

时空移动轨迹可视化分析

戎铁凡, 华静伟, 徐洋, 聂俊岚

摘要—使用“滴滴出行盖亚数据开放计划”提供的2018年5月1日某活动期间成都中国现代五项赛事中心附近的网约车订单和轨迹数据^[1], 采用时空结合的方式以区域整体、每条道路、每个路段和每个路口为单位对赛事中心10平方公里范围内的交通情况进行了可视化分析。重点分析了赛事中心附近的交通流量演变过程和交通拥堵特征并进行了详细的可视化展示, 最后设计出一套合理的交通疏导方案。

关键词—轨迹数据; 时空结合; 交通流量演变; 交通拥堵特征; 交通疏导方案

1 背景介绍

交通地理信息分布特征客观上反映了居民日常出行在时间和空间上的分布规律。通过对订单轨迹数据进行可视化分析可以有效地掌握活动期间赛事中心附近的轨迹时空分布特征及规律, 并能为赛事赛程规划、道路资源的分配以及居民的行程路线提供及时有效的参考建议。

2 可视化方案

在进行可视化分析之前对给定数据进行了数据清洗, 将车速 $>90\text{km/h}$ 的异常轨迹点进行了删除。

首先通过对订单起止点、轨迹热度图、区域内主要道路流量及双向流量、主要路口流量及分向流量进行分析可视化, 展示了10平方公里范围内的交通流量演变情况; 然后绘制了区域内车速 $\leq 15\text{km/h}$ 轨迹点分布热度图和区域内路况图, 找到了三个区域内主要拥堵点并采用时空维度结合的方式对拥堵特征及拥堵原因进行分析; 最后设计了一套交通疏导方案供未来举行活动作参考。

2.1 交通流量演变情况

从区域整体、路段路口、道路分向三个角度分析了赛事中心10平方公里范围内的交通流量演变情况。

使用上下车点散点图、OD(起点和终点)连线图、轨迹热度图、轨迹还原图对区域整体流量演变情况进行了可视分析; 通过区域内流量图、卫星图、道路流量折线图、河流图、热度图、路口分向流量图详细展示了区域内主要道路及路口各方向的交通流量演变情况。

2.1.1 交通流量来源分析

按流量来源将所有订单分为流入、流出、流经和区域内订单, 绘制如图1所示的折线图和饼图用来分析四种交通流量的演变情况。可以发现流入流量占比最多, 流经流量次之, 流出流量在19时以后较明显, 内部流动占比最少。15时到20时是流入流量增长高峰时段, 18到19时小时内流量增加最多, 且增速由快变缓; 流出流量集中在22时到24时。

接下来考虑流量来源的空间特征, 通过对所有订单起点进行分析做出了如图2所示的流量来源图和OD图。按赛事中心每小时流量来源从多到少排序分别为双流区、武侯区、锦江区、青羊区和成华区。双流区大部分时间占据流入流量来源的50%以上, 最多时可达84.21%。

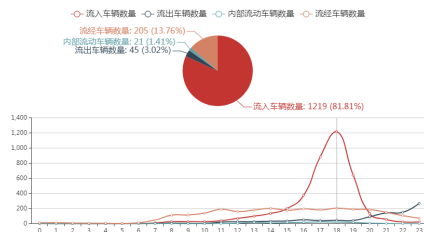


图1 流量分类折线图

- 戎铁凡 燕山大学 E-mail: sjzyrf@qq.com.
- 华静伟 燕山大学 E-mail: 907929194@qq.com.
- 徐洋 燕山大学 E-mail: 1028770794@qq.com.
- 聂俊岚 燕山大学 E-mail: niejll3@163.com. 指导教师

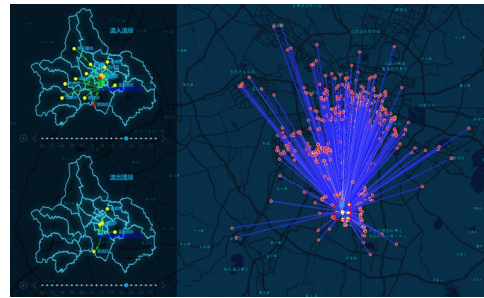


图2 流量来源图及OD图

2.1.2 交通流量的计算

(1) 路段交通流量的计算

考虑到一个没有经过路口的路段中交通流量几乎不会变化, 所以在每个路段中心选取一个检测点, 用检测点检测到的流量近似地作为该路段的流量。可以通过判断检测点和轨迹的点线关系确定轨迹是否通过了检测点, 每隔一定时间对通过检测点的轨迹数量进行统计即可得到该检测点的流量值, 通过计算每条轨迹距离检测点最近的两个轨迹点的经度差和纬度差即可判定轨迹的方向。

(2) 路口交通流量的计算

将检测点设在路口即可计算路口的车流量, 但是由于通过路口的车流量方向较为复杂, 因此在距离路口50米处各侧路段均设立了检测点, 每个检测点记录所通过轨迹的订单号及方向, 通过对各检测点记录的订单号集合进行交运算即可判定每条轨迹的转向方向。

2.1.3 区域内交通流量演变情况

使用前述流量计算算法, 分别以小时和十分钟为单位对区域内主要道路车流量进行统计, 得到如图3所示的河流图和热力图。从中可以看出剑南大道、武汉路西段、成仁路流量集中在17时到19时, 沈阳路西段16时到18时流量较多, 新码头街从8时开始一天流量变化平稳, 龙马路流量集中在13时到16时和17时到18时之间。

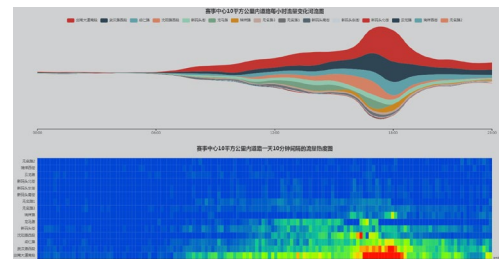


图3 区域内主要道路交通流量河流图及热度图

提取区域内主要道路的双向路径, 根据流量大小为不同路段赋予不同的颜色, 得到如图4所示的区域内道路流量图, 点击某个路段或路口右上角会显示对应的流量分向放大图, 右下角折线图可以查看各方向流量演变情况。可以看出在21时前流向赛事中心方向的流量要远大于流出方向, 该规律在流量高峰时段更为明显, 此后随着活动结束, 离开赛事中心方向的流量开始增加并超过流入方向流量。

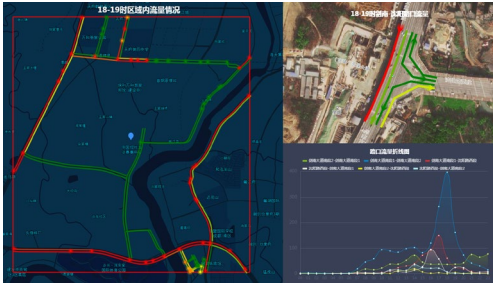


图4 区域内主要道路交通流量演变图

2.2 交通拥堵分析

2.2.1 路段平均车速的计算

将区域内主要道路以一百或两百米为单位进行分段,提取每段道路的多边形路径,通过判断轨迹点和多边形的点面关系可以确定区域内的轨迹点信息。通过计算相邻两个轨迹点间的平均速度近似地代替该轨迹点的瞬时速度。使用2.1.2所述计算流量方向的算法可以计算出瞬时速度的方向。

设在时间间隔 T 内路段区间 L 上的某辆车的瞬时速度为 $v_{i,1}$,

$v_{i,2}, \dots, v_{i,k}$, 则其平均行驶速度为: $\bar{v}_i = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k v_{i,j}$ 。设在时间间隔

T 内路段 L 上共有 n 辆网约车,采集到车速瞬时速度值分别为 $v_{i,1}, v_{i,2}, \dots, v_{i,k}$ 。则该时间段内路段平均行驶速度为所有网约车

的平均行驶速度: $\bar{v} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{v}_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k v_{i,j}$, 其中 $v_{i,k}$ 为网约车 i 的

第 k 个瞬时速度值, n 为网约车数量总数, j 为一辆网约车的瞬时速度点总数。

为了反映路段速度值的分布特征,减轻极端值的影响,做出如图5所示的路段车速箱形图,可以看出拥堵期间车速明显集中在较低水平。

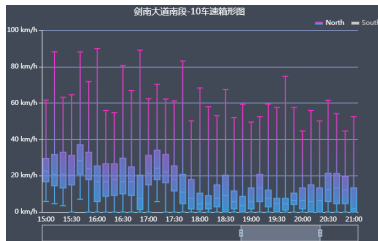


图5 某路段车速变化箱形图

以十分钟为单位计算每个路段的双向速度,参考《城市道路交通拥堵评价指标体系》,确定如表1所示的拥堵程度判断标准,做出如图6所示的区域路况图。

表1 路段交通状态等级划分(单位为km/h)

等级	畅通	基本畅通	轻度拥堵	中度拥堵	严重拥堵
快速路	>65	(50, 65]	(35, 50]	(20, 35]	≤20
主干路	>45	(35, 45]	(25, 35]	(15, 25]	≤15
次干路、支路	>35	(25, 35]	(15, 25]	(10, 15]	≤10

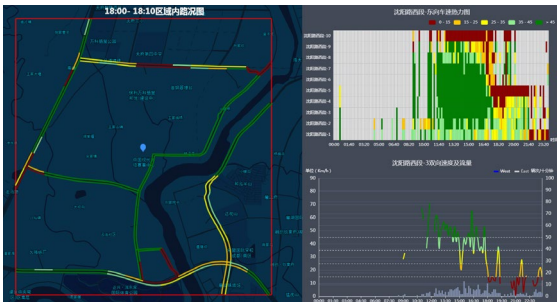


图6 区域内主要道路路况图

参考我国公安部对拥堵路口和拥堵路段的定义,我们粗略地将拥堵持续距离超过0.25km的路段判定为拥堵的有效状态,将道路通行方向前方拥堵导致后方连续拥堵的时间定义为拥堵持续时间。按照拥堵的程度,严重拥堵持续20分钟,中度拥堵和轻度拥堵30分钟认为是较可靠的拥堵。通过对区域路况进行分析,找到剑南大道南段、武汉路西段、沈阳路西段这三个拥堵点。

接下来对这三个交通拥堵点进行详细分析,将拥堵点的路段范围划分地更加精细,做出拥堵点附近路况图,采用时空结合的方式对拥堵特征进行了分析。发现剑南大道南段拥堵点主要集中在剑南大道南段北向龙马路路口以南,最长拥堵距离为3km,持续时间长,严重拥堵占比高,是三个主要拥堵点中拥堵情况最严重的一个。武汉路西段拥堵点集中在西向云龙路路口附近,最长拥堵距离为1km左右,此路段的拥堵可以明显地分为两次,第一次拥堵时间为17:00-19:20,第二次拥堵时间为20:40以后。沈阳路西段拥堵点两个方向的拥堵特征均为短暂间歇性拥堵,西向拥堵情况好于东向,严重拥堵路段主要集中在西侧路口、东侧天保湾大桥施工路段和天府区第四中学附近。

最后综合考虑拥堵点附近车流量来源、车辆通行路线、拥堵区域承担流入赛事中心订单的比例、流入赛事中心流量占全部流量的比例、订单上下车地点和拥堵点周边环境等信息,确定了拥堵路段的拥堵原因。

剑南大道南段的拥堵原因为此路段是各向车辆流入赛事中心必经路段,拥堵期间龙马路-武汉路西段区间近70%流量为流入赛事中心流量。武汉路西段第一次拥堵原因为大量来自成都市区的人员在天府大道沿线地铁站打车经武汉路西段前往赛事中心并有大量人员在拥堵路段下车;第二次拥堵原因为活动结束后很多人在此路段打车离场。沈阳路西段拥堵原因为道路流量中80%以上为进入赛事中心流量,东侧道路施工、南侧窄路难以通行,许多外地来车不明路况导致了冤枉路,还有许多人选择在此处下车沿南侧小路步行进入赛事中心。此外,三个拥堵点均有大量人员在附近上下车,也是导致拥堵的一个原因。

2.3 交通疏导方案

分析所有终点为赛事中心的订单的轨迹信息,得到如图7所示的热门路线图,可以提前安排人员在沿线进行疏导。根据前述流量和拥堵分析情况设计了四条绕行路线。

分析了订单上车点,提出了在广福地铁站和天府公园地铁站设立接驳点的疏导方案,并为接驳车设计了避免拥堵的运行路线。分析订单下车点,提出了在下车点集中的地方设立共享单车投放点的疏导方案。

最后给出了公交地铁出行路线,引导人们乘坐公共交通工具前往赛事中心。

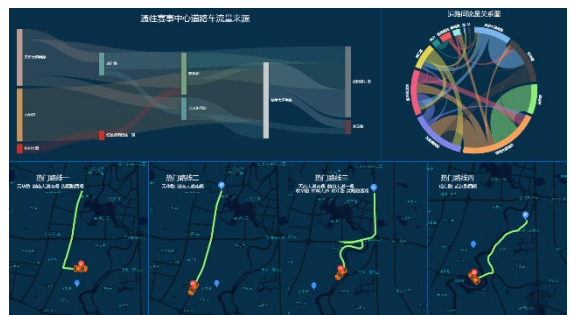


图7 进入赛事中心热门路线图

3. 总结

本次挑战赛所设计的可视化方案有效地完成了挑战赛的任务。从整体到细节全面分析了区域内交通流量的演变情况、道路拥堵特征及拥堵原因,设计出了一套交通疏导方案并进行可视化展示,为赛事中心以后举办大型活动提供了更好的疏导方案。

参考文献

- [1] 滴滴出行盖亚数据开放计划[EB/OL]. <https://gaia.didichuxing.com>