

李兴泉,廖峰,谌亮,等,2021. 地震应急协同移动互联应用软件的设计与实现. 中国地震,37(4):829~836.

# 地震应急协同移动互联应用软件的设计与实现

李兴泉 廖峰 谌亮 余桦

四川省地震局,成都 610041

**摘要** 应急协同是应急管理体系中的关键环节,重特大地震等突发事件往往需要多部门协同实施应急救援服务。本文利用 Netty、OkHttp 及高德地图 API 等主流技术,构建基于 Android 智能手机的移动应用系统。该系统融合了应急协同、应急基础数据查询、灾情实时上报等功能,为地震应急决策服务提供移动端应用支持,提升地震应急工作的联动性和协同性。

**关键词:** 地震应急 指挥协同 高德地图 移动终端

[文章编号] 1001-4683(2021)04-0829-08 [中图分类号] P315 [文献标识码] A

## 0 引言

地震灾害具有突发性强、破坏范围广、社会关注度高等特点。地震发生后,各级人民政府、抗震救灾指挥机构、救援队伍均需要及时获得应急灾情信息,以便为快速、科学施救提供救灾决策支持。对于基层抗震救灾指挥者和一线救援力量,更需要全方位、全天候向其提供地震应急决策支撑信息的服务和保障,以提高其在地震灾害应急救援中多部门、多力量的联合行动能力,尤其是重特大地震灾害,往往需要应急管理部门、军队、武警、消防救援队伍和地震部门等相关力量协同实施救援服务。

随着信息技术的发展,各类基于计算机技术与 GIS 结合的应用开发在应急救援中得到广泛应用。如王辉山等(2017)通过整合三维地理信息、Web GIS 等先进的计算机技术,设计了融合灾情评估、三维电子沙盘、灾情实时上报的辅助决策系统;万国勇等(2019)基于 GIS 实现了江西应急协同会商工作;席楠等(2011)提出基于 ArcGIS Server 和 Web Service 共享模式,实现地震应急数据与服务的系统架构。而在地震应急现场信息采集及上报方面,帅向华等(2011b)建立了基于 SMS、GPS 和 GIS 相结合的地震灾情获取处理模式,提出广泛利用手机资源,通过无线公网实现地震现场灾情的及时传输、定位和处理等工作,可以作为地震灾情信息快速获取的重要手段。上述成熟技术方法在应急救援中的使用,为应急信息的快速收集、减轻突发灾害造成的人员伤亡和财产损失发挥了重要作用,但也存在一些亟待解决的问题,如救灾行动中缺少统一化的软硬件平台,后方指挥决策与前方救援服务缺乏联动

[收稿日期] 2021-03-09 [修定日期] 2021-08-31

[项目类别] 国家重点研发计划(2018YFC1504505)、四川省地震局科技创新团队专项(201801)和四川省地震局地震科技专项(LY2113)共同资助

[作者简介] 李兴泉,男,1982年生,高级工程师,主要从事地震预警、地震观测及仪器开发等相关研究。  
E-mail:309622503@qq.com

性、协同性等。

Android 智能手机集成 GPS、拍摄、录音功能,并具备一定运算和存储能力,使得移动应用软件的功能更加丰富,同时为地震应急管理提供了更多的发展空间。本文结合地震应急协同服务的需求,研究利用 Android 智能手机、无线网技术、Web GIS 技术实现前后方协同交互、应急协同信息获取、应急基础数据查询、现场灾情上报等基础功能,并将其应用于应急全时程灾情汇聚与决策服务中,为多部门协同、快速应对灾情提供终端技术支持,提升突发事件的协同指挥调度能力。

## 1 系统总体设计

我国地震灾害的危险性总体上呈现频度高、强度大、分布广、震源浅和灾害重等 5 个特点(帅向华等,2011a),灾情及决策信息的及时有效传递对应急协同体系起到至关重要的作用。在地震应急时,灾情及决策信息可为后方指挥决策和前方应急救援提供联动服务,及时将地震现场灾情信息、处理过程和结果等发送到后方,保证其掌握实时准确的信息,进而使得后方合理有效地组织和调动应急资源,实现统一协调指挥。同时,被推送至移动端的应急基础数据,也为救援队伍救灾提供行动参考。本文的地震应急协同移动互联应用软件基于已有的应急信息协同发布模式及应急协同技术平台的研究,配合后端应急平台实现协同移动互联软件系统架构、功能和接口等总体设计开发,实现应急协同、应急基础数据查询、灾情实时上报等主要功能。地震协同移动互联应用软件采用 MVP 架构,设计中运用 OkHttp 网络框架、高德定位框架、Fastson 解析等技术,同时采用 BRVAH 框架(Base Recycler View Adapter Helper)增强软件的适配兼容性能。在实际使用中,该移动互联软件可通过 4G 及以上的网络信号与后端应急平台保持通信,并以 Json 或 Xml 等数据格式进行信息交换,使其获得众多计算机语言支持及节省流量。

地震应急协同移动互联应用软件面向的用户主要为地震现场应急人员,该应用软件与后端已开发完成的应急协同平台实现互联互通及信息交换,不仅为后端指挥平台提供地震现场灾情及决策服务信息,同时为现场救援人员提供一个易于使用、界面简洁、灾情信息丰富及行动指令的移动软件,为多部门协同、快速应对灾情提供终端技术支持,提升后方指挥决策与前方救援服务的联动性、协同性。

## 2 系统功能开发

### 2.1 系统功能模块划分

地震应急协同移动互联应用软件的系统功能模块如图 1 所示。其中,系统设置模块具备场景切换功能和用户管理两大功能,由后端指挥平台统一管理,便于前后方协调一致,提高系统整体使用效果。

协同管理模块为多部门提供专家协同及业务协同信息的上传下达功能,同时具备指挥命令的接收功能以及协同跟踪功能,保证协同评估、协同研判、协同决策等工作的有效开展。

告警模块主要实现接收应急协同平台推送的告警信息,实时在终端展示预警、灾情及协同进度等各类告警信息。

紧急地震信息管理模块实现地震紧急信息的监听、展示及地震基础信息资源获取、灾情

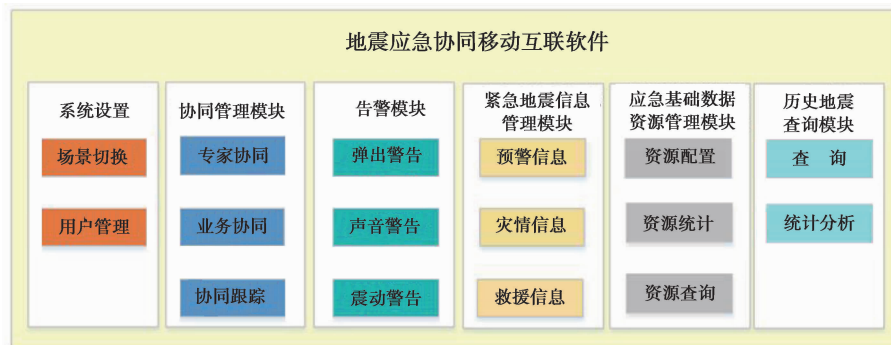


图 1 系统功能模块

信息上传等功能,保证紧急信息的及时获取及灾情信息资源的安全共享,为应急协同提供数据基础。

应急基础数据管理模块主要实现接收震中区的地震基本要素、自然要素、人文要素、重点目标及次生灾害危险源等推送的地震应急基础数据。

历史地震查询模块提供历史地震目录,并按时间顺序进行地震目录展示。

## 2.2 系统业务流程设计

地震应急协同移动互联应用软件通过 OkHttp 框架实现与后端平台之间的网络请求功能。OkHttp 是一种面向 HTTP 客户端的开发库,支持连接同一地址的链接共享同一个 Socket,通过连接池来减小响应延迟,具有透明的 GZIP 压缩、请求缓存等优势,数据请求安全、效率高、稳定性,兼容性强,支持 IPV4 和 IPV6,便于今后功能扩展。

此外,该系统通过 HTTP 网络接口协议主动获取历史灾情记录、历史震例、应急基础数据等信息,而紧急地震信息、任务等信息则通过 Netty 框架服务器由后端服务器主动推送,方便前方应急救援人员及时判断现场次生灾害危险源、重点救援目标、避难场所等关键信息,进而结合现场情况合理有序开展救援,减少突发事件造成的伤害。现场救援人员可以通过该软件将现场的灾情信息、处理过程和结果等实时上报至后端平台,保证后方指挥部门掌握实时准确的现场信息,合理有效地组织和调动应急资源。该系统在相关业务流程中采用备份机制,在地震应急现场有网络时,灾情数据通过网络请求 HTTP 协议提交至后端服务器,并将相关信息备份至本地灾情数据库,避免数据的丢失;在地震应急现场无网络时,则将提交的灾情数据先缓存至移动端的本地离线灾情数据库中,图片存入移动端的本地文件夹,当移动端检测到有网络时,系统会自动启动任务调度,通过 HTTP 网络接口向服务器提交全部缓存的灾情数据,保证信息的有效传递。系统的业务流程如图 2 所示。

## 2.3 系统功能实现

### 2.3.1 灾情信息存储与上传

为使后方掌握地震现场实时准确的灾情信息,移动端应用软件具有灾情上报功能,现场救援人员可根据采集到的灾情,通过客户端填写相应的表单、拍摄现场灾情图片等,通过网络提交到服务器,同时数据备份至本地 SQLite 数据库(图 3)。因地震造成灾区周边通信基站损毁、网络临时中断等极端情况,应急人员将无法完成灾情信息的上传工作,此时系统会

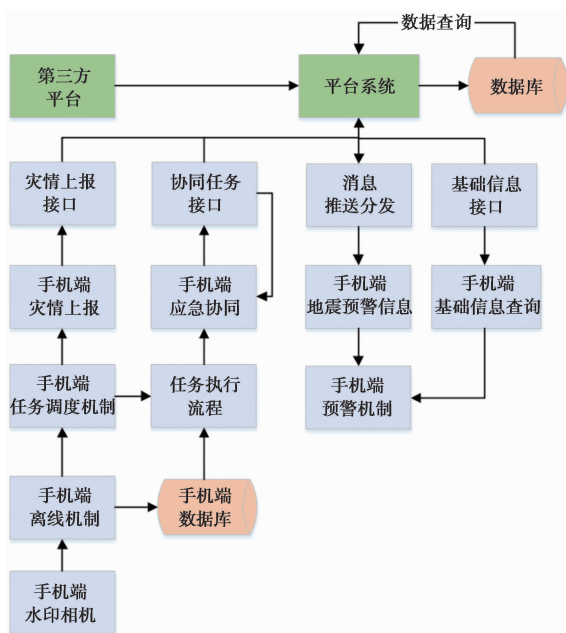


图 2 系统业务流程

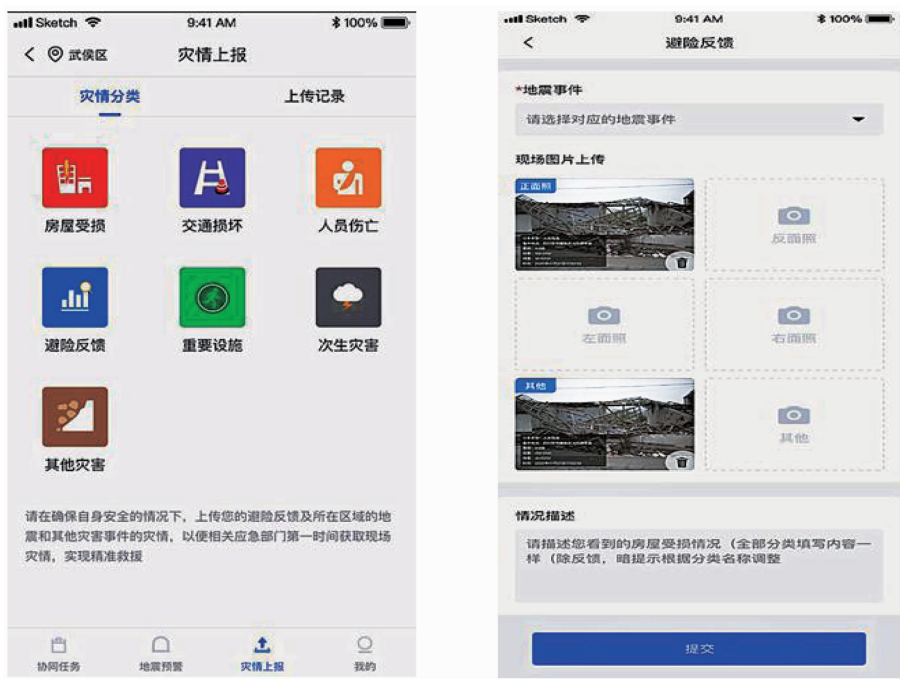


图 3 灾情信息上报界面

自动将灾情数据缓存至本地离线 SQLite 数据库, 图片存入移动端本地文件夹, 当程序检测到网络时则启动任务调度, 向服务器提交全部缓存的灾情数据, 确保灾情信息在无网和网络差的情况下可正常上传。



### 2.3.2 震情与灾情信息的获取

为使后方指挥决策与前方救援服务更具联动性和协同性,移动端震情与灾情信息的获取分为主动获取和被动获取 2 种方式。其中,历史灾情记录、历史震例、应急基础数据等信息由移动端主动获取,此模块配合后端服务器支持模糊查询功能,以便能够快速查询相关信息,进而提高应急救援现场工作效率(李兴泉等,2018);紧急地震信息、任务等信息由服务器端主动推送,移动端通过 Socket 方式与服务器保持连接,通过 BackService 类进行连接的建立和初始化、释放链接、长连接的保持、心跳包发送、消息的处理等。服务器端实时监听客户端连接并通过 Web 端发送消息。震情与灾情信息的获取界面如图 4 所示。



图 4 震情与灾情信息获取界面

### 2.3.3 前后端应急协同

移动端与服务器端通过 Netty 框架来实现应急协同。Netty 是一款异步、事件驱动网络应用程序框架(金志国等,2014),其广泛应用于开发高性能、高可靠性的服务器和客户端应用程序(滕阳阳等,2017)。通过 Netty 实现终端通信服务,无需过多关注通信连接的建立和数据编解码的底层实现,可有效解决海量终端接入的高并发性能问题及请求信号不稳定时内存占用不断升高的问题(王勇等,2020)。

移动端通过调用 HTTP 网络协议通信接口发送 HTTPS 请求,将数据发送至支持 HTTPS 协议访问的后端服务器,服务器的后端文件将请求信息生成 Json 数据集,再通过调用本地服务器上的 Webservice,将数据发送至本地服务器并保存至数据库。同时,后端以同样的方式从本地服务器数据库中将数据提取出来返回至移动端(图 5)。

### 2.3.4 定位查询功能

目前,众多互联网公司对外提供了一系列应用程序开发接口(Application Program Interface, API),如高德地图 API、腾讯地图 API、搜狗地图 API 等,便于开发者根据自己的需求开发各类应用。相对其他开源地图,高德地图在日常出行路线参考、商业网点查询等日常



图 5 协同任务界面

应用中的使用更为广泛,另外,高德地图将定位、地图、搜索、导航等基本功能以 API/SDK 形式向开发者免费开放,开发者无需系统维护及购买地图数据,便可结合自身业务需求快速构建地图应用。本文利用高德地图 API 开发实现地震应急协同移动互联网应用的本地搜索、路线规划、重点目标查询、位置定位等功能,满足了前方救援服务对定位、查询等基本功能的需求。

### 2.3.5 其他服务功能

为更好地服务于现场救援人员,地震应急协同移动互联网应用软件具有实时接收预警信息、历史地震信息、道路交通信息、灾情评估信息(人员伤亡、物质需求等)及震中 60km 范围内的应急避难场所、医院、学校、通信设施等应急基础数据的查询功能。现场救援人员可通过接收上述辅助信息,并结合地震现场实际情况,更加合理地规划应急救援方案,在最大限度保障自身生命安全的情况下,开展相应救援服务。系统部分服务功能界面如图 6 所示。

## 3 系统架构及测试

地震应急协同移动互联网应用软件融合了应急基础信息的查询、精准救援及协同交互等功能,配合后方指挥平台,使前方救援和后方指挥调度串联起来,相辅相成。地震现场应急人员可利用移动端软件采集震后实时灾情信息,利用无线 4G/5G 网络将信息传输至后端平台,供指挥中心对灾情进行综合评估,合理分配救灾资源。同时,后端指挥平台与移动端进行实时任务协同交互及应急基础数据共享,使相关部门更加有效地应对地震突发紧急事件。移动端和后端指挥平台互联的系统架构如图 7 所示。

目前,地震应急协同移动互联网应用软件与后端平台已顺利完成联调测试。测试结果验证了前后方地震预警数据、地震评估结果及地震现场采集信息的互通读取功能,以及应急信



图 6 灾情信息资源及应急基础数据界面

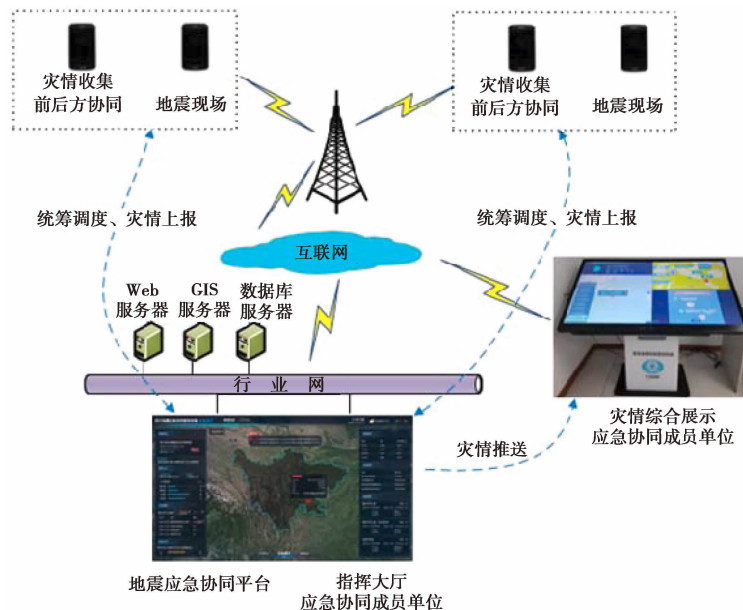


图 7 地震应急协同移动互联应用软件互联系统架构

息协同发布、应急信息的上传与下达、协同流程等业务流程的正确性。在测试期间,该系统对接了四川地震烈度速报与预警工程的紧急地震预警信息系统测试通道数据。2021年6月24日紧急地震预警信息系统发出预警测试数据“2021-06-24 10:55:30 四川省汶川县发生6.3级地震”,测试数据发出后,地震应急协同移动互联应用软件第一时间接收到后端平台推

送的预警消息,同时获取到灾情评估信息及震中附近医院、学校、避难场所、通信建筑等辅助应急救援信息;后端平台针对本次测试地震事件成功下达任务指令,移动互联软件使用者(现场救援人员)按照指令安排,模拟地震现场救援工作,积极展开现场救援服务及现场灾情信息上传等任务,为后端指挥平台及时提供地震现场灾情及决策服务信息。

## 4 结论

本文设计的地震应急协同移动互联应用软件综合利用 GIS 和移动互联网等相关技术,实现了各类地震信息的采集和传输。通过本系统的推送和上报功能,保证了后方指挥中心掌握实时准确的灾情信息,使应急部门能够合理有效地组织和调动应急资源。同时,该系统具备应急协同互联功能,较好地实现地震灾区现场、后方应急指挥中心的信息互联互通,提升了后方指挥决策与前方救援服务的联动性和协同性,为应急部门提供更加有力的技术支持和决策支持。

## 参考文献

- 金志国,李炜,2014. 基于 Netty 的 HTTP 客户端的设计与实现. 电信工程技术与标准化,27(1):84~88.
- 李兴泉,刘守贵,2018. B/S 架构测震设备信息管理平台的设计与实现. 华南地震,38(4):48~53.
- 帅向华,聂高众,姜立新,等,2011a. 国家地震灾情调查系统探讨. 震灾防御技术,6(4):396~405.
- 帅向华,郑向向,刘钦,2011b. 基于 SMS/GPS/GIS 地震灾情获取处理技术研究. 震灾防御技术,6(2):164~171.
- 滕阳阳,胡栋,2017. 基于 Netty 的 HTTP 协议栈的扩展设计与实现. 无线通信技术,26(3):38~42.
- 万国勇,王维娜,2019. 基于 GIS 的江西应急协同会商系统设计. 地理空间信息,17(12):54~57.
- 王辉山,肖健,郑韵,2017. 基于移动终端的地震应急辅助决策系统研究. 自然灾害学报,26(5):30~35.
- 王勇,王楠溢,李想,2020. 基于 Netty 的多源交通 GNSS 数据获取方法. 现代测绘,43(2):51~53.
- 席楠,姜立新,2011. 基于 ArcGIS Server 的地震应急数据与服务共享研究. 地震,31(1):135~145.

# The Design and Implementation of Mobile Internet Application Software for Earthquake Emergency Collaboration

Li Xingquan Liao Feng Chen Liang Yu Hua

Sichuan Earthquake Agency, Chengdu 610041, China

**Abstract** Emergency collaboration is the essential link in emergency management system, especially in major earthquake emergent response. It is necessary to cooperate with multiple departments to implement emergency rescue services. In this paper, some popular techniques such as Netty, OkHttp and Amap API are used to build a mobile APP system based on Android smart phones. The system integrates major functions such as emergency collaboration, emergency basic data query and real-time disaster reporting to provide mobile terminal application support for earthquake emergency decision making service and to improve the linkage and collaboration of earthquake emergency management.

**Keywords:** Earthquake emergency; Command collaboration; Amap; Mobile terminal