

doi: 10.3969/j.issn.1674-4993.2018.02.042

基于出租车的城市道路拥堵状况判别方法研究^{*}

□ 钱 振 周 侗 康天乐 范紫灵 陆 杰

(南通大学 地理科学学院 江苏 南通 226000)

【摘 要】通过对南通市崇川区出租车的实时监控,获取监控实时轨迹数据,采用地理信息系统技术,提取并计算出出租车平均瞬时速度与瞬时速度标准差,建立线性相关关系,对崇川区拥堵区域进行归纳分析。研究指标可以准确反映出道路拥堵状况,且经过实例验证发现,出租车出行情况可较好地反映道路拥堵状况。

【关键词】出租车; 轨迹数据; 标准差; 道路拥堵

【中图分类号】 F570

【文献标识码】 B

【文章编号】 1674-4993(2018)02-0118-03

Study on Discrimination Method of Urban Road Congestion Based on Taxi

□ QIAN Zhen ZHOU Tong KANG Tian-le FAN Zi-ling LU Jie

(Nantong University of Geography Sciences, Nantong 226000, China)

【Abstract】Based on the Nantong city Chongchuan District taxi real-time monitoring, the track data of real-time monitoring can be gained. By using geographic information system technology, the standard difference between the average instantaneous velocity and the instantaneous velocity of a taxi is extracted and calculated, and a linear correlation relationship is established, summarizing and analyzing the Chongchuan District congestion-areas. The indicators in the study can accurately reflect the road congestion condition. Through case studies, we find that taxi track data can better respond to road congestion.

【Key words】taxi; trajectory data; standard deviation; road congestion

1 引言

随着经济快速发展,城市化进程明显加快,私家机动车数量急剧增加,直接导致了城市交通的非健康发展和资源的严重短缺^[1-2],道路资源处于供不应求的状态,如我国各大城市存在交通拥堵、行车秩序混乱等问题。

交通问题是阻碍当代城市经济发展的关键因素之一,改善并解决道路交通拥堵问题迫在眉睫。尽管通过增加资金投入、加强道路设施建设可缓解这一问题,但在道路资源需求不断增加的局面下,这种方法并不能有效解决问题,反而增加了政府部门的经济压力^[3]。

随着 3S 技术的快速发展,许多学者使用 GPS 设备采集历史轨迹数据进行分析。获取出租车数据的途径随着车载 GPS 导航设备普及率的上升逐渐增多,并且终端设备可以采集实时经纬度坐标位置、速度、时间等信息,精度较高^[4]。因此,利用 GPS 技术采集的交通信息在研究道路拥堵状况及热点分布、车辆诱导等方面有良好的应用效果以及发展前景。

2 轨迹数据的采集和处理

2.1 数据来源

本文数据来源于江苏省太平洋通信科技有限公司北斗/GPS 监控服务中心,是基于南通市出租车的浮动车数据。该数据包含了 1000 多台出租车在 2017 年 12 月 19 日的运营数据。

原始数据中包含有车牌号信息、轨迹点时间、经纬度、车辆方向、出租车瞬时速度、重车状态等记录信息。图 1 为南通大众出租车公司中的车牌号为苏 FB5005 的部分出租车轨迹数据。表中出租车瞬时速度单位是 km/h。

车牌号	呼号	时间	经度	纬度	速度	方向	状态	Shape*
苏FB5005	13901483274	2017/12/19 7:42:33	120.828788	32.026381	5.2	东南	空车	Point
苏FB5005	13901483274	2017/12/19 7:43:03	120.829741	32.025976	35	东南	空车	Point
苏FB5005	13901483274	2017/12/19 7:43:33	120.832313	32.02844	39.1	东南	空车	Point
苏FB5005	13901483274	2017/12/19 7:44:03	120.833207	32.022666	19.6	东南	空车	Point
苏FB5005	13901483274	2017/12/19 7:44:04	120.833257	32.022629	22.4	东南	空车	Point
苏FB5005	13901483274	2017/12/19 7:44:33	120.834862	32.021268	10000	东南	空车	Point
苏FB5005	13901483274	2017/12/19 7:45:04	120.834885	32.021273	3.3	东南	空车	Point
苏FB5005	13901483274	2017/12/19 7:45:20	120.835298	32.021023	13.3	正东	空车	Point
苏FB5005	13901483274	2017/12/19 7:45:49	120.83824	32.023034	49.7	东北	空车	Point
苏FB5005	13901483274	2017/12/19 7:46:20	120.840787	32.024786	34.6	东北	空车	Point
苏FB5005	13901483274	2017/12/19 7:46:50	120.842679	32.026294	18.6	东北	空车	Point
苏FB5005	13901483274	2017/12/19 7:47:19	120.844396	32.026593	2.6	正东	空车	Point

图 1 部分数据记录

2.2 数据预处理

车辆轨迹数据中会有一些异常情况需要进行预处理,如:空间位置未变、车辆经纬越界、处于空车状态、非连贯轨迹点。对于前三种情况将数据剔除即可,而在经纬度可视化过

【收稿日期】 2017-12-22

^{*} 基金项目: 国家自然科学基金(41301514);南通市空间信息技术研发与应用重点实验室项目(CP12016005);江苏省大学生创新创业训练计划项目(201710304059Z)

【作者简介】钱 振(1997—),汉族,江苏扬州人,南通大学地理科学学院,学士。

【通讯作者】周 侗(1978—),副教授,硕士,研究方向:地理信息应用。

程中,会出现一些特殊的轨迹点,即轨迹点连线不连贯,这种轨迹点难以判断它的准确性。对于非连贯轨迹点的情况,为了提高研究的准确性,本文提出了道路缓冲区分析法的方案。

车辆行驶时的轨迹不能保证全为直线,且数据具有一定误差,为了剔除误差较大的点,对道路路线图中做出缓冲区,若出租车轨迹点落在所设定缓冲区内,则保留此出租车轨迹点,如A1点;若是区外,则删除此轨迹点,如B1点。图2所示,落在缓冲区内的红色点轨迹数据,可以保留,而绿色点超出缓冲区范围,需要剔除。

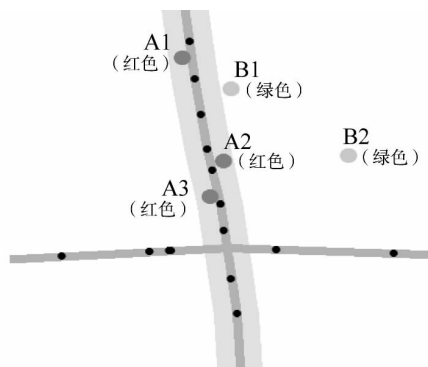


图2 道路缓冲区效果图

3 道路拥堵状况描述和划分

对于行驶在堵塞道路上的出租车,其轨迹数据有非常明显的特征,即平均速度低且速度标准差大,速度曲线表现复杂,噪点多,瞬时速度为零的轨迹点无序分布在道路上,且轨迹点之间间隔小。有时表现为在相当一部分时间内,轨迹点经纬度没有发生变化,如图3所示。

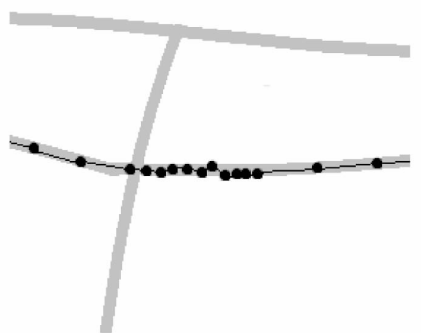


图3 道路拥堵轨迹

城市道路拥堵状态的划分多种多样,本文将其分为四种交通拥挤度,分别为畅通状态、一般畅通状态、拥堵状态、一般拥堵状态,如表1所示。

表1 出租车状态表

道路状态	表现形式	颜色
畅通状态	车流量少,通行速度高,密度极低。	深绿
一般畅通状态	车辆运行速度较低,速度相对受限,有稳定的行驶状态。	浅绿
一般拥堵状态	道路饱和度较高,但并不严重,会造成一定的延误。	橙色
拥堵状态	道路饱和度高,速度极低,会造成大量延误。	红色

4 基于出租车轨迹数据的城市道路拥堵判别

本文研究的数据为2017年12月19日南通市崇川区1000多辆的出租车轨迹数据,为使数据结果特征突出,着重对16时到18时的出租车轨迹数据进行研究。16时至18时,是晚高峰时段,居民对道路资源的需求达到一天的顶峰,对出租车的需求增加,道路交通发生拥堵现象的几率增大,因此,可以通过出租车轨迹数据推算出常发拥堵路段。对于轨迹数据来说,由于精度误差等各方面的原因,可能会使得所得数据难以匹配在地图中的道路上,这就需要数据进行地图匹配,把一些偏差的数据重新归拢在道路网上^[5]。本文出租车轨迹数据精度与道路网相差不大,因此,不需地图匹配。

4.1 拥堵度量指标

研究通过对出租车轨迹数据中的车辆瞬时速度的计算来分析道路拥堵状态。车辆的瞬时速度是车辆在道路上运行状态最直观的反映。道路交通拥堵状态也直接影响到车辆的速度,因此,通过出租车车辆瞬时速度来获取道路交通拥堵状态信息是可行的。

4.1.1 平均瞬时速度

路段的平均速度是反映一个路段拥挤程度的重要指标之一,但平均速度是由路段长度与通过该段路段的行程时间之比计算得出,这大大增加了运算量。本文充分利用出租车车辆传递的瞬时速度,将在某一时段内,通过某一路段的所有出租车的瞬时速度进行整合,求出平均瞬时状态,反映这条路段的一般速度状态,以此作为量化标准之一,称之为平均瞬时速度 \bar{v} 。

$$\bar{v} = \frac{\sum v}{q} \quad (1)$$

$\sum v$ 是通过该路段所有轨迹点瞬时速度之和, q 是落在该路段轨迹点数。

4.1.2 瞬时速度标准差

平均瞬时速度低的路段可能是堵塞道路路段,平均瞬时速度高的可能是畅通路段。但是,这一标准并不能确定结果的真实性,有可能会出现在此实验路段上前半段是拥堵,而道路后半段是畅通的情况,因此,平均瞬时速度这一量化标准具有一定的欺骗性。本文引出另一量化标准—瞬时速度标准差Stdv。

$$\text{Stdv} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (v_i - \bar{v})^2} \quad (2)$$

其中 N 是轨迹点总数, v_i 是为每一轨迹点瞬时速度, \bar{v} 是为平均瞬时速度。

标准差是反映数据离散程度的数值,一条路段其瞬时速度标准差愈大,说明其瞬时速度起伏差异愈大,反映了该路段出租车车辆速度的不稳定性,从另一方面映射出车辆启动停止频繁,道路堵塞严重。

4.2 拥堵指数的确定

瞬时速度标准差只能反映出出租车速度的稳定程度,无法真正用其判定道路的拥堵状况,有一定的局限性。一条顺畅的道路,出租车先以一种低速状态行驶,在路段中途时,陡然加速,也会产生较大的瞬时速度标准差。因此,本文定义了一

种新指数,可以表达某一路段拥堵具有较高的可能性,指数计算如下:

$$r = \text{stdv} / \bar{v} \quad (3)$$

r 随着瞬时速度标准差递增,随着平均瞬时速度递减。由此可知,当某一路段平均瞬时速度较低,且瞬时速度标准差较大,则此路段发生拥堵的可能性极大,因此 r 值的大小决定道路的拥堵程度, r 越大,拥堵程度就越高, r 值成为本次研究的衡量标准。

4.3 拥堵指数的确定

衡量指标 r 值计算完成后,要将 r 值变化映射的道路拥堵状态,变幻体现在南通道路图上,这就需要对南通道路线要素进行密度分析中的线密度分析。

通过查阅资料,将 T 设为拥堵度,本文对拥堵度判别标准划分如表 2 所示。

表 2 道路拥堵判别标准表

道路状态	颜色	隶属值范围
畅通状态	深绿	$0.75 \leq T \leq 1$
一般畅通状态	浅绿	$0.5 \leq T \leq 0.75$
一般拥堵状态	橙色	$0.35 \leq T \leq 0.5$
拥堵状态	红色	$T \leq 0.35$

根据拥堵程度划分表,最终得到的连续表面如图 4,图中颜色变化对应栅格像元数值变化。

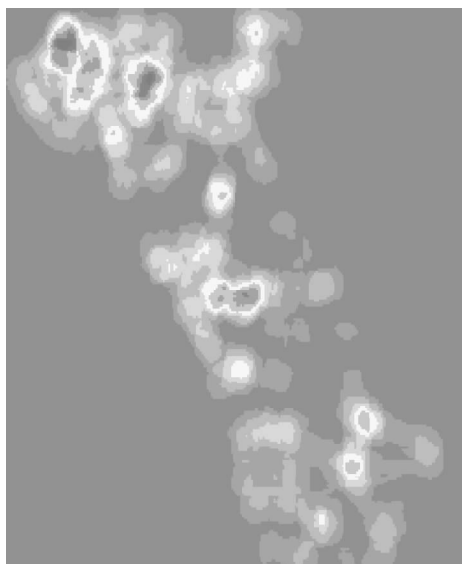


图 4 道路拥堵区域图

将道路拥堵状态直观的反映在各个道路上,如图 5 所示,使得研究结果具有清晰简洁、现实实用性强的特点。

根据对 2017 年 12 月 19 日 16 时至 18 时的出租车轨迹数据,处理结果显示,交通拥堵高发区域基本处于崇川区濠河风景区附近,环西文化广场、钟楼广场、文峰公园、盆景园也坐落此处,形成了以教育文化休闲娱乐为主题的发展区域,从而车流量增加,道路交通拥堵现象时有发生。因此,分析可得濠河风景区周围路段是交通拥堵高发路段。



图 5 南通崇川区 16:00 – 18:00 拥堵状况图

为了研究本文关于道路交通拥堵判别方法的实用性与准确性,进行了必要的实例验证,由图 6 可知,位于南通老城区和平桥街道的人民中路在下午 16:00 – 18:00 期间一直保持着交通拥堵状态,这表明,通过出租车运行情况探究道路拥堵状况的方法具有一定的可行性。



图 6 16:00 – 18:00 南通城区局部实例图

5 总结

本文基于崇川区出租车轨迹数据,采用地理信息系统技术分析出租车轨迹数据来判别道路拥堵状况。首先,对原始轨迹数据进行初步处理与预处理,剔除不合理的数据,分析并划分道路拥堵状况,通过对出租车数据的平均瞬时速度和瞬时速度标准差进行计算并继续优化,提取道路拥堵指数,最后通过分析拥堵指数,验证出租车数据对于道路拥堵的判断效果。结果表明,出租车运行情况可较好地反应道路拥堵状况,同时,也可为该市管理部门制定出更加合理的交通规划方案提供参考。

(下转第 112 页)

才较为缺乏。值得注意的是,人才的缺乏不仅在技术岗位,在高层的管理岗位中,能够掌握核心管理知识,能将供应链模式应用到管理行业当中的综合性人才亦少之又少。导致无论是从管理层面,还是从实际的技术实施层面来看,人才的统一性和可调动性,均未能达到现实高速发展的要求,严重影响了铁路物资管理的有效性。

1.3 物资的储备与管理机制陈旧

从我国现有的铁路物资储备管理模式上来看,引入供应链管理模式的铁路企业,大部分都出现了物资储备机制跟不上实际发展的情况。一般来说,大部分企业运用的都是传统的储备管理模式,传统的物资储备管理模式物资相对比较分散,且管理物资的资金耗费较大。由于在传统管理模式中,要求在铁路企业的各个站点、各个车间内,均要设有储备设置,导致了储备不够集中,不仅大量的流动资金被占用,而且还导致了铁路物资重复采购等问题。在这种运行模式下,需要有大量的人力、物力,以及资金成本的支持,才能保证整个物资调控过程的正常运行,造成了资源浪费。

2 供应链管理下铁路物资管理中问题的解决措施

2.1 加强组织管理与流程整合

对于现代铁路企业的物资管理工作,实现合理有效的组织管理和物流整合,是解决供应链管理模式下物资问题的主要途径。相关铁路物资管理企业,需要基于供应链管理的要求,重新设计与建立企业的组织结构与流程。在企业组织的层面,需要达到“扁平化”的组织结构。具体表现在铁路物资管理的基础站设置,必须以实际供应链管理的需求为主要出发点,结合下游部门的具体需求,来重新设置各个站点路段的分散管理机制,从传统的分散管理转型为以物流为中心的统一化管理体制。在业务整合的方面,需要以供应链模式为主要指导思想,对物资进行统一采购。改变原有冗长复杂的流程分配,建立全新的以需求为中心导向的核心供应链,进一步强化物资管理的拉动力,达到充分改革创新管理机制的目的。

2.2 提高工作人员的专业水平

在铁路物资管理的供应链运营管理模式下,要求从业人员必须具有较高的专业素质,才能完成整个铁路物资供应链管理设计、监管、跟进等流程。但纵观整个建筑工程的总承包运营行业,相关工作人员的专业水平,能完成整个流

程的复合型人才较少。针对此问题,解决的方法即,对企业员工进行严格的专业知识培训,并建立定期的考核机制。铁路物资管理的供应链管理模式不同于其他的管理和运营模式,它要求专业人员必须十分熟悉整个的运行流程,熟悉铁路企业的运营体系,更要全面了解相关的政策法规以及管理体系。因此,铁路物资管理领域应开设相应的项目经理培训部门,在培训的过程中,对学员实行从业水平测试,进而提升整个行业内人员的专业水平素质。

2.3 创新物流体系、丰富管理手段

在进行铁路企业物资管理的工作过程中,需要结合时代的发展,建立全新的物流服务体系。在当今的信息化时代,物资管理也需要结合互联网技术,对整个产业链和供应链进行数据分析与处理,并选择最优化的模式进行开发和更新。铁路企业要结合网络大数据分析,精准的掌握客户的核心需求,提高服务的满意程度,拓宽服务的覆盖范围。将原有分散、单一的物资管理模式,转化为符合新时代网络环境的多元化物资管理模式,实现供应链模式的集成工作。在强化建设物流体系的过程中,企业需要积极的应用互联网新技术,减少人力、物力的资源投入,提高企业物资管理的有效性,进而取得更大的经济效益。

3 结语

近年来,随着我国经济水平的不断提高,人们对于生活品质的追求也日渐升高,在现代的管理模式要求下,运输行业的铁路物资管理工作也随着时代的要求在不断进步。铁路物资的管理,是支撑我国交通运输国民经济的重要环节,纵观当今我国的铁路物资供应管理发展行业,铁路企业大多引用了供应链管理新模式,相比于之前的传统管理模式,新型的供应链管理新模式有着众多优点。基本实现了物资统一、采购统一、配送统一,进一步达到了管理模式的精确化、集中化、稳定化,对今后铁路物资管理行业,具有重要的指导作用。

[参考文献]

- [1] 张文卓. 基于资源整合基础上的铁路物资供应链管理与实践[J]. 铁路采购与物流, 2007(10).
- [2] 艾勇. 用供应链管理理论提升铁路物资供应的快速响应能力[J]. 中国西部科技, 2011(18).

(上接第 120 页)

[参考文献]

- [1] 霍俊爽, 朱翠娟, 张若东. 基于相关与回归分析的城市出租车情况研究[J]. 科技与企业, 2015(24): 166-166.
- [2] 齐观德, 李石坚, 潘遥. 基于出租车轨迹数据挖掘的乘客候车时间预测[C]. 中国计算机学会, 2012.
- [3] 房颖. 城市道路交通拥堵状况分析与对策[C]. 河南省汽车工程科技学术研讨会暨 2006 年省汽车学会理事会议资

料, 2006.

- [4] 巴兴强, 朱海涛, 李燊. 基于出租车 GPS 大数据的城市道路交通运行状态判别方法刍议[J]. 森林工程, 2015, 31(5): 110-113.
- [5] 马云飞. 基于出租车轨迹点的居民出行热点区域与时空特征研究——以昆山市为例[D]. 南京: 南京师范大学, 2014.