

BDS 和 GIS 支持下的智能服务手环设计与实现

王雅澜¹, 赵占鳌¹, 赵 诣², 张淑颖³, 杨 旭¹, 简 季¹

(1. 成都理工大学, 四川 成都 610059;

2. 南方科技大学, 广东 深圳 518055;

3. 上海第二工业大学, 上海 201209)

摘 要:在经济社会发展的推动下,人们对于精神生活有更大的需求,其中城市大型游乐场是人们享受生活的一个重要场所。由于人流密度大,信号干扰强等原因,传统的路径规划模型在城市大型游乐场的环境下并不适用。文中将北斗卫星导航系统(Beidou navigation satellite system, BDS)与地理信息系统(geographic information system, GIS)相结合,设计实现了一款智能服务手环及一套用于服务的智能云平台。该系统基于地理特征近似识别与路径规划等算法,结合北斗导航系统提供的人流环境特征,完成了人流密度显示、最佳游乐设施点选取、最佳游玩路线确定、危险或溢出预警以及危险求救等功能。在以成都市欢乐谷为例的实验中,该系统极大地提升了用户实际的游玩体验,同时在一定程度上优化了大型游乐场的人流分配。

关键词:大型游乐场; BDS; GIS; 智能服务手环

中图分类号: TP311; P208

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2020)01-0201-05

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2020.01.036

Design and Implementation of Intelligent Service Ring Supported by BDS and GIS

WANG Ya-lan¹, ZHAO Zhan-ao¹, ZHAO Yi², ZHANG Shu-ying³, YANG Xu¹, JIAN Ji¹

(1. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China;

2. Southern University of Science and Technology, Shenzhen 518055, China;

3. Shanghai Polytechnic University, Shanghai 201209, China)

Abstract: Driven by economic and social development, people have greater demands for spiritual life, among which the large amusement park in the city is an important place for people to enjoy life. However, the traditional route planning model is not applicable to urban amusement parks due to the large crowd and strong signal interference. Combining the Beidou navigation satellite system (BDS) with geographic information system (GIS), we design and implement an intelligent service bracelet and a set of intelligent cloud platform for service. Based on the algorithms of approximate geographic feature recognition and route planning, combined with the features of pedestrian environment provided by the BDS, the system has completed the functions of human flow density display, selection of the best amusement facilities, determination of the best tour route, early warning of danger or overflow and danger rescue. The experiment taken in Happy Valley in Chengdu shows that the system extremely enhances customer playing experience, and optimizes the crowd distribution in large urban amusement parks to a certain extent at the same time.

Key words: large urban amusement park; BDS; GIS; intelligent service bracelet

0 引 言

随着社会经济的发展,人们从解决温饱问题转移至重视生活享受,其中最为重要的一项娱乐点即城市大型游乐场,以迪士尼、欢乐谷、方特等大型游乐场品牌为代表的游乐场相继建成并投入使用。然而,迄今

为止,游乐设施排队时间长、人流与资源不匹、游客安全无保障等问题依然存在且严重。游乐场管理层也为上述问题提出了一系列解决方案,如人工疏散客流、设备定时巡检、设置儿童暂管处等,但这些方案多为人工处理,费时费力又无法达到预期效果,为游客带来了不

收稿日期: 2019-03-01

修回日期: 2019-07-02

网络出版时间: 2019-09-25

基金项目: 四川省大学生创新创业训练计划项目(201810616157)

作者简介: 王雅澜(1998-),女,研究方向为地理信息科学;简 季,通讯作者,教授,研究方向为地理信息科学。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20190422.1437.002.html>

良的游玩体验。而现有的智慧旅游系统的研究与使用也只局限于国家 A 级旅游景区、自然风景区、历史景观区等^[1-2],未实现在城市大型游乐场的使用,因此,研究并设计出一款为大型游乐场服务的智慧系统迫在眉睫。

文中将以上问题分为两类:游客选取最佳游乐设施点问题以及游客自身安全问题。针对这两个问题,设计了一款内嵌模块、可穿戴、可重复利用的智能服务手环和基于北斗定位系统和地理信息系统的智能云平台,实时为游客提供人流密度显示、人员信息匹配、最佳设施点选取、最佳游玩路线设计、危险区或溢出区警告、求助信息发送等服务,提高游客游玩体验,方便游乐场管理层的有效管理。

中国北斗卫星导航系统(Beidou navigation satellite system, BDS)是中国自行研制的全球卫星导航系统,属于主动式双向测距二维导航,通过地面中心控制系统解算,提供给用户三维定位数据。除了具有 GPS 卫星定位的功能以外,还增加了通讯功能,已具备区域导航、定位和授时能力,定位精度 10 米,测速精度 0.2 米/秒,授时精度 10 纳秒^[3]。中国于 2018 年 11 月 19 日成功完成北斗三号基本系统星座部署,并于 12 月 27 日宣布北斗三号开始提供全球服务,使得北斗卫星导航系统的功能更强大、使用范围更广泛。地理信息系统(geographic information system, GIS)是对

地理现象进行数据采集、存储、管理、运算、分析、显示和描述的空间信息技术,它以位置和地理信息为核心和基础,解决有关地理信息的问题。

1 总方案设计及工作流程

现有的监测人流密度的方法大多利用视频监控^[4]或红外预警方式^[5],最新发展起来的是采用 WiFi 探针技术实现人流量预告^[6],而这些方法普遍存在成本高、易受环境影响等问题。而 BDS 能够利用现有资源,在基本不受环境影响的情况下提供人流位置坐标,且成本小,仅需要嵌入北斗功能集成模块即可完成作业。

文中为智能服务手环设计了两个模块:(1)服务模块。GIS 技术中心可根据 BDS 获取位置坐标,通过串口传输数据,利用位置信息在 GIS 系统中进行人流密度监测,并以此为基础为游乐场游客解算最佳游玩设施及最佳游玩路径,同时使整个游乐场设施资源与游客需求相匹配,达到分流的目的^[7-8];(2)安全模块。GIS 技术中心利用 BDS 在整个游乐场园区设置电子围栏,实时监控游客所在位置是否溢出或处于危险区域,并在上述情况发生时向游客发送危险警告信号,另外游客也可在自身发生危险时向中心发送求救信号^[9-10]。该智能服务手环的工作流程如图 1 所示。

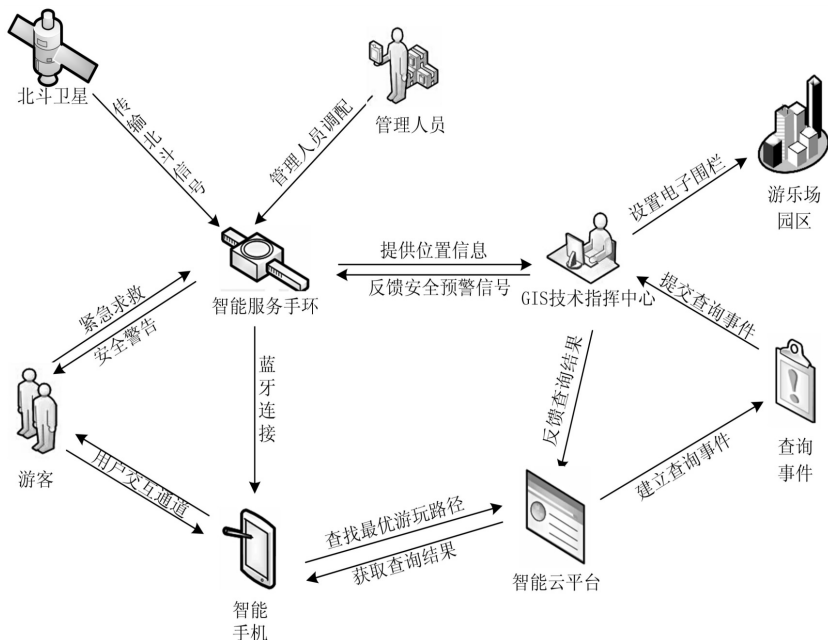


图 1 工作流程示意

2 核心方案设计

2.1 服务模块

该设计最核心的方案是显示人流密度,为游客提供最佳游玩设施点和最佳游玩路径。该方案涉及到的

数据有游乐设施点、可通行道路、由 BDS 获取的所有信号点和游客本体信号点,主要步骤如下:

(1)利用所有信号点进行核密度分析,输出分析结果;

(2)利用游乐设施点进行欧式分配,获得各设施

点的服务范围,基于该服务范围对步骤1的结果进行分区统计,得到各服务区平均人流值,根据游乐设施运行一次的承载人数建立等待时间函数,确定各设施需要等待的时间^[11];

(3)利用游客本体信号点、游乐设施点、可通行道路进行网络分析,获取本体信号点到各设施点的最短时间路径,提取该路径花费时间,与步骤2中等待时间进行比较,获取最大值,利用该值建立新字段,即成本时间,比较获取所有成本时间中的最小值,将该最小值对应的设施点作为最佳设施点输出,将最佳设施点设置为本体信号点,并删除该点;

(4)对步骤3进行循环遍历,直到遍历完所有游乐设施点,按顺序输出所有最佳设施点序号,得到路径停靠点顺序,再进行最短路径分析,输出最佳游玩路径^[12-16]。

以成都欢乐谷为例,在整个园区内获取1 000个信号点和1个游客本体信号点,以遥感影像为数据源,使用ArcGIS获取园区边界矢量数据、道路矢量数据、游乐设施点矢量数据,并根据现实情况为数据赋予一定的属性值,例如人走路速度、道路通行时间等。

其中,根据已有信号点数据、核密度分析数据及设施点服务区数据统计得到实际人数和预估人数两组数据,使用MATLAB对两组数据进行函数拟合分析,发现一次函数关系拟合精度最佳(见表1),符合拟合精度条件,得到实际人数和预估人数之间的函数关系 $y=0.001x-0.0361$ (见图2);通过查阅资料,得到游乐设施运行一次所需时间和可承载人数,同理发现三次函数关系拟合精度最佳(见表1),符合拟合精度条件,得到等待时间与可承载人数之间的函数关系 $y=0.0001x^3-0.0148x^2+0.6671x-3.047$ (见图3)。

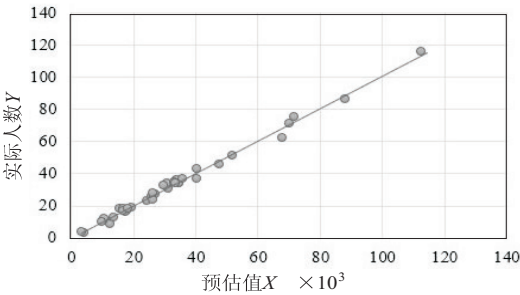


图2 实际人数与预估人数函数关系

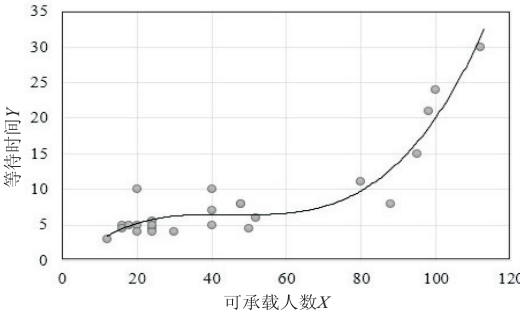


图3 等待时间与可承载人数函数关系

表1 拟合精度

函数关系式	拟合系数 R 值 (R-square)
$y=0.001x-0.0361$	0.9924
$y=0.0001x^3-0.0148x^2+0.6671x-3.047$	0.9527

利用上述数据与函数关系对服务模块设计合理性进行检验,此处仅选择“欢乐时光”区作为示例,将人流密度热力图叠加在解算得到的最佳游玩路线上。可以发现,解算得到的最佳游乐设施点和最佳游玩路径与人流密度情况基本吻合,能够提供有效信息,设计合理。将实验结果通过图形(见图4、图5)进行三维显示。

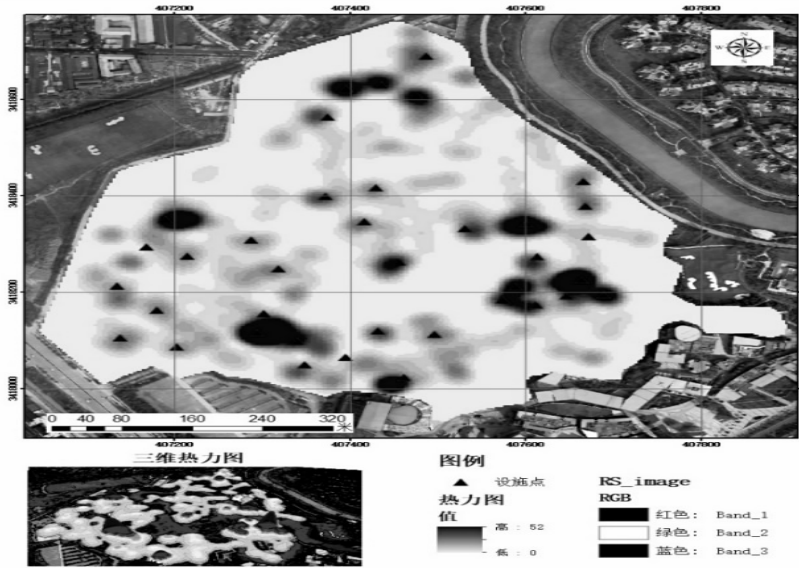


图4 人流密度热力图

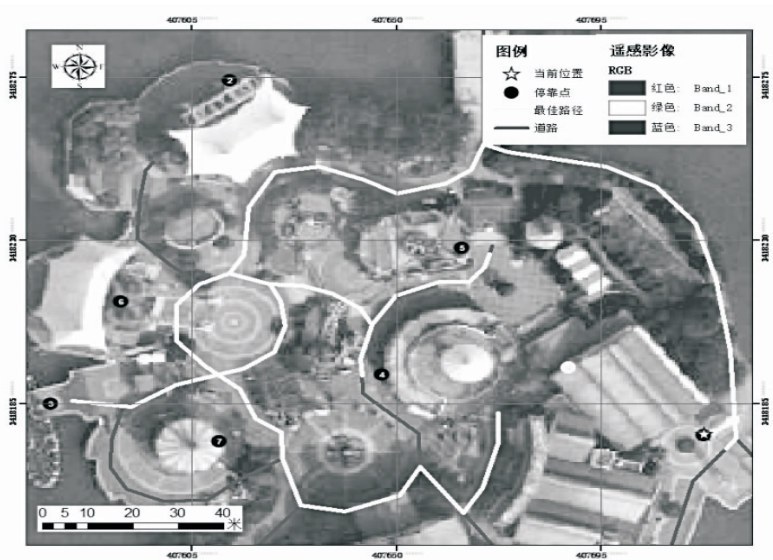


图 5 最佳游玩设施与最佳路径

2.2 安全模块

出于对游客安全问题的考虑,智能服务手环为游客设计了安全服务模块。该方案主要步骤为利用北斗定位技术在园区周围设置电子围栏,并在地图上相应边界处划定安全区域范围,将获取的游客本体信号点输入,对该点进行范围判断,若在划定范围内,则不反馈信息,继续监测;若不在划定范围内,则发送危险警告信号。

3 软硬件设计

3.1 硬件设计

该智能手环的核心模块为北斗导航定位模块、北斗通信模块、蓝牙模块,将这三个模块集成,构成智能服务手环的最核心集成块。

北斗导航定位模块是智能服务手环实现服务模块的核心,采用星通产业旗下的和芯星通 UM220-III NL BD2/GPS 双模定位模块。该模块是目前市场上尺寸最小的完全国产化 BDS/GPS 模块,集成度高,定位导航功能出色,支持单系统和多系统联合定位^[11-12]。北斗通信模块是智能服务手环实现安全预警的核心模块,采用北京国翼恒达导航科技的 GYM2002A 北斗 RDSS 通信基础模块,该模块体积小,功耗低,性能可靠^[13]。蓝牙模块是将智能服务手环与智能手机相连接,使游客在智能云平台上获取服务的重要模块,采用深圳天工测控技术的 SKB369(A) 模块。所选取的模块均能够在较为极端的环境下正常运行,使用寿命较长,符合该智能手环设计的需要。

通过底板布线,将核心处理板、三大核心模块、电池、电子显示屏、按钮等部件相连接,获得该智能手环的集成电路板。智能手环终端硬件结构框图如图 6 所示。

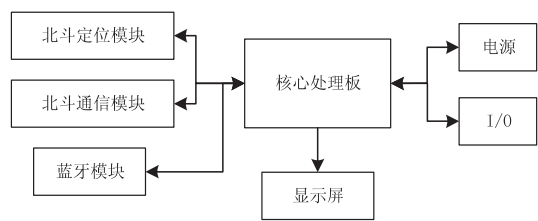


图 6 智能手环终端硬件结构框图

3.2 软件设计

基于以上核心方案设计,利用 C# 和 ArcGIS Engine 开发库进行该智能云平台系统设计与开发。软件设计了两个核心业务类 ServiceModule 和 SecurityModule,分别对应服务模块和安全模块并包含各模块所需的方法。

其中涉及到连接 BDS 模块并将信号传回、解析坐标并进行图层显示、核密度分析、欧式分配、分区统计、最短路径分析、成本时间计算、最佳设施点提取、设施点游玩顺序提取、空间拓扑查询等核心方法。软件运行计算结果与前文中成都欢乐谷案例相同。

3.3 外观设计

该手环主要由屏幕、集成电路板、电池、外壳及表带构成,使用 Rhino 对该手环的外观和内部结构进行设计,得到三维建模设计图,其爆炸图如图 7 所示。该建模完全依据硬件设计的可靠性完成。



图 7 三维建模爆炸图

4 实验案例

在该系统正式进行科学性检验之前,对硬件的用户选择性进行了调查,选取成都欢乐谷及深圳世界之窗周围的1 000名分散游客进行问卷调查,其中包括10~50岁的青少年和中青年,青年群体占多数。有73.5%的人愿意使用该系统并且认为该系统具有实际的使用价值;45%左右的人认为可以将该系统植入微信等常用手机软件,方便游客使用。调查结果从用户需求方面肯定了该方案的设计。

问卷调查结束后,该系统分别在成都市欢乐谷、深圳市世界之窗进行了实地实验。实验环境选取在人流密度较大的节假日期间,实验时间由早上8点至下午5点,贯穿整个游乐园白天开放时间,实验具有可靠性。在实验中,该系统在指导行人进行游玩、避免人流拥挤与溢出预警方面展现出了较强的实用性。参与实验的用户的平均游玩时间相较其他用户缩短接近40%,同时游玩体验有了较大提升。对于模拟的游乐场管理者,相比于原来能够更加轻松地掌握游客的位置信息、安全信息以及游玩状态,从而快速而有效地做出决策。整体实验情况良好,符合预期标准。

5 结束语

针对城市大型游乐场出现的各种问题,结合BDS和GIS,提出了一套解决方案,利用ArcGIS对这套解决方案进行小范围实验验证,并为此设计了一款智能服务手环及其对应的智能云平台。利用C#和ArcGIS Engine开发库进行了桌面端软件设计与开发,并在成都和深圳进行了实际检验。检验结果表明,该方案可以有效缓解游乐场人员拥堵、人员安全等问题,同时为游客游玩和园区管理提供服务,减少了游客的等待时间,提高了园区管理者的管理效率与效果。

参考文献:

- [1] 敬 铅,孔新兵. 基于北斗和物联网技术的智慧旅游应用系统设计[J]. 移动通信,2013(15):15-18.
- [2] 李 颖,方 兴. 基于“北斗+WIFI”的智慧旅游景区云平台及关键技术研究[J]. 现代商业,2017(15):49-50.

- [3] 沈磊贤,庞佳逸,张卿云,等. 基于北斗导航的定位服务平台设计与实现[J]. 计算机技术与发展,2019,29(1):173-177.
- [4] 时升云. 基于智能视频监控的人流量统计系统研究[D]. 沈阳:东北大学,2010.
- [5] 吴小林. 红外光控人流量统计系统[J]. 现代电子技术,2013,36(20):124-126.
- [6] 徐 畅. 基于WiFi的人流量监控系统的设计与实现[D]. 北京:北京邮电大学,2017.
- [7] 郭 婧,张立朝,王科伟. 基于ArcGIS Server构建地理信息服务[J]. 测绘科学,2007,32(3):91-93.
- [8] JOHNSTON K, VER HOEF J M, KRIVORUCHKO K, et al. Using ArcGIS geostatistical analyst[M]. Redlands: Ed. ESRI, 2001.
- [9] WONG W S D, LEE J. Statistical analysis of geographic information with ArcView GIS and ArcGIS[M]. N. J.: Wiley, 2005:25-36.
- [10] SCOTT L M, JANIKAS M V. Spatial statistics in ArcGIS[M]//Handbook of applied spatial analysis. Berlin: Springer, 2010:27-41.
- [11] 时 峰. 基于角点检测的地理特征遥感识别系统[J]. 科技通报,2015,31(10):208-210.
- [12] BAST H, DELLING D, GOLDBERG A, et al. Route planning in transportation networks[M]//Algorithm engineering. Berlin: Springer, 2016:19-80.
- [13] HAN Chunhao, YANG Yuanxi, CAI Zhiwu. BeiDou navigation satellite system and its time scales[J]. Metrologia, 2011,48(4):S213.
- [14] YANG Yuanxi, LI Jinlong, WANG Aibing, et al. Preliminary assessment of the navigation and positioning performance of BeiDou regional navigation satellite system[J]. Science China Earth Sciences, 2014,57(1):144-152.
- [15] YUAN Zhonghu, ZHANG Zhimin, HAN Xiaowei, et al. Design of the positioning device for the volatile crowd based on the BD satellite[C]//2015 international conference on engineering management, engineering education and information technology. Paris, France: Atlantis Press, 2015:527-530.
- [16] DANIEL D, SANDERS P, SCHULTES D, et al. Engineering route planning algorithms[M]//Algorithmics of large and complex networks. Berlin: Springer, 2009:117-139.