基于手机信令和多源浮动车数据融合的拥堵路段识别算法

Congestion Section Identification Algorithm Based on Mobile Phone Signaling and Multi-source Floating Vehicle Data Fusion

滕鲁 李霖 朱娜

Lu Teng Lin Li Na Zhu

哈尔滨市市政工程设计院有限公司
中国·黑龙江 哈尔滨 150070
Harbin Municipal Engineering Design Institute
Co., Ltd.,
Harbin, Heilongjiang, 150070, China

【摘要】常发性拥堵严重影响了城市路网运行效率,准确识别常发性拥堵路段是交通管理部门解决交通拥堵问题的重要任务。为准确识别城市道路拥堵路段,为交通组织规划和拥堵治理等提供精准信息,将手机信令的出行数据匹配至路网上,根据出行时间和出行里程进行出行方式预判,并获得路段出行需求;对多源浮动车的速度数据进行融合处理,获得路段运行速度;结合出行需求和运行速度对路段拥堵情况进行综合评价。论文以长春市的手​​机信令数据和浮动车数据为基础,计算识别早晚高峰的拥堵路段,并与交通调查结果进行对比验证。

【Abstract】Frequent traffic congestion seriously affects the efficiency of urban road network, so it is an important task for the traffic department to accurately identify frequent congestion sections. In order to accurately identify congested sections of urban roads, provide accurate information for traffic organization planning and congestion management, etc., the travel data of mobile phone signaling can be matched to the road network, and the travel mode can be predicted according to the travel time and mileage, and the travel demand of section can be obtained. Fusing the speed data of multi-source floating cars to obtain the running speed. Evaluating the road congestion based on travel demand and speed. The study calculates and identifies the congested sections of morning and evening peaks based on the mobile phone signaling data and floating car data of Changchun city, and verifies the calculation results with the traffic survey results.

【关键词】城市路网;拥堵识别;手机信令;运行速度

【Keywords】urban traffic network; congestion identification; mobile phone signaling data; running speed

【DOI】10.36012/etr.v2i4.1722

1 数据采集和处理

本次研究以长春市域范围内的手机信令数据和浮动车数据为基础,结合实地交通调研,对长春市中心城区路网内6条主次干道、86个路段的早晚高峰路况进行了计算分析。观测的86个路段,早高峰的AARE值为11.19%,13个路段路况等级判定异常;晚高峰的AARE值为10.70%,11个路段路况等级判定异常;浮动车的个体行为对路段的浮动车速度影响很大,特别是在样本量比较小的情况下。基于此,论文提出了基于手机信令数据和多源浮动车数据融合的拥堵路段识别算法。算法重点解决两个问题:一是避免将小样本数据的随机波动误判为拥堵;二是结合出行需求识别拥堵路段成因。

2 基于手机信令数据的路段出行需求计算

2.1 数据清洗和处理

对每个用户的移动轨迹按照时间序列进行切换信息提取并进行筛选,过滤掉无移动轨迹和干扰数据,主要包括:

第一,网络基础参数的过滤,对室内基站及与道路无关的基站进行过滤,确保数据的有效性。

第二,对手机样本进行处理,去除不在道路上运动的手机用户数据,这些可以看作噪声数据。

第三,统计分析,分析样本的各类统计值,根据结果的规律进行筛选,以达到去除噪音的目的,最后得到用于匹配的用户切换信息表。

2.2 基于手机信令数据的出行 OD 估计

基于手机数据的居民出行 OD 估计方法如下^[1]:第一,根据基站经纬度信息,将一定距离(根据基站平均服务半径)内的基站进行聚类合并处理。第二,根据聚合处理后的基站,确定手机用户的停留轨迹;尽管有时用户没有发生位移,其记录位置也会在邻近基站间跳动,就是所谓的乒乓效应,为了消除乒乓效应,对出行 OD 估计的影响,同时避免将长距离出行划分为多次的短距离出行,定义用户记录中连续两次及以上的基站为其停留基站。第三,选择每个手机用户有效停留轨迹中,停留时间不小于设定停留阈值的有效停留点;本次设置停留时间为 1 小时为其一次有目的的出行的时间阈值。第四,如果手机用户相邻两次有效停留点的距离不小于 0.5km(信令漂移或短出行剔除),则两次停留点间作为该用户的一次出行。第五,遍历所有用户有效停留表,判断其出行链的起终点。第六,统计起终点间的交通出行量。

2.3 出行方式识别

第一,基于匹配至路网上的出行数据,获得用户的出行距离,根据出行起止点的时间差得到行程时间,由出行距离和时间计算得到出行的平均速度,通过与出行距离和出行速度的阈值对比对出行方式进行初次判别,判别的结果为机动车出行或非机动车出行。

第二,将属于机动车出行的出行需求与 GIS 公交线网和轨道线网进行匹配,如果出行方式与 GIS 轨道交通线网相匹配,则判别为轨道交通出行;如果出行方式与 GIS 公交线网相匹配,则判别为常规公交出行,并根据公交车出行分担对交通需求进行折算;如果与 GIS 轨道交通线网和 GIS 公交线网都不匹配,则判断为出租车、客货运车或社会小汽车出行^[2]。

3 基于浮动车数据的速度识别

3.1 基于 GPS 数据的浮动车速度计算

浮动车交通信息采集与处理过程中的关键技术之一就是浮动车数据的地图匹配,即将定位装置获得的车辆定位轨迹与电子地图数据库中的道路信息进行比较,通过特定的算法确定车辆最可能的行驶路段及车辆在此路段上最可能的位置,以此计算出路段的通行速度。

在路网图中,将整条道路按照交叉路口等打断为多个路段,每条路段都可以近似看作直线段,比较浮动车位置数据 FCD 点到各个路段的距离,最小值所对应的路段为该点的归属路段。由于点到线的距离可能存在垂足在线段范围外的情况,所以计算时必须添加一个限制条件,即 FCD 点到两端点的距离分别不大于线段本身的长度。

根据匹配后的 FCD 点数,由每条路段上每辆车的平均速度模拟出路段平均通行速度。设 m 时刻路段 i 上共有 n 辆浮动车。假设每辆浮动车在此路段的停留总时间为 t_j ,行驶距离为 s_j ,则每辆浮动车在路段 i 上行驶的平均速度为

$$v_j = \frac{s_j}{t_j} \quad (1)$$

式中, s_j 为第 j 辆车相邻两个信号点间的距离之和; t_j 为第 j 辆车相邻两个信号点间的时间差。

设路段 i 的平均速度为 v_m ,则

$$v_m = \frac{\sum_{j=1}^n v_j}{n} \quad (2)$$

3.2 基于多源浮动车数据的路段速度计算

获得路段上来源于多种类型的浮动车速度数据后,针对路段情况对多源浮动车速度数据进行融合处理计算,本次研究选取了出租车、客货运车、社会小汽车和公交车四类浮动车数据^[3]。

第一,路段是否有公交专用道对公交车的速度影响很大,设置公交专用道后公交专用道占用了一条机动车道,道路通行能力随之变小,社会车辆的平均速度比设置之前会有所下降,公交车的平均车速则有所提高。如存在公交专用道,则需根据公交专用道设置时段剔除公交车速度数据;如不存在公交专用道,则对包含公交车数据在内的速度数据进行处理。

第二,对公交车、社会车、出租车及客货运车的速度数据进行排序,依据格拉布斯准则法进行可疑数据剔除,对有效数据进行加权融合计算,计算结果作为实时路况速度并存入历史融合路况速度库。

$$v = \frac{w_1 v_1 + w_2 v_2 + w_3 v_3 + \delta_p w_p v_p}{w_1 + w_2 + w_3 + \delta_p w_p} \quad (3)$$

式中, v 代表路段的实时速度; w_1, v_1, w_2, w_3, w_p 分别代表出租车、客货运车、社会小汽车、公交车在该路段的有效样本量; v_1, v_2, v_3, v_p 分别代表出租车、客货运车、社会小汽车、公交车在该路段的实时速度; δ_p 为 0~1 变量,标记当前路段是否有公交专用道,有为 0,无为 1。

第三,由于道路等级不同,对应道路拥堵的定义也不相同,依据本次观测的 86 个路段,早高峰速度的 AARE 值为 6.14%;晚高峰速度的 AARE 值为 5.82%,较单一浮动车数据(社会小汽车)分别下降了 5.04%和 4.54%,浮动车速度计算值更逼近于真实值。通过路况等级判定结果的对比发现,基于多源浮动车数据融合的路段识别算法识别的路段路况等级识别率准确率为 95.3%,路段拥堵等级判定更符合实际调研路

(下转第 174 页)

现场检测时首先选择适当位置安放并调试仪器,距离控制在10~50m内,利用表面式温度计测出建筑表面的参照温度,调整发射率,使测定温度与参照温度基本吻合,拍摄仰角不宜大于45°,水平倾角大于30°,同一个部位的红外热像图不应少于2张,主体区域过小时,应单独拍摄至少1张热像图,然后绘图注明检测部位在建筑中的位置,并附上可见光照片,记录参照温度^[4]。在有检测条件的情况下可在相同的目标距离不同方位扫描同一个检测部位对比结果,检测结束后发现存在异常部位,可将测量结果与检测部位的预期温度分布进行比较分析,必要时可采用内窥镜、取样等方法进行验证。

6 结论

①红外热像法检测建筑外立面缺陷应根据以上三种不同类型缺陷制订针对性的检测方案,根据不同的要求采取正确的检测方法开展工作,做到对症下药。

②红外热像法是一种可以作出全局性判断的无损检测方法,大大地提高了工作效率的同时但也会存在误判,因而要求

检测人员须在现场分析红外热谱图,根据现场分析结果,采用目视法、敲击法或其他方法进行验证比对。

③红外热像法检测建筑外立面缺陷对室外环境条件的要求比较严格,检测前须提前了解天气情况,尽量在符合要求的环境下进行检测工作。

④现场检测工作应尽量选择环境温度迅速升高或降低的时段进行,这样建筑外立面缺陷和非缺陷的温差也随之增大,有利于辨别缺陷。

参考文献

- [1] 中华人民共和国行业标准. 居住建筑节能检测标准:JGJ/T 132—2009[S].北京:建筑工业出版社,2010.
- [2] 刑双军,许瑞萍.红外热像技术在房屋建筑检测中的应用[D].邯郸:河北工程学院,2004.
- [3] 中华人民共和国行业标准.建筑工程红外热像检测方法(标准征求意见稿)[S].北京:建筑工业出版社,2010.
- [4] 董长锋.红外热像技术在建筑节能热工缺陷检测中的应用与研究[D].上海:上海工程技术大学,2012.

(上接第171页)

况,证明基于多源浮动车数据融合的路段速度计算方法具有更高的可信度。

4 基于手机信令数据和多源浮动车数据融合的路段路况精准识别

缓解城市交通拥堵的重难点不仅在于道路交通拥堵的识别,还在于对城市交通拥堵状态全面、实时的掌握。对城市交通拥堵状况进行合理的、易于理解的评价,有助于出行者根据实际交通状况选择合理出行路线,也有助于交通管理者了解城市路段、路网交通运行状态,发现经常出现拥堵的瓶颈路段,根据路段交通拥堵的影响程度和成因确定路段拥堵改造的时序及措施。将基于出行需求的路段服务水平和路况等级依据速度指标进行等级映射,分析不同情况下的拥堵成因。

第一,路段服务水平高,路段速度低。交通需求小但路段运行速度低,可能导致此类拥堵的因素:一是交叉口距离近、信号配时不合理;二是交通事件及占道施工。可结合历史数据分析拥堵成因,如该路段的拥堵具有偶发性可能与交通事故、占道施工等外部干扰因素有关,如此类拥堵的出现具有一定的规律性则需要考虑交通组织方面的问题。第二,路段服务水平低,路段速度低。由交通需求大,路段饱和度高造成的路段

拥堵。交通规划部门应更加注意此类路段的交通组织优化及合理分流问题。第三,路段服务水平高,路段速度高。交通需求较小,路段交通状况良好。第四,路段服务水平低,路段速度高。路段饱和度较高但通行效率较好,公交/轨道分担比例高。

5 结语

论文提出了基于手机信令数据和多源浮动车数据的拥堵路段识别算法,并对方法进行了详细地阐述,弥补了已有的单一数据识别方法的不足。应用长春市手机信令数据和浮动车数据,将通过该方法所得的结果与调查路况进行比较,两者的路段路况符合度为95.3%,较社会小汽车浮动车数据识别率提升了9.3%。此外,本研究提出的识别技术可结合路段通行需求对路段拥堵成因进行分析,辅助交通规划管理部门全面、实时地掌握城市交通拥堵状态。

参考文献

- [1] 李祖芬,于雷,高永,等.基于手机信令定位数据的居民出行时空分布特征提取方法[J].交通运输研究,2016,2(1):51-57.
- [2] 沈澈,姜新农,周一.基于手机信令的高速公路拥堵信息自动识别[J].中国交通信息化,2015(S1):119-122.
- [3] 孟凡林.基于浮动车大数据的城市交通拥堵自动辨识与可视化系统[D].西安:长安大学,2016.