

Study on Mathematical Model of the Distribution of Trash Can of OUC

Yuying Xu, Yuxing Qin, Anqi Zhao, Xiang Gao*

School of Mathematical Sciences, Ocean University of China, Qingdao Shandong
Email: 775320450@qq.com, *gaoxiangshuli@126.com

Received: Feb. 6th, 2017; accepted: Feb. 21st, 2017; published: Feb. 24th, 2017

Abstract

The quantity and location of the trash cans are closely related to the environmental problems of the campus, which is of great significance to improve the utilization of resources. Based on the analysis of the present situation of the trash can distribution in the campus, the authors evaluate the present situation of the trash can distribution by building fuzzy comprehensive evaluation model with the data collecting by the methods of questionnaires and field surveys. Also, the authors use an integer programming model to optimize the existing distribution, which offer a constructive solution to existing problems of the campus.

Keywords

Fuzzy Comprehensive Evaluation, Integer Programming, Optimization Scheme

中国海洋大学校园垃圾桶分布的数学模型研究

徐玉莹, 秦宇幸, 赵安琪, 高翔*

中国海洋大学数学科学学院, 山东 青岛市
Email: 775320450@qq.com, *gaoxiangshuli@126.com

收稿日期: 2017年2月6日; 录用日期: 2017年2月21日; 发布日期: 2017年2月24日

*通讯作者。

文章引用: 徐玉莹, 秦宇幸, 赵安琪, 高翔. 中国海洋大学校园垃圾桶分布的数学模型研究[J]. 运筹与模糊学, 2017, 7(1): 10-21. <https://doi.org/10.12677/orf.2017.71002>

摘要

校园垃圾桶的数量及其摆放地点与校园的环保问题息息相关,对提高资源的利用率有着重要的意义。本文针对笔者所在校园的垃圾桶分布现状进行分析研究,通过建立校园垃圾桶配置方案的模糊综合评价模型,辅以问卷调查、实地调研等方法收集数据,对垃圾桶分布现状进行评价,并建立整数规划模型对现有分布进行优化,为校园现存的问题提出建设性的解决方案。

关键词

模糊综合评价, 整数规划, 优化方案

Copyright © 2017 by authors 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

美丽整洁的环境是一座城市无形的名片,校园里的垃圾箱同样是一道独特的风景线。这就要求校园内的垃圾桶的设置和管理达到一个合理的水平。

但事实上,笔者在学校却经常听到一些同学抱怨学校垃圾桶位置安放的不合理性,如一些路段经常出现垃圾桶溢满现象,既无法满足行人的需求同时也影响了环境;一些路段相邻垃圾桶的间距不一,既不美观也不方便行人使用;一些路段的垃圾桶利用率很小造成了资源的浪费,同时也增加了清洁人员的工作量;一些路段上的垃圾桶只放置在道路的一侧,另一侧的行人需要横穿道路才能找到垃圾桶等。

本文把为科学决策提供定量依据作为目的,针对海大校园内垃圾桶优化配置问题进行调查研究,主要解决以下问题:

(1) 通过调查研究学校的路况,选取合适的评价指标体系,建立对当前校园垃圾桶分布的评价模型;

(2) 找出目前校园存在的垃圾箱布局问题,通过建立整数规划模型,结合实地调查及采访所得数据,对现有垃圾桶分布进行优化。

(3) 以满足垃圾箱需要的同时达到垃圾箱设置数量最少、设置地点最优为目标,对优化后的分布方案进行评价,并根据研究成果,提出关于垃圾桶分布的合理化建议。

2. 模型基本假设

- (1) 将可移动的垃圾桶考虑在内。
- (2) 将偏离道路的垃圾桶视为没有摆放垃圾桶。
- (3) 行人不会越过道路去另一侧扔垃圾。
- (4) 在一定时间内,道路两侧的人流量基本相同。

3. 符号说明

为了对研究内容进行展开,以下将研究过程所涉及到的名词用符号进行替代。

符号	含义
U	根据评价对象确定的评价指标集合
V	评价等级集合
R	隶属度矩阵
W	各评价指标的权重集
μ_j	各评价指标的权重
r_{ij}	第 i 个等级模糊子集的第 j 个隶属度
S	模糊评判集
P	人流量修正系数
C	道路的最大垃圾产生量(m^3/d)
M	后勤部门预算
A	合理服务半径下限
B	合理服务半径下限
s	道路的总长度(m)

4. 模型的建立与求解

笔者对校园的垃圾桶分布情况进行了实地调研, 绘制出下面的分布图(见图 1) (黑色圆点为垃圾桶所在位置)。校园的主要路段有: 梧桐一路(直线)、梧桐二路(长虚线)、樱花一路(短虚线)、樱花二路(十字线)国槐大道(点虚线)。

4.1. 对当前垃圾桶分布现状进行评价

对于方案, 人才, 成果和许多事物的评价, 人们考虑的往往是从多个方面进行综合分析来得到所需要的结论, 而且这些考虑一般只能用模糊语言来描述。模糊综合评价法根据模糊数学的隶属度理论把定性评价转化为定量评价, 能对受到多种因素制约的事物或对象做出总体评价, 对解决难以量化的、非确定性的问题有较好的效果。

4.1.1. 评价指标体系的建立

评价模型的运用, 首先需要建立合理的指标体系。校园垃圾桶的分布与众多因素有关, 人流量、人均携带垃圾量、垃圾桶容量等因素均是学校后勤部门在设置摆放垃圾桶时需要考虑的。笔者综合前期现场调研、问卷调查及采访的结果, 采用下面三个因素作为评价指标。

(1) 垃圾桶服务半径 R [1]

指行人将垃圾投入该垃圾桶所需的最大步行距离。则在以垃圾桶为圆心, R 为半径形成的区域中手持垃圾的行人都将会把垃圾投入该垃圾桶。参考有关规定和文献[2], 一般来说, 对于校园内道路垃圾桶的服务半径 $r_0 = 30$ m。但考虑到校园内各道路的人流量及各路段产生的垃圾量不同, 人流量较多的道路垃圾桶服务半径应较小, 因此引入人流量修正系数 p ($0 < p < 1$), 最终有

$$R = \frac{r_0}{p}$$

根据定义, 我们规定樱花大道、梧桐大道及国槐大道的人流量修正系数分别为 0.9, 0.7, 0.3。据此, 我们可以得出三条道路标准的服务半径分别为 33 m, 43 m, 100 m。



Figure 1. Trash can distribution map of OUC
图 1. 海大校园垃圾桶现分布图

(2) 垃圾桶利用率 η

由于每一段道路上的垃圾桶数量有限，而每一个垃圾桶所能容纳的垃圾量固定，有可能出现该道路上的垃圾桶总容纳量不能承载该道路在一个清理周期内所产生的所有垃圾。定义对某段道路的垃圾桶利用率

$$\eta = \frac{V}{C}, \text{ 且 } \eta > 0$$

其中， v 为该路段所产生的垃圾量， C 为该路段所有垃圾桶的总容纳量。

(3) 美观程度

指垃圾桶与周围环境的相搭配程度。笔者通过采访后勤部门的老师了解到，学校对垃圾桶外形、摆放位置都比较重视，并且通过问卷的结果可看出同学们对其也很在意，故将美观程度纳入到评价垃圾桶分布的指标中。

4.1.2. 建立模糊综合评价模型[3]

(1) 确定评价对象的因素集 U

由 4.1.1 部分讨论的因素作为海大校园垃圾桶分布合理性的因素集 $U = \{U_1, U_2, U_3\}$ ，其中 U_1 表示垃

圾桶服务半径, U_2 表示垃圾桶利用率, U_3 表示美观程度。

(2) 建立评价对象的等级集合 V

(a) 对于分布情况的评价, $V = \{\text{合理, 较合理, 不合理}\}$;

(b) 对于垃圾桶服务半径的评价, $V = \{\text{合理, 较合理, 不合理}\}$ 。

根据 4.1.1 中三条道路标准的服务半径, 设定垃圾桶的实际服务半径在标准服务半径 ± 5 的范围内是合理的。超出该范围的服务半径越大, 服务半径越不合理。故设置区间为

对于樱花大道, $V = \{28 \leq R \leq 38, 23 \leq R < 28 | 38 < R \leq 43, R < 23 | R > 43\}$;

对于梧桐大道, $V = \{38 \leq R \leq 48, 33 \leq R < 38 | 48 < R \leq 53, R < 38 | R > 53\}$;

对于国槐大道, $V = \{95 \leq R \leq 105, 90 \leq R < 95 | 105 < R \leq 110, R < 90 | R > 110\}$ 。

(c) 对于垃圾桶利用率的评价 $V = \{\text{合理, 较合理, 不合理}\}$ 。

根据垃圾桶利用率定义及其实际情况, 其值为 0.7~0.95 时为最优情况, 在 0.5~0.7 或 0.95~1 时为次优情况; 越是大于 1, 表明垃圾桶容纳量不足以承载产生的垃圾量, 资源紧张; 越是小于 0.5, 表明垃圾桶闲置造成资源浪费。故区间为 $V = \{0.7 \leq \eta \leq 0.95, 0.5 \leq \eta < 0.7 | 0.95 < \eta \leq 1, \eta < 0.5 | \eta > 1\}$ 。

(d) 对于美观程度的评价 $V = \{\text{满意, 一般, 不满意}\}$ 。

该项因素的数据来源于调查问卷、实地考察以及采访的结果, 根据垃圾桶与其周边小区域内环境的搭配效果(不包括垃圾减少带来的效果, 而考虑垃圾桶异味、表面油污等影响), 认为“满意”代表摆放垃圾桶后周边小区域的环境得到美化, “一般”代表摆放垃圾桶后周边小区域的环境美观程度不改变或改变不显著, “不满意”代表摆放垃圾桶后周边小区域的环境外观遭到破坏。

(3) 建立隶属度矩阵 R

对于上述评价标准, 单个垃圾桶的评价结果应是确定的。为判断某一路段的垃圾桶总体情况建立隶属度矩阵, 以垃圾桶利用率为例, 对应的隶属度向量的第一个分量可定义为利用率合理的垃圾桶数占该路段垃圾桶总数的比例, 其它分量以此类推。

(4) 确定各个评价指标的权重 w

通过查询相关文献[2], 并结合采访时的建议, 经过分析我们认为, 垃圾桶的分布是否合理, 垃圾桶利用率和垃圾桶服务半径所占比重更大, 美观程度次之。故设 $W = [0.4 \quad 0.5 \quad 0.1]$ 。

(5) 进行综合评价

通过权系数矩阵 w 与隶属度矩阵 R 的模糊变换得到模糊评判集 S 。

设

$$W = (\mu_j)_{1 \times m}, R = (r_{ji})_{m \times n}$$

则

$$S = w \cdot R = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_m) \cdot \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \cdots & r_{mn} \end{pmatrix} = (s_1, s_2, \dots, s_n)$$

其中“ \cdot ”为模糊合成算子, 该处取为矩阵乘法。

4.1.3. 模型的求解

(1) 樱花一路

对樱花一路建立隶属度矩阵

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.111 & 0.556 & 0.333 \\ 0.0625 & 0 & 0.9375 \\ 0 & 0.889 & 0.111 \end{bmatrix}$$

以及模糊评判集

$$S_1 = W \cdot R_1 = [0.4 \quad 0.5 \quad 0.1] \cdot \begin{bmatrix} 0.111 & 0.556 & 0.333 \\ 0.0625 & 0 & 0.9375 \\ 0 & 0.889 & 0.111 \end{bmatrix} = [0.07565 \quad 0.3113 \quad 0.61305]$$

由最大隶属度原则可知，樱花一路垃圾桶分布总体来说不合理。

(2) 樱花二路

根据实地观测得到的人流量，可知从樱花一路的人流量远大于从樱花二路。樱花二路地形多变，垃圾桶分布要随地形调整，不能单以本模型为准。

樱花二路其北侧被图书馆和湖岸分割，图书馆部分由于图书馆占地范围较大，垃圾桶多，垃圾主要倾向于在图书馆内扔掉；湖岸部分出于环境保护的考虑，垃圾桶分布密集；故北侧垃圾桶分布较为合理。其南侧垃圾桶仅分布在道路中部和末端与其他道路交叉处，但由于路段较短，且从人流量统计得，该路段的人流量较少，故垃圾桶分布尚可。

(3) 梧桐一路

通过实地调查可知，该路段长达 291 m，但仅有两个可移动式垃圾桶且仅分布在道路一侧，无固定垃圾桶。显然已经大大超出垃圾桶标准服务半径，分布不合理，应给予重视。

(4) 梧桐二路

对梧桐二路建立隶属度矩阵

$$R_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0.25 & 0.75 \\ 0.11 & 0.21 & 0.68 \\ 0 & 0.85 & 0.15 \end{bmatrix}$$

以及模糊评判集

$$S_2 = W \cdot R_2 = [0.4 \quad 0.5 \quad 0.1] \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0.25 & 0.75 \\ 0.11 & 0.21 & 0.68 \\ 0 & 0.85 & 0.15 \end{bmatrix} = [0.055 \quad 0.29 \quad 0.655]$$

可知，梧桐二路的垃圾桶分布总体来说分布不合理。

(5) 国槐大道

对国槐大道建立隶属度矩阵

$$R_3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

以及模糊评判集

$$S_3 = W \cdot R_3 = [0.4 \quad 0.5 \quad 0.1] \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = [0.4 \quad 0 \quad 0.6]$$

故国槐大道上垃圾桶分布不合理。从调查数据可知，国槐大道全长 822 m，共有 2 个垃圾桶，其真实服务半径在 50 m 左右，显然服务区域不能覆盖整条大道。

4.1.4. 讨论和分析

从上述评价中可以看出，樱花一路，梧桐一路、梧桐二路以及国槐大道上垃圾桶分布存在不合理现象，应予以改进，樱花二路垃圾桶分布较为合理。

樱花一路不合理的主要原因在于樱花一路的垃圾桶间距的前半部分小后半部分大，且前半部分垃圾桶分布过于集中，使该路段垃圾桶利用率大多低于 20%，利用率较低。梧桐二路的垃圾桶分布不合理的主要原因在于垃圾桶服务半径呈阶梯型分布，集中在 20~30 m，30~40 m，50~60 m 内和利用率较低，集中在 0.3~0.45 之间。梧桐一路和国槐大道的垃圾桶分布不合理的主要原因在于垃圾桶的数量太少，服务区域过大。

同时，樱花二路的垃圾桶可从垃圾桶间距、垃圾桶美观程度方面加以改进。

4.2. 对当前的垃圾桶分布进行优化

4.2.1. 模型的思想

针对上述当前校园垃圾桶分布评价模型得到的结果，再结合问卷调查中同学们的反响。需要对以下路段进行优化处理：樱花一路、梧桐一路、梧桐二路、国槐大道。

在校园的基础公共基础设施建设中，会存在一些外在的约束，而工程的实施又必须基于外在约束满足的条件。类似于垃圾桶的分布改进，在实际的应用过程中会存在资金，需求量等方面的限制，并且垃圾桶的数量是整数，故笔者引用运筹学中的整数规划模型来对当前存在一定问题的道路进行优化。

4.2.2. 模型的建立[4]

基于笔者校园当前垃圾桶分布状况，一共存在三种类型的垃圾桶，分别为：圆筒型果皮箱，分类型果皮箱，大环保筒。考虑到清洁人员需要将每条道路上的垃圾进行清扫收集，所以笔者希望在每条路上都分布有小型的果皮箱及大型的垃圾桶，而小型果皮箱的选择依赖于该条路段原本放置的垃圾箱类型，若该条路原本无小型果皮箱放置，则优先考虑圆筒型果皮箱。

对于配置的垃圾桶数目 x_1, x_2 ，其中 x_1 表示小型果皮箱的数量， x_2 表示大型垃圾桶的数量，且 x_1, x_2 需满足以下三个基本要求：

(1) “满足需求”指的是：每条道路上的垃圾桶容纳量总和需满足该条道路最大垃圾产生量。考虑到学生的活动具有集中性，所以各条道路上的人流量存在偏差，进而导致垃圾产生量也存在差异。设某条道路的最大垃圾产生量为 C ， a_1, a_2 分别表示单个小型果皮箱及大型垃圾桶的垃圾容纳量。则可得：

$$a_1 x_1 + a_2 x_2 \geq C$$

(2) “资金限制”即需要配置的垃圾桶的金额需小于后勤部门的预算。设后勤部门的预算为 M ，单个小型的果皮箱及大型的垃圾桶的花费金额分别为 b_1, b_2 ，则可得：

$$b_1 x_1 + b_2 x_2 \leq M$$

(3) 为了满足校园垃圾桶分布的美观性，将每条道路垃圾桶的间距进行均等分，并且该间距需满足合理的服务半径上下限要求，即：

$$A \leq \frac{2s}{x_1} \leq B$$

其中 A 为合理服务半径下限， B 为合理服务半径上限， s 为该条道路的总长度，由于优化后的垃圾

桶是整条道路的，而得到的垃圾桶需尽量均匀的分布在两侧才能满足行人的需求。

则在满足这三个基本要求的基础上，以配置最少的垃圾桶数量为目标给出海大校园垃圾桶分布的整数规划模型如下：

$$\begin{aligned} \min z &= x_1 + x_2 \\ S.T. &\begin{cases} a_1x_1 + a_2x_2 \geq C \\ b_1x_1 + b_2x_2 \leq M \\ A \leq \frac{2s}{x_1} \leq B \\ x_1, x_2 \in N^0 \end{cases} \end{aligned}$$

4.2.3. 模型的求解

为使得求解得到的方案更贴近校园的实际情况，我们对校园目前存在的垃圾桶的情况调查结果如表 1 所示)。

对需优化的各条道路的基本情况调查如表 2 所示。

运用 Excel 求解该整数规划得到的结果如表 3 所示。

Table 1. Basic information of trash cans

表 1. 校园垃圾桶基本信息

垃圾桶类型	价格/元	容量/L
圆筒型果皮箱	160	30
分类型果皮箱	355	60
大环保筒	180	240

Table 2. Basic information of the roads which need to be optimized

表 2. 校园需优化路段的基本信息

道路名称	路长/m	每日最大垃圾产生量/L	投入预算/元	服务直径下限/m	服务直径上限/m
樱花一路	691	648	10000	56	76
梧桐一路	291	500	5000	76	96
梧桐二路	1071	500	8000	76	96
国槐大道	809	280	4000	190	210

Table 3. Result of optimized roads

表 3. 路段优化结果

道路名称	原垃圾桶数/个	优化的垃圾桶数/个	需增加垃圾桶数/个
樱花大道	分类型 16、环保筒 3	分类型 18	分类型 2，环保筒-3
梧桐一路	环保筒 2	圆筒型 6、环保筒 2	圆筒型 6
梧桐二路	圆筒型 19、环保筒 4	圆筒型 22	圆筒型 3、环保筒-4
国槐大道	环保筒 2	圆筒型 7、环保筒 1	圆筒型 7、环保筒-1

注：负数表示需要的垃圾桶数量小于原有值，需要减少的数量。

4.3. 对优化方案进行评价

4.3.1. 数据处理

(1) 绘制新方案图

统计四条道路当前垃圾桶的数量,可得各段道路所需增加的垃圾桶数量如表 3 所示。为了方便行人,我们采取尽量平均分布的原则,并且对于已存在的垃圾箱不予以改动(需要移除的垃圾桶除外),所得新的垃圾桶分布如图 2 所示。(新增设的垃圾桶用正方形表示,需移除的垃圾桶用圆圈标记,需改变类型的垃圾桶用方形框标记)。

(2) 计算服务半径

首先,根据地图测量出四段道路上相邻两个垃圾桶的图上间距,将其除以 2,再根据比例尺得出垃圾桶的真实服务半径。由于一条道路上的垃圾桶前后均有垃圾桶与其相邻,取真实服务半径为两个值中的较大值。垃圾桶真实服务半径,如表 4 所示。

(3) 预测垃圾桶利用率

由于新方案并没有实施,无法得知其实际效用,而为使垃圾桶能更好地发挥作用,不造成资源浪费,笔者选择以高峰期产生的垃圾量来预测一段道路某一侧的垃圾桶利用率,如表 5 所示。

(4) 预估垃圾桶美观程度

由于新方案并没有实施,无法得知其实际效果。考虑到为方便行人,除需要移除的垃圾桶外,不改动或更新已设垃圾桶,故可以认为原有垃圾桶的美观程度不变,新方案新增的垃圾桶对环境的搭配效果一般。

4.3.2. 对新方案的模糊综合评价

为了更好地对比当前方案与优化方案,采用相同的方法即模糊综合评价法对优化方案进行评价。

(1) 樱花一路

建立隶属度矩阵

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.111 & 0.556 & 0.333 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

以及模糊评判集

$$S_1 = W \cdot R_1 = [0.4 \quad 0.5 \quad 0.1] \cdot \begin{bmatrix} 0.111 & 0.556 & 0.333 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} = [0.0444 \quad 0.8224 \quad 0.1332]$$

(2) 梧桐一路

建立隶属度矩阵

$$R_2 = \begin{bmatrix} 0.75 & 0.25 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

以及模糊评判集

$$S_2 = W \cdot R_2 = [0.4 \quad 0.5 \quad 0.1] \cdot \begin{bmatrix} 0.75 & 0.25 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} = [0.8 \quad 0.2 \quad 0]$$



Figure 2. The optimized distribution map of trash cans of OUC
图 2. 海大校园垃圾桶优化分布图

Table 4. Actual service radius of trash cans
表 4. 垃圾桶真实服务半径

道路名称	真实服务半径/m
樱花一路(共 18 个)	(从四区十字路口到图书馆下坡十字路口) 靠近五子顶一侧依次为: 80.5, 41, 39.5, 39.5, 41.5, 45.5, 55, 55 靠近教学区一侧依次为: 19, 29.5, 40.5, 40.5, 24, 26.5, 26.5, 27.5, 30.5, 114.5
梧桐一路(共 8 个)	(从东区到四区十字路口) 靠篮、排球场一侧依次为: 40.5, 40.5, 37, 37 靠五子顶一侧依次为: 32, 34, 34, 30
梧桐二路(共 22 个)	(从四区十字路口到孔子像) 靠理工院楼一侧依次为: 69, 69, 22, 53.5, 138, 138, 35.5, 28, 19.5, 32, 32, 25.5, 25.5, 32 靠教学区一侧依次为: 59.5, 59.5, 51.5, 51, 51, 87.5, 87.5, 56.5
国槐大道(共 8 个)	(从东区到法院院楼) 靠近五子顶一侧依次为: 95.5, 95.5, 76, 64 法院院楼一侧依次为: 104, 105, 84.5, 56

Table 5. Forecast utilization of trash cans of each road
表 5. 各路段垃圾桶预测利用率

道路名称	预测利用率
樱花大道	0.60
梧桐一路	0.76
梧桐二路	0.76
国槐大道	0.622

注：采用评价指标中对利用率的定义进行计算。

(3) 梧桐二路

建立隶属度矩阵

$$R_3 = \begin{bmatrix} 0 & 0.136 & 0.864 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

以及模糊评判集

$$S_3 = W \cdot R_3 = [0.4 \quad 0.5 \quad 0.1] \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0.136 & 0.864 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} = [0.5 \quad 0.1544 \quad 0.3456]$$

(4) 国槐大道

建立隶属度矩阵

$$R_4 = \begin{bmatrix} 0.5 & 0 & 0.5 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

以及模糊评判集

$$S_4 = W \cdot R_4 = [0.4 \quad 0.5 \quad 0.1] \cdot \begin{bmatrix} 0.5 & 0 & 0.5 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} = [0.3 \quad 0.5 \quad 0.2]$$

4.3.3. 讨论和分析

由结果可知，相对比优化前的垃圾桶配置，四段路段的评价结果均有一定程度的提升。其中，樱花一路、国槐大道的评价结果为“较合理”，梧桐一路、二路的评价结果为“合理”。由此可看出该优化方案基本能满足行人需求又不浪费垃圾桶，垃圾桶的利用率均达到“合理”或“较合理”水平，故此方案较现有方案是可行合理的。

5. 模型的评价、改进与推广

(1) 模型的评价

本文的评价与优化模型均大量用到了实地调研的数据，使建模得到的结果较为真实可靠。根据不同路段的不同情况进行不同的优化，设置能满足垃圾桶需求的最少垃圾桶数量，对校园建设具有较强的指导性作用。

(2) 模型的改进、推广

本文的优化模型采用基本的整数规划模型，简洁明了，同样适用于其他区域街道，只需改变相关参数的值即可，有较大的实用性。

另外，由于行人经常离开道路进入教学区或院楼、图书馆，单个偏离道路的垃圾桶多放置于教学楼、院楼、图书馆前，故评价单个偏离道路的垃圾桶的分布状况有助于对垃圾桶分布情况做出更精确的评价。对于单个偏离道路的垃圾桶，可类似地做模糊评价。但由于实际情况较理论研究更为复杂多变，可引入更多更详细的参数、指标来对垃圾桶分布进行研究，在优化配置时引入不同规格的垃圾桶，同时适当撤除一些利用率较低的垃圾桶，达到资源的最大利用，使其更贴近实际。

参考文献 (References)

- [1] 贺显伟, 廖小惠, 邓秋香. 广西大学校园垃圾桶分布的配置优化数学模型[DB/OL]. <http://www.doc88.com/p-7058006497119.html>, 2012.
- [2] 中华人民共和国建设部. GB50337-2003 城市环境卫生设施规划规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003.
- [3] 司守奎, 孙玺菁. 数学建模算法与应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2011.
- [4] 孟军波, 田晓磊, 高晓玉. 临时超市网店的规划模型研究[J]. 工程数学学报, 2004, 21(7): 36-42.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: orf@hanspub.org