1. 问题图形表示。装饰企业选取合适的材料销售商问题就是在 $\sum_{i=1}^m n_i$ 个候选材料销售商中为m个材料C_i(i∈[1,m])各自选择一个合适的销售商,使各销售商提供的材料满足整体最优,即目标函数最小。选择材料销售商的模型如图1所示。各材料的地位相同,销售商等级相同,蚂蚁随机选择任一个销售商作为起点,加快了收敛速度。

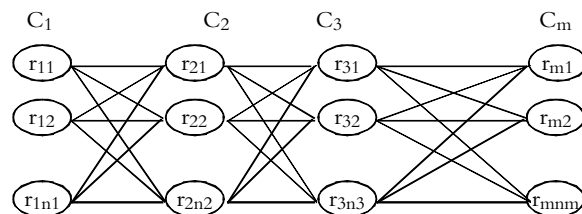


图1 选择材料销售商过程

2. 蚂蚁的路径选择。在t时刻蚂蚁k(k=1,2,⋯, N_{ant})由r_{ij}转移到r_{pq}的状态转移概率为:

$$P_{r_{ij}r_{pq}}^k = \begin{cases} \frac{\tau_{r_{ij}r_{pq}}^\alpha(t) \eta_{r_{ij}r_{pq}}^\beta(t)}{\sum_{u=1}^{n_p} \tau_{r_{ij}r_{pu}}^\alpha(t) \eta_{r_{ij}r_{pu}}^\beta(t)}, & q=1, 2, \dots, n_p, u \in \text{allowed}_k \\ 0, & \text{其他} \end{cases} \quad (3)$$

其中:allowed_k={r_{p1}, r_{p2}, ⋯, r_{pn_p}}表示蚂蚁k下一步可以选择的材料销售商;α为信息启发式因子,表示信息素的积累对蚂蚁在选择某一个销售商过程中所起作用的程度;β为期望启发因子,表示启发信息在蚂蚁选择路径中的相对重要性;η_{r_{ij}r_{pq}}(t)为启发函数,其表达式为η_{r_{ij}r_{pq}}(t)=1- $\frac{f_{r_{ij}r_{pq}}}{f_{\max}}$ 。

3. 信息素更新。信息素的更新策略是蚁群算法的关键步骤之一,信息素更新的快慢在一定程度上影响算法的收敛速度。在t时刻蚂蚁完成一次迭代,各路径上信息素根据式(4)进行调整:

$$\tau_{r_{ij}r_{pq}}(t+1) = (1-\rho) \times \tau_{r_{ij}r_{pq}}(t) + \sum_{k=1}^{N_{ant}} \Delta \tau_{r_{ij}r_{pq}}^k(t) \quad (4)$$

其中:ρ表示信息素的挥发系数,为了防止信息的无限积累,ρ∈[0,1);τ_{r_{ij}r_{pq}}(t)为路径(r_{ij}, r_{pq})上的信息素量,初始值为

$\tau_{r_{ij}r_{pq}}(0)=\tau_0$; $\Delta\tau_{r_{ij}r_{pq}}^k(t)$ 表示第k只蚂蚁在本次循环后路径 (r_{ij}, r_{pq}) 上信息素的增量。

$$\Delta\tau_{r_{ij}r_{pq}}^k(t)=\begin{cases} \frac{Q}{Z_k}, & \text{蚂蚁k经过}(r_{ij}, r_{pq})\text{路径} \\ 0, & \text{其他} \end{cases} \quad (5)$$

其中:Q为信息素强度,它在一定程度上影响算法的收敛速度;Z_k为第k只蚂蚁本次迭代的目标函数值。

4. 蚁群算法执行步骤。应用改进蚁群算法求解装饰材料销售商选择问题的具体实现步骤如下:

步骤一,参数初始化。初始化参数 $\alpha, \beta, \tau_0, \rho, Q, NC_{max}$, 令 $N_c=0, \Delta\tau_{r_{ij}r_{pq}}(0)=0$ 。

其中, $i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n_i$ 。

步骤二,生成 N_{ant} 只蚂蚁,并将其随机放置在前文“选择材料销售商过程图”(图1)的任意节点上。

步骤三,根据式(3)计算状态转移概率并选择下一销售商,直至走完所有材料都有销售商为止。

步骤四,计算所有蚂蚁形成路径的 Z_k ,如果好于当前最优解,则替换最优解。

步骤五,按公式(4)、(5)计算更新各路径的信息素。

步骤六,if $N_c < NC_{max}$,且未进入停滞then清空所有蚂蚁禁忌表; $\Delta\tau_{r_{ij}r_{pq}}(t)=0, N_c=N_c+1$;转步骤二;“else”输出最优解“end if”。

三、应用范例

某装饰企业在某一工程中需要向外界采购5种主要材料。通过发布需求信息,分别得到5家候选材料销售商,现要从中分别选取一家作为本次采购材料的销售商。如果有销售商可同时销售多种材料,而且初步判断意向比较好的,可将其设定成多销售商,由算法求解。

根据行业专家的主观测评,我们采用AHP法,可以得出各评价指标的优先权系数为: $W=\{w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, w_6\}=\{0.363, 0.213, 0.054, 0.112, 0.134, 0.124\}$,其中 $w_1, w_2, w_3, w_4, w_5, w_6$ 分别与材料价格、材料质量、售后服务、品牌效应、资金占用、交货期6项指标相对应。各个候选销售商的指标参数见表右上表。

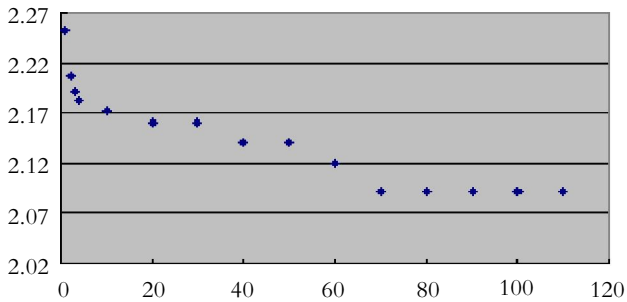


图2 求最优解过程曲线

图2在Delphi平台上实现求解过程,取 $\alpha=0.5, \beta=0.3, \rho=0.5, Q=1, \tau_0=0.01, N_{ant}=15, NC_{max}=120$ 。算法过程如图2所示,经过72次迭代,目标函数最优解达到并最终稳定在2.0925上。选择的销售商为 $r_{11}, r_{22}, r_{31}, r_{42}, r_{53}$,即第一个材料为第

各个候选销售商指标参数值

| 销售商 | 材料价格 | 质量% | 服务 | 品牌 | 资金% | 交货期% |
|-----|--------|------|-------|-------|-----|------|
| r11 | 1 350 | 89 | 0.475 | 0.572 | 29 | 81 |
| r12 | 1 460 | 92 | 0.289 | 0.218 | 31 | 83 |
| r13 | 1 230 | 85 | 0.282 | 0.287 | 20 | 82 |
| r14 | 1 420 | 91 | 0.089 | 0.183 | 40 | 85 |
| r15 | 1 600 | 98 | 0.301 | 0.473 | 35 | 84 |
| r21 | 480 | 95 | 0.154 | 0.309 | 27 | 96 |
| r22 | 320 | 89.5 | 0.637 | 0.567 | 30 | 94 |
| r23 | 410 | 93 | 0.137 | 0.177 | 40 | 96 |
| r24 | 305 | 87 | 0.069 | 0.257 | 35 | 92 |
| r31 | 36 | 83 | 0.581 | 0.55 | 78 | 98 |
| r32 | 43 | 91 | 0.109 | 0.47 | 65 | 97 |
| r33 | 38 | 83.5 | 0.309 | 0.38 | 80 | 98 |
| r41 | 3 800 | 89 | 0.303 | 0.385 | 35 | 90 |
| r42 | 4 200 | 93 | 0.527 | 0.532 | 34 | 92 |
| r43 | 3 200 | 86.5 | 0.093 | 0.417 | 42 | 87 |
| r44 | 4 000 | 91 | 0.075 | 0.395 | 45 | 91 |
| r51 | 11 000 | 93 | 0.108 | 0.25 | 32 | 89 |
| r52 | 12 300 | 94.5 | 0.094 | 0.34 | 40 | 87 |
| r53 | 9 970 | 88.5 | 0.417 | 0.452 | 35 | 91 |
| r54 | 15 000 | 97 | 0.088 | 0.378 | 37 | 92 |
| r55 | 13 000 | 96 | 0.292 | 0.294 | 38 | 85 |

一个销售商,第二个材料为第二个销售商,第三个材料为第一个销售商,第四个材料为第二个销售商,第五个材料为第三个销售商。由于改进蚁群算法在求解复杂的优化问题方面有优越性,因而当材料数和候选销售商数量增加时,此算法的有效性将更明显。

四、结束语

本文针对装饰企业的实际需要,依据制造业供应链的思想,在充分调查了装饰企业运营信息的情况下,建立了装饰企业选择材料销售商的评价体系和相应的数学模型。采用改进蚁群算法进行求解,实例证明该方法能够找到满意的结果,从而解决多装饰材料销售商的选择问题。

【注】本文受住房和城乡建设部基金项目“施工项目成本控制计算机辅助决策系统研究”(编号:2010-K9-32)的资助。

主要参考文献

- 董景峰,王刚,吕民等.基于改进蚁群算法的多供应商选择问题求解.计算机集成制造系统,2007;13
- Weber, Charles A, Current. Vendor selection criteria and method. European Journal of Operational Research, 1991; 1
- 马士华.新编供应链管理.北京:中国人民大学出版社, 2008
- 俞启元,吕玉惠著,施工项目进度成本集成管理,北京:中国建筑工业出版社,2008
- 段海滨.蚁群算法原理及其应用.北京:科学出版社, 2005