

DOI:10.13409/j.cnki.jdpme.2020.04.023

我国边疆城镇精细化管理技术研究*

张新¹, 仵倩玉^{1,3}, 邓晚倩^{1,3}, 王伟胜²

(1. 中国科学院遥感与数字地球研究所遥感科学国家重点实验室, 北京 100101; 2. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 新疆 乌鲁木齐 830011; 3. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要:智慧城市的发展对城市安全提出了更高的要求,提升城市管理与应急响应水平是提高城市安全水平的重要保障。城市三维场景快速重建与精细化管理是智慧城市构建的重要支撑技术。针对我国边疆城镇地区社会稳定和公共安全管理的应用需求,提出了航天、航空、地面、室内外一体化的数据采集与处理方法,解决了基于高性能计算的大规模倾斜三维影像数据快速建模关键技术。以我国西部边疆典型城镇新疆库尔勒市为试验区,开发城市精细化管理系统,实现城市人口信息的精细化管理及突发事件应急响应预案的动态模拟等应用功能,验证了研究内容的合理性与实用性。

关键词:精细化管理; 城市维稳; 三维建模; 室内外一体化

中图分类号: F299.2 文献标识码: A 文章编号: 1672-2132(2020)04-0673-06

Research on Fine Management Technology of Border Towns in China

ZHANG Xin¹, WU Qianyu^{1,3}, DENG Wanqian^{1,3}, WANG Weisheng²

(1. Key Laboratory of Remote Sensing of China, Institute of Remote Sensing and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 2. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, 818 South Beijing Road, Urumqi 830011, China; 3. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: The development of smart cities puts forward higher demands on urban security. Improving the level of urban management and emergency response is an important guarantee for improving the level of urban safety. The rapid reconstruction and refined management technology of urban three-dimensional scenes is an important supporting technology for the build of the smart city. In view of the application requirements of social stability and public safety management in China's border towns, this paper proposes a data acquisition and processing method for aerospace, aviation, ground, indoor and outdoor integration, and solves the key technology for rapid modeling of large-scale tilted three-dimensional image data based on high performance computing. Taking the Korla city of Xinjiang, a typical town in the western border area of China, as the experimental area, the fine management system of the city was developed, which realized the application function of the detailed management of urban population information and the dynamic simulation of emergency response plan. Results verify the rationality and practicability of the method presented in this study.

Keywords: refined management; urban stability; three-dimensional modeling; indoor and outdoor integration

* 收稿日期:2018-07-16;修回日期:2018-12-11

基金项目:国家重点研发计划项目(2017YFB0504201)、国家自然科学基金项目(61473286)资助

作者简介:张新(1974-),男,研究员,硕导,博士。主要从事防灾减灾技术方面的研究。Email:zhangxin@radi.ac.cn

引言

随着我国社会经济的整体快速发展,尤其是“西部大开发”战略实施、智慧城市规划与试点的推进、新型城镇化战略规划的逐步深入,需要具有区域特色的建设模式探索、关键技术突破和典型应用案例的先导性示范,为新型城镇综合信息平台构建、推广、应用奠定基础。

智慧城市是一项复杂的系统性工程,由于缺少统一的智慧城市架构体系,不同地域、不同机构的研究侧重点差异较大,其发展模式有待确立^[1-2]。在国外的相关研究中,重点关注的往往是智慧城市在物联网、传感器、大数据、信息与通讯技术和云计算等领域^[3-4]。在国内的相关研究中,往往重视顶层设计,以政府推动为主导,东部发达城市为先锋的模式开展^[5],针对城市自身特色,尤其是针对中国西部边疆中小城市,进行差异化发展的探索相对较少。在城市安全与应急管理的相关研究方面,李纲等^[6-8]探讨了智慧城市应急决策情报体系的框架和运行机制,A. Ángel等^[9-11]探讨了应急场景下的管理应对方案,S. Hoossein等^[12-14]开展了对灾难场景下智能决策与应急服务支持方面相关研究。综合来看,目前面向国内边疆城市安全相关研究中,对于高效构建城市精细化管理服务体系,提升应急决策水平的实践仍需要进一步探索。

为了更加智能高效的应对城镇突发事件,保障城镇安全稳定运行,需要进行紧急态势场景真实重现,为城镇发展态势分析和应急反应决策提供实时、精确的信息源,迫切需要对暴恐事件、群体事件对象、火灾等空间对象的动态演化分析及处置技术的支持。所以,需要将物联网、移动互联网等技术结合,实现室内外定位联动,并与城镇的综合管理地理信息系统实现有效集成。

边疆多民族地区城镇的社会维稳对社区安全综合管理工作提出了更高的标准和更严的要求。据此,本研究以中国新疆库尔勒市为示范区,结合室内外一体化定位技术和视频监控设备,面向库尔勒市边疆城镇精细化管理和维稳安全的实际需要,建立城市三维虚拟场景和网络化应用服务,开展面向边疆城镇精细化管理技术综合集成应用研究,构建城市精细化管理及维稳应用平台,服务于城镇精细化管理与城市维稳应急工作。

1 边疆城镇精细数据采集与处理方法

1.1 数据采集方法设计

三维城市模型的快速构建是建设智慧城市的基础工作^[15]。本文提出一种航天、航空、地面、室内外一体化的数据采集与处理方法,通过“天·空·地”一体化的多方位立体采集平台获取多源异构原始数据,再经过规格化的预处理形成初级数据产品,进一步为后续的建模、服务、仿真、应用提供各类标准化数据接口,具体数据采集与处理流程如图1所示。其中,航天采集平台主要采用近年来最新发展的高分辨率遥感系统,用于大规模获取分米级的高分遥感影像,影像用于构建覆盖库尔勒全市的高分辨率遥感影像基础数据库;航空采集平台则包括了高空航空采集和无人机航空采集等,除了通过垂直摄影技术获取超高分辨率影像数据用于共同构建高分遥感影像基础数据库外,还具备倾斜摄影、雷达点云获取、自主定位与导航、视频捕获与目标跟踪等功能。由以上数据,可构建真实影像数据库、高精度点云数据库和现场动态视频数据库。地面采集平台包括配备组合定位系统和近景采集系统的改装越野车和电驱动三轮车,主要用于获取真实的精细街景像片和空间规整化的点云数据,地面平台获取的数据可分别纳入真实影像数据库和点云数据库。以上各类数据进行统一整合、合理组织后形成初级数据产品仓库,为大规模市域街区沙盘模型的构建、控制区精细三维建模、核心目标真实场景重建、反恐现场实时监控等提供规范化的数据服务接口。

1.2 室内外一体化三维模型数据重建技术

在大范围空间模型构建过程中,生产的数据按照任务的分块切割方法,每个计算节点上可生产出一个模型块,称做节点顶层块。节点顶层块级关联着若干更高分辨率的模型块,在整个场景中节点顶层块一般是13或14层,当场景范围较大时,就会出现大量的节点顶层块。应用中通常需要显示整个场景,需要将全部节点顶层块加载进应用系统,当应用软件加载和渲染大量节点顶层块时,就会导致系统效率大大降低,甚至崩溃。为了提高建模效率,本文提出一种基于高性能计算的大规模倾斜三

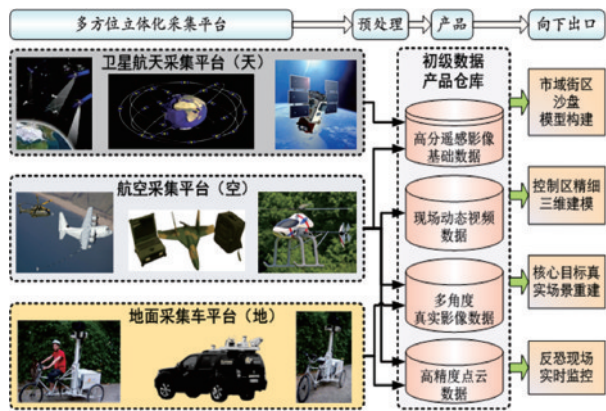


图1 航天、航空、地面、室内外一体化的数据采集一体化方法

Fig.1 Integrated data acquisition method for aerospace, aviation ground, indoor and outdoor integration

维影像数据快速建模技术,采用区域分块的方法切割计算任务,采用并行计算的方法提高计算效率,采用文件分组存储和四叉树结构解决数据管理和应用问题。对节点顶层块进一步重建,创建更小比例尺的多分辨率、多细节地形模型,形成一系列分辨率低、覆盖范围大的地形模型,以减少整个场景显示时加载和渲染的模型数量,提高系统的应用与渲染效率。

以 Smart3Dcapture 软件为例,生产的倾斜摄影测量数据在应用时需转换为通用格式,一般采用开源的 OSGB 格式,OSGB 与 OSG 格式结构相似,区别为 OSGB 是二进制格式,可包含纹理数据,OSG 是文本格式,纹理以图像文件形式单独保存。文件组织为四叉树结构,根据模型文件的命名规则进行多分辨率的上下级关联,如图 2 所示。

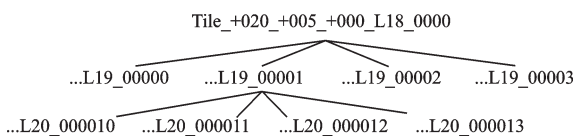


图2 模型文件关联示意

Fig.2 Model file association schematic

单文件模型结构为 OSG 的 PageLOD 结构,下面以 Tile_+020_+004_+000_L14 .osg 为例说明文件格式。

```
PagedLOD {
    Center 424.378 - 1489.29 1.26123
    Radius 131.324
    RangeMode PIXEL_SIZE_ON_SCREEN
```

```
RangeList 2 {
    0 65.6621
    65.6621 1e+030}
DatabasePath D:\Data\Tile_+020_+004_+000/
FileNameList 2 { ""
    Tile_+020_+004_+000_L15_0.osgb }
num_children 1
Geode {……} }
```

Center 为模型中心坐标;Radius 为模型外接圆半径;RangeMode 指定了 PageLOD 的显示模式,与 RangeList 配合使用,RangeList 参数指定了模型在屏幕上投影大小为 0~65.6621 个像素时显示当前模型,当大于 65.6621 个像素时显示所级联的下一层模型,即 ile_+020_+004_+000_L15_0.osg,其中 RangeList 参数取值为模型外接球体半径 Radius 的 1/2;num_children 标识了当前模型包含的几何对象数;Geode 为几何对象的详细描述,包括状态、材质、纹理及属性、几何类型、坐标索引、顶点坐标、纹理坐标等。

室内矢量数据是室内环境建模、位置服务保障的数据基础。借助室内矢量数据,如 CAD 数据,导入 CAD 数据和底图数据到 SketchUp 软件中生成建筑物的基础数据。通过添加线条将建筑物进行拆分;依次建立建筑物的门窗模型并分组,在基本框架中将其挖空处理;通过分割和旋转完成模型细化处理,接着继续构建建筑物的特殊部分,生成 3D 框架;调整图像细节,去除冗余信息;生成纹理信息并进行检查,从而形成室内 3D 模型。

室内定位数据部分,本文采用基于射频指纹的定位方法,利用 Android 系统接口,实现在移动终端获得周围 AP 的 RSSI 指纹特征。客户端需要完成 3 个功能:定期扫描并获得周围 AP 的信号强度指纹特征,向服务器提交指纹特征信息,得到定位结果后更新界面显示。采用快速选择的定位算法,训练阶段指纹特征采用 RSSI 均值,定位阶段采用逐次累加的 RSSI 均值与指纹库匹配的方法,从而大大降低了运算的复杂度。指纹特征采用每个 AP 的 RSSI 均值。

2 边疆城镇精细化管理系统设计

2.1 系统结构设计

城镇精细化管理及维稳应用网络服务是在特

定网络上部署分布式专用服务器群和网络应用终端,采用SOA软件体系架构、Web Service接口服务、XML等技术,以城市三维场景重建系统为技术支撑,实现高精度三维场景数据存储、发布,动态数据获取与显示以及网络应用终端等应用功能,同时基于Web Service,开发移动数据获取、分布式情报输入、标注数据录入等服务功能。系统开发架构如图3所示。

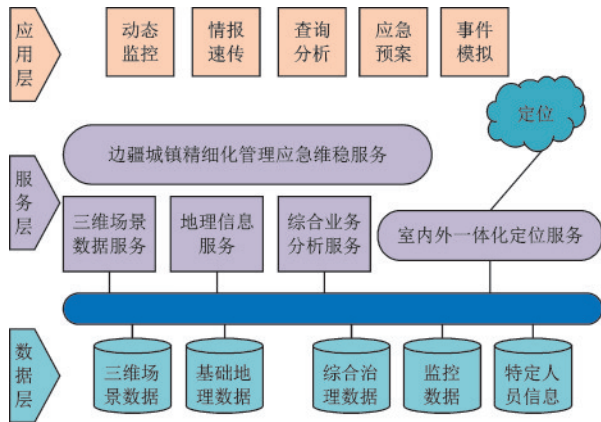


图3 边疆城镇精细化管理系统结构设计

Fig.3 Structural design of fine management system in frontier towns

2.2 系统功能设计

在集三维场景服务、地理信息服务、综合业务分析服务于一体的边疆城镇精细化管理与应急服务的基础上,将进一步开发一系列实用化的交互式应用功能(工具)。主要包括城市精细化仿真场景下的三维漫游、基于室内外定位技术和视频技术的目标及人员动态监控、情报收集上传、协同标绘、三维空间对象及要素之间空间位置和几何关系的空间分析、三维空间内要素统计分析等功能。

针对聚集性暴力、爆炸、投毒、纵火、劫持等潜在典型突发性恐怖事件的发生,研发协同化应急仿真服务模块,进行应急场景设定、应急模拟、突发事件处置场景模拟,制定相应的应急预案,进行预案模拟和仿真演练。

在应急维稳工作中,指挥中心可以从系统中整体查看重点区域的设施、人员部署;查看各类人员进出场路线,并进行相应的警力部署;从相应位置点击监控摄像头,对当前实时场景进行动态监控;对突发事件区域情报快速标绘,图文资料即时协同;对重点区域建筑物实现室内外一体化定位导

航;重点区域进行警力部署,并且加入警员信息,对警员进行实名制管理;执行维稳工作的警员可以在系统查看自己所在岗位的位置及其周边的环境;系统提供警力部署的仿真功能,可以实时在三维系统中部署人员、交通工具、突发场景等,按照既定预案仿真模拟,方便一些突发事件处理与问题分析,从而为应急维稳工作起到决策支持的作用。

3 新疆库尔勒市典型示范应用

新疆库尔勒市是边疆多民族城镇区域代表,位于新疆中部,天山南麓,是南北疆重要的交通枢纽和物资集散地,全市面积7 268 km²,人口约48.7万。基于本文提出的研究成果,以新疆库尔勒市为典型示范区开展了应用研究,并在新苑社区的华荣市场进行室内定位传感器部署和重点人员移动定位测试。数据获取方面,1:500正射影像面积为100 km²,数据量为697 GB,包含照片35 615张,航线数量为123条,主要涵盖库尔勒市城区及周边范围;倾斜三维影像面积为50 km²,地面分辨率为5 cm,数据量为1.6 TB,其中含照片89 000张,航线数量为70条,主要涵盖库尔勒市主城区。利用中国科学院新疆生态与地理研究所拥有的5万亿次和140 TB存储能力的计算设施及高效的集群分布模式,使影像数据的处理效率缩短到75 h以内。新疆库尔勒市三维场景快速重建局部效果如图4所示。



图4 新疆库尔勒市三维场景快速重建效果

Fig.4 Rapid reconstruction of three-dimensional scene in Korla, Xinjiang

室外定位系统采用中国北斗导航定位系统。室内定位数据部分,根据不同应用场景从iBeaken、UWB、TC-OFDM、WIFI和RFID等室内定位技术中选取合适的室内定位系统,实现室内外一体化综合集成定位,为用户提供室内外全空间覆盖的导航

定位服务。以新疆库尔勒市国家级库尔勒市级经济技术开发区新苑社区辖区内的华荣市场为室内定位示范区,通过在市场内部署 iBeacon 定位设备和基站,实现了定位精度在 0.5 m 以内。移动端软件主要包括三大功能:一是事件快报,通过移动设备,实时上传图片或文字信息,平台自动提示事件信息;二是数据采集,内置高清底图,采集人员、房屋数据及实地照片,提高数据采集的效率;三是人员定位,获取监控人员位置信息,并在电子地图上显示。

库尔勒市精细化管理及维稳应用系统主要实现城镇空间信息管理、综治维稳信息管理、安防动态监控及应急预案模拟。其中空间信息管理可以实现对基础地理环境包括地名点名数据、卫星影像数据、高精度航拍数据、室内建模数据、高程数据等三位场景数据的快速加载和显示,并且可以加载三维倾斜摄影模型数据;综治维稳信息管理可以实现对辖区建筑物信息和人员关系的管理,可调阅和查询人员信息与房屋信息;安防动态监控可以实现对人员监控和视频监控的集成与管理;应急预案模拟具备快速情报监控、预案管理和预案模拟功能。主要功能包括以下几个方面:

(1) 三维场景漫游

三维场景中有精细建模的城市建筑物,周边环境的道路、公共设施、建筑等。场景中有地名位置标注。使用鼠标、键盘,在三维城市环境场景中以第一人视角进行浏览;以空中以漫游的方式浏览整个三维场景;重点区域环绕模式浏览。

(2) 综合查询与分析

实现人、地、物、事、组织五要素为目标的综合性可视化查询与分析。查询方式主要包括:定位查询(模糊查询)、空间查询、周边查询等。案件空间分析可以在系统中针对行业场所进行空间信息查询,可以查询该场所的从业人员、法人等详细信息,及时查看该场所是否有违法或不良记录人员;按照市局、分局以及派出所的行政区域可以统计该区域内各个行业场所的数量,用不同颜色将行业场所分布的密度直观地展示在地图上。

(3) 警力部署监控

对重点区域建筑物实现室内外一体化定位导航;重点区域进行警力部署,并且加入警员信息,对警员进行实名制管理,执行安保维稳工作的警员可以在系统查看自己所在岗位的位置及其周边的环

境;重点人员进行动态监测。

其中动态监控主要包括室内外定位、视频监控和导航图模块。室内外定位可以实现在三维场景中看到重点目标的实时位置和移动状态。视频监控可以通过接入视频系统,以属性查询或者空间关联形式查看对应位置的视频画面。导航图模块可以实现以平面图形式查看重点目标动态位置、进行室内外位置定位导航、根据室内外不同情况调用对应导航底图。

(4) 应急预案管理与模拟

以任务为核心管理事件,实现任务的逐级分解,为任务分派对应的资源,在地图上标绘对资源在任务中的执行状态,实现对任务的安排、分配与监控。用户操作建立不同的应急预案,调用模型库,在场景中动态进行警力部署(设置公安警员、各类车辆、参观人群等运动模型的初始位置、行经路径),设置爆炸等突发事件,形成事件模拟指挥过程。

对预案进行演示,模拟进出人员和车辆的行动,模拟预案中事件的过程。可针对实际任务进行预演,能够准确反映出现实中任务的行动流程,让人更好理解,更快的完成任务。对任务或计划进行地图标绘,在地图上对任务进行预览或回顾,对于正在执行的任务可监控其执行情况,并可输出任务的描述文档和勤务单,辅助任务的分派与执行,图 5 为火灾发生后的人员疏散模拟情景。

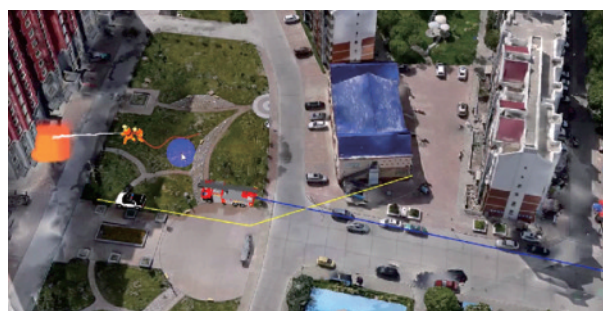


图 5 火灾发生时人员疏散模拟情景

Fig.5 Simulation scenario of evacuation of people during a fire

通过新疆库尔勒市的典型实验应用,认为我国边疆城镇精细化管理技术具有以下 4 大优势:①以地理信息平台为基础,采用高清无人机影像,解决乡村地图信息普遍缺失的问题,数据精度达到 20 cm。②打破户籍管理模式,以维稳为核心,对各类人员进行有效管理;对敏感人员关联分析。③将人

员、房屋设施、高清地图进行综合关联,实现一体化管理。④移动端可以方便进行有效信息采集、事件上报;解决信息实时采集难题,数据采集时效1 h以内。通过在新疆库尔勒市经济技术开发区新苑社区的示范应用,应急反应时间在20 min以内,体现了本系统的优化管理效果。

4 结 论

针对我国边疆城镇地区社会稳定和公共安全管理的应用需求,提出了航天、航空、地面、室内外一体化的数据采集与处理方法,解决了基于高性能计算的大规模倾斜三维影像数据快速建模关键技术。面向新疆库尔勒市边疆城镇精细化管理和维稳安全的实际应用需求,设计了城市精细化管理及维稳应用平台,实现了高精度三维场景数据存储、发布,动态数据获取与显示;集成接入治安综合治理等业务系统数据,同时利用室内外一体化定位技术针对特定目标和人员实现动态监控服务。为新型城镇综合信息系统平台的构建、推广、应用奠定基础,为社会稳定和长治久安提供重要的信息支撑。

参考文献:

- [1] 徐 静,陈秀万.我国智慧城市发展现状与问题分析[J].科技管理研究,2014,34(7):23-26.
Xu J, Chen X W. Current situation and problems of smart city in China[J]. Science and Technology Management Research, 2014, 34(7): 23-26. (in Chinese)
- [2] 李德仁,姚 远,邵振峰.智慧城市中的大数据[J].武汉大学学报(信息科学版),2014,39(6):631-640.
Li D R, Yao Y, Shao Zh F. Big data in smart city[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2014, 39(6): 631-640. (in Chinese)
- [3] 王广斌,崔庆宏,刘 欢.国外智慧城市研究的现状分析与启示[J].工程管理学报,2016,30(6):55-60.
Wang G B, Cui Q H, Liu H. Current status analyses and enlightenments of smart city abroad[J]. Journal of Engineering Management, 2016, 30(6): 55-60. (in Chinese)
- [4] Townsend A M. Smartcities : big data, civic hackers, and the quest for a new utopia[M]. New York: W. W. Norton & Company, Inc, 2013.
- [5] 胡佳艳.智慧城市研究进展与展望[J].科技管理研究,2014,34(17):155-159,170.
Hu J Y. Progress and prospects of the research on smart city [J]. Science and Technology Management Research, 2014, 34(17): 155-159, 170. (in Chinese)
- [6] 李 纲,李 阳.智慧城市应急决策情报体系构建研究[J].中国图书馆学报,2016,42(223):39-54.
Li G, Li Y. Construction of emergency decision-making intelligence system against the background of smart city [J]. Journal of Library Science in China, 2016, 42(223): 39-54. (in Chinese)
- [7] 郭 骅,苏新宁,邓三鸿.“智慧城市”背景下的城市应急管理情报体系研究[J].图书情报工作,2016,60(15):28-36,52.
Guo Y, Su X N, Deng S H. Research on city emergency management information system under the background of “Smart City” [J]. Library and Information Service, 2016, 60(15): 28-36, 52. (in Chinese)
- [8] 李 阳,李 纲.面向应急决策的智慧城市情报工程实践与应用[J].图书情报工作,2016,60(16):33-34.
Li Y, Li G. Practice and application of intelligence engineering oriented to the emergency decision-making under the background of smart city [J]. Library and Service Information, 2016, 60(16): 33-34. (in Chinese)
- [9] Ángel A, Blanco T, Blasco R, et al. Managing emergency situations in the smart city: the smart signal[J]. Sensors, 2015, 15(6): 14 370-14 396.
- [10] Palfi J, Holcsik P. Emergency situations management with the support of smart metering[J]. Acta Polytechnica Hungarica, 2016, 13(3): 195-206.
- [11] 张珂歆.浅论突发环境事件应急管理措施的构建体系[J].环球人文地理,2016(6):281.
Zhang K X. Discussion on the construction system of emergency management measures for sudden environmental events [J]. Cultural Geography, 2016(6): 281. (in Chinese)
- [12] Hoossein S, Tandlich R, Whittington Jones K, et al. Disaster management policy options to address the sanitation challenges in south africa [J]. Journal of Environmental Health, 2016, 78(7): E₁-E₇.
- [13] Trifunovic S, Kurant M, Hummel K A, et al. WLAN- Opp: Ad-hoc-less opportunistic networking on smart-phones [J]. Ad Hoc Networks, 2015, 25, Part B: 346-358.
- [14] 封 超,杨乃定,郭 晓.面向智慧城市的应急智能决策支持系统构建与发展研究[J].未来与发展,2018,42(4):46-50,67.
Feng Ch, Yang N D, Guo X. Research on the construction and development of emergency intelligent decision support system for smart city [J]. Future and Development, 2018, 42(4): 46-50, 67. (in Chinese)
- [15] Zhang X, Chen Y, Yu L, et al. Three-dimensional modeling and indoor positioning for urban emergency response [J]. International Journal of Geo-Information, 2017, 6(7): 214.

(本文责编:周小潭)