

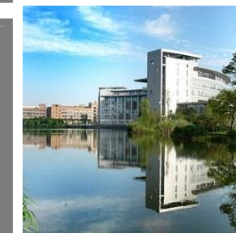
2016中国城市交通规划年会

基于手机传感器数据的居民出行特征 精细化提取技术与应用研究

汇报人：姚振兴 博士生

导师：杨飞 教授

2016年04月



西南交通大学



主要内容

一、研究背景

二、对策与思路：交通调查技术发展与方向

(1) **中宏观数据**：移动通信网络信令数据，支撑宏观交通重大决策；(2) **微观数据**：手机传感器数据，定量分析出行特征、理解交通行为，指导规划模型与方案。

三、手机传感器精细化交通调查关键技术

数据获取：智能手机传感器数据提取APP

数据算法：人工智能，GIS匹配

四、技术应用展望





1、研究背景

传统居民出行调查方式的缺陷导致出行数据失真长期困扰交通规划，迫切需要研发新的个人交通出行调查技术弥补传统方式的不足，与传统方式互补融合，提高数据质量，从数据源头保障交通规划的有效性、合理性。

- (1) 主观随意性较强，数据质量难以保障；
- (2) 调查成本高、组织实施难度大；
- (3) 调查数据更新的实时动态性差。



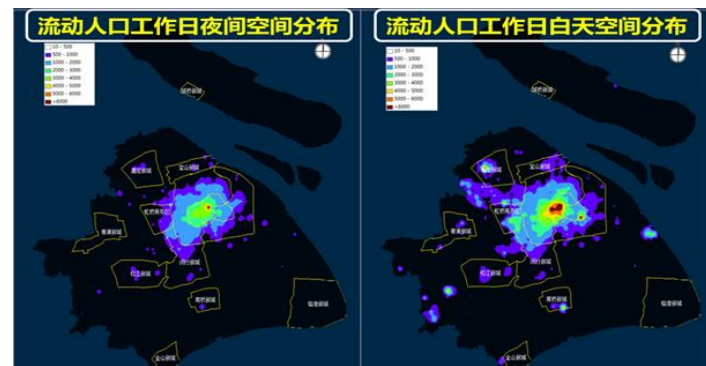
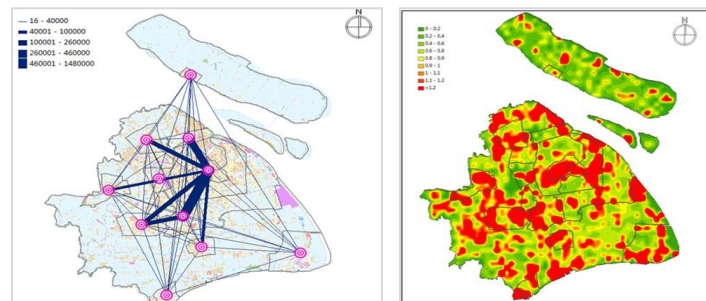
2、对策与思路

近年来，随着智能手机使用的迅速普及，为追踪个人**客观、翔实、动态**交通出行可靠数据提供契机。

(1) 中宏观数据调查：借助移动通信信令数据，手机切换、位置更新通信事件产生位置数据，**定性判断**交通趋势和**数量级**特征，支撑重大决策和城市规划。

手机信令调查特点与不足：

- 1) 定位精度与定位频率有限；
- 2) 适用于**中、宏观**出行规律分析；
- 3) **较难**采集交通方式、换乘点等**微观**参数；

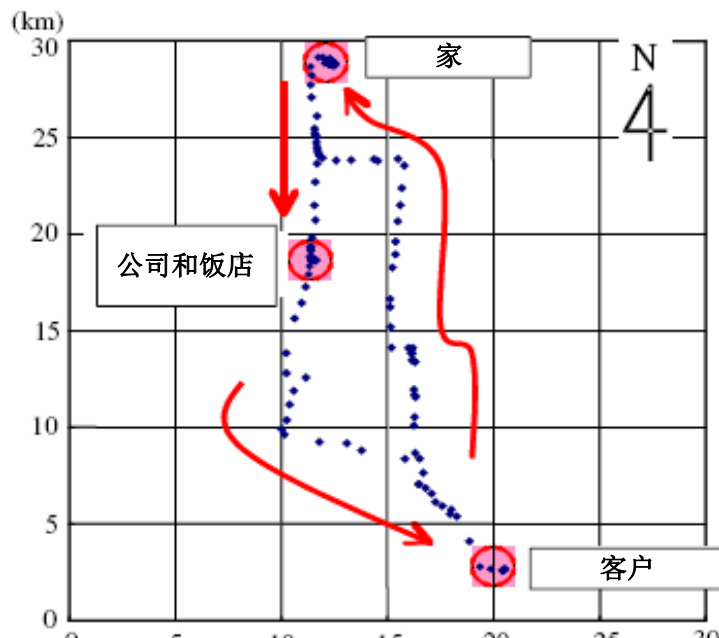


2、对策与思路

(2) 微观数据调查: 借助智能手机的传感器数据, 包括个体GPS、三轴加速度数据等, 结合GIS技术, 运用数据挖掘和模式识别算法, 能够客观提取多模式交通**出行方式、换乘点、出行时间、出行OD, 出行距离、出行目的**等完整个体微观交通出行链精细数据, 有效指导交通模型升级与交通规划设计。



手机GPS位置轨迹数据



出行位置数据空间集聚特征

2、对策与思路

手机传感器精细化交通调查技术优点：

- 1) 自动记录数据，大大减轻调查负担，更愿意配合；
- 2) 数据更加全面、准确，可挖掘提取全出行链信息；
- 3) 调查更新周期弹性，可持续积累和短期更新；
- 4) 优化交通模型标定与校核；
- 5) 借助手机设备几乎无需大量额外投资成本；



3、手机传感器精细化交通调查关键技术

3.1 手机数据采集APP研发

GPS数据：日期、时间、经纬度、速度、卫星数、定位精度等；

加速度数据：三轴(X、Y、Z)加速度数据；

用户信息：年龄、性别、收入、车辆拥有水平等。

采样频率可自由设定；
基本信息可根据调查需要扩充；
还将增加提取用户手机记录基站小区Cell信息。



(a) 软件主界面



(b) 活动与奖励页面

GPSurvey APP界面展示

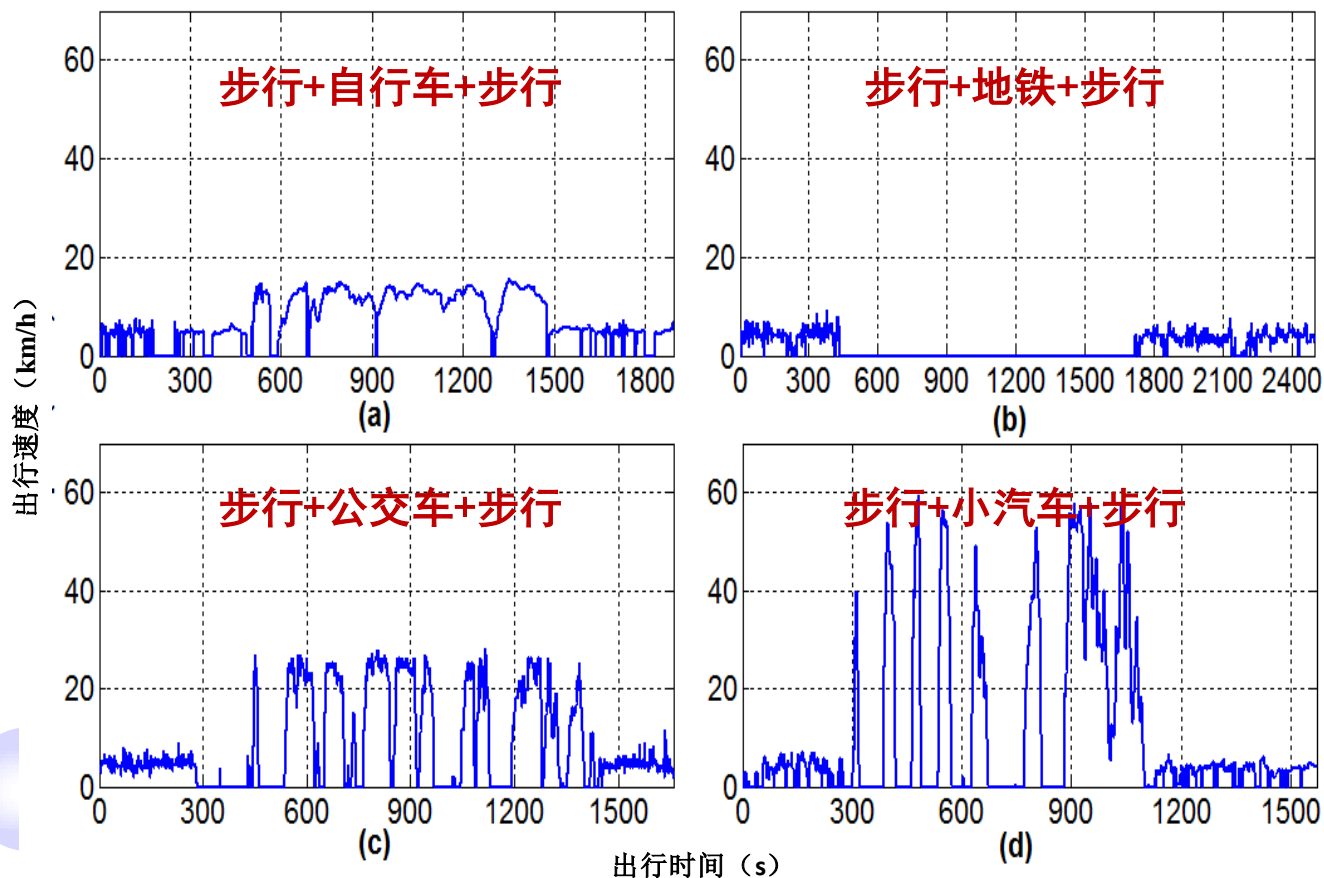


西南交通大学

3、手机传感器精细化交通调查关键技术

3.2 数据分析

采集数据特征：交通方式组合出行速度波动特征



3、手机传感器精细化交通调查关键技术

3.3 关键算法：**小波分析+神经网络**

手机APP交通调查中，出行时间、出行距离等可以直接获得，**交通方式、换乘点识别是关键难点。**

技术思路：

- (1) 运用小波分析识别所有交通方式转换点；
- (2) 将GPS轨迹“切割”成若干段单一交通方式的轨迹段；
- (3) 运用数据挖掘算法将每段单一交通方式进行模式识别。

小波分析：在非线形结构数据的主要特征识别以及**信号奇异点**检测方面具备突出能力，提供频率域和时间域上良好的局部信息。

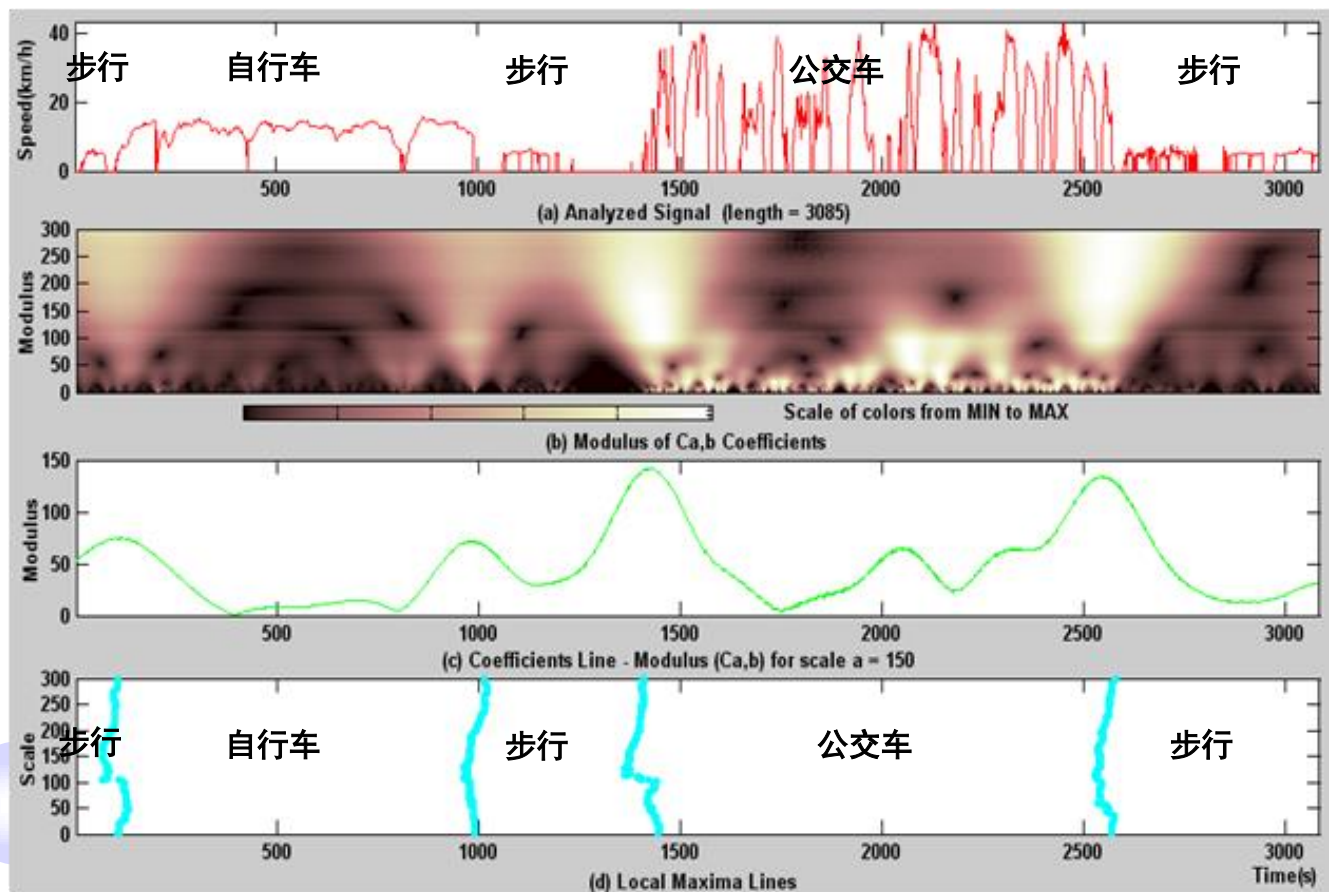
神经网络：具有较好的非线性模式识别能力，能够学习和存贮大量的输入-输出模式映射关系，对新的输入数据进行模式识别。



3、手机传感器精细化交通调查关键技术

3.3 关键算法

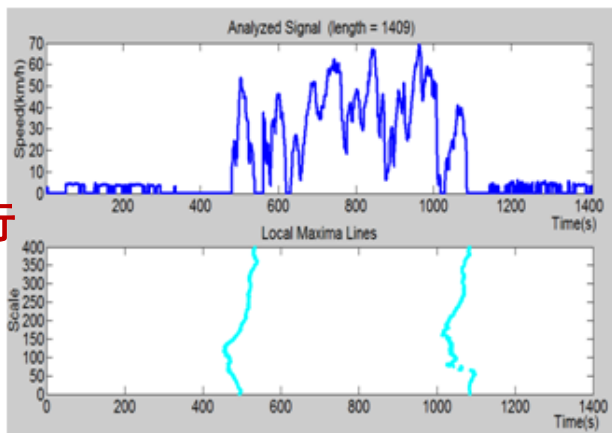
算例：步行-自行车-步行-公交车-步行。换乘点识别结果：



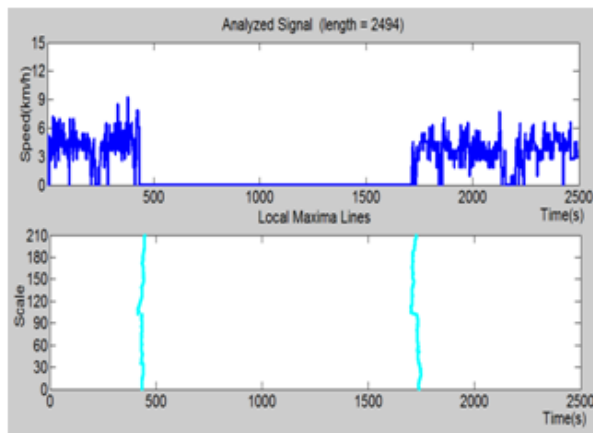
3、手机传感器精细化交通调查关键技术

3.3 关键算法

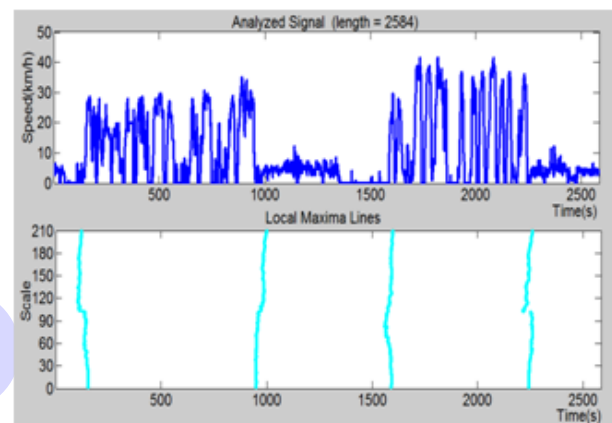
多种类型多模式出行试验交通方式转换点识别结果：



步行+小汽车+步行

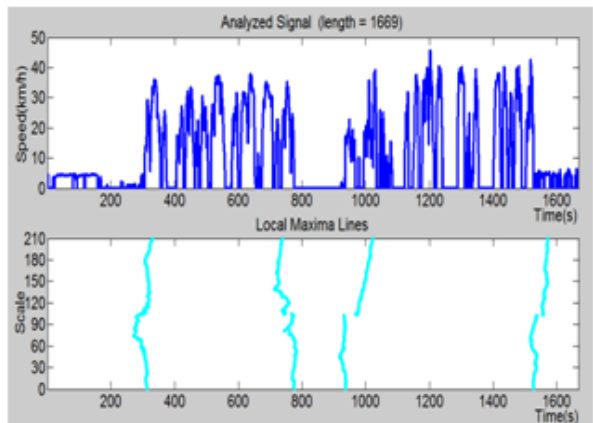


步行+地铁+步行



步行+公交

异台换乘+步行



步行+公交

同台换乘+步行



3、手机传感器精细化交通调查关键技术

3.4 实证结果统计

交通方式转换时间点识别误差统计结果如下表：

90%的识别误差小于3分钟，平均误差控制在14.3-58.5秒，数据精度应该大幅高于传统人工问卷调查结果。

换乘方式组合	绝对误差分布 (%)					平均误差 (s)
	0-60s	60-120s	120-180s	>180s	其他	
步行-地铁	90.0	7.0	3.0	0.0	0.0	23.3
地铁-步行	90.0	5.0	4.0	1.0	0.0	26.2
步行-公交	81.2	11.9	5.9	0.0	1.0	31.0
公交-步行	63.5	10.6	21.2	4.7	0.0	58.5
步行-自行车	92.0	3.3	2.4	0.0	2.3	14.3
自行车-步行	77.8	4.0	8.2	5.6	4.4	38.4
步行-小汽车	55.8	41.2	3.0	0.0	0.0	44.1
小汽车-步行	74.5	15.6	6.9	2.0	1.0	40.5



3、手机传感器精细化交通调查关键技术

3.4 实证结果统计

**交通方式识别正确率在85%以上，平均为93.9%，效果较好。
数据精度应该优于传统人工问卷调查结果。**

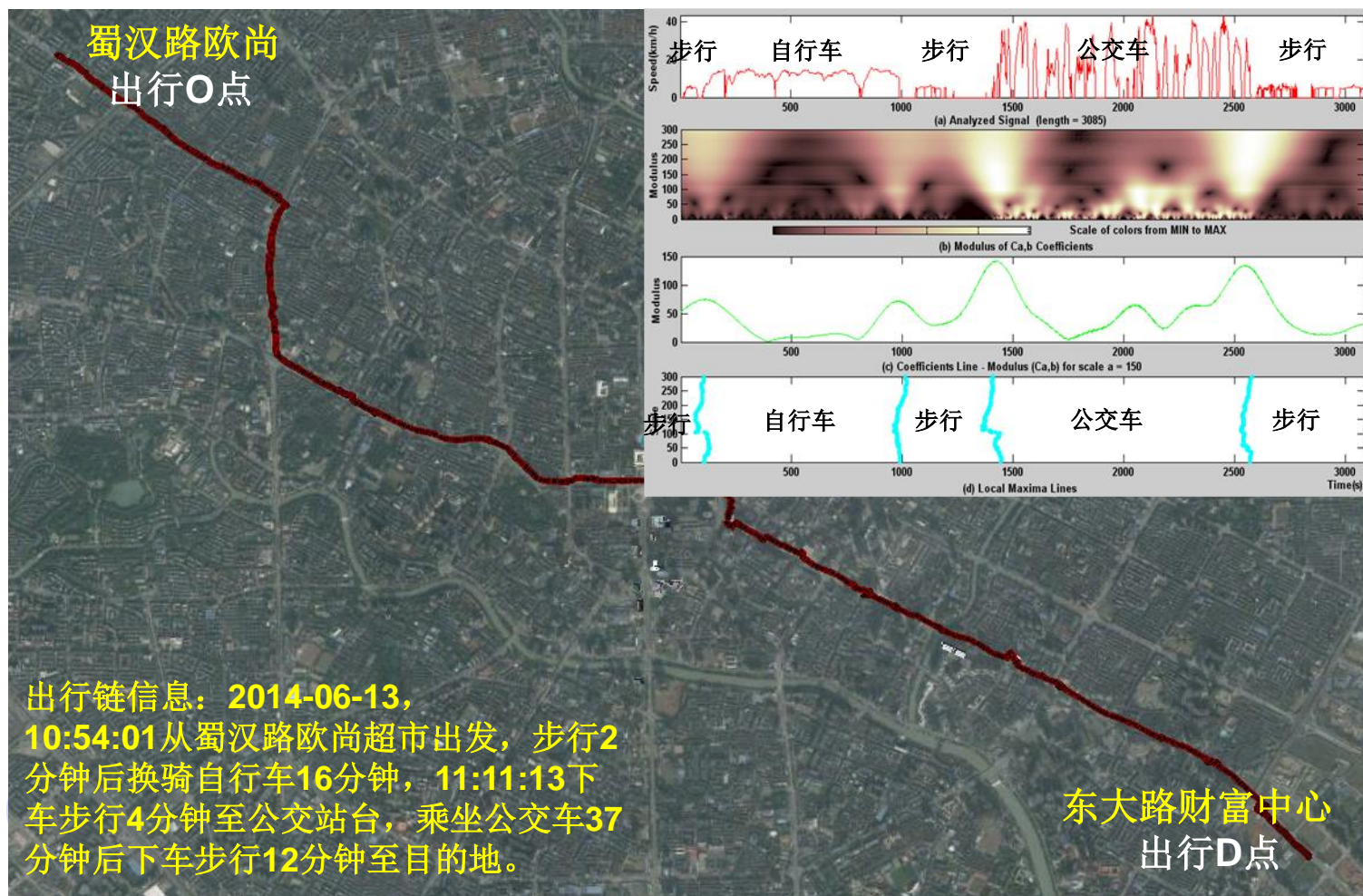
交通方式识别正确率统计结果

方式	识别结果				样本量	正确识别 样本量	正确率 (%)
	步行	自行车	公交车	小汽车			
步行	1056	44	0	0	1100	1056	96.1
自行车	7	140	3	0	150	140	93.3
公交车	11	5	311	23	350	311	88.8
小汽车	1	1	5	43	50	43	86.0
合计	1075	190	319	66	1650	1550	93.9



3、手机传感器精细化交通调查关键技术

3.5 技术应用实测案例（成都市）



3、手机传感器精细化交通调查关键技术

3.5 技术应用实测案例（重庆市）

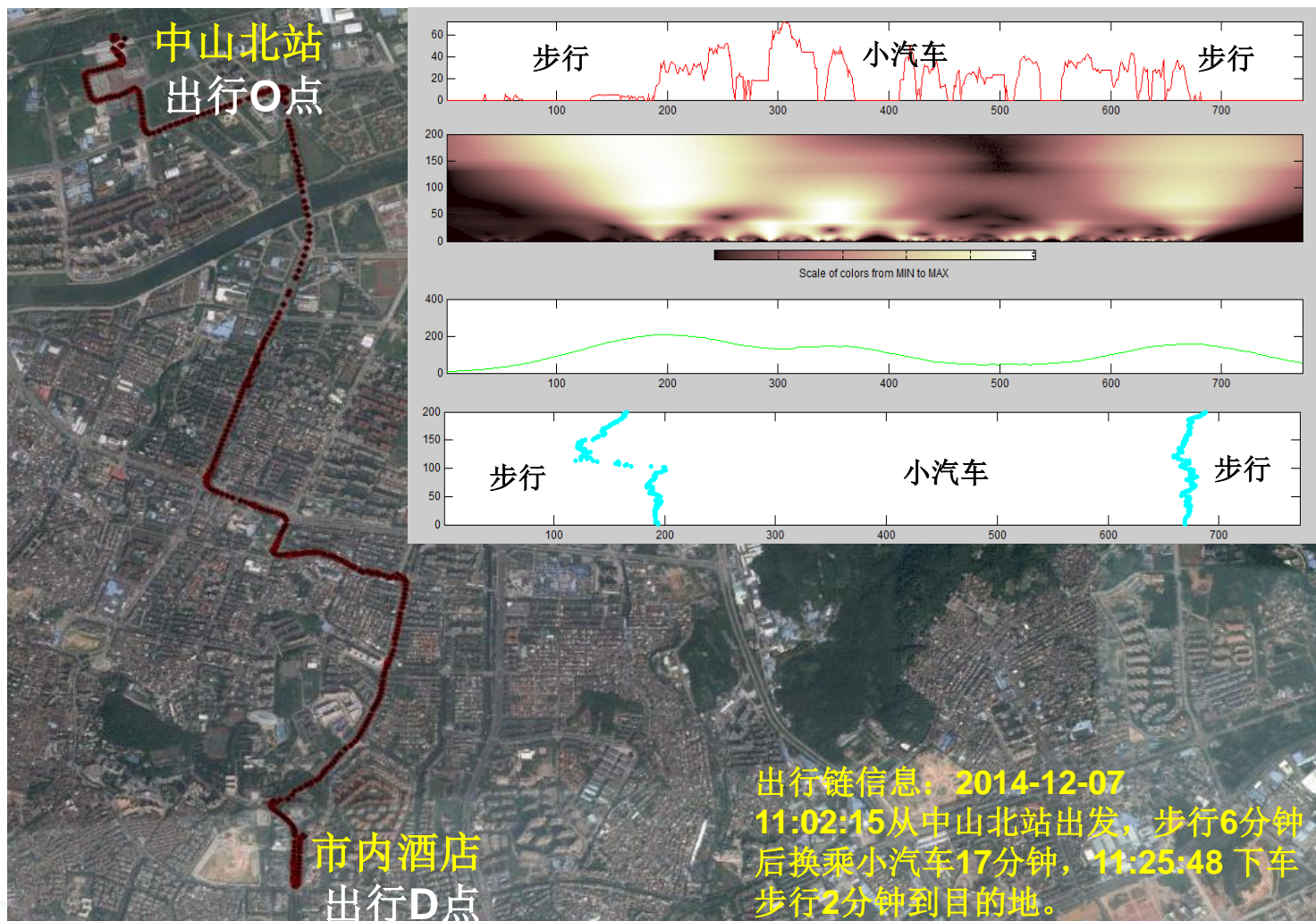
出行链信息：2014-11-17

11:02:08从重庆北站出发，步行5分钟后换乘轻轨，11:28:13下车步行7分钟至目的地。



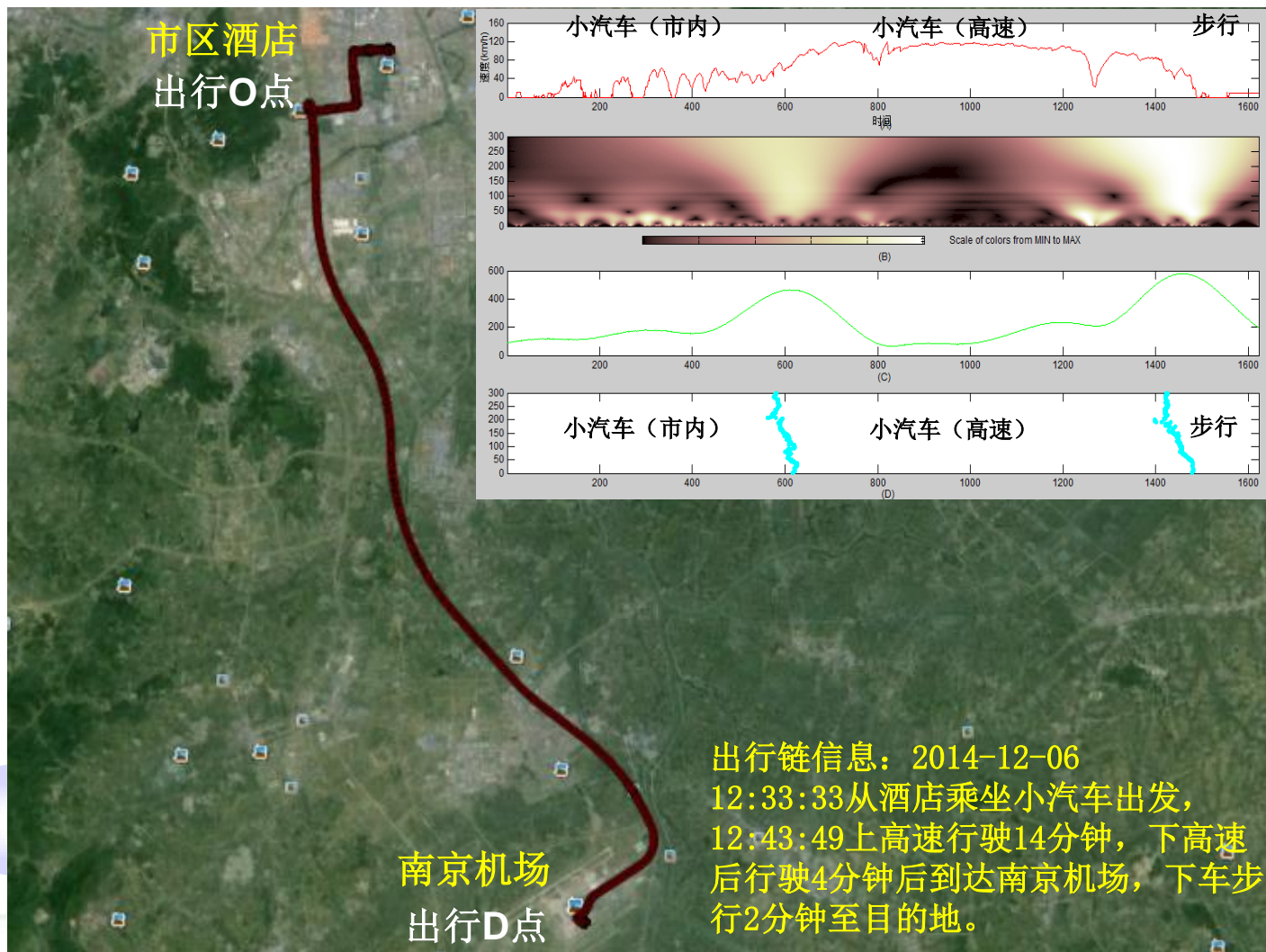
3、手机传感器精细化交通调查关键技术

3.5 技术应用实测案例（中山市）



3、手机传感器精细化交通调查关键技术

3.5 技术应用实测案例（南京市）



4、技术应用展望

4.1 公交线网优化

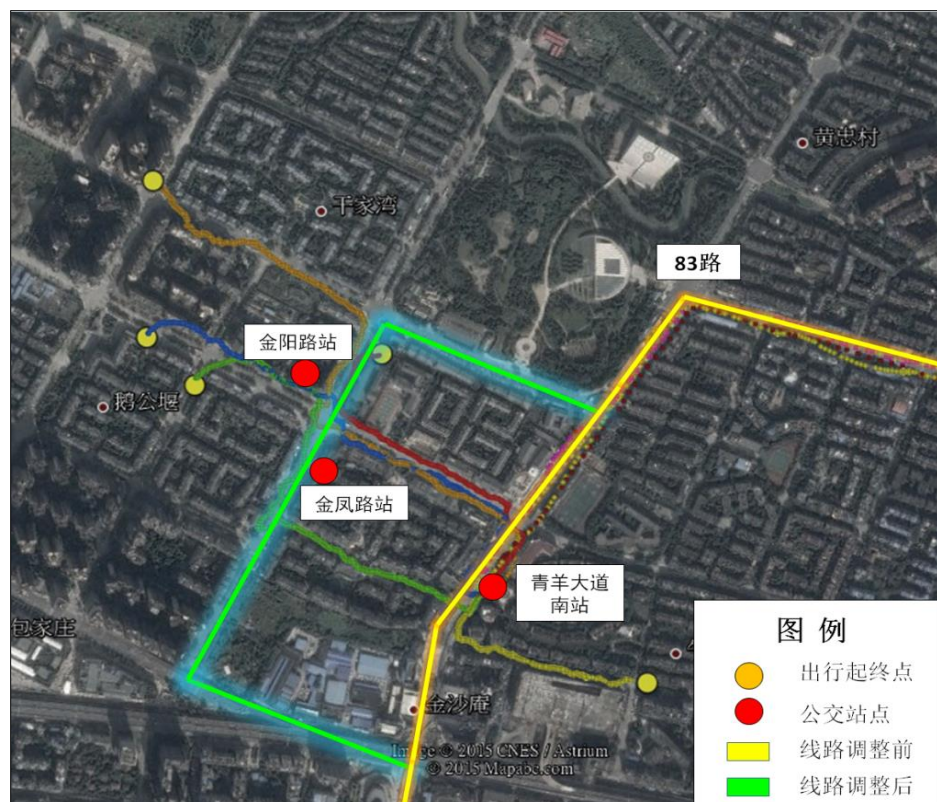
准确掌握个体出行线路真实轨迹，解决公交出行“乘车难”问题。



4、技术应用展望

4.1 公交线网优化

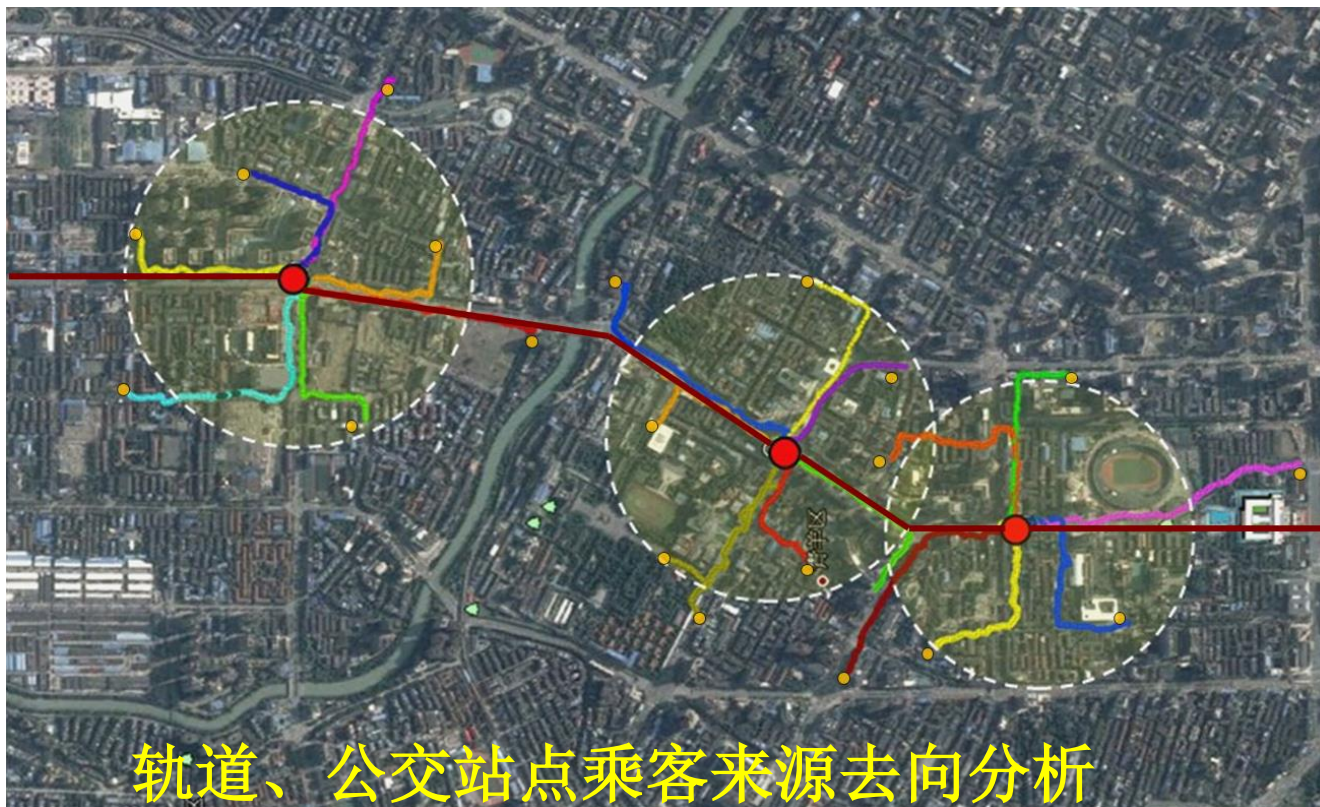
准确掌握个体出行线路真实轨迹，解决公交出行“乘车难”问题。



4、技术应用展望

4.2 轨道站点客源分析与接驳优化

- 1) 实现“门到门”居民出行链识别，优化公交线网与轨道交通发车时间、发车频率，提升换乘接驳效率；
- 2) 识别轨道、公交站点乘客来源、去向，优化“最后一公里”无缝接驳。



4、技术应用展望

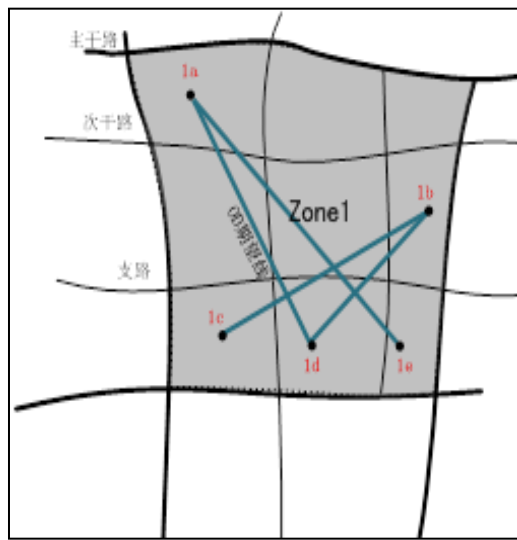
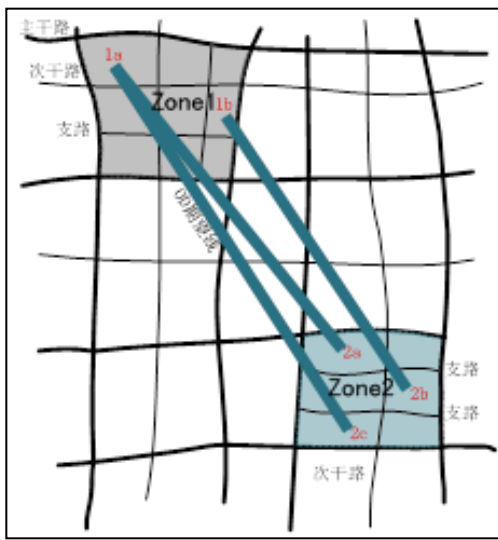
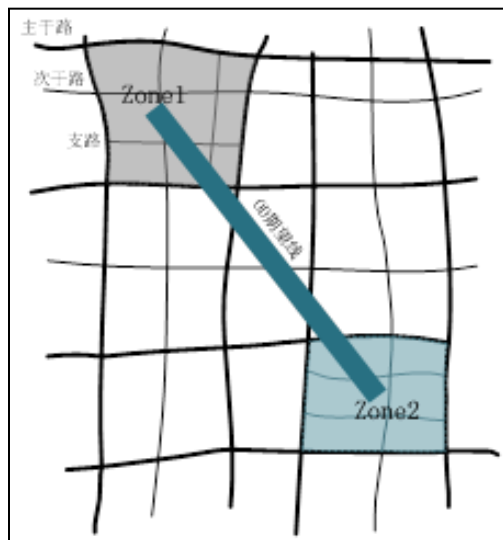
优化社区接驳巴士与轨道站点间距，优化接驳巴士发车间隔与轨道发车间隔。



4、技术应用展望

4.3 精细化出行数据改善传统交通规划模型

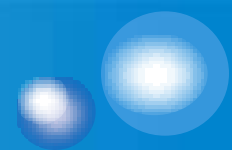
交通小区细分、出行路径校核、公交分担率标定、基于活动的新型交通模型构建。



(a) 传统交通小区OD期望线 (b) 小区内子区对外OD期望线 (c) 原小区内子区OD期望线

交通小区细分为交通子区的出行OD细化表达





汇报结束，谢谢！

