

Project Evaluation of Municipal Engineering Project Based on Projection Pursuit

Lingceng Gao

Public Foundation Department of Nanjing Institute of Industry Technology, Nanjing Jiangsu
Email: glc2003@126.com

Received: Jul. 30th, 2018; accepted: Aug. 13th, 2018; published: Aug. 20th, 2018

Abstract

Aiming at the complexity, difference and limited rationality of decision makers in the process evaluation of municipal engineering projects, this paper uses projection pursuit scheme to establish a project evaluation model for municipal engineering projects based on projection pursuit. The model is based on matlab software, using real-coded accelerated genetic algorithm to achieve rapid processing and calculation of data, shortening the traditional two-stage evaluation process of "weight-evaluation", by selecting the numerical value in the optimal solution of the projection target vector. The program is evaluated and compared. Taking the urban main road reconstruction project as an example, the model is applied to the actual application. The results show that the model is feasible and effective for the evaluation of municipal engineering projects.

Keywords

Projection Pursuit, Real-Coded Based Genetic Algorithm (RCAG), Municipal Engineering Project, Project Evaluation

基于投影寻踪的市政工程项目方案评价

高峻增

南京工业职业技术学院公共基础课部, 江苏 南京
Email: glc2003@126.com

收稿日期: 2018年7月30日; 录用日期: 2018年8月13日; 发布日期: 2018年8月20日

摘要

针对市政工程项目方案评价过程中存在复杂性、差异性以及决策者有限理性的特点, 本文运用投影寻踪方法建立了基于投影寻踪的市政工程项目方案评价模型, 利用实数编码加速遗传算法实现数据的快速处

理及计算,缩短了传统的“权重-评价”的两阶段评价过程,通过投影目标向量的最优解中的数值对备选方案进行评价、比选。并以某城市改建主干道工程方案为例运用该模型进行实际应用,结果表明,该模型对市政工程项目方案进行评价可行、有效。

关键词

投影寻踪,实数编码加速遗传算法,市政工程项目,方案评价

Copyright © 2018 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

市政工程项目作为城市建设项目的一个重要组成部分,其好坏影响着城市未来的发展潜力,人口及各种资源的承载能力,以及城市居民的生活水平。市政工程的建设方案需要从多角度、多维度加以考虑,不仅需要满足现阶段城市发展水平的需要,还要与城市未来总体规划相适应甚至是适当放大。因此,在项目规划和可行性研究阶段,需要通过对项目的备选方案进行充分评价、比选,以选择最优方案。

鉴于市政工程项目在项目评价阶段方案评价比所选需考虑因素众多,其目标具有复杂性、差异性的特点,而决策者又具有有限理性的属性,因此,需要运用一种多目标决策的方法,将多目标加以量化并可以进行比较。目前,相关的研究成果有:于利爽[1]通过对权重确定及指标量化过程的方法加以改进,对荣文高速公路项目进行了方案比选研究;吴雷平[2]运用模糊综合评价法对电力工程项目可行性研究方案进行评价比选;林珊[3]运用C~2R-AHP模型分两阶段对备选方案进行筛选-比选,从而确定最优方案;程文仕[4]等构建了AHP-DEA模型对4个可行方案的土地整治综合效益进行评价;李晓伟[5]等基于累积前景理论及其正负前景价值函数,应用极值法求解模型得出最优权向量最终确定公路建设项目的排序;黄山[6]等提出一种基于相对熵的TOPSIS排序方法对公路建设项目可行性综合评价分析研究。基于以上研究成果,可以得到两点结论:1)市政工程项目方案评价过程是一个多角度多层次的评价过程,这需要经过指标权重的确定以及方法最优解确定两个步骤;2)众多学者利用AHP法,依靠专家或业主打分的方式评选,反而忽略了项目所具备的客观属性值。

针对目前市政工程项目方案评价的特点以及存在的局限性,本文基于投影寻踪模型,对市政工程项目方案进行评价,将多指标的多维数据转化成为一维数据,减少确定指标权重这一过程,使得评价结果更加科学可靠。

2. 基于投影寻踪的市政工程项目方案评价模型

投影寻踪法是由Kruscal在20世纪70年代提出一种用来处理多维度、非线性或非正态分布问题一种数理统计计算方法。其基本原理是将高维度数据投影在低维度的空间矢量上,通过对投影函数的优化和特定的约束条件,得到反映其综合指标特征的投影特征值,然后建立因变量与投影特征值的函数关系,并通过该关系分析高维度数据的结构特征。目前该方法已运用到多个领域,如城市生态系统健康评价[7],城市群地区耕地集约利用评价[8],“两型社会”评价[9]等。

2.1. 投影寻踪模型的构建

针对市政工程项目方案评价过程中存在复杂性、差异性以及决策者有限理性的特点,在总结归纳各

位学者研究的基础上, 本文建立了基于投影寻踪的市政工程项目方案的评价模型, 具体计算步骤如下:

Step 1: 将评价指标进行归一化处理。被评价的备选方案组成评价样本集

$\{x^*(i, j) | i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, p\}$, 其中 $x^*(i, j)$ 为第 i 个方案的第 j 个指标的原始数据值, n 为备选方案个数, p 为指标个数。为消除指标之间存在的量纲化差异, 可以从效益型和成本型两个角度对指标原始数据进行归一化处理。

效益型指标:

$$x(i, j) = [x^*(i, j) - x_{\min}(j)] / [x_{\max}(j) - x_{\min}(j)] \quad (1)$$

成本型指标:

$$x(i, j) = [x_{\max}(j) - x^*(i, j)] / [x_{\max}(j) - x_{\min}(j)] \quad (2)$$

式中: $x_{\max}(j)$ 、 $x_{\min}(j)$ 分别为所有方案中第 j 个指标对应的最大值和最小值。归一化后的 $x(i, j) \in [0, 1]$ 。

Step 2: 构造投影目标函数 $Q(a)$ 。设 $a = \{a(1), a(2), \dots, a(p)\}$ 为投影方向向量, 则备选方案 i 在该方向的投影值为:

$$Z(i) = \sum_{j=1}^p a(j)x(i, j) \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

在优化投影值时, 要求投影值尽可能体现“小集中、大分散”的特点, 即局部投影点尽可能密集, 而整体投影团之间尽可能分散。投影目标函数也可以表现为:

$$Q(a) = S_Z D_Z \quad (4)$$

式中, S_Z 为投影值 $Z(i)$ 的标准差, D_Z 为投影值 $Z(i)$ 的局部密度, 即

$$S_Z = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [Z(i) - E(Z)]^2}{n-1}} \quad (5)$$

$$D_Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (R - r(j_1, j_2)) \cdot u(R - r(j_1, j_2)) \quad (6)$$

式中, $E(Z)$ 为投影序列 $Z(i)$ 的平均值; R 为局部密度的窗口半径, 一般可取值为 $0.1S_Z$; $r(j_1, j_2)$ 为样本之间的距离, $r(j_1, j_2) = |Z(j_1) - Z(j_2)|$; $u(t)$ 为一单位阶跃函数, 当 $t \geq 0$ 时其函数值为 1, 当 $t < 0$ 时其函数值为 0。

Step 3: 优化投影目标函数。通过优化求解最大化目标函数来计算最佳投影方向。即

$$\begin{cases} \max Q(a) = S_Z \cdot D_Z \\ \sum_{j=1}^p a^2(j) = 1 \end{cases} \quad (7)$$

这是一个以 $\{a(j) | j=1, 2, \dots, p\}$ 为变量的复杂非线性优化问题, 通过求解该非线性规划模型, 即可得到投影方向的最优解 α^* 。

2.2. 模型的求解

传统搜索算法需要目标函数以及约束条件可微并且连续, 在搜索过程中易得到局部极小点, 难以求得全局最优解; 标准遗传算法(SGA)虽可对该模型进行求解, 但存在早熟收敛等问题而缺乏实用性。实数编码加速遗传算法(RCAG)是标准遗传算法(SGA)的改进, 以概率为 1 进行收敛, 对优化变量的大小变化

具有适应性,可有效平衡群体规模与算法的收敛速度之间的矛盾。该算法可以通过 Matlab7.0 软件予以计算实现[10]。

3. 算例分析

本文以某市主干道改造工程为研究对象[11],分别从经济合理性、技术合理性和社会合理性 3 个方面以及下属的 9 个维度(指标)对备选的 6 个方案进行综合评价。6 个方案的相应的基础指标数据值见表 1。

通过用 Matlab7.0 编写程序处理数据,将某城市改建主干道工程各工程方案的评价指标值所组成的原始数据矩阵 $x^*(i, j)$ 依次代入公式(1)~(6)得出投影目标函数,然后用 RAGA 进行优化处理。设定初始规模种群数为 400,交叉概率 $P_c = 0.8$,变异概率 $P_m = 0.2$, $\alpha = 0.05$,加速循环次数为 30 次,得出最大投影目标向量为 $Q(a) = [16.59, 3.03, 9.12, 4.34, 16.73, 14.32]$,其代表备选方案的最优解如图 1 所示。最佳投影方向为 $a = [-0.186, -0.044, -0.012, -0.669, 0.275, 0.316, 42.051, 3.976, 40.686]$ 。

通过对投影目标向量的分析可以发现,方案 5、方案 1 及方案 6 对应的投影值相对较高,说明在方案比选过程中应当优先考虑这三个方案。某城市改建主干道工程施工的 6 个方案依次为:分车道、快速轨道、混行双层、地铁、现有道路架设轨道和高架桥分层方案。基于投影寻踪法的市政工程项目方案评价结果为,建议决策部门优先考虑方案 5、方案 1 及方案 6,并结合城市的经济实力、人口规模等现状,最终研讨确定某城市改建主干道工程施工的最适合方案。

Table 1. Evaluation index value of each project plan of a main road reconstruction project in a city
表 1. 某城市改建主干道工程各工程方案的评价指标值

评价指标	指标性质	方案 1	方案 2	方案 3	方案 4	方案 5	方案 6	
经济合理性	工程造价	成本型	26,550	46,880	33,430	46,160	44,760	25,490
	拆迁费	成本型	17,700	2620	11,880	495	495	11,880
	交通功能	效益型	88	36	62	36	36	62
技术合理性	交通量	效益型	2200	800	2000	800	800	3500
	车速	效益型	25	60	30	80	60	50
	线路标准	效益型	0.51	0.75	0.58	0.7	0.75	0.63
	施工难度	成本型	0.2	0.6	0.4	0.85	0.6	0.4
社会合理性	公害大小	成本型	0.5	0.33	0.67	0.67	0.67	0.5
	安全与否	效益型	0.67	0.33	0.5	0.2	0.5	0.33

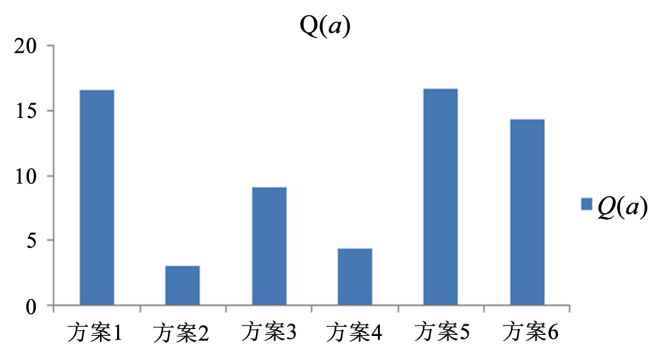


Figure 1. Optimal projection solution of various engineering schemes for reconstruction of main road projects in a city
图 1. 某城市改建主干道工程各工程方案最优投影解

4. 结论

本文建立了基于投影寻踪法的市政工程项目方案评价模型,该模型与其他评价模型相比,借助 matlab 软件实现数据的多次训练,实现快速计算,得到的结果也更加客观、真实,同时将“权重-评价”这一传统的评价过程进行压缩,实现一步到位。并且通过对某城市改建主干道工程各工程方案进行评价、比选,进一步验证了该模型的简便、可靠。

参考文献

- [1] 于利爽. 基于多属性群决策方法的基础设施项目方案比选研究[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津大学, 2016.
- [2] 吴雷平. 电力工程项目可研方案比选方法研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 华北电力大学(北京), 2011.
- [3] 林珊. 基于 C~2R-AHP 模型的公路建设方案比选评价研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 华南理工大学, 2013.
- [4] 程文仕, 乔燕强, 刘学录, 等. 基于 AHP-DEA 模型的土地整治项目规划方案比选[J]. 自然资源学报, 2017, 32(9): 1615-1626.
- [5] 李晓伟, 陈红, 邵海鹏, 等. 基于累积前景理论的公路建设项目灰关联排序模型[J]. 公路交通科技, 2011, 28(10): 130-135.
- [6] 黄山, 张学军. 基于相对熵的公路建设项目可行性综合评价分析研究[J]. 工程管理学报, 2017, 31(3): 97-101.
- [7] 陈广洲, 汪家权. 基于投影寻踪的城市生态系统健康评价[J]. 生态学报, 2009, 29(9): 4918-4923.
- [8] 邓楚雄, 谢炳庚, 李晓青, 等. 基于投影寻踪法的长株潭城市群地区耕地集约利用评价[J]. 地理研究, 2013, 32(11): 2000-2008.
- [9] 王茜茜, 周敬宣, 李湘梅, 等. 基于投影寻踪法的武汉市“两型社会”评价模型与实证研究[J]. 生态学报, 2011, 31(20): 6224-6230.
- [10] 张丽娜, 吴凤平, 张陈俊. 用水效率多情景约束下省区初始水量权差别化配置研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2015(5): 122-130.
- [11] 贾鹏, 吴凤平, 张丽娜. 基于灰理想关联分析的市政道路工程施工方案评价[J]. 项目管理技术, 2013, 11(10): 49-53.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2169-2556, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: ass@hanspub.org