

手机大数据在城市交通规划中的应用分析研究

Mobile phone big data analysis and research application in urban transportation planning

沙建锋、陈光华

武汉市交通发展战略研究院

摘要: 借助武汉市综合交通体系规划修编的有利契机,首次将手机信令大数据分析应用于实际交通规划工作,创新了大数据研究方法并建立各类具体分析算法模型,可视化分析结果与规划实践相结合,为科学合理地制定武汉各类交通基础设施布局方案和政策建议提供了全面可靠的现状基础分析统计数据 and 科学合理的数据指引。

关键词: 手机信令、大数据、交通规划

Abstract: during working process of Wuhan comprehensive transportation system planning, big data of mobile phone signaling analysis is employed in practical transportation planning in the first time. Research solutions of the big data were created, some detail analysis algorithm models were built also. By cooperation with analysis visualization and planning practices, the big data analysis provide reliable basic status statistical data and scientific and reasonable guidance for the transportation facilities plan and policy suggestions.

Key words: mobile phone signaling, big data, transportation planning

随着 21 世纪个人手机终端的普及,出行群体中手机拥有率和使用率已经达到相当高的普及,使得基于海量手机信令数据分析用户出行特征、获取规划管理所需信息成为可能。相对于传统交通调查技术手段而言,手机信令数据具有覆盖范围广、数据稳定可靠、分析样本量大、实施成本低、数据连续等优势。利用手机信令数据能够较完整地识别手机用户的出行信息,可进一步应用于分析城市人口职住分布、特定区域客流集散分布、轨道交通客流特征、出行距离、出行强度分析等,进而更充分、更详实地把握城市交通现状,为综合交通规划制定科学合理的规划方案提供了基础数据支撑,是制定科学合理的交通规划、交通政策和管理措施、以及重大交通工程前期决策的重要技术分析基础。

本文通过手机大数据在武汉市城市综合交通体系规划工作中的应用实例,在展示应用成果的同时,深度分析研究了手机大数据在交通规划实际工作中的重点和难点,为大数据在城市相关各类规划中的应用提供借鉴和指引。

1、手机大数据应用工作背景

为落实武汉 2049 远景发展规划,更有效地发挥交通对城市发展的引导与支撑作用,市委、市政府科学部署了新一轮城市总体规划、土地利用规划和综合交通体系规划同步的编制工作,并确定了“交通先行”的工作思路,于 2015 年率先开展了武汉市综合交通体系规划修编工作,将交通规划提升至与城市总体规划同等重要的高度,以期能够充分发挥交通对城市发展的引导作用。面对服务武汉建设国家中心城市、实现武汉 2049 宏伟目标的重要任务,如何科学合理地谋划未来若干年武汉市各类交通运输系统的布置方案,制定科学合理并符合未来城市发展需求的交通基础设施宏伟蓝图,掌握全面的城市交通现状基础数据是了解我市交通现状特征和存在问题的重要基础,也成为能否做好此次规划的重中之重。

然而传统的交通调查,以居民出行调查为例,往往采用抽样问卷的方式,抽样率一般为 1%~3%甚至更低,且调查成本较高,组织协调需耗费大量人力、物力和时间,数据汇总处理周期也较长;在轨交客流调查方面,通常是通过 IC 卡的数据获取地铁的客流情况,而对于

轨交站点的客流来源以及去向分布信息无法得知；在对外交通枢纽（火车站、机场等）客流调查方面，数据多依赖于统计年鉴，存在一定滞后性。如何克服传统交通大调查费时费力且精度不高的短板，适应城市及交通发展的新形式、新要求，探索结合新技术手段的交通信息提取必将成为交通规划工作不可或缺的一环。本轮规划修编采用了当前在全世界范围推广使用的大数据概念，选择以手机大数据为基本数据源进行规划参考和分析，探索城市中人的活动和分布规律，为城市交通规划编制提供关于“人”的行为规律有效的数据支撑，使城市交通规划乃至城市规划更加以“人”为本，为综合交通规划探索新的研究基础方法，以期改善交通需求预测分析的可靠性，真正实现交通规划的定量化与科学化。

2、手机大数据工作过程及主要研究内容

本项目在基于手机信令数据的分析全面了解并掌握武汉市综合交通基础现状，以对武汉市综合交通规划修编工作予以辅助支撑。首先对原始手机信令数据进行采集、预处理（清洗、排序、修补），通过地图匹配技术、出行链分析技术获取较详实的城市交通现状基础研究数据，进而与其他调查方式获取的调查数据进行校核，以期获得更为完善、高精度的武汉市交通现状基础数据及分析结果，进而支撑城市人口分布、出行 OD、轨交客流分布、枢纽客流分布等应用的分析，最终使武汉市综合交通体系规划修编更科学，分析结果更能反应现状，更好地践行交通引导城市发展的理念。具体工作流程见下图 1。

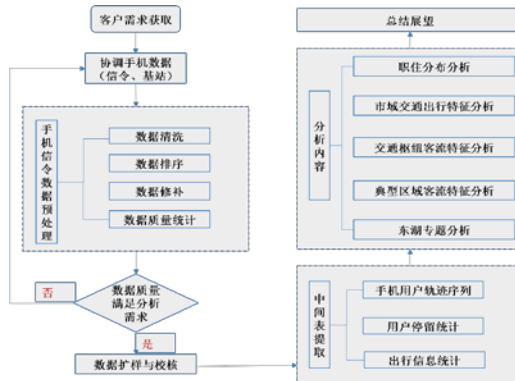


图 1 手机大数据技术分析路线图

本次项目通过移动运营商获取的手机信令数据，对数据进行预处理、扩样校核后，开展常住人口职住分析、市域交通出行特征分析、交通枢纽及典型区域客流集散点特征分析等。手机信令数据具有覆盖范围广、数据稳定可靠、分析样本量大、实施成本低、数据连续等优势，较好地反映了当前武汉市基于“人”的出行的各项基本出行特征，进一步应用于轨道交通客流特征、出行距离、出行强度分析等，极大地降低了传统人工调查的工作量，提高了分析精度，应用成果全部可视化动画展示，全面直观地反映了城市各类交通方式中市民出行变化规律，成为以问题为导向，制定合理科学的规划成果提供了详实的基础资料，具体见图 2。

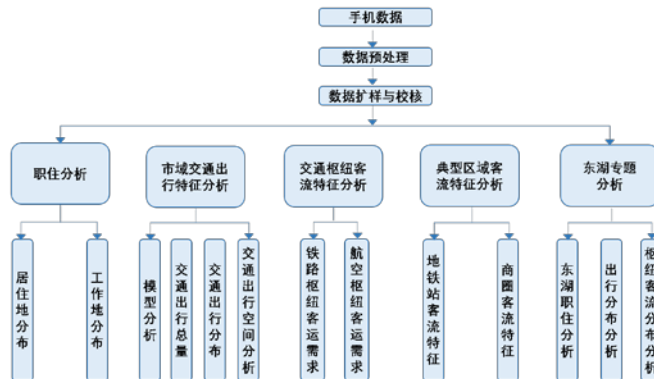


图 2 主要工作内容框图

3、主要研究应用成果

3.1 城市人口岗位空间特征分析

在经过对近两个月时长的手机大数据源的跟踪学习的推演结果，扩样校核后得到武汉市常驻人口的分布规律，从图3中可以看出人口分布呈现圈层聚集，且越核心区域人口密度越高。这个结果很全面地反映了目前以资金平衡型为主导的城市建设与土地开发，导致主城三旧改造和城市更新土地开发强度越来越高、主城人口和功能更为集聚的现象。

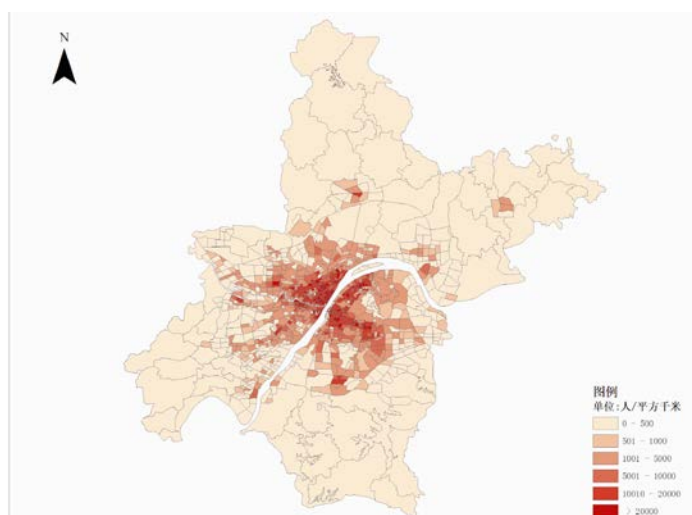


图3 基于手机大数据分析的武汉市常驻人口分布图

与此同时新城土地开发迅速，而轨道交通建设滞后带来的TOD发展进程缓慢，进一步影响到新城对主城功能、人口疏散作用的发挥。主城外围区域用地性质趋于单质化，相关公共基础设施配套不足，难以摆脱对主城区的依赖。由图4可以明显看出，武汉市主城周边的6个新城组群中，仅有东部和南部基本独立发展，其余四个组群的居民活动已经与主城区连成一体，延绵扩张，加上外围公交服务水平较低，导致小汽车出行比例高，进一步加剧了主城交通拥堵和压力。

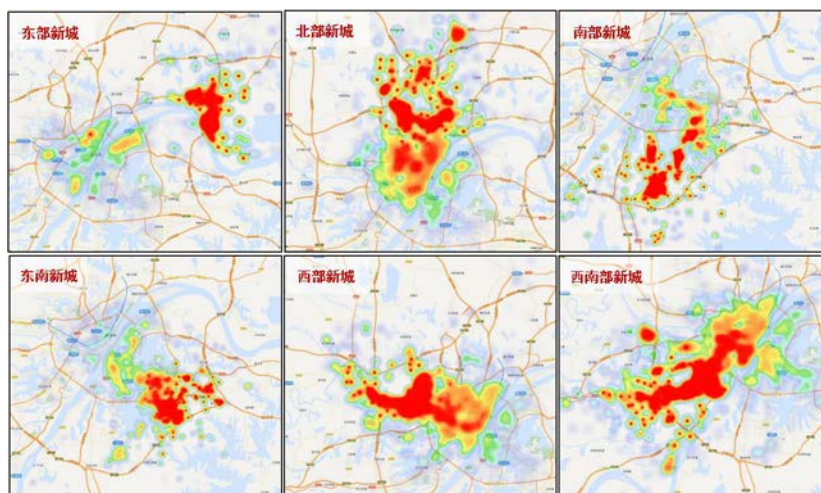


图4 新城组群居民活动热力图分布图

3.2 城市交通出行空间特征分析

根据手机大数据分析，武汉市域范围内人员出行总量约 3084 万人次/日，常住人口出行率为 2.88 人次/日，区内出行量约占出行总量的约 56%，区间出行量约占出行总量的约 44%。常住人口平均出行直线距离为 4.04km，平均通勤直线距离 5.2 km，平均非通勤直线距离 3.2 公里，具体见图 5。



图 5 居民出行特征组图

3.3 重要客流集散点居民出行特征分析

运用运用大数据可以在更广阔的空间尺度下获得区域间的联系强度，为区域性的交通枢纽发展方向提供数据支撑，本次研究对武汉市天河机场、三大火车站（汉口站、武昌站和武汉站）和轨道站点等重要的客流集散点进行了跟踪分析，准确直观地反映了武汉市重要对外交通枢纽的客流分布特征。

(1) 根据大数据分析，图 6 展示了天河机场客运量当中进出武汉市的客流约占 38%，天河机场服务省外的客流约占 49%，从武汉天河机场与国内主要省份机场的联系来看，联系强度最大的为广东省占到 21%，机场腹地主要由武汉市、湖北省的大多城市以及河南、湖南、安徽等周边省份组成。武汉天河机场作为中部地区门户而辐射全国的地位已经初步形成。

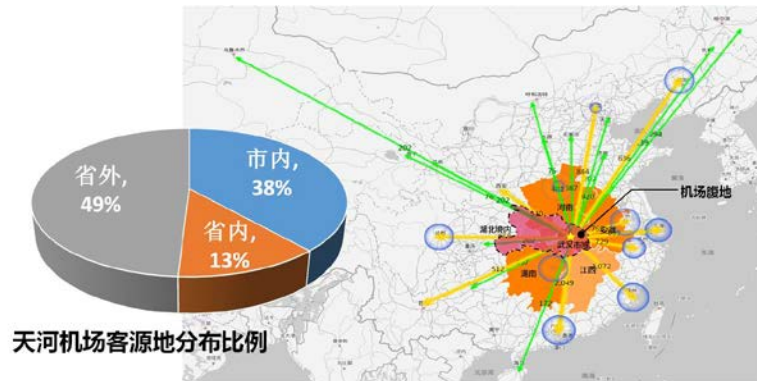


图 6 天河机场客流分布图

(2) 图 7 是通过对进出三大火车站的客源的手机信令数据分析的具体结果，汉口站是当前三大火车站客运服务中最主要的对外枢纽，在服务省外和本市客流中占比最高；省内客流中，三个火车站占比均衡。

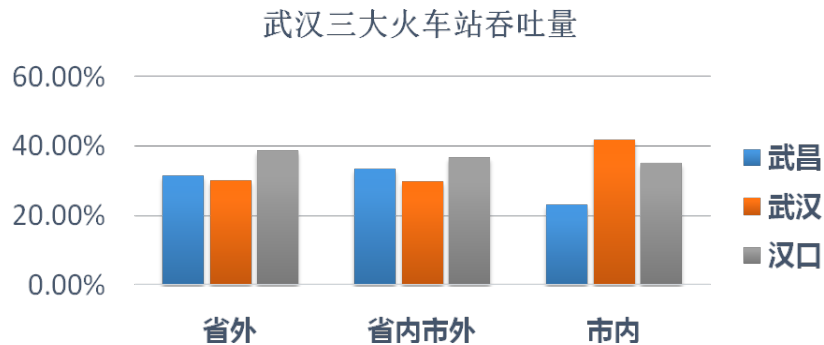


图 7 武汉三大火车站吞吐量分布图

(3) 常规的公交客流以及基于刷卡等信息的数据，得到的是站点间的 OD 状况，利用大数据，可以将站点客流分析的纵深，扩展到“最后一公里”。以轨道 2 号线光谷广场站为例，该站点是目前 2 号线的起点站，同时服务整个光谷区域，通过手机数据分析日客流集散量达到 15 万人以上，从图 8 中进出该站点的旅客活动热力图可以看出光谷广场站的重要服务作用，同时可以发现该站点的客流收集范围非常广泛，这就为公交接驳系统的服务提出更高要求，在本轮交通规划修编中要重点对主要轨道交通站点周边的公交客流喂给系统进行科学规划，确保市民乘坐优质的公交接驳系统，最大程度发挥轨道交通大运量高效运载的优势，以优质的公交服务引导居民绿色低碳出行。



图 8 轨道交通 2 号线光谷广场站客流活动热力图

4、总结

本次研究基于湖北移动用户手机信令数据，通过精确的算法模型，对城市人口分布、出行、轨道交通客流分布、区内区间客流分析等应用做了分析，为武汉市综合交通体系规划修编提供了基础数据支撑，更好的践行交通引导城市发展的理念。

本次手机信令大数据在实际规划工作的应用尝试中，对数据清洗算法进行了重点研究，做到了尽量还原真实数据，剔除冗余数据，为后续分析提供高质量的基础数据；建立了常住居民职住分析、出行特征分析、重要吸引点客流出行判别算法。此外，通过对武汉轨道交通站点的实地路测，确定各轨交站点的基站分布，并利用距离聚类算法，对地上站点的基站进行补充修正，以获取准确详细的轨交站点基站信息。根据基站分布特点，研究基于手机信令数据的轨交客流进出站判别算法，重点对王家湾站、范湖站、宏图大道站、光谷广场站的

服务范围进行了分析。

伴随利用大数据在实际规划工作中持续应用研究的深入,仅仅利用手机信令大数据的分析也存在一些自身局限,如数据海量对分析硬件的高要求,由基站密度不同带来的分析精度差异,不能有效判别居民出行方式以及扩样复杂性问题给进一步深度应用带来了较大难度。随着信息技术的日益成熟,国家大力推广移动互联网、云计算、大数据、物联网等与传统行业相结合,推动社会经济持续发展和转型升级。在此背景下,推动“互联网+交通”,构建统一的大数据分析中心,加大多种交通大数据融合应用将是大势所趋,对于武汉市乃至其他特大城市交通规划工作能力提升具有重要意义。

原创性声明

本人郑重声明：所提交的论文是本人在工作期间结合所做项目进行独立研究所得的成果，除了文中特别加以标注的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写的成果作品。本人完全意识到本声明的法律后果由本人承担。

论文题目：手机大数据在城市交通规划中的应用分析研究

第一作者简介：

姓名：沙建锋，性别：男，籍贯：山东滕州，出生日期：1979.04.27，民族：回

学位：硕士，工作单位：武汉市交通发展战略研究院，职称：高级工程师，

研究方向：交通模型、交通规划、交通政策研究

联系电话：13419697951，电邮：550194005@qq.com

联系地址：武汉市江岸区四唯路6号，邮编：441021

第二作者简介：

姓名：陈光华，性别：男，籍贯：武汉

学位：硕士，工作单位：武汉市交通发展战略研究院，职称：教授级高级工程师，

研究方向：交通模型、交通规划、交通政策研究