

# 手机信令数据在游客流量监控 方面的应用

陈圣威, 万红生, 宋逸, 戴斌, 刘磊

(浙江融创信息产业有限公司, 浙江 杭州 310000)

**摘要:**近几年旅游业呈现快速发展的良好态势,旅游项目投资、游客接待量、旅游总收入都处于快速增长状态,旅游业的发展对拉动地方经济也起到了积极的贡献。为了有效推进旅游业的健康、有序发展,景区及政府管理部门必须精准监控游客流量、了解游客分布,通过对整体趋势的把握为产业发展提供决策依据,找到一种有效方式实现游客流量监控是基础诉求。文章首先通过闸机客流监控、视频客流监控和基于运营商信令数据的客流监控等方式的横向对比,充分肯定了运营商信令数据在旅游行业的客流监控中的优势。其次通过阐述游客模型在区域人群类型区分中的运作原理,对基于运营商信令数据的客流监控方式系统性地作了介绍。然后结合湖州全域旅游平台的实际应用案例,对运营商信令数据在客流监控的应用价值进行了实例验证。最后针对在应用中出现的问题发起探讨并提出了优化思路。

**关键词:**景区;运营商信令数据;游客监控;游客模型

**中图分类号:**F59 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-5841(2020)02-0001-10

21世纪以来,随着时代与经济的快速发展,人民的物质条件日益提升,交通出行的便利化,人民大众对美好生活的向往日益强烈,而旅游就是“美好生活”的重要组成部分,旅游已从少数人的奢侈品发展成为人民群众大众化的日常消费,成为人民群众“美好生活”的重要内容,因此旅游业成为世界上增长速度最快、最大的服务产业之一。据国家统计局有关数据显

---

**作者简介:**陈圣威(1990—),男,浙江东阳人,学士,研究方向为智慧旅游以及旅游大数据业务;万红生(1974—),男,湖北武汉人,硕士,研究方向为信息产业;宋逸(1987—),男,浙江杭州人,学士,研究方向为信息产业;戴斌(1983—),男,浙江绍兴人,学士,研究方向为旅游大数据、物联网;刘磊(1987—),男,江西丰城人,学士,研究方向为旅游大数据。

示,2018年国内旅游市场游客人数已达到55.39亿人次,国内旅游总收入已经达到5.97万亿元,纵观2012~2018年国内旅游市场数据,增长十分迅速。七年间中国国内游客人数增加了25亿人次,旅游收入翻了一番,并且旅游市场规模和总收入依然维持着增长的态势。

旅游产业的飞速发展引起游客快速增长、旅游经济提升的同时,也给旅游产业监管部门带来了新的难题。因城市的旅游配套产业建设未能跟上,景区或城市还无法为如此众多的游客提供优质的服务,首先这会带来巨大的安全隐患,如2015跨年夜上海外滩踩踏事件,是一例比较典型的反面教材,事件暴露出了管理部门对游客流量的监控措施不完善,游客超过承载量却无法实时掌握。另外也是为了保证旅游产业可持续地健康、有序发展,为旅游产业结构优化以及规划建设提供依据,景区及政府管理部门必须精准监控游客流量、了解游客分布,因此找到一种有效方式实现游客流量监控是最基本的诉求。

面对以上新的挑战,近几年景区及城市纷纷运用信息化手段来提升自身的安全管理和运营水平,客流实时监控以及趋势预测自然是信息化系统中最基础的功能。在实际的场景应用中,也确实有多种不同的游客流量监控方式可以采用。

## 一、客流监控概述

目前常见的客流监控方式有以下几种:闸机客流监控、视频客流监控、基于运营商信令数据的客流监控。(当然也有旧式的人工统计,此处不作展开说明)

闸机客流监控获取的信息仅限于出入闸的客流,因此只适用于封闭式的景区管理。此种方式能最为精准地统计出景区的客流出入情况,但无法实时获知客流分布情况,对突发性大客流缺乏管理手段,存在较大安全隐患。

视频客流监控不仅能实现客流数监测,还可以让管理者在远程查看现场情况及历史录像。但视频客流监控也有其明显的弊端,首先该方式的成本投入大,必须安装大量设备,还需要持续的后期维护;其次容易受天气、光线等环境因素影响,监控效率不高;最后视频监控无法识别区分游客和工作人员,对重复进入的人员也无法有效识别,只能作简单的人次统计。

基于运营商移动手机信令数据的客流监控方式,是运营商通过基站接收移动终端在发生通话、短信、上网及变换寻呼区时产生的即时手机信令数据,从而获知用户的位置信息<sup>[1]</sup>。因此,基于信令数据的客流监控方式,

在客流感知上具备实时感知能力, 可让景区管理者掌握即时的客流分布<sup>[2]</sup>。另外该监控方式还具备另一点优势, 就是运营商掌握着用户的基础信息以及出行特征<sup>[3]</sup>, 可通过数据清洗、建模输出游客画像分析, 类似性别、年龄、客源地、驻留时长、重游率、游玩轨迹等维度的剖析, 这些脱敏数据可作为景区及旅游企业开展精准营销的参考依据。当然, 基于信令数据的客流监控方式也有其自身的局限性, 众所周知我国有移动、联通、电信三大运营商, 每一家运营商都有其不小的客户群体, 但彼此之间的数据不互通, 都只有自家的移动信令数据, 因此采集到的直接数据并不是全量数据, 而需要结合运营商自身的市场占有率对数据进行二次推算, 而运营商市场占有率的高低, 必然影响到推算数据的准确性。根据三大运营商 2018 年上半年的运营报告显示, 中国移动、联通、电信的移动用户数分别为 9.06 亿、3.02 亿、2.82 亿户, 我们可以看出, 中国移动的市场占有率高达 60.8%, 用户数远高于其他两家, 比联通、电信两家的用户之和还多, 因此中国移动的信令数据相对来说更具有参考价值, 比较适合引入。

综上所述, 三种不同的客流监控方式各有千秋, 最理想的情况当然是同时引入闸机、视频监控、信令数据等多种不同的客流监控方式, 通过不同方式的优势互补, 可满足各种场景下的客流监测需求。但是实际情况下很少有景区会这么做, 毕竟多种监控方式联合引入的成本相当高昂。

近几年全国各地大力发展全域旅游, 客流监控的面向对象不再是仅仅针对景区, 还需监测整个区县乃至城市的游客分布情况。闸机方式自不必说, 除了封闭式景区以外, 其他区域必然不会使用闸机, 该方式的场景局限性极大。而视频监控方式, 若涉及监控区域的变更、扩大, 首先需要进行设备的额外布设, 成本非常高昂, 若要统计全域客流, 就需要在全市范围内完成视频监控设备的统一布设, 这也很难做到, 而且即便完成了布设, 视频监控也只是对人数的无差别统计, 并不能针对性地进行筛查。因此, 从成本、应用场景、数据有效性等因素综合考虑, 基于手机信令数据的客流监控方式具备更高的实用价值。

## 二、游客模型

要实现基于手机信令数据的客流监控, 核心就是利用运营商的信令分析能力, 完成对游客的识别。传统的闸机方式, 通过售检票系统能区分出游客和非游客。但运营商信令数据是无差别获取的, 不能对游客进行直接鉴别。因此需要通过建立游客模型, 将信令数据中的非游客数据进行剔除, 还原真

实游客数据。

在实际场景中,一个区域内一般会出现以下几类人群:常住人员、工作人员、过路人员、游客,每种人群都有其自身特征。

常住人员:在一个较长日期段内,每日的23点~5点,大部分时间都出现在此区域;

工作人员:在一个较长日期段内,工作日的9点~17点期间,大部分时间出现在此区域;

过路人员:在此区域出现,但逗留时间比较短;

游客:在一个较长日期段内,在此区域出现过,但出现次数不多,且逗留时间相对较长。

基于不同人群所呈现出的特征,可根据他们之间的差异点建立游客模型。在游客模型中,我们将游客定义为:除常住地、工作地和漫游出界的人群外,在对象区域驻留达到 $\times$ 小时以上的人群作为游客,低于 $\times$ 小时以上的人群作为过路人员。(  $\times$ 小时默认为2小时,可调整)

该模型有两个核心规则,第一点是常住地、工作地的判定规则,主要依据是用户在工作时间、非工作时间内的信令规律与特征。对常住地的判别,就是在过去一个月的夜间时段内,该用户的手机信令出现天数最多,且累计驻留时长最长的地市/区县/区域,将其标记为常住地;对工作地的判别,就是在过去一个月的工作日9点~17点期间,该用户的手机信令出现天数最多,且累计驻留时长最长的地市/区县/区域,将其标记为工作地<sup>[4]</sup>。

另一点是将常住人员、工作人员剔除后,还需对游客与过路人员进行判定区分,主要依据是驻留时长上的特征,游客在特定区域的驻留普遍比过路人员要久。我们会根据监控区域的实际大小,对 $\times$ 小时这个界定时长值做调整,如果是行政区域面积较大的区域,例如杭州之类的大型地市,过路人员驱车从杭州边界的一侧驶入,在很多情况下是无法在2小时内从另一侧驶出杭州的,因此我们会将界定时长适当调高至3小时,从而减少过路人员的数据干扰;如果是内部景点较少的小型景区,基本上全程游览完不需要花费太多时间,我们会将界定时长调低至1小时。

通过建立该游客模型,实现常住人员、工作人员识别的同时,在过路人员的剔除上保留了很大的灵活性,可根据目标区域针对性进行游客界定时长的设定,尽可能地降低真实游客数据的误剔率。通过该模型的引入,通过人群行为特征来区分各类人群,从而可最大限度地还原真实的游客数据,提升基于手机信令数据的客流监控方式的准确性。

三、应用案例

从 2017 年开始，我们充分利用移动的手机信令数据资源及大数据分析技术，对信令数据应用在全域客流量监测上作了实践尝试，下面将对游客模型在湖州全域旅游平台中的实际应用进行说明。

我们通过对界定时长的调整，并与线下某景区闸机数据做比对验证，最终对景区采用 0.5 小时作为界定时长，可以发现两种不同统计方式的客流数吻合度较高（见图 1），能较为客观地反映真实的客流数变化趋势。

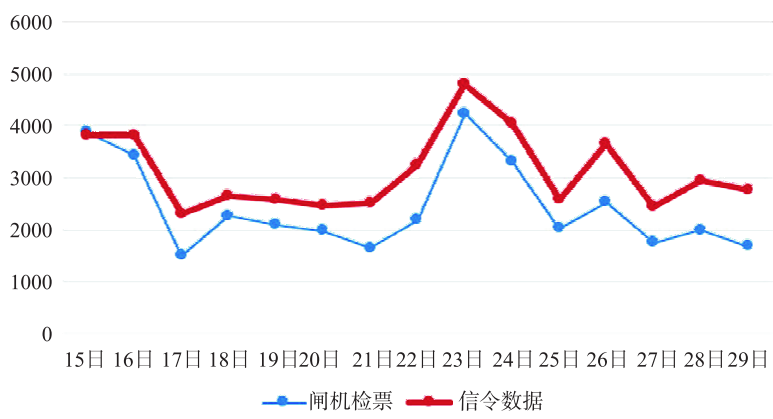


图1 湖州某景区闸机检票数据与手机信令数据对比

而针对湖州全域，全市及下属区县则统一采用了 2 小时作为游客界定时长，根据这个界定时长统计出的数据与线下经验数据的趋势较为吻合，偏差最小。我们最终将该游客模型应用于以下几个层面，并作了相应的游客分析：

（一）全域、景区实时客流量分析

统计湖州全市/各区县/各景区每个时刻的实时游客量（见图 2），以 2019 年 1 月 18 日的湖州市游客数据为例。

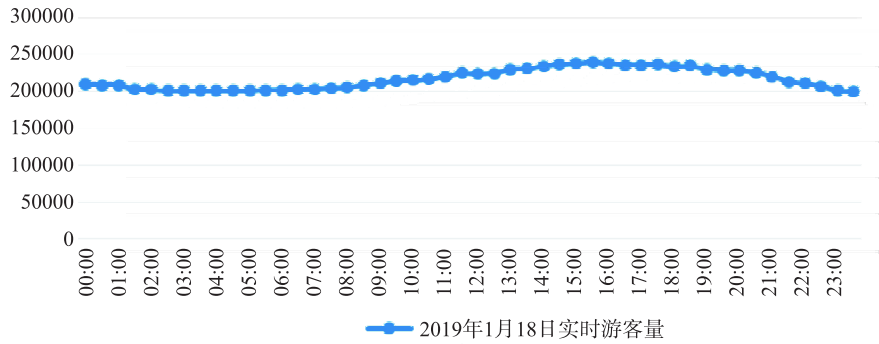


图2 湖州全市实时客流分析

## （二）游客构成分析

统计湖州全市/各区县/各景区前一日的游客性别、消费能力、年龄构成情况，以 2019 年 1 月 18 日的湖州市游客数据为例，湖州市总游客数为 272965 人，按性别统计，男性占比 60.9%、女性占比 39.1%；按通信消费能力统计，低消费群体占比 23.9%、中等消费群体占比 28.9%、高端消费群体占比 47.2%；按年龄构成统计，游客主要集中在 18~35 岁、36~60 岁两个年龄段，分别为 126852 人、128381 人（见图 3）。

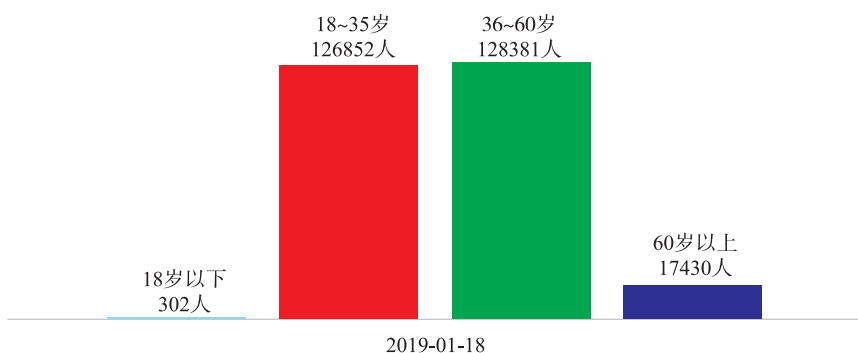


图3 湖州市游客年龄构成分析

## （三）游客驻留时长分析

统计湖州全市/各区县/各景区指定时间段的不同驻留时长游客分布情况（见图 4），以 2019 年 1 月 18 日的湖州市游客数据为例，游客停留时长超过 18 个小时，基本上可认定为在湖州市内住宿过夜的游客，游客数量达到 116339 人，占湖州总游客数比例为 42.6%。

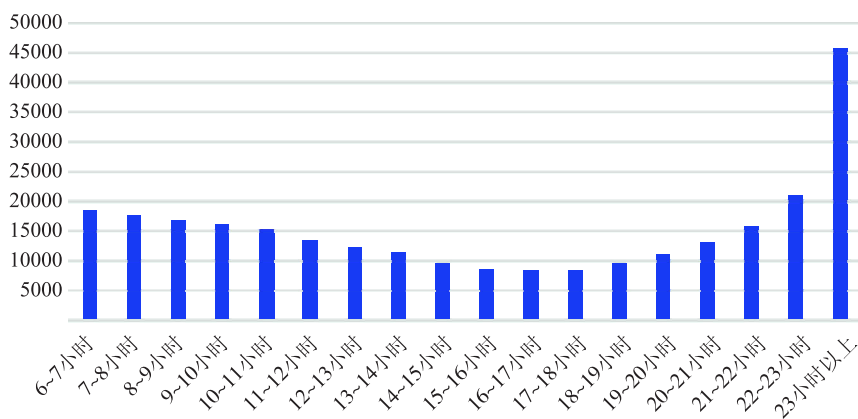


图4 湖州市游客驻留时长分析

(四) 游客来源分析

统计湖州全市/各区县/各景区游客的来源地构成，包含来源国家、省份、省内地市等多个维度，以 2019 年 1 月 18 日的湖州市游客数据为例，湖州市总游客数为 272965 人，包含境外游客 387 人，国内游客（含港澳台）272578 人；浙江省内游客 166249 人，其中省内游客以湖州市内游客居多（见图 5）。

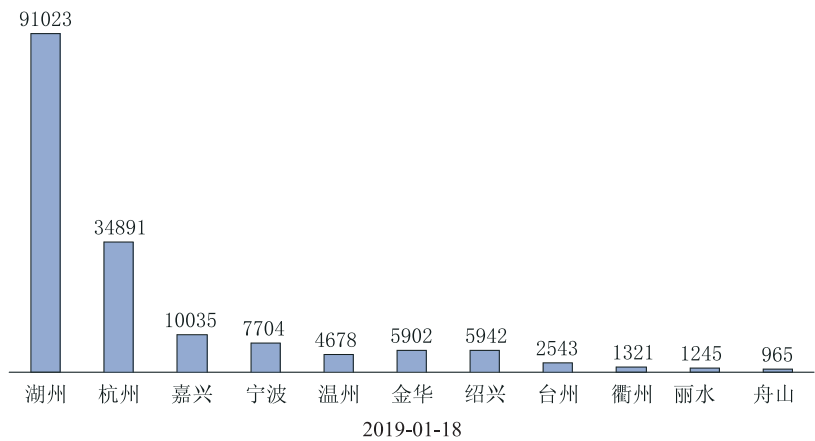


图5 湖州市省内游客来源分析

(五) 历史客流分析

统计湖州全市/各区指定时间段的历史客流数据见图 6。

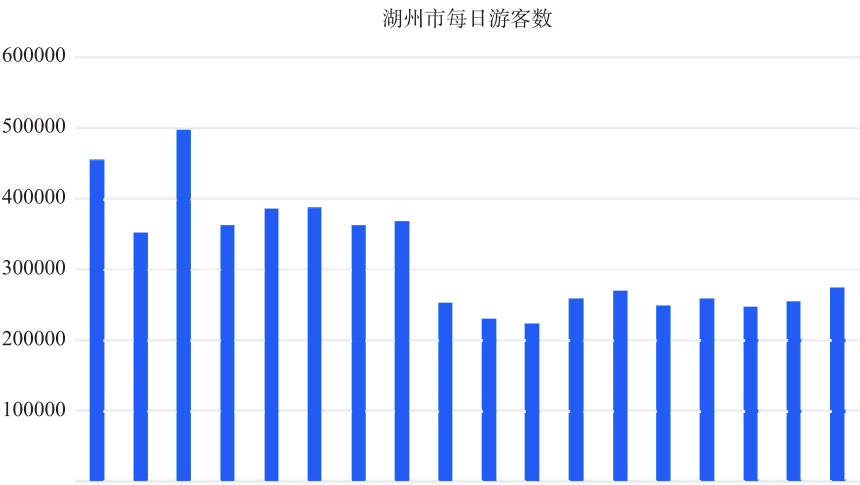


图6 湖州市历史客流分析

(六) 来源地和驻留时长融合分析

统计湖州全市/各区县/各景区指定省份来源多地市游客的不同驻留时长

分布情况见图 7，不含湖州市内游客。

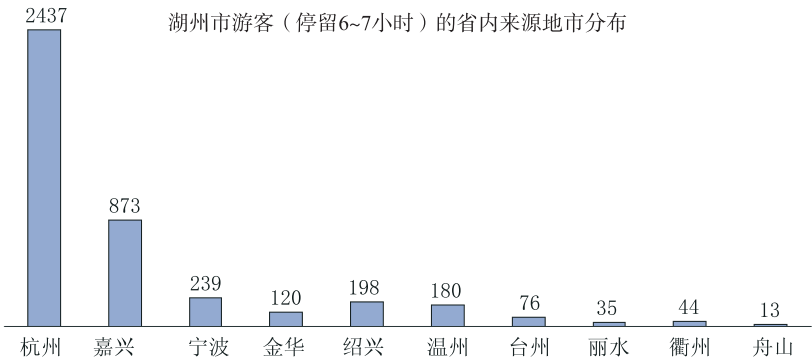


图7 湖州市游客省内来源地和驻留时长融合分析

(七) 实时热力图展示

显示湖州全市/各区县/各景区的实时热力分布图见图 8。

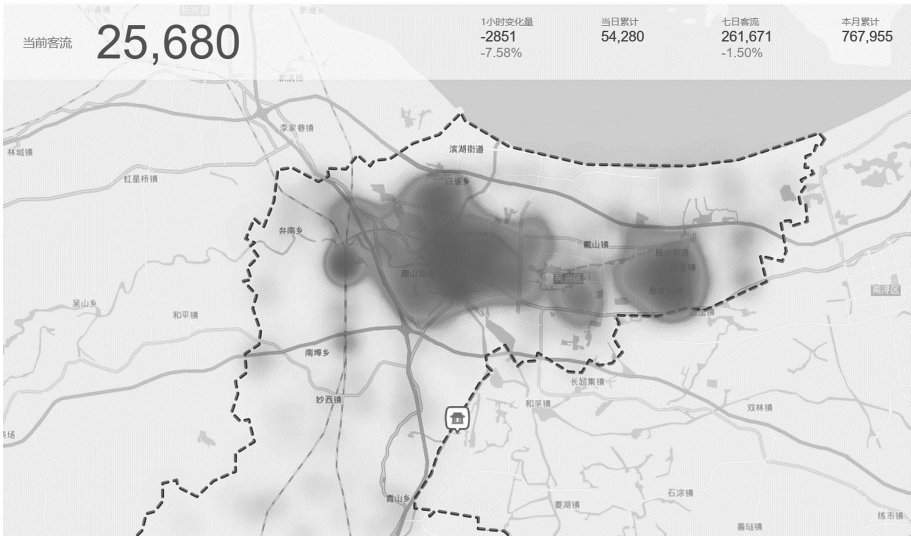


图8 湖州市热力分布图

四、问题探讨及优化思考

(一) 问题探讨

目前基于手机信令数据的游客监控方式已在浙江多个地市中进行了实际应用，整体上也获得了使用者的认可，但受到当前手机信令采集方法的影响，在实际应用中也确实暴露出一些问题。

首先，当用户不打电话、不发短信时，只能通过周期性位置更新机制来主动获取手机所在位置，周期一般介于 30 分钟到 60 分钟之间。由于信令数



据的采样频率低, 因此对手机的轨迹跟踪是非连续的, 用户在短时间内发生的位置变化情况将无法被准确获取, 最大的误差就是两个周期内的位置变化情况未被获取到<sup>[5]</sup>。

另外, 针对高速公路沿线、火车站、飞机场等人员流入流出频繁且驻留等候时间较长的区域, 对游客的判定不是很准确, 会影响对全域游客的统计。

最后, 寒暑假学生放假、春节前后务工人员的返乡等大规模的群体迁徙行为, 也会影响游客模型对游客人群的识别, 因为迁徙行为会引起人员常住地、工作地的变更, 导致部分非真实游客在一段时间内被误判别成游客。

## (二) 优化思考

针对以上存在的问题, 提出以下几点优化思路:

进一步提升手机信令采样频率, 更好地获取用户在短时间内的位置变化情况, 从而更实时地感知客流分布情况。

优化全域游客与过路人员筛除机制, 将高速公路出入口、服务区、火车站、飞机场等人流集散场所设定为特殊区域, 用户信令仅在以上几个特殊区域驻留时, 不计入有效驻留时长, 只有在其他区域的驻留时长达到界定条件, 才判定为游客。

优化常住地、工作地的判定规则, 将判定的时间线拉长, 不只是取过去一个月的数据来判断, 需以更长的时间段作为常住地、工作地的判断时间依据, 比如一年。这样, 寒暑假、春节的人员迁徙将不会对游客模型失效。

当然, 以上模型的优化必然涉及模型复杂度的提升, 而这将需要耗费更多的人力、资源以及经济成本投入, 同时伴随着的影响还有数据生成效率的降低。因此对于数据也不可一味地追求理论准确性, 而需立足在具体的应用场景上作一定取舍。针对数据精准度要求没那么严苛的场景, 像关注客流时空分布情况的都市安全预警, 以及关注时间段内客流变化趋势的全域/景区客流大数据分析等场景, 目前的游客模型已完全适用, 不必再做过多的优化。但若需要针对更小范围区域作精准的客流统计, 比如小区人员出行情况分析, 在模型优化上还大有可为。

## 五、结语

基于运营商信令数据的游客监控, 应用价值广泛, 不仅可应用在旅游行业中的客流量监控, 输出游客画像分析为旅游企业提供定向营销依据, 也可将运营商信令数据作为基础, 融合 OTA、交通、住宿、消费等第三方数据,

可以挖掘出更有价值的全行业信息,为旅游业及相关产业融合发展提供思路,全面推动全域旅游稳健发展。

### [参考文献]

- [1] 胡忠顺,王进,朱亮. 基于手机信令数据的大客流监控应用研究 [J]. 电信技术, 2017 (4): 21-25.
- [2] 李青,严学纯,陈思中. 基于移动信令数据分析的位置服务与基站定位技术的混合应用 [J]. 电信科学, 2017, 33 (8): 155-162.
- [3] 杜翠凤,蒋仕宝. 基于移动信令数据的用户出行特征研究 [J]. 移动通信, 2015, 39 (23): 9-12.
- [4] 沈泽,雒江涛,周云峰,等. 基于移动网络信令的区域人群属性分析的研究与应用 [J]. 计算机应用研究, 2014 (3): 756-759.
- [5] 周涛,唐小勇. 手机信令数据在交通规划中的应用及思考 [J]. 重庆山地城乡规划, 2015 (5): 25-30.

## Application of Mobile Signaling Data in Tourists Flow Monitoring

CHEN Shengwei, WAN Hongsheng, SONG Yi, DAI Bin, LIU Lei

(Zhejiang Rongchuang information industry co. LTD, Hangzhou 310000, Zhejiang, China)

**Abstract:** In recent years, the tourism industry has shown a good momentum of quick development. Rapid growth has happened in the investment in tourism projects, the number of tourists, and the total industry revenue, which helps vastly boost regional economy. To promote the healthy and orderly development of tourism industry, scenic spots managers and government departments should both take much count of monitoring tourist flows and the spatial distribution of tourists. Wise development decisions need to be made on the basis of a comprehensive and deep understanding of industrial trend. As a result, finding effective ways to increase accuracy of monitoring tourist flows becomes the basic demand. By horizontally comparing the features of gate machine, video surveillance and signal monitoring based on mobile signaling data, the article firstly fully affirmed the advantages of mobile signaling data in passenger flow monitoring. Secondly, it systematically introduced the passenger flow monitoring method based on mobile signaling data by explaining the operation principle of the tourist model in the division of regional crowd types. The value of mobile signaling data has been verified in passenger flow monitoring with the case of Huzhou Global Tourism Platform. At last, problems occurred during method application are discussed and several optimization ideas have been put forward.

**Keywords:** scenic spots; mobile signaling data; tourists monitoring; tourist model