

基于最短路径的共享单车调度优化研究

陈思年 曾添议

(西华师范大学 四川南充 637002)

摘要: 基于互联网+智能移动设备的结合,为解决大家最后一公里难题的共享单车应运而生,但与此同时也带来了单车的调度问题。文章旨在通过对某区域内现有共享单车容量现状调查,寻得相应的使用规律和影响因素,再根据实际路况构建连通图以及图邻接矩阵,最后通过 graphshortestpath 函数,建立两个脚本分别输入距离权数数据,最终确定路程最短的路径。通过代入实际数据进行检验,验证此方案能有效减小该区域内的单车调度问题。

关键词: 共享单车 最短路径 邻接矩阵 graphshortestpath 函数

引言

共享单车,指在城市、校园等场所提供的自行车共享服务,目前国内首创的智能共享单车模式指通过 APP 寻找车辆,利用扫码等智能方式一键解锁自行车,通过后台远程实时监控车辆健康和运营状态的单车智能出行新形式。随着城市生活半径越来越大,北京等内地各大城市的自行车出行比重快速下降。单车实行即开即走,不限制骑行范围,到达目的地后只需按线停车锁车便可离开,大大解决了因担心盗窃而选择停车地点的难题,无缝接驳公共交通系统解决最后一公里难题,真正为人民带来了便捷便利。

据资料显示,并不是所有的高校都能接受共享单车进入校园。同时,校园内单车的数量是否合理及分布是否均匀是评定共享单车在运营过程中提供给用户的服务是否优质的重要标准之一,也是影响大学生选择是否使用共享单车的一个主要因素。但是在共享单车为大众提供便利服务的同时,也产生了一系列的消极影响,造成了一部分用户量的流失。本文作者萌生了调查共享单车在大学校园中的市场接受度、运营状况及服务满意度,旨在为高校营造一个良性、健康的共享单车校园运营市场环境。

1. 问题描述

本文选取西华师范大学华风校区为研究对象,对该地区的单车使用情况进行实地调研。由于高校用户占全部用户比例较高,出行规律性强、具有代表性,在城市的更大范围中,校园共享单车的调度策略也有借鉴意义。根据前人的研究经验做出假设,假设某地点某时刻的使用人数可能服从泊松分布,可利用 R 语言程序进行检验,验证成功后,建立随机过程模型,用于预测某地点某时刻的共享单车使用人数调查使用人数,得到初步模型,再考虑进天气因素对模型进行进一步优化。通过模型假设,对高峰时段进行定义,通过模型预测某地点两不等时刻时的使用人数之差即某地点某时段共享单车使用人数,经查阅文献,通过拥挤度(即某地点某时段现有车辆/共享单车使用人数,若拥挤度小于 1 则定义为高峰时段)来刻画高峰时段。

在此基础上,利用问题一调研的新区一期和二期校园内外共享单车的停靠位置,把它们与宿舍、食堂、教学楼、实验楼、图书馆、运动场的位置在华风校区地图上标记出来,然后以这个标记过的地图为背景,再根据实际道路连通情况,用几何画板画出整个标记过的所有节点的连通图。实地走访外加利用高德地图测量出每个节点间的距离,距离测出来之后,在连通图上赋权值,建立各停放点之间的连通图及邻接矩阵,利用 MATLAB 进行编程。以二期公寓为例,求解出到达目的地附近单车停靠点间路径最短的走法,再利用手工计算从停靠点,到达目的地的步行路程总和,综合行驶路程和步行路程确定路程最短的连通路径。

2 建模

名词定义:

f 表示前一天和后天存在的函数关系;

使用人数定义与车辆总数定义:

约定某地点某时段内使用人数=流出数+进出数+(有骑车欲望

但已无车的人数)

约定某地点某时段内车辆总数=流入车辆+静止车辆-流出车辆

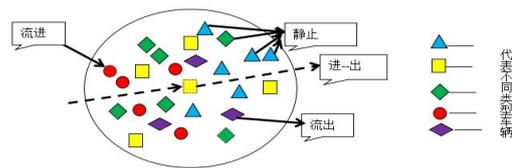


图 1

模型建立:

$$N_i(t+1) = f(N_i(t));$$

$$N_i(t) = (g(S(t), W(t)), W(t+1)) = \delta S(t) + \beta - \gamma W(t);$$

$$N_i(t+1) = f(g(S(t), W(t)), W(t+1)) = \delta S(t+1) + \beta - \gamma W(t+1)$$

$$\text{两式做差得: } N_i(t+1) - N_i(t) = \delta(S(t+1) - S(t)) - \gamma(W(t+1) - W(t))$$

将数据导入 SPSS,利用最小二乘回归建立模型,此时为了方便,用 N 表示使用人数, S 、 W 表示人流量及天气影响因素,再将计算出来的标准化残差对模型进行加权,得到初步模型

使用人数模型为:

$$N = 12.488 + 0.118S - 10.662W$$

同理可得车辆模型为:

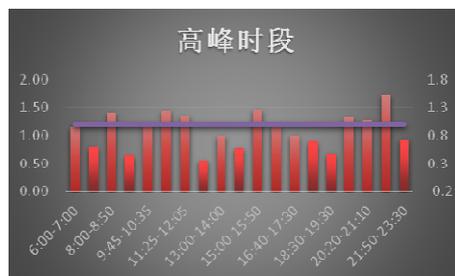
$$K = 22.544 - 0.0735S + 3.5W$$

高峰时段模型的建立

$$\begin{cases} M < 0, \text{ 该时段是高峰时段} \\ M > 0, \text{ 该时段不是高峰时段} \end{cases}$$

$$M = K/N = \frac{12.488 + 0.118S - 10.662W}{22.544 - 0.0735S + 3.5W}$$

经计算得到以下时间段为高峰时间段:



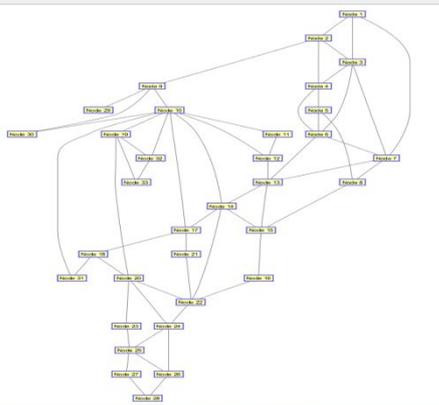
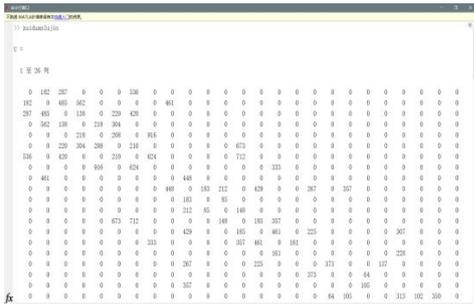
连通图与邻接矩阵的建模与求解:

根据上述问题所标的共享单车停靠位置与校内各个地点的位置,以这些位置为节点,再根据实际道路连通情况,采用实地走访

外加利用高德地图测量出两两相邻节点间的距离，将数据填入表格，根据所得的距离数据，再利用几何画板，以华凤校区地图为背景，作出节点距离连通图如下：



利用MATLAB程序求解结果如下图：



邻接矩阵连通图

根据上述的邻接矩阵与连通图，找到路程最短路径，作出路程赋权连通图利用 Mat Lab 进行编程

```
function [min,path]=fzd(v,a,b)
% 返回维数与 A 相同的数组 A 中元素为正无穷、负无穷时返回 1，否则返回 0
v(isinf(v))=0;
[min,path]=graphshortestpath(sparse(v),a,b);%结点 a 和 b 的最短距离
```

%sparse(v)通过挤出任何零元素将满矩阵转换为稀疏格式。

说明：

$U(i,j)$ 为各停靠点的路程，用最短路径算法，求出以 U_1 单车停靠点为起始点，行驶到达 U_{24} , U_{26} , U_{17} , U_{13} , U_{14} , U_{22} , U_{31} 停靠点的路程最短路径。

程序求解得到一下结果：

如： U_1-U_{17} 距离最短路径为：

1291017 1358m

加入步行路径经过手工计算：

$$(V_1-U_1) + (U_1-U_{17}) + (U_{17}-V_{12}) = 1358 + 5 + 30 = 1393$$

即到达朝阳楼最短路径：

$$V_1-U_1-U_2-U_9-U_{10}-U_{17}-V_{12}$$



到各地点的距离最短路径图

通过带入不同地点能够得到相应的最短路径，能够得知使用者的共享单车需求点，经过优化后，舍弃一些较远的停放点，从而使共享单车资源能够得到最大化的利用。

结论

本文中邻接矩阵和连通图的加入，完善了对于单车流动状况特性的形象展示，更好地把握了共享单车分布、流动和调配的特点，这是现有研究中很少体现的。同时，对高峰时段的预测当中结合了天气等主观因素，让数据体现的更加人性化。当然，本次研究也

存在一些不足之处，对于实时调度的研究仍然涉及较少。后续可以增加更多的影响因素进行建模预测，以进一步寻求提升用户满意度和企业运营效率的调度重置方法。

参考文献

[1] 邹依琳. 关于共享单车的调查研究 [J]. 知识经济, 2017(24):82-83.
 [2] 吴江强. 广义泊松分布的应用研究 [D]. 海南师范大学, 2015.
 [3] Lu. Using principal eigenvectors of adjacency matrices with added diagonal weights to compose centrality measures and identify bowtie structures for a digraph [J]. The Journal of Mathematical Sociology, 2019, 43(3).
 [4] 杨志勇, 叶冯彬, 冯艳辉, 刘秀秀, 朱岩. 有向非负权图中经过必经节点集最短路径算法 [J]. 电子设计工程, 2017, 25(16):32-36+41.
 [5] 吴鹏. 赋权图上最短路径的一种简便算法 [J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 2012, 30(05):69-72+102.