

共享单车需求评估及调度方案设计

夏芸, 玉琦彤, 林子立

(暨南大学 国际商学院, 广东 珠海 519000)

摘要:共享出行是当下流行的一种共享经济模式,由于过去几年共享单车企业为占据市场而过度投放车辆,单车停放点供需不均衡,导致正常的社会秩序受到严重扰乱。以西安市13个县区为样本,以人口密度、人均可支配收入和公交车站的密度为指标,用熵值法计算样本指标的权重,得到比重矩阵之后计算指标信息熵值和信息效用值,进而对共享单车需求进行评估,并设计调度方案。研究发现,人均可支配收入的信息价值系数最大,即人均可支配收入对共享单车的需求评估结果的贡献程度最大。根据需求评估结果做出的热力图,发现西安市的共享单车需求量可以用同心圆模型表示,对不同的半径范围内赋予相应的比例系数,即可求出每个区域的共享单车需求量;共享单车的调度即优化问题的求解,通过随机产生初始路径,以调度路径最短为目标函数,并设置调度车的容量、最大行驶距离、调度的车辆数等约束条件,运用遗传算法求出每次调度的路径长度、路径分布以及所需的调配车数量。提出了合理投放、规划电子围栏停放点、基于大数据和空间要素的车辆调度、引入混合管理模式等可行性建议。

关键词:共享单车;需求评估;路径优化;模糊评价函数;遗传算法

中图分类号:F572;F724.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-6248(2018)02-0032-10

Needs assessment and scheduling scheme of shared bicycles

XIA Yun, YU Qi-tong, LIN Zi-li

(School of International Business, Jinan University, Zhuhai 519000, Guangdong, China)

Abstract: The shared economy has developed rapidly in recent years, and one of the most popular shared economic patterns is shared ridership. However, owing to the fact that an excessive number of vehicles were launched by enterprises offering shared bicycles in the past few years to gain market share, the supply and demand of parking points is not balanced; this leads to a serious disruption of the normal social order. Based on the above thinking, this paper takes 13 counties in Xi'an city as the sample. It

收稿日期:2018-01-11

作者简介:夏芸(1978-),女,江苏如皋人,副教授,硕士研究生导师,管理学博士。

uses the population density, per capita disposable income, and bus station density that are oriented and dimensionless to calculate the weights of each sample index and establish a fuzzy rating model of demand by using the entropy method. The results show that the information value coefficient of the per capita disposable income is the largest, that is, disposable income makes the greatest contribution to the needs assessment of shared bicycles. Based on the results of the needs assessment, a thermodynamic diagram is made, and it is found that the demand for the shared bicycle in Xi'an can be expressed by the concentric circle model. If the corresponding ratio coefficient is given for a range of radii, the demand for the shared bicycle in each area can be calculated. The scheduling of shared bicycles is the solution of the optimization problem. By randomly generating the initial path and setting the shortest route as the objective function, the capacity of the dispatching car, the maximum driving distance, and the number of the vehicles are given; the path length, path distribution, and required adjustment can be obtained by using the genetic algorithm. On the basis of the empirical conclusions, this paper puts forward four suggestions: reasonable distribution; planning of electronic fence parking points; vehicle scheduling based on big data and space elements; and the introduction of a mixed management model.

Key words: shared bicycle; needs assessment; route optimization; fuzzy rating model; genetic algorithm

最近几年,共享经济快速发展,渗透进我们生活的各个领域,而共享出行是当下最为流行、也最为大众所熟知的一种共享经济模式。相较于定位在中远距离出行的共享汽车,人们迫切需要一种更便捷、更低成本的短距离出行方式,于是共享单车应运而生。共享单车在“开车太近,打车太贵,走路太远”的矛盾中找到了一个平衡点,极大地解决了人们出行“最后一公里”的问题^[1]。

比达咨询在《2016 中国共享单车市场研究报告》中提出,中国共享单车的发展一共经历 3 个阶段,第一阶段是由政府主导的分城市管理、有桩停放的公共自行车时期;第二阶段是以永安行为代表的企业承包共享单车运营模式时期,此时的共享单车仍是以有桩单车为主;第三阶段是在移动互联网快速发展的时代背景下以 ofo 为首的互联网共享单车阶段,此时无桩单车开始取代有桩单车成为主流模式^[2]。本文的研究对象是第三阶段的以互联网支付为依托的无桩共享单车。

自 2015 年以来,共享单车行业经历了不断的并购、出局与扩张。时至今日,共享单车洗牌基本结束,两大领头平台 ofo 和摩拜已经形成。据艾媒咨询数据显示,2017 年夏季中国共享单车

品牌活跃用户占比中,of0 小黄车以 53.9% 共享单车活跃用户占比领先,摩拜居于次位,活跃用户占比 34.0%。同时,2017 年中国共享单车市场用户规模预计将达 2.09 亿人,到 2018 年预计将达 2.98 亿人^[3]。

可以看出,共享单车依靠海量资本快速扩张的时期已经基本结束,预计到 2018 年,共享单车用户规模将低速增长,市场接近饱和状态,各平台之间不再盲目扩大和抢占市场份额,更加重视对现有客户关系的维系和社会形象的营造。在资本博弈的上半场,由于企业忽视对投放共享单车的管理,导致过度投放、无序停放等乱象横生,造成公共秩序的严重混乱^[4]。针对这些现状,各地方部门纷纷出台了有关规范共享单车管理、引导行业有序发展的规章制度。“社会人”假设认为,企业的行为不仅仅是受利益的驱使,还有相当部分原因是受其身份、权利、行动的社会空间和制度等要素所影响^[5-6],因此,为了给用户更好的体验,也为了响应社会各界对共享单车有效投放、有序管理的需求以树立良好的企业形象,企业应重新调整战略,借助大数据模式合理规划共享单车的投放运营,推进共享单车精细化管理。

本文以西安市 13 个县区为例^①,以人口密度、人均可支配收入和公交车站的密度为指标,运用熵值法评估各个区域对共享单车的需求,并基于遗传算法设计共享单车的调度方案,为企业合理投放车辆、实现供给与需求的动态平衡提供参考方案,也为相关部门进行城市交通秩序的管理提供有益建议。

一、共享单车研究现状

共享单车是共享经济浪潮中诞生在中国的新商业模式,目前国内外学者对其研究较少,而与其相似的是起源于欧洲的公共自行车,两者均融合了绿色、共享的理念,而共享单车是由企业主导的,具有无固定锁桩的特点,是对公共自行车的继承与发展。对于公共自行车的需求投放和调度问题,国外学者已经进行了相关探究。

Raviv 等指出公共自行车取得成功的关键因素是各个租赁点有足够的自行车来满足用户波动性的出行需求,当出现“无车可用”和“无桩可还”的情况时,公共自行车的发展将受到限制^[7]。Krykewycz 等通过 GIS 系统采用两阶段方法分析了公共自行车出行的用户特征并估算了日均公共自行车的使用率,预测得出费城公共自行车系统的需求量,并且作者发现有关公共自行车的研究存在普遍缺乏数据的现象^[8]。García 等在考虑了地理空间结构对需求的影响后,提出了基于 GIS 技术来估计潜在的自行车出行需求量及其空间分布情况^[9]。Chemla 等在租赁点借还需求量不变的假设下,采用局部优化的嵌入式禁忌搜索方法,以实现最优平衡为目标,研究车辆调度问题^[10]。Raviv 等在 Chemla 的基础上进行拓展,将一辆调度车的研究转化为对多辆调度车的研究,将目标函数定义为调度总距离和被租赁点拒绝的使用者数量加权函数,并在限定的总调度时间内实现区域内车辆的总调度最短路径^[11]。

国内具有代表性的研究也产生较多。柳祖鹏等以武汉市为例,在一定容量约束和相邻站点补给量约束的基础上,建立公共自行车路径调度模型,

通过蚁群算法求出车辆调度路径的最优解,解决了共享单车从系统中供需不平衡的问题^[12]。董红召等以车辆的区域调度问题为出发点,利用关联规则将城市共享单车系统的 OD 数据划分为不同的集合,并对租赁站点进行了空间聚类划分,在兼顾租赁站点的空间属性和非空间属性的前提下,求出区域划分下的实时调度方案^[13]。张建国等通过分析不同时段公共自行车的需求情况,以成本最小化和用户满意度最大化为目标函数,在平峰时段和高峰时间段分别建立不带时间窗的和基于滚动时域的车辆调配路径优化模型,并运用蚁群算法对不同时段车辆调配路径进行求解^[14]。张冰琦等对北京市进行区域划分,以社会总成本最小化为目标函数,在公共自行车出行量预测的基础上,运用排队论构建了公共自行车租赁点配车量优化模型,得到优化后的配车量随公共自行车需求量增加而增加的结论^[15]。徐建闽等提出以上层调度区域、调度小区和站点为主的多层次分区调度方法,结合虚拟小区与有时间窗的多目标优化调度模型解决区间调度问题,建立了小区内调度的最优路径模型,形成区间灵活调度、区内路径固定的半确定调度体系^[16]。文蝶斐等对某市的数据进行区域信息提取,分析出当前共享单车的时空分布,平均使用次数,闲置率等特征,再结合需求分析建立初始配置优化模型和调度优化模型,最终得到该系统共享单车的最优初始配置和调度方案^[17]。

通过梳理文献发现,影响共享单车需求量的指标多样,存在着设置不合理、难以量化、对需求量解释能力较差等问题,且大多数文章仅仅构建了需求量评价体系,而没有将地区的实际需求量测算出来。在研究自行车的调度问题上,部分学者采用的算法存在限制条件较少、易陷入局部最优解、过于依赖初始解等缺点^[18],据此,我们选择人口密度、人均可支配收入和公交车站的密度为指标,通过模糊综合评价模型计算出各地区共享单车需求量的评

① 西安市 13 个县区为:新城区、碑林区、莲湖区、雁塔区、未央区、灞桥区、阎良区、临潼区、长安区、高陵区、鄠邑区、周至县、蓝田县等。2017 年划归西安市的西咸新区未列入本研究范围。

估分值。对于路径调配问题,我们应用具有全局搜索能力和自学习能力的遗传算法,综合考虑调度车的容量、最大行驶距离、调度的车辆数等约束条件,以路径最短为目标函数,设计区域共享单车最优调度方案。

二、建立模型

基于共享单车行业的现状,本文将从以下几个方面建立共享单车的数学模型,并根据结论给出合理建议:第一,建立指标并分析不同时空共享单车资源的需求量;第二,建立数学模型,设计共享单车的调度方案。

(一)基本假设

为将现实中的具体问题抽象为数学模型,作出以下假设:第一,在一个区域内只有一家共享单车调度中心对多个租赁点进行车辆的调度;第二,不考虑网络物流对调度中心调配车辆的影响;第三,调度时,调度车辆从调度中心出发,对租赁点进行共享单车的调度后,返回调度中心。第四,共享单车的停放点与政府公共自行车停放点一致。

(二)需求评价体系

对共享单车的需求分析需要找出影响共享单车需求量的因素,并用这些因素构建在不同时间段和不同空间范围内共享单车需求量的指标体系,以指标体系的综合得分反映共享单车的需求情况。

1. 评价指标的确定

对于不同时空共享单车资源的需求量的问题,部分学者已对其进行相应的研究探讨。Dell’Olio 等认为人群集中的地方往往需求量较大,因此共享单车的租赁点应该分布在交通枢纽、商业区等地^[19]。王懿则结合人口密度、平均年龄及平均收入等指标,建立迭代回归模型,求出公共自行车的需求量和停车桩位需求量^[20]。因此,本文选择了人口密集程度、人均可支配收入、公交站点密集度作为评价指标,将西安市 13 个县区进行对比,从而建立共享单车需求量的定量评价模型,评估西安市各区

共享单车资源需求量的差异。数据主要来源于《西安统计年鉴(2017 版)》,数据处理与模型建立主要通过 MATLAB 软件实现。

各指标网络搜集的资料见下表:

表 1 需求评估模型指标数据

指标地点	人口密集程度 (人/平方公里)	人均可支配 收入(元)	公交站点密集度 (个/平方公里)
新城区	19 573	37 212	4.02
碑林区	26 303	37 539	3.89
莲湖区	18 228	37 605	3.58
灞桥区	1 834	35 836	1.97
未央区	3 051	36 449	4.36
雁塔区	7 782	37 631	8.56
阎良区	1 139	29 718	0.35
临潼区	716	21 805	0.20
长安区	682	27 038	1.64
蓝田县	256	16 246	0.09
周至县	191	16 734	0.08
鄂邑区	435	20 343	0.50
高陵区	1 170	24 756	0.17

2. 模型的建立

要实现对共享单车资源的需求量中各项指标的综合评价,需要确定各项指标的权重,这里使用熵值法计算样本指标的权重。熵值法是一种客观赋权方法,它通过计算指标的信息熵,根据指标的相对变化程度对系统整体的影响来决定指标的权重,相对变化程度大的指标具有较大的权重,可以较为客观地对影响共享单车需求的各项指标进行评价^[21]。

(1)原始数据的整理

这个综合评价体系由影响共享单车需求量的 m 个样本组成,用 n 个指标做综合评价的问题,可以形成评价系统的初始数据矩阵

$$X = \{x_{ij}\}_{mn} \tag{1}$$

式中: X 表示初始指标矩阵, x_{ij} 表示第 i 个样本第 j 项指标的数值。

(2)数据处理

在使用熵值法之前,由于各指标的量纲、数量

级均有差异,所以为消除因量纲不同对评价结果的影响,需要对各指标进行无量纲化处理,这里采用隶属度函数的方法将各指标的数据进行无量纲化处理。如果该数列的绝对值存在极限 $|N|$,那么将该数列中每个元素除以这个极限值 $n/|N|$,得到的是一个正负百分比序列 $n\%$,所有取值都在 ± 1 范围内。建立需求量评价体系时所用的指标中人口密度和人均可支配收入是同向变量,而公交站的密集程度是反向函数,即公交车站越密集,居民对共享单车的需求就随之减少,因此要对反向指标进行同向处理,处理公式为

$$x = \frac{1}{x} \quad (2)$$

人口密集程度的隶属度函数

$$B_1(x) = \frac{x}{x_{max}} \quad (3)$$

人均可支配收入的隶属度函数

$$B_2(x) = \frac{x}{x_{max}} \quad (4)$$

公交站点密集度的隶属度函数

$$B_3(x) = \frac{x}{x_{max}} \quad (5)$$

式中: $B_1(x)$ 、 $B_2(x)$ 、 $B_3(x)$ 分别表示人口密集度、人均可支配收入和公交站点密集度的隶属度函数, x_{max} 表示每个样本指标数据中的最大值。处理后,得到已经归一化处理的模糊矩阵 X'_{ij} ,计算第 i 个县区第 j 项指标的比重

$$y_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sum_{i=1}^m x'_{ij}} (0 \leq y_{ij} \leq 1) \quad (6)$$

式中 y_{ij} 表示第 i 个县区第 j 项指标的比重, x'_{ij} 表示归一化处理后的值。由此,可以得到数据的比重矩阵

$$Y = \{y_{ij}\}_{m \times n} \quad (7)$$

式中: Y 表示权重矩阵。

(3) 计算指标信息熵值和信息效用值

计算第 j 项指标的信息熵值的公式为

$$e_j = -K \sum_{i=1}^m y_{ij} \ln y_{ij}, j = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

式中: e_j 为第 j 项指标的熵值, K 为波尔兹曼常数,

$$K = \frac{1}{\ln m}。$$

某项指标的信息效用价值取决于该指标的信息熵 e_j 与1之间的差值,它的值直接影响权重的大小。信息效用值的计算公式为

$$d_j = 1 - e_j, j = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

式中: d_j 表示信息效用值,信息效用值越大,对评价的重要性就越大,权重也就越大。

(4) 计算评价指标权重

利用熵值法估算各指标的权重,其本质是利用该指标信息的价值系数来计算,其价值系数越高,对评价的重要性就越大,权重计算公式为

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j}, j = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

式中: w_j 表示第 j 项指标的权重,权重越大,对评价结果的贡献越大。

3. 模型的解决

以西安市13个县区为例,根据表1中各具体指标值,通过隶属度处理,得到模糊评价矩阵 w ,并根据熵权赋值法,求解出3个的指标的权重系数 w

$$w = (0.2604, 0.4559, 0.2837)$$

求解后,最终综合评价 P 为

$$P = (0.6503, 0.7211, 0.6424, 0.4639, 0.4770, 0.5357, 0.4362, 0.3848, 0.3482, 0.4515, 0.4883, 0.2962, 0.4550)$$

从计算结果可知,人均可支配收入的信息价值系数 w 最大,即人均可支配收入对共享单车的需求评估结果的贡献程度最大。我们根据熵值法计算得到的西安市13个县区的综合评价结果 P ,绘制了共享单车的需求评估分布图,如图2所示。

从图2中可以看出,城区的差异性造成共享单车需求密度的相应变化,离市中心越近,共享单车的需求密度越大;离市中心越远,单车的需求密度越小,甚至有些地区的单车密度几乎为零。根据以上得出的结论,可以设置一个同心圆的计算模型,根据不同地区的单车密度计算整个城市的共享单车需求量。

$$M = \sum_{i=1}^N S_i \times \rho_i \times r_i \quad (11)$$

式中: M 是依据城区面积计算的单车数量, S_i 是不同区域的面积, ρ_i 是城区单车密度, r_i 是比例系数。

图 3 是西安市同心圆模型, 西安市面积为 10 108 km², 近似为一个半径为 60km 的圆, 共分为 4 个圆环区域, 半径分别为 10km、20km、40km 和 60km。单车的密度设置为 300 辆/km (结合了上海等相关城市的数据), 比例系数从里到外依次为 1、1/2、1/4、1/6。

将西安市的实际数据带入公式(11)进行计算, 得到单车需求量的预测值为 82.89。

(三) 基于遗传算法的共享单车调度模型

1. 模型建立

由于居民出行的波动性, 使得一部分停放点的单车数量不足, 而另一部分的单车数量趋于饱和, 这就需要人为的将停放点多余的车辆调运到车辆不足的停放点, 以达到各个停放点共享单车供求平衡的最佳状态。共享单车的调度问题可以理解为调度路径的优化问题, 就是根据各个停放点的需求调入调出共享单车, 并且安排合理调度路径的顺序。

遗传算法的基本原理是根据生物进化和遗传机理, 按照优胜劣汰、适者生存法则, 不断地通过复制、交叉变异产生新的种群, 经过反复迭代, 最后得到最适应环境的个体, 从而得到最优解^[22]。考虑到遗传算法简单可行, 全局搜索能力强, 并且适用于求解非线性复杂优化问题, 本文选取遗传算法求解共享单车调度模型。

共享单车调度模型需要解决的问题是: 确定适当的调度车行驶路径, 使其在满足一定约束条件下, 从调度中心出发(或共享单车车厂、维修点), 有序通过共享单车停放点(本文为了简化模型, 将一定区域内的相对分散分布的共享单车通过指定停放点统一表示), 最后返回调度中心。考虑到调度成本问题, 本文的核心优化目标为调度路径最短, 需要满足的约束条件包括: (1) 调度车辆的行驶距

离不能超过最大行驶距离(从调度的及时性方面考虑); (2) 每个停放点只能由一辆调度车独立完成调度服务; (3) 调度车辆存在最大载重量限制, 可运载的共享单车存在上限。

根据优化目标及约束条件, 本文建立了以下共享单车调度模型^[23]。

定义决策变量

$$c_{ki} = \begin{cases} 1, & \text{租赁点 } i \text{ 由第 } k \text{ 台车辆进行调度} \\ 0, & \text{否则} \end{cases} \quad (12)$$

$$x_{kij} = \begin{cases} 1, & \text{第 } k \text{ 台车由租赁点 } i \text{ 驶向 } j \\ 0, & \text{否则} \end{cases} \quad (13)$$

式中: c_{ki} 和 x_{kij} 均表示决策变量。由此建立共享单车调度模型为

$$\min \sum_{k=1}^K [(\sum_{i=0}^N \sum_{j=1}^N c_{ki} x_{kij} d_{r_{ki} r_{kj}}) + d_{r_{km} r_{k0}}] \quad (14)$$

$$s. t. \forall i, 0 \leq q_0 + \sum_{i=1}^N (q_{r_{ki}} - p_{r_{ki}}) \leq C_0 \quad (15)$$

$$(\sum_{i=0}^N \sum_{j=1}^N c_{ki} d_{r_{ki} r_{kj}}) + d_{r_{km} r_{k0}} \leq D_0 \quad (16)$$

$$\sum_{k=1}^N \sum_{j=1}^N x_{kij} \leq K, \text{ 其中 } i = 0 \quad (17)$$

$$\sum_{j=1}^N x_{kij} = \sum_{j=1}^N x_{kji} \leq 1, \text{ 其中 } i = 0, k = 1, 2, \dots, K \quad (18)$$

$$\forall k_1 \neq k_2, R_{k_1} \cap R_{k_2} = \emptyset \quad (19)$$

式中: $d_{r_{ki} r_{kj}}$ 表示第 k 辆车在调度路径 r 由租赁点 i 驶向租赁点 j 的距离, $d_{r_{km} r_{k0}}$ 表示第 k 辆车在调度路径 r 由最后一个租赁点 m 驶向调度中心 0 的距离, q_0 表示某租赁点初始车辆数, $q_{r_{ki}}$ 表示租赁点 i 需要调出时的供应量, 由行驶在路径 r 的第 k 辆调度车负责调出, x_{kij} 表示决策变量, 当第 K 辆车由 i 驶向 j 时, x_{kij} 为 1, 否则为 0。 $p_{r_{ki}}$ 表示租赁点 i 需要调入时的需求量, 由行驶在路径 r 的第 k 辆调度车负责调入, C_0 表示每辆调度车的最大容量, D_0 示调度车的最大行驶路径, C_{ki} 表示决策变量, 当租赁点; 由第 K 辆车进行调度时, C_{ki} 为 1, 否则为 0, K 表示调度车的总数量, R_{k_i} 表示第 k 辆车调度路径的集合, $R_{k_i} = \{r_{k_i} | k = 1, 2, \dots, K; i = 1, 2, \dots, N\}$ 。

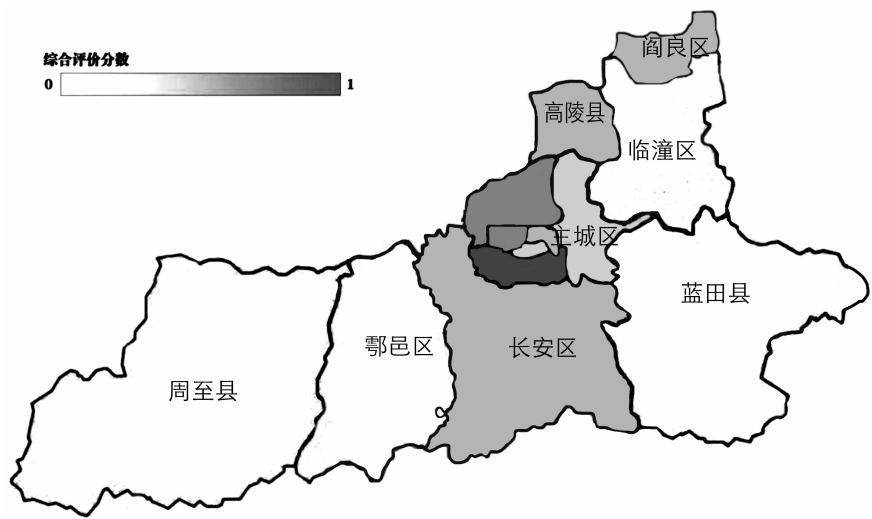


图1 西安市某日凌晨共享单车需求分布

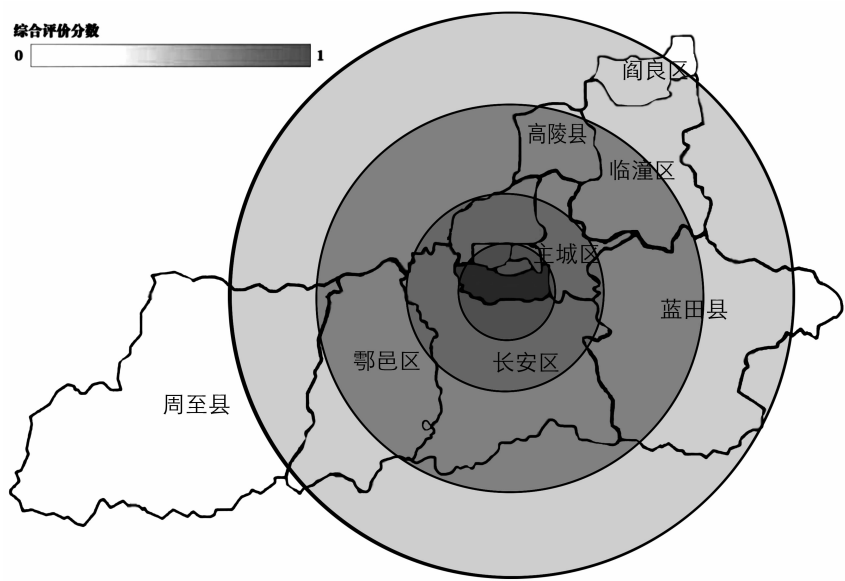


图2 同心圆模型

上述模型中,式(14)为目标函数,要求各条调度路径的总里程最短;式(12)为决策变量,若租赁点*i*由第*k*台车辆进行调度服务则取1,否则取0;式(13)为第*k*条路径的决策变量,若第*k*台车辆对租赁点*i*进行调度任务后再对租赁点*j*进行调度服务,决策变量取1,若不是这个顺序则取0;式(15)表示各条路径上任意时刻的自行车需求量不大于调度车辆的容量;式(16)确保每条调度路径的总长度不超过调度车辆的最大行驶距离;式(18)表示参加调度的车辆数不超过*K*,式(17)表示调度车辆均从调度中心出发并返回调度中心;式(19)表明每个租赁

点仅能由一台调度车辆进行调度服务。

2. 数值计算与结果分析

遗传算法中的模型参数取值是已知的。包括调配中心与各停放点、停放点之间的距离,每个停放点的最大容量,每个停放点的需求量,各个站点的时间窗,调度车辆的平均速度,调度车辆的总量数,以及调度车辆的最大行驶距离。为了简化计算,不考虑停放点距离的路径问题。调配中心与各停放点、停放点之间的距离如表2所示,站点之间的距离数据由笔者根据谷歌地图手动测算得到,各个站点的容量通过网络数据整理得到。

表 2 调配中心与停放点各放点之间的距离 km

编号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0.00	3.38	0.88	3.14	4.04	3.08	2.12	2.35	2.72	1.12	2.4
1	3.38	0.00	2.52	5.55	1.15	0.45	4.13	2.08	1.81	3.84	2.39
2	0.88	2.52	0.00	3.87	2.62	2.09	2.21	0.99	1.41	1.37	1.10
3	3.14	5.55	3.87	0.00	4.82	5.21	1.70	3.61	3.8	2.66	3.32
4	4.04	1.15	2.62	4.82	0.00	1.14	3.54	1.86	1.47	3.63	2.01
5	3.08	0.45	2.09	5.21	1.14	0.00	3.74	1.75	1.50	3.49	2.00
6	2.12	4.13	2.21	1.70	3.54	3.74	0.00	2.04	2.31	1.08	1.78
7	2.35	2.08	0.99	3.61	1.86	1.75	2.04	0.00	0.41	1.81	0.33
8	2.72	1.81	1.41	3.80	1.47	1.50	2.31	0.41	0.00	2.17	1.61
9	1.12	3.84	1.37	2.66	3.63	3.49	1.08	1.81	2.17	0.00	0.57
10	2.40	2.39	1.10	3.32	2.01	2.00	1.78	0.33	1.61	0.57	0.00

表 3 各停放站点最大容量及需求量数据

编号	站点	最大容量	需求量
0	调配中心		
1	文化中心站	35	-20
2	华苑站	45	-10
3	长安家园站	35	15
4	学府医院站	30	18
5	郭杜环卫站	30	10
6	韦曲中队站	20	-20
7	邮电大学北门站	40	10
8	师大东门站	30	20
9	靖宁西门站	35	-25
10	邮电天桥站	30	16

其余模型参数取值如表 4 所示。

表 4 模型参数

模型参数	取值
共享单车停放点个数	10
调配车辆容量	50
调配车数量	5

算法的参数取值如表 5 所示。

表 5 算法参数

算法参数	取值
种群规模	50
迭代次数	100

随机生成[-30, +30]之间的数作为各站点的需求量,并给各个停放点增加需求时间窗和允许时间窗,如表 3 所示。

表 6 共享单车调度路径的 5 次计算结果

序号	路径长度/km	车辆数	路径分布
1	24.76	2	6-3-7-8-5 1-2-4-9-10
2	23.81	2	1-5-7-3-4-6 8-9-10-2
3	26.18	3	1-10-8-3 2-9-5 4-7-6
4	25.07	3	1-4-3 10-6-7-2 9-8-5
5	25.33	2	3-6-5-8 1-10-7-2-9-4

通过随机生成调度车的初始路径,并赋予相应的模型参数和算法参数,运用 MATLAB 求解,得到每次调配的最短路径、所需的调配车数量以及路径分布情况。

表 6 中我们列出了运用遗传算法求解的 5 次结果:在 5 次的模拟结果中,发现每次最短调配路径在 20~30km 之间,而所需要的调配车辆为 2~3 辆,实际情况中出于节省开支的考虑,在长安区内使用 2 辆调度车可以满足一般情况下的调度需求。出于现实路径的考量,以及节假日可能存在的用车高峰期,在相关片区内保有 3~4 辆调度车较为保险。

三、研究建议

(一) 评估需求,合理投放

本文综合众多学者的观点,以人口密度、人均可支配收入和公交车站的密度为指标,构建共享单车的需求评估模型,为企业合理安排车辆投放提供了理论参考。在现实生活中,共享单车企业具有人力资源和信息获取的优势,可以通过对智能服务平台、手机 APP 等的运用进行大数据的搜集和挖掘,合理预测和评估各地区对共享单车的潜在需求,而并非简单的依据经验和直觉判断,并基于评估的结果合理安排各地区共享单车投放计划,避免资源浪费和造成不必要的公共秩序混乱。

(二) 设置电子围栏,合理规划停放点

共享单车行业正在处于蓬勃发展期,但却忽视了企业发展和份额扩大对城市规划和交通秩序造成的影响,仅仅依靠公众的道德约束是难以消除共享单车乱停放给城市形象造成的不利影响的。本文对共享单车的调度路径优化问题选取的是政府公共自行车的停放点,原因之一便是共享单车没有固定桩位,使得对其建立数学模型造成了一定的困难。共享单车企业应连同交通管理运输部门或其他有关部门设置电子围栏,合理规划单车停放点,用户可以根据电子地图搜寻区域附近的规划停放点,合理安排单车的停放,避免侵占公共资源和对市民出行造成不必要的影响。

(三) 基于大数据和空间要素的车辆调度

在信息化浪潮和互联网经济蓬勃发展的背景下,企业应更多地基于客观的用户数据,如市民骑行的时间特征和空间特征、各个站点的距离以及各站点和调度中心的距离,给每个区域安排适当数量的调配车,并设置共享单车的最短调度路径,避免出现单车供给与需求的时间性失衡和空间性失衡^[24]。同时,企业也应该承担大部分的社会责任,

设计的方案要综合考虑城市交通系统的承载力,以及车道、停车设施的空间布局进行车辆调配,避免给城市交通系统造成压力,实现资源的空间优化配置。

(四) 简政放权,引入混合管理模式

一方面,政府部门缺乏对共享单车行业的管理经验,许多相关法律法规也还未健全,潜在的法律风险未能得到很好的保障。另一方面,通过本文的研究可以发现基于企业单方面的对用户需求进行评估、合理设计调度路径能较好的解决车辆过度投放和供需不均衡的问题,因此,相关监管部门应交与企业更大的自主权和运营权,监督管理的职能则交给市场,而政府部门可以通过为共享单车行业订立规范、构建适于共享单车发展的道路交通环境等措施^[25],鼓励并引导共享单车企业合理规划发展战略、遵守公共秩序并积极参与到交通秩序的维护工作中,形成企业主导、市场监管、政府引导的混合管理模式,在这过程中,政府应积极扮演引导者和服务者的角色而非管理者角色,避免由于政府过度干预而对新生事物的发展与壮大产生抑制作用。

四、结语

本文以西安市 13 个县区为例,着眼于解决共享单车的不合理投放以及各个站点供需使用不均衡的问题。在文章中,我们以人口密度、人均可支配收入和公交车站的密度为指标,构建共享单车需求评估模型,运用熵值法赋予相应的权重,得到各个区域对共享单车需求的估计值,发现越接近市中心区的地方共享单车的需求量越大。在路径优化问题中,我们以路径最短为目标函数,以调度车的容量、最大行驶距离、调度的车辆数等作为模型的约束条件,运用遗传算法进行求解,得到共享单车的调度路径和所需的调配车辆。

参考文献:

- [1] 杨树燕,单云慧,李洲. 共享单车的交通影响与完善路径分析[J]. 现代经济信息,2017(13): 484-485.

- [2] 北京比达信息咨询有限公司. 2016 中国共享单车市场研究报告[EB/OL]. (2017-02-08) [2017-12-11]. <http://www.bigdata-research.cn>.
- [3] 艾媒咨询集团. 2017 年中国共享单车夏季市场专题报告[EB/OL]. (2017-10-24) [2017-12-01]. <http://www.iimedia.cn/59210.html>.
- [4] 王光荣. 共享单车发展问题系统探究[J]. 长安大学学报:社会科学版,2017,19(2): 30-35.
- [5] 臧得顺. 从波兰尼到格兰诺维特:“社会人”对“经济人”假设的反拨与超越——兼议新经济社会学的最新进展[J]. 甘肃行政学院学报,2009(6):11-20,125.
- [6] 钟贞山,詹世友. 社会生态人:人性内涵的新维度——基于马克思主义人与自然关系理论的考察[J]. 江西社会科学,2010(10):48-52.
- [7] Raviv T, Tzur M, Forma I A. Static epositioning in a bike-sharing system: models and solution approaches [J]. Euro Journal on Transportation & Logistics,2013,2 (3):187-229.
- [8] Krykewycz G R, Puchalsky C M, Rocks J, et al. Defining a primary market and estimating demand for major bicycle-sharing program in philadelphia, pennsylvania [J]. Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board, 2010, 2143 (1):117-124.
- [9] García-Palomares J C, Gutiérrez J, Latorre M. Optimizing the location of stations in bike-sharing programs: a GIS approach [J]. Applied Geography, 2012, 35 (1-2): 235-246.
- [10] Chenmla D, Meunier F, Calvo R W. Bike sharing systems: solving the static rebalancing problem [J]. Discrete Optimization,2013,10(2):120-146.
- [11] Raviv T, Kolka O. Optimal inventory management of a bike-sharing station [J]. HE Transactions, 2013, 45 (10):1077-1093.
- [12] 柳祖鹏,李克平,朱晓宏. 基于蚁群算法的公共自行车站间调度优化[J]. 交通信息与安全,2012,30(4): 71-74.
- [13] 董红召,史彩霞,陈宁. 基于关联规则的公共自行车调度区域聚类划分[J]. 科技通报,2013(9):209-212.
- [14] 张建国,吴婷,蒋阳升. 基于蚁群算法的公共自行车系统调度算法研究[J]. 西华大学学报:自然科学版, 2014,33(3):70-76.
- [15] 张冰琦,周杨,李强,等. 城市公共自行车租赁点配车量优化模型研究[J]. 北京师范大学学报:自然科学版,2016,52(4):506-511.
- [16] 徐建闽,秦筱然,马莹莹. 公共自行车多层次分区调度方法研究[J]. 交通运输系统工程与信息,2017,17 (1):212-219.
- [17] 文蝶斐,戴亚兰,郑莹,等. 共享单车的配置与调度优化[J]. 中国科技信息,2018(6):84-86.
- [18] 王连山. 关于遗传、蚁群、禁忌搜索算法的比较[J]. 电脑编程技巧与维护,2009(24):18-21.
- [19] Dell'Olio L, Ibeas A, Moura J L. Implementing bike-sharing systems[J]. Municipal Engineer, 2011,16(4): 89-101.
- [20] 王懿. 小城市公共自行车选址及需求优化设计[J]. 交通科学与工程,2016,32(1):96-100.
- [21] 黄亚驹,陈福集. 基于熵值法的网络舆情组合预测研究[J]. 情报科学,2018,36(3):70-74.
- [22] 李续扬. 公共自行车系统车辆调配优化问题[D]. 兰州:兰州交通大学,2016.
- [23] 管娜娜. 公共自行车调度路径优化问题研究[D]. 成都:西南交通大学,2012.
- [24] 邓力凡,谢永红,黄鼎曦. 基于骑行时空数据的共享单车设施规划研究[J]. 规划师, 2017(10):82-88.
- [25] 丁诺舟. 日本共享单车的历史、现状与启示[J]. 长安大学学报:社会科学版,2017,19(2):36-43.