

余思汗,雷启云,刘超,等.基于 Android 平台的地震灾情采集系统的设计与实现[J].地震工程学报,2021,43(6):1303-1309.
DOI:10.3969/j.issn.1000-0844.2021.06.1303
YU Sihan, LEI Qiyun, LIU Chao, et al. Design and implementation of an earthquake disaster information acquisition system
based on Android platform[J]. China Earthquake Engineering Journal, 2021, 43(6): 1303-1309. DOI: 10.3969/j.issn.1000-0844.
2021.06.1303

基于 Android 平台的地震灾情采集系统的设计与实现

余思汗, 雷启云, 刘 超, 杨 顺, 王 静

(宁夏回族自治区地震局, 宁夏 银川 750001)

摘要:震后及时准确的灾情信息,可为应急救援力量部署、应急指挥决策和地震烈度评定提供重要依据。分析震后第一时间多方面地震现场灾情的实际需求,基于 Android 平台的地震现场灾情采集系统的研发目标,分析系统的业务流程,进行系统架构设计和系统客户端、中间层和数据层设计,详细描述灾情信息和烈度上报、查询管理、统计分析等功能的实现,功能测试结果展示该系统的适用价值和灾情采集效率。

关键词: Android; 地震灾情采集; 移动端; 数据中心; 统计分析

中图分类号: P315

文献标志码: A

文章编号: 1000-0844(2021)06-1303-07

DOI:10.3969/j.issn.1000-0844.2021.06.1303

Design and implementation of an earthquake disaster information acquisition system based on Android platform

YU Sihan, LEI Qiyun, LIU Chao, YANG Shun, WANG Jing

(Ningxia Earthquake Agency, Yinchuan 750001, Ningxia, China)

Abstract: Timely and accurate disaster information after the earthquake can provide an important basis for the deployment of emergency rescue force, the decision-making of emergency command, and the assessment of earthquake intensity. This paper analyzed the actual need of quickly collecting on-site disaster information after the earthquake, determined the research and development goal of the earthquake disaster information acquisition system based on Android platform. Then it analyzed the business process of the system and designed the system architecture and system client, middle layer, and data layer. Finally, it described in detail the realization of many functions i.e., disaster information and intensity reporting, query management, statistical analysis, etc. The test results verified the applicable value and disaster collection efficiency of the system.

Keywords: Android; earthquake disaster data collection; mobile terminal; data center; statistical analysis

收稿日期:2020-07-16

基金项目:宁夏自然科学基金项目(2020AAC03439);地震科技星火计划项目(XH19047);宁夏地震局科技创新团队(CX2019-1)

第一作者简介:余思汗(1992-),男,宁夏石嘴山人,助理工程师,主要研究方向:地震应急技术与 GIS 应用研究方面的工作。

0 引言

地震是人类面临的一种无法避免的自然灾害。破坏性地震往往造成重大生命财产损失,抗震救灾就是争分夺秒,与时间赛跑,因此在短时间内做出科学合理的决策,是保障地震应急工作高效有序开展的关键^[1-3]。如何在较短的时间内,掌握数万平方公里,甚至是数十万平方公里范围内的人员、房屋建筑物、交通、电力通信等基础设施、供水供气等生命线工程、滑坡崩塌等地质灾害、火灾危化品和有毒有害气体泄露等次生灾害以及社会生活生产秩序等情况,面临着巨大挑战。对地震灾情的信息的获取,是了解地震现场灾情的有效途径。

为了能够快速获取到地震现场的灾情信息,需要利用通信领域的科学技术,尤其是用户量庞大的 Android 移动平台^[4-5]。本文利用 Android 平台搭建一套基于移动端的 APP 采集系统,本系统可快速、简单、准确、真实的上报该地区的地震影响情况,汇总分析后,为地震应急响应和应急处置提供支撑^[6],保障抗震救灾大局。

1 研发目的

破坏性地震发生后,快速了解地震影响范围、灾情分布和受灾严重情况等灾情信息是应急救援和指挥决策的重要依据。这就需要多种手段进行灾情信息采集。该系统通过前方的现场人员和后方的技术人员协同作业,将采集到的灾情数据接收并处理,从而快速获取地震影响地区内的灾情信息与数据。

系统建设主要目标如下:

(1) 灾情信息采集:灾情信息员、网格员等利用终端采集模块,记录采集地震受影响地区主要目标的位置、文本、图片和视频等数据^[7],完成目标信息采集,使用者可以对自己采集的信息进行查询、修改、编辑、删除等操作,以确保上报的信息和数据是及时、准确的灾情信息。

(2) 灾情数据接收与处理:通过对回传到自治区地震局数据中心的信息数据进行接收与解译,对数据进行整理、汇总和加工处理,自动完成信息数据的空间化,并对数据进行入库。

(3) 灾情信息展示:将采集到的灾情信息进行智能甄别,把有效的信息标注在地图中,以便其他现场人员能够及时获取到灾情信息。

(4) 灾情数据产出:通过对上报的数据统计分析,产出人员伤亡数量及位置数据、交通震害分布数

据、重灾区位置数据、次生灾害分布数据等,以及烈度评定位置点和文档报告。

2 系统设计

本系统基于以下两种开发环境:一是使用 Idea 开发软件,前端采用 JavaScript 编程语言,后端采用 Java 编程语言;另一个是使用 Android Studio 开发软件,采用 Kotlin 编程语言。数据库同样是采用了两套:一种是 MongoDB 数据库,存储有关图片信息;另一种是 SQL Server 数据库,存储数据信息。

2.1 系统设计原则

本文开发的地震灾情采集系统设计原则主要是以下几个方面:

- (1) 充分、合理的利用现有网络设备及资源;
- (2) 采用模块化设计,各模块之间既相互独立又可组合相连;
- (3) 各模块尽可能采用公共源码程序,通过设置相应的参数文件、数据文件,达到代码的重复利用;
- (4) 为系统的再开发预留接口,以便于扩展,也可根据新增设备及设备改动等情况进行适当调整;
- (5) 系统界面友好、美观,操作方便、快捷。

2.2 结构设计

基于 Android 平台的地震灾情采集系统采用 B/S 的架构模式,由移动客户端、中间层、数据层组成的三层架构,如图 1 所示。

2.2.1 移动客户端

该系统的移动客户端为基于 Android 平台的手机终端或者是 Pad(portable android device),操作系统要求 Android4.3 以上的均可。客户端主要是由三个模块组成(图 2):灾情信息和烈度上报模块、上报信息查询管理模块、统计分析模块。

(1) 灾情信息和烈度上报模块主要包括地震现场的受伤人数、死亡人数、损坏房屋建筑数量、道路破坏位置、地质灾害位置等信息上报和烈度上报。将采集到的灾情信息、位置信息和判定的烈度以填表、图片、视频、语音和 GPS 定位的方式进行上报,在没有网络的情况下可以离线缓存在本地数据库中,待有网的时候再进行回传。

(2) 上报信息查询和管理模块主要是对上报的信息进行查看、修改和删除,通过 HTTP 接口发出请求来查看自己及他人的上报信息,对自己上报有误的信息进行修正,并对他人在同一位置已经上报过了的灾情信息,可将自己的上报信息进行删除,不做重复上报。

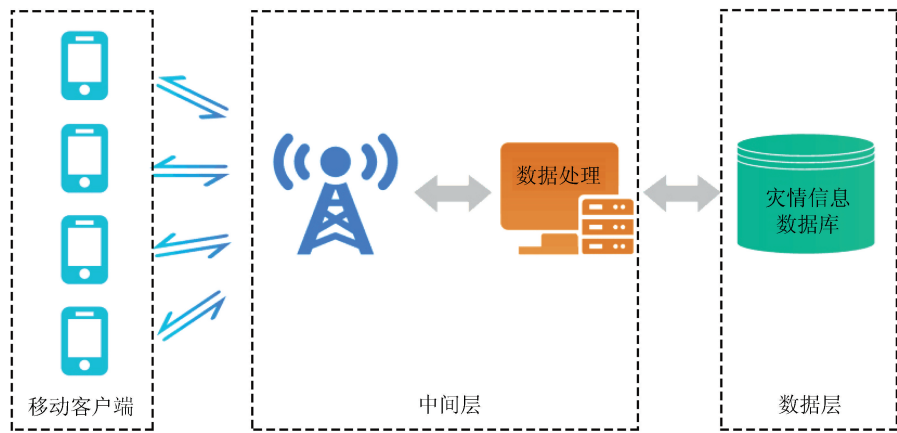


图 1 灾情采集系统架构图

Fig.1 Architecture of disaster collection system



图 2 移动客户端展示

Fig.2 Mobile client presentation

(3) 统计分析模块主要是对上报的信息进行统计分析和汇总,以行政区划为单元,对上报的信息统计分析,分别把乡镇、县区、市、自治区四级行政区划通过统计图、表格、文档的形式进行统计分析展示出来,可以在客户端随时查看并分享。

2.2.2 中间层

该系统的中间层就是前端和后台服务接口,对上下行灾情信息表格、图片、视频、语音进行解析、整理^[8],其实质就是系统的业务逻辑层。客户端请求一些数据库中的数据,但客户端只做展示,请求的具体实现是靠中间层来完成的,同样对数据库的操作,如查看、修改、新增、删除等操作,也是由中间层来实现的。客户端获取到的信息是被中间层处理过的数

据,业务逻辑也都在中间层处理的,例如不同用户(图 3)登录进系统,其所拥有的权限和能够查看到的信息是不同的,这个业务逻辑处理就是在中间层做人员角色判断。

2.2.3 数据层

该系统的数据层是负责数据的存储、数据的调用和组织数据^[9],也就是说所有介质化的读取数据和写入数据都是数据层的工作。客户端采集的灾情信息数据经过中间层处理之后,存储在数据层中,当客户端发出服务请求时,中间层完成该逻辑过程,从数据层中调用数据,再经中间层处理后,在客户端页面做展示。数据层为灾情信息统计分析、客户端展示等提供了数据支撑。

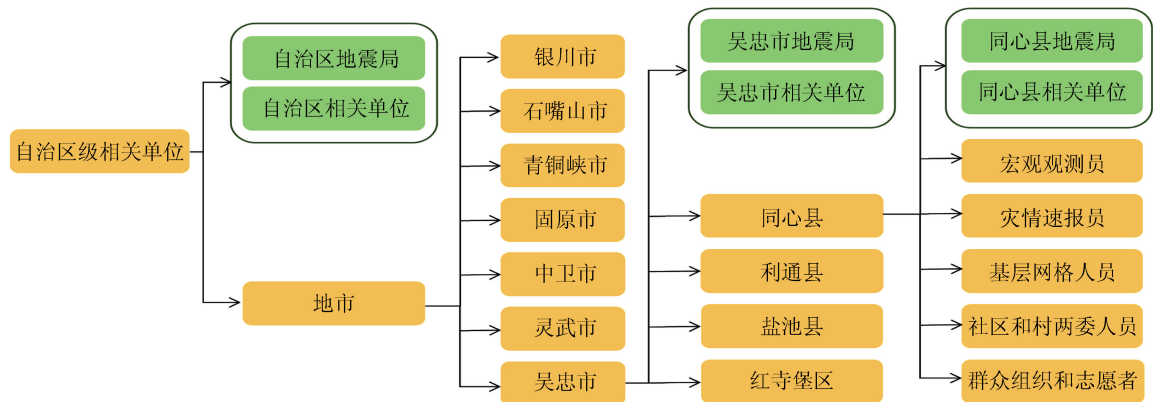


图 3 用户分类图

Fig.3 User classification map

3 系统实现与功能测试

3.1 系统实现

地震灾情信息采集系统通过客户端实时监听 12322 速报短信的地震三要素，第一时间将监测到的信息同步给所有客户端，并进行通知提醒使用

APP 对当次地震灾情信息上报，管理人员通过登录后台管理系统，便可对灾情信息统计、查询等操作。图 4 所示为地震灾情采集系统业务流程图。

3.1.1 灾情信息和烈度上报

灾情速报员通过 APP 软件填写表单，采集地震现场的灾情信息，经处理后由 HTTP 接口上传至服

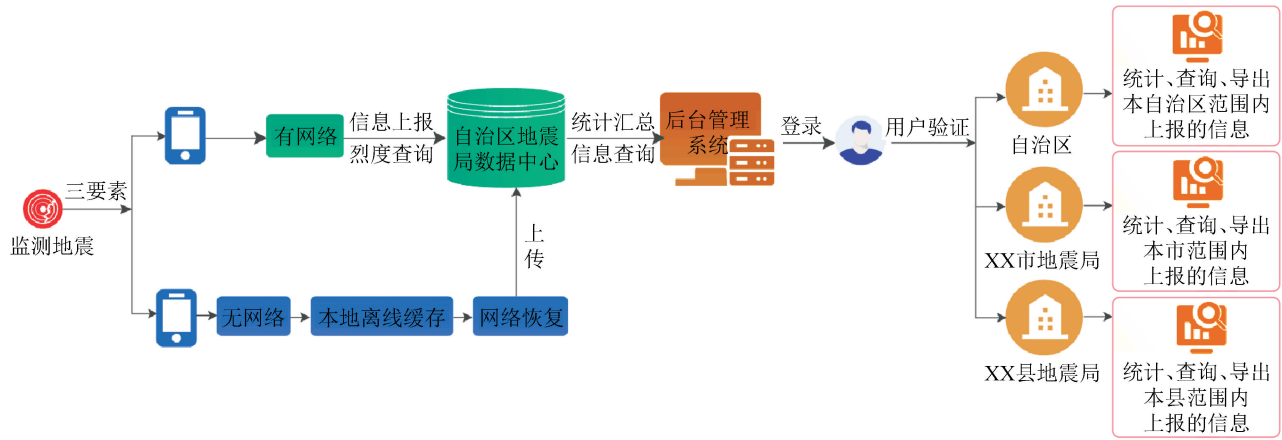


图 4 地震灾情采集系统业务流程图

Fig.4 Business flow chart of earthquake disaster acquisition system

务器端的 SQL Server 数据库中，对于图片、视频、语音则会上传至服务器端的 MongoDB 数据库中。通过采集定位点经纬度坐标，填写相对应的烈度信息，将烈度定位点的坐标信息和属性信息上传至服务器端的 SQL Server 数据库中，记录该点的烈度信息。当地震现场的网络中断时，采集的灾情信息和烈度信息就会提交到本地数据库中，在网络恢复的情况下立马进行上传，但不做清空本地数据库中的记录处理，为网络再次中断后可查看上报过的信息提供便利，可以通过手动删除数据的方式来达到释放内存的目的。如图 5 所示。

3.1.2 查询管理

考虑到上报的灾情信息存在漏报、重复上报、变化等因素，因此对已经上报过的灾情信息可以进行查询并管理数据。根据对地震灾区进一步的调查，了解到了更多的灾情信息，可以查询历史上报记录，对该区域的灾情信息进行修改、新增等操作，以确保灾情信息采集的实时、准确。通过高德地图 API 提供的基础地理空间数据^[10]作为底图，查看其他已经上报的灾情位置信息和烈度评定信息，可以对自己的下一个调查点进行规划，以便最大限度地紧缺的人力资源合理利用起来，达到高效、精准、迅速的

地震灾区情况采集目标。



图 5 手动释放本地数据库内存

Fig.5 Manual release of local database memory

灾情信息查询的核心代码如下：

```
Public List< Map< String, Object>> findOptionById (String
category,String pid,String userid,String unitcode,String startTime,
String endTime,String province,String city,String county) {
    Stringhql = "select * from equakeinfo where 1=1";
    if(category!= null && ! category.equals("")){
        hql+=" and category = '"+ category+"'";
    }
    if(pid!= null && ! pid.equals("")){
        hql+=" and otherfieldid = '"+ pid+"'";
    }
    if(userid!= null && ! userid.equals("")){
        hql+=" and usid = '"+ userid+"'";
    }else{
        if(unitcode!= null && ! unitcode.equals("")){
            hql+=" and unitcode = '"+ unitcode+"'";
        }
        if(province!= null && ! province.equals("")){
            hql+=" and province = '"+ province+"'";
        }
        if(city!= null && ! city.equals("")){
            hql+=" and city = '"+ city+"'";
        }
        if(county!= null && ! county.equals("")){
            hql+=" and county = '"+ county+"'";
        }
    }
}
```

```
}
    if(startTime!= null && ! startTime.equals("")) &&
endTime!= null && ! endTime.equals("")){
        hql+=" and createdate between '"+ startTime+"'
and '"+ endTime+"' ";
    }
    return this.queryBySql(hql);
}
```

3.1.3 统计分析

通过对服务器数据库中的灾情数据进行分析处理,使用 echarts 图技术作用于页面进行展示,主要采用饼状图、柱状图、横向堆叠图、表格等形式直观地将统计数据信息展示于页面中。用户进入统计分析模块后,会根据用户个人信息查询该用户的权限范围,再根据权限范围查询并返回给用户符合其权限下的数据信息于界面端,界面端接收到返回的信息后根据统计要求去做数据处理展示。通过对统计分析的查看,用户以及后台管理员便可了解震区灾情的实时动态变化,根据具体的实际灾区情况提出建议对策,就能够科学地应对灾情。

建筑物破坏数据统计的核心代码如下：

```
public List<Map<String, Object>> buildingTj(String usid,
String unitcode,String city,String county,String town,String cate-
gory) {
    Stringhql = "select sum(t.damagehouse+0) as damage-
house,sum(t.collapsehouse+0) as collapsehouse,";
    if(city!= null && ! city.equals("")){ //拼接城市查询条件
        if(county!= null && ! county.equals("")){ //拼接区
县查询条件
            if(town!= null && ! town.equals("")){
                // hql+=" and t.town='"+town+"'";
            }else {
                hql += " t.city, t.county, t.town from equakeinfo t
where 1=1";
            }
        }else{
            hql+="t.city,t.county from equakeinfo t where 1=1";
        }
    }else{
        hql+="t.city from equakeinfo t where 1=1";
    }
    if(category!= null && ! category.equals("")){
        hql+=" and t.category='"+category+"'";//震中信息查询
    }
    if(unitcode!= null && ! unitcode.equals("")){
        hql+=" and unitcode = '"+unitcode+"'";//单位信息查询
    }
    if(category!= null && ! category.equals("")){
        hql+=" and t.category='"+category+"'";
    }
}
```

```
if(city! =null && ! city.equals("")){
    hql+=" and t.city='"+city+"'";
}
if(county! =null && ! county.equals("")){
    hql+=" and t.county='"+county+"'";
}
if(town! =null && ! town.equals("")){
    hql+=" and t.town='"+town+"'";
}
if(city! =null && ! city.equals("")){
    if(county! =null && ! county.equals("")){
        hql+=" GROUP BY t.city,t.county,t.town";
    }else{
        hql+=" GROUP BY t.city,t.county";
    }
}else{
    hql+=" GROUP BY t.city";
}
return this.queryBySql(hql);
}
```

3.2 功能测试

地震灾情信息采集系统开发完成并成功部署,为检测系统的各项功能实现效果以及系统的稳定性能,开展了针对性的系统功能测试。利用 12322 地震速报短信给指定用户发送测试短信,测试用户客户端监听到短信之后,该系统立即将监测到的信息同步给安装该 APP 的所有用户,并发出通知消息,开始本次模拟地震灾情信息上报工作。测试用户通过 APP 上报灾情信息和烈度数据(图 6),经过数据处理之后回传到数据库服务器中,应急指挥中心调用现场灾情数据显示在大屏幕上进行灾情展示,实现了地震灾区现场和应急指挥中心的信息互通^[11]。管理员导出统计数据,共享给场外专家,专家根据所提供的数据对灾情做出判断,依据以往经验给出合



图 6 烈度上报查看

Fig.6 Intensity reporting and viewing

理的处置建议和烈度评定意见,为应急指挥中心提供了专家意见参考。

根据灾情上报使用过程反馈,未出现系统性崩溃现象,说明该系统的稳定性是过关的,能够为地震现场的灾情采集提供稳定的系统支持。同时出于对系统和数据的安全性考虑,增加了防火墙来确保系统的安全保障,图7为测试的整个系统流程图。经

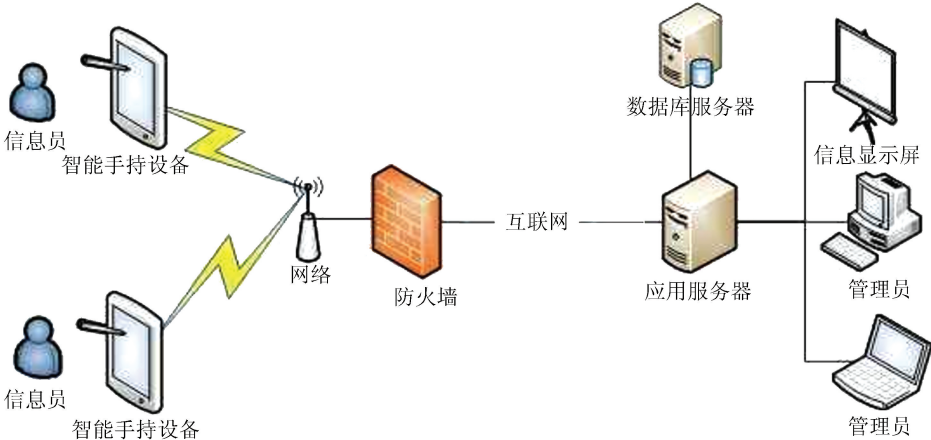


图 7 测试系统流程图

Fig.7 Flow chart of the test system

过对系统的功能和稳定性测试结果来看,总体测试效果良好,达到了地震灾情信息采集系统预期建设目标。

4 结论与讨论

本文介绍了基于 Android 平台的地震灾情信息采集系统,详细地阐述了该系统设计和实现的研究过程,通过功能测试结果展示系统使用价值以及系统优越性。该系统的建设实现了地震现场灾情信息高效采集功能,使得多种灾情信息被统一上报分析,给专家提供多样化的参考数据,对现场的灾情判断和烈度评定有了更加可靠的数据支撑。同时该系统也实现了地震现场和后方指挥中心的灾情信息互通、共享,给现场的灾情采集人员提供合理规划的数据采集目标,大大提高灾情采集的工作效率。

地震灾情信息采集系统目前已实现地震灾区的灾情信息统计分析,给专家提供了灾情研判的数据支持,为科学救援部署和应急指挥决策提供了依据,但人工智能、深度学习等前沿技术尚未在该系统中得到应用,灾害照片、视频、语音以及非选项备注等解译工作,仍然需要人工干预来完成。下一步的研究工作,将引入人工智能分析、深度学习技术作为主要应用研究方向。

参考文献(References)

[1] 郭红梅,张莹,赵真,等.基于天地图的地震灾情综合研判系统设计与实现[J].地震研究,2019,42(2):210-217.
GUO Hongmei,ZHANG Ying,ZHAO Zhen,et al.Design and realization of earthquake disaster comprehensive evaluation system based on Tianditu[J].Journal of Seismological Research,2019,42(2):210-217.

[2] 帅向华,聂高众,姜立新,等.国家地震灾情调查系统探讨[J].震灾防御技术,2011,6(4):396-405.
SHUAI Xianghua,NIE Gaozhong,JIANG Lixin,et al.The study of national earthquake disaster investigation system[J].Technology for Earthquake Disaster Prevention,2011,6(4):396-405.

[3] 聂高众,安基文,邓砚.地震应急灾情服务进展[J].地震地质,2012,34(4):782-791.
NIE Gaozhong,AN Jiwen,DENG Yan.Advances in earthquake emergency disaster service[J].Seismology and Geology,2012,34(4):782-791.

[4] 朱宏,王晓磊,刘磊,等.基于 Android 平台的地震预警终端软

平台的设计与一种实现[J].地震工程学报,2016,38(6):1016-1020.

ZHU Hong,WANG Xiaolei,LIU Lei,et al.Design and implementation of an earthquake early-warning terminal platform based on Android platform[J].China Earthquake Engineering Journal,2016,38(6):1016-1020.

[5] 郑云卿,黄琦.基于 Android 平台的软件自动化监控工具的设计开发[J].计算机应用与软件,2013,30(2):235-238.
ZHENG Yunqing,HUANG Qi.Designing and developing Android-based software automated monitoring tools[J].Computer Applications and Software,2013,30(2):235-238.

[6] 聂高众,徐敬海.基于震源深度的极震区烈度评估模型[J].地震地质,2018,40(3):611-621.
NIE Gaozhong,XU Jinghai.Seismic intensity evaluation model in meizoseismal area based on focal depth[J].Seismology and Geology,2018,40(3):611-621.

[7] 曹彦波,李永强,胡秀玉,等.地震现场灾情信息编码研究[J].地震研究,2010,33(3):344-348.
CAO Yanbo,LI Yongqiang,HU Xiuyu,et al.Study of the disaster information coding on the earthquake site[J].Journal of Seismological Research,2010,33(3):344-348.

[8] 刘军,宋立军,兰陵,等.基于 Android 平台的灾情速报系统在于田 7.3 级地震中的应用[J].震灾防御技术,2014,9(4):915-920.
LIU Jun,SONG Lijun,LAN Ling,et al.Application of Android-based quick-report system in Yutian 7.3 earthquake[J].Technology for Earthquake Disaster Prevention,2014,9(4):915-920.

[9] 李东平,沈晓健,胡秀芳.GIS 技术在浙江地震速报中的应用[J].防灾减灾工程学报,2004,24(3):320-322.
LI Dongping,SHEN Xiaojian,HU Xiufang.Application of GIS in rapid earthquake information report in Zhejiang Province[J].Journal of Disaster Prevention and Mitigation Engineering,2004,24(3):320-322.

[10] 黄应淮,刘小平,刘艳平,等.基于高德地图 API 的多种交通方式下城市公园时空可达性分析:以广州市海珠区为例[J].地理与地理信息科学,2018,34(6):50-57.
HUANG Yinghuai,LIU Xiaoping,LIU Yanping,et al.Spatial and temporal accessibility analysis of urban parks based on amap API by means of multiple transportation:a case study of Haizhu district in Guangzhou[J].Geography and Geo-Information Science,2018,34(6):50-57.

[11] 赵林度,杨世才.基于 Multi-Agent 的城际灾害应急管理信息和资源协同机制研究[J].灾害学,2009,24(1):139-143.
ZHAO Lindu,YANG Shicai.Information and resources synergistic mechanism of inter-city disaster emergency management based on Multi-Agent systems[J].Journal of Catastrophology,2009,24(1):139-143.