

董伟, 刘智, 姜慧, 等. 基于短距离应急通信技术的地震灾情采集技术研究与实现[J]. 华南地震, 2018, 38(3): 31–38. [DONG Wei, LIU Zhi, JIANG Hui, et al. Earthquake Disaster Data Collection Technology Based on Short-distance Emergency Communication Intelligent Technology [J]. South China journal of seismology, 2018, 38(3): 31–38]

基于短距离应急通信技术的地震灾情 采集技术研究与实现

董伟^{1,2}, 刘智^{2,3}, 姜慧^{3,4}, 陈焜浩^{3,4}

(1. 中国科学技术大学, 合肥 230026; 2. 香港城市大学, 香港 999077; 3. 广东省地震局, 广州 510070;
4. 中国地震局地震监测与减灾技术重点实验室, 广州 510070)

摘要: 快速、准确、全面地收集并分析灾情信息是抗震救援工作的重中之重。在破坏性地震发生以后, 房屋建筑物, 道路, 桥梁和通信基站都会受到不同程度的毁坏, 特别是偏远村镇, 基建损毁将造成灾区通信受阻, 形成孤岛, 严重影响救援工作的开展。针对这一问题, 提出了一种基于短距离应急通信技术的地震灾情采集方法, 设计出一套适用于市县局部区域范围的短距离多模式地震应急通信模块以及配套的灾情采集软件系统, 实现县域内城镇灾情数据快速采集和传输。短距离多模式地震应急通信模块集成了 Wi-Fi、ZigBee、BT (Blue Tooth, 蓝牙) 和 2G/3G/4G 等多种通信模式, 自主选择最优通信模式, 最大化单个模块的覆盖范围。地震发生后, 即使不依赖公共通信网络, 通信模块也能快速组建有效的应急通信网络, 保障地震灾情数据的及时传输。经过示范区实地测试, 系统运作效果良好, 能满足地震现场工作人员的工作需要。

关键词: 地震灾情采集; 通信中断; 短距离; 应急通信; Wi-Fi; ZigBee; BT; 4G

中图分类号: TP274.2; P315.9

文献标志码: A

文章编号: 1001-8662(2018)03-0031-08

DOI: 10.13512/j.hndz.2018.03.005

Earthquake Disaster Data Collection Technology Based on Short-distance Emergency Communication Intelligent Technology

DONG Wei^{1,2}, LIU Zhi^{1,2}, JIANG Hui^{3,4}, CHEN Kunhao^{3,4}

(1. University of Science and Technology of China, Hefei 230036, China; 2. City University of Hong Kong, Hong Kong 999077, China; 3. Guangdong Earthquake Agency, Guangzhou 510070, China; 4. Key Laboratory of Earthquake Monitoring and Disaster Mitigation Technology, CEA, Guangzhou 510070, China)

Abstract: Collecting and analyzing disaster information quickly, accurately and comprehensively is the top priority of earthquake relief work. However, after a devastating earthquake, buildings, roads, bridges and

收稿日期: 2017-11-10

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划项目 (2015BAK18B02)、广东省科技计划项目 (2015A020217007)、深圳市科技创新委员会项目 (JCYJ20160229165300897)

作者简介: 董伟 (1990-), 男, 博士, 主要从事信息系统开发、数据挖掘研究。

E-mail: dongwei3-c@my.cityu.edu.hk.

communications base stations are subject to varying degrees of damage. Especially in remote villages and towns, infrastructure damage will cause the disaster area communication blocked, the formation of island, a serious impact on the relief work carried out. Aiming at this problem, this paper proposes a method of earthquake disaster collection based on short distance emergency communication technology, and designs a set of short-distance multi-mode earthquake emergency communication module suitable for urban towns and the supporting disaster collection software system, county town disaster data rapid collection and transmission. The short-range multi-mode seismic emergency communication module proposed in this study integrates various communication modes such as Wi-Fi, ZigBee, BT (Blue Tooth, Bluetooth) and 2G/3G/4G, and selects the optimal communication mode to maximize the single module Coverage. After the earthquake, even if it does not rely on public communication network, the communication module designed in this study can quickly set up an effective emergency communication network to ensure the timely transmission of earthquake disaster data. After field testing, the system designed by the current study well meet the work needs of the earthquake site staff.

Keywords: Earthquake disaster data collection; Communication barrier; Short-distance; Emergency communication intelligent technology; Wi-Fi; ZigBee; Blue Tooth; 4G

0 引言

中国是多地震国家。近十年以来,我国时有7级以上的强震发生。破坏性地震的频频发生给人民群众的生命和财产安全带来了严重的威胁。因此,指挥部门必须在地震发生后很短的时间内(通常是2~10 h内)迅速做出救灾决策,开展抗震救援行动^[1]。而快速、准确、全面地获取震害信息是准确判断灾情、拟定救灾方案、部署和指挥救援力量的重要依据^[2]。但是,破坏性地震发生后,房屋建筑物,道路,桥梁和通信基站都会受到不同程度的毁坏。由于灾区通信受阻,震后环境复杂,灾民恐慌等因素影响,在震后一段时间内指挥部无法及时获取灾区信息或者只能获取有限的信息(即黑箱期和灰箱期)^[3]。震后黑箱期、灰箱期的长短将直接影响着救援工作的开展。因此,如何在震后灾区通信受阻的情况之下,迅速召集力量收集分析地震现场情况是抗震救援工作的重中之重。

传统地震灾情采集主要依靠地震现场工作人员在震区现场实地调研,将灾情信息记录在纸质媒介上。在现场调研结束后带着采集到的调查资料回到驻地或者现场指挥部进行整理汇总,并录入计算机。然而现场收集的资料很难在短时间内整理出来并在震区地图上进行空间展示和灾情识别。现代科学技术的发展使得科技手段被运用到震后灾情采集中来。在汶川地震发生以后,研究人员开始利用空间遥感技术来获取并识别灾情^[4]。例如,秦军等人利用低高度云作业模式来直接获

取大比例尺真彩色遥感影像用于灾情判断^[5]。但是由于震后灾区天气条件的限制,该方法仅能作为获取灾情信息的辅助手段。此外,随着移动终端设备以及互联网技术的飞速发展和人们对于网络依赖性的提高,越来越多的学者意识到现代通讯技术特别是网络和手机对于灾情采集的重要作用。章熙海等人提出并设计了基于PDA(Personal Digital Assistant,掌上电脑)的地震灾情信息流动采集系统^[6]。董翔等人和帅向华等人分别构建了一种基于网络的地震灾区获取与采集系统^[3-4]。另一方面,网络和手机也促使公众参与到灾情采集中来。美国地质调查局USGS使用基于网络的社区烈度调查系统,通过互联网平台,依据修订的麦氏烈度表不同烈度的判别指标,以电子问卷的形式调查地震有感范围区网民对地震的感知情况^[7];在国内,高方红等人设计了一套面向社会公众的地震灾害信息服务平台,允许用户自主标注震害信息,例如伤亡、交通、物资等需求情况^[8]。这些研究和方法使得大面积、多种类、准实时的灾情数据采集成为可能,为震灾评估、重建规划提供了重要的数据来源。

然而,以上这些方法需要借助公用网络或者无线局域网才能正常工作。但是地震发生后,通讯基站通常损毁严重,公用网络可能无法正常工作。受到地理环境的影响,县域里的村镇通常是震害最严重的地方。特别是偏远村镇,基建损毁将造成灾区通信受阻,形成孤岛,严重影响救援工作的开展。一旦通讯受阻,震后灾情情况很难及时传递出去。为了克服地震发生之后公用网络

通讯受阻的情况对于灾情采集的不良影响,本文提出了一种适用于县域内城镇的短距离多模式地震应急通信方法。首先,本研究开发了一套符合灾情采集需求的手机软件系统。通过该软件系统,地震现场工作人员可以录入被缓存实时收集到的灾情信息。同时,本研究还设计了一套短距离多模式地震应急通信模块。该模块集成了 Wi-Fi、ZigBee、BT 和 2G/3G/4G 等多种通信模式,可通过接力传输的方式快速组建有效的应急通信网络,保障灾区通讯和灾情数据的传输。当灾区通信中断时,缓存在手机中的灾情信息可以通过这个自组建的通信网络被传送至地震指挥部的后台服务器上,实现对县域内城镇灾情数据快速采集和汇总。使用本文提出的方法,即使在公共通信网络

失效的情况下,也能使灾情数据的采集和传输基本不中断。

1 总体设计思路

地震的突发性和破坏性通常影响灾情上报的时效性和准确性。特别是地震后通信基站等建筑物的损毁将直接阻碍公共网络间的信息传播。现代通信技术的发展和智能终端的普遍使用给震后快速准确全面的灾情采集提供了有利的条件。本研究提出了一种基于短距离应急通信技术的地震灾情采集和传输的方法。该方法主要包括灾情信息录入和传输两个部分,总体设计思路如图 1 所示。

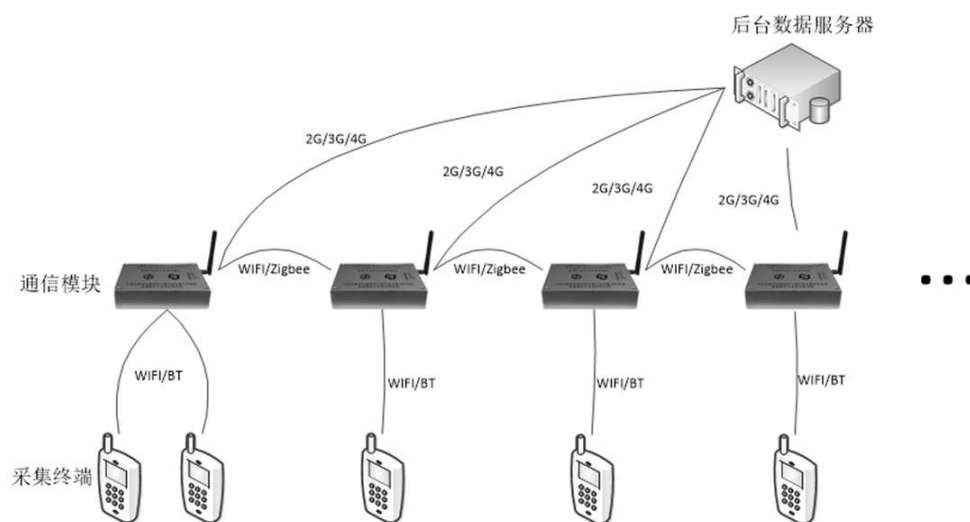


图 1 系统框架

Fig.1 Overall framework

1.1 灾情信息录入

为克服灾情采集时地震受灾面积大,影响范围广以及需要手机的灾情信息量大等诸多困难,本研究提出的方法采用手机作为灾情信息采集的主要载体。在日常生活中,手机已经成人们必不可少的装备之一。它便于携带,且具有信息录入和编辑的功能,可以随时记录灾情信息。另一方面,一旦手机接入网络之中,便可以实现灾情信息的实时回传。因此,手机已经开始被广泛应用到地震灾情信息采集中^[6,8-9]。但是现有研究开发的灾情采集软件要么只针对单一系统,要么功能过于复杂,不方便使用。

针对这些问题,本研究设计了一套符合地震灾情采集要求且同时适用于 iOS 和 Android 系统

的数字化、自动化、规范化的通用灾情采集软件。软件的主要功能包括灾情数据录入,灾情采集统计、缓存提交和系统升级等。该软件可以自动获取实时 GPS 定位信息和时间信息。地震现场工作人员可以将现场收集的地震信息,包括综合灾情,重点建筑物灾情,道路灾情、地质灾害、次生灾害等灾情数据,输入到该软件中。普通公众也可以通过应用市场下载该灾情采集软件,以普通用户权限登陆、采集及上报灾情数据,最大化丰富灾情数据。

1.2 灾情信息传输

当地震现场工作人员将灾情信息录入手机之后,需要联入网络将灾情上报到地震指挥部的后

台服务器上。但是破坏性地震会导致灾区特别是县域内的城镇公共网络受损,与外界通信中断。虽然抢修人员竭力修复受损网络,但是由于灾区震后地形复杂,余震不断,短时间内恢复的难度很大。这对分秒必争的抗震救灾工作来说影响非常严重。

针对地震发生后公共网络通信中断的情况,本研究设计了一种短距离多模式地震应急通信模块。该通信模块主要通过 Wi-Fi、ZigBee、BT 和 2G/3G/4G 技术进行信息传输。如图 1 所示,在一定范围内的多部地震应急通信模块相互连接,组成自管理、自组织的通信网络,保障灾情数据的传输。通过这种自组织的通信网络,即使在公共网络不能正常运作的情况下,现场工作人员也可以利用手机与后方指挥部进行灾情信息传输。具体来说,首先,地震应急通信模块通过 ZigBee 或 Wi-Fi 通信协议自主网络。当地震现场工作人员所携带的手机搜索该网络后,便自主选择 Wi-Fi 或 BT 通信协议联入这个网络,随后将灾情信息传送到后台服务器

2 灾情信息采集软件功能实现

本研究设计的手机端软件系统基于 Android 和 iOS 系统。其中,Android 版本软件基于 Android 平台软件开发,采用四川省丹棱县离线地图显示地理位置,并使用 socket 传输协议与后台系统通信。iOS 版软件基于 xcode7.3 版本开发平台,使用 object-c 语言开发,并采用 ArcGis SDK 地图资源进行地图展示。Android 版本 app 可以部署在 Android4.0 至 Android6.0 的系统上。iOS 版本 app 可以部署在 iOS7.0 及以上的系统上。

针对以往灾情采集软件系统过于复杂,不方便使用等问题,本软件在查阅资料并参考了诸多专家和一线工作人员的意见基础上,将软件系统的功能根据灾情信息采集业务进行划分,主要包括灾情采集、采集统计、缓存提交、修改密码和系统升级等。

灾情采集功能是本软件系统的最主要部分。用户打开页面后,首先定位到用户所在位置,通过拖动图标,选择灾情地点,随后点击选择不同采集类别,输入灾情信息,即可实现各类灾情的上报和处理。根据灾情分析的要求,灾情采集按先后顺序主要包括地震灾情综合速报、重点建筑物灾情调查、道路灾情调查以及其他地震灾情调

查。这样按信息的重要程度进行排序,可以保障后方指挥部及时掌握第一重要资料,进行灾后工作的决策。针对每一项负责的灾情,我们也根据现场工作人员的反馈进行了定制化的设计。以下图 2 的重点建筑物灾情采集为例,地震现场工作人员可以在表单上填写灾情采集所在的乡镇名称和所在村名称,其具体坐标和调查时间可以由软件系统自动生成的。其他需要采集的灾情信息还包括震感、房屋破坏情况、人员伤亡情况等。同时该软件系统还可以上传灾情照片,点击正面照调用手机系统照相,不同手机会有不同的系统相机界面,选择灾情正面,点击确定拍照,保存灾情照片。还可以拍摄其他角度的灾情照片或是重新拍照。

图 2 灾情采集软件界面(重点建筑灾情采集)

Fig.2 Interface of the earthquake disaster data collection software (priority construction information collection)

采集统计功能统计灾情信息,分为全部、地震灾情综合速报、重点建筑地震灾情调查、道路灾情调查、其他地震灾情调查选项。选择不同的选项,可以根据不同的类别形象地显示数量统计的结果。

缓存提交功能使得灾情数据既可以缓存在本地,也可以通过联入网的手机直接传输到后台服务器。当地震现场工作人员处于离线状态时,可以先把采集的灾情信息离线保存到手机中,当网络质量好或者采集完成后便可以将灾情信息上传。

此外,此软件系统还确保用户可以修改登陆密码以及升级系统。

3 基于短距离多模式地震应急通信模块

3.1 总体方案及框架

基于短距离多模式的地震应急通信模块是本研究的核心。在破坏性地震发生的特定时间、特定条件下,临时搭建的移动通信基站会超负荷拥堵,可能导致无法正常使用。因此,本研究提出基于多种通信模式的专用地震应急通信智能模块,通过多种通信模式的结合,包括 Wi-Fi (一种短程无线传输技术,能够在数百英尺范围内支持互联网接入的无线电信号)、ZigBee (一种基于 IEEE802.15.4 标准的短距离、低功耗局域网无限通信协议)、BT (一种无线数据与语音通信的开放性全球规范,其传输频段为全球公众通用的 2.4 GHz ISM 频段,提供 1 Mbps 的传输速率和 10 m 的传输

距离)、2G/3G/4G 等通信技术,不仅可将多种通信技术完整结合,同时可自动切换到最优的通信方式,快速有效地传输灾情数据,为灾区救援工作提供信息支持。如图 3 所示,该地震应急通信模块通过 ZigBee 或 Wi-Fi 通信协议自主网络,通过 Wi-Fi 或 BT 通信协议与灾情采集移动终端通信,通过 2G/3G/4G 通信协议将灾情信息传送到后台服务器上。整合后的通信技术具有传输速度快、受干扰程度小等特点,为之后的救援工作等提供保障^[10]。

每个模块在不依赖公共通信网络的情形下,可以覆盖其半径 500 m 范围。在震后通信中断时,可以在穿越城市重灾区 1~2 条的主干道上,由应急车辆、应急摩托按一定距离布设地震应急通信模块,形成一条稳定的无线通信主干线,保证每个通信节点之间通信顺畅,从而快速建立灾区数据传输主干网络。同时,每组应急救援人员也可携带该模块,在灾情数据收集和受灾群众救援过程中动态组网。该数据传输网络自组织、自管理、自愈合、支持断点续传以及高速数据传输。借助该网络,应急救援人员可以将采集到的灾情数据及时传输到后台系统,便于对数据进行处理分析,从而迅速掌握灾情,也可以接收指挥平台发来的指挥信息,提高应急救援效率。

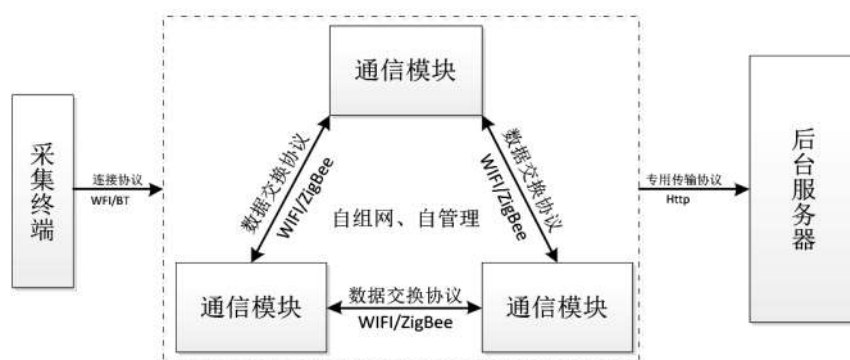


图3 地震应急通信模块工作流程图

Fig.3 Workflow of the emergency communication intelligent module

3.2 地震应急通信模块设计

3.2.1 总体设计

本研究采用嵌入式 Openwrt 系统开发板为系统主板(内置 Wi-Fi)。在完成主板和各个子模块的开发后,本研究通过外接 Zigbee、BT 和 4G 子模块来达到本多种通信模式的要求。组装完成后,我们对各个子模块的分别进行调试,包括模块在

Openwrt 系统下的驱动、与主板之间的通信及模块间通信。同时,我们还对各个子模块的电源管理、指示(LED)设计、模块调度、工作方式设计。模块外壳设计、电池及电源管理的设计,各通信元件之间的连接图如图 4 所示。

3.2.2 子模块设计

本研究采用嵌入式 Intorobot Atom (MT7620)

系统开发板为系统主板。该主板采用高速双 CPU 处理器 (MT7620N、STM32F103RB)。本研究利用该主板搭建基于 Linux 内核的 Openwrt 系统开发平台。Atom 开发板本身具备 Wi-Fi 功能, 通过对 Openwrt 的定制使其能满足 Zigbee、BT 和 4G 模块的驱动。在改主板完成各个模块的控制及数据的采集、传输等策略。Intorobot Atom(MT7620)主板具有 Wi-Fi 功能, 并且具有多个串口, 方便外接其他子模块。该主板的 Wi-Fi 子模块使用 IEEE 802.11a/b/g/n/ac 几种通信协议, 传输速度大概为

54 Mbps 至 1 Gbps。我们的测试结果显示 Intorobot Atom (MT7620) 系统开发板在空旷环境下他能达到 30 m 左右的传送距离, 性能优良。此外, 该主板自带 128 M 的存储, 同时支持 32G 甚至是更好的存储扩展, 保证了灾情数据的存储。为了保证数据传输的通畅, 达到多种通信模式的通信要求, 本研究还在主板上外接 ZigBee、BT 和 2G/3G/4G 子模块。为缩小模块体积, 保证布局的实用性, 所有的模块通过一个连接底板进行连接。同时, 这样的设计使得各子模块之间连接稳定, 通信可靠。

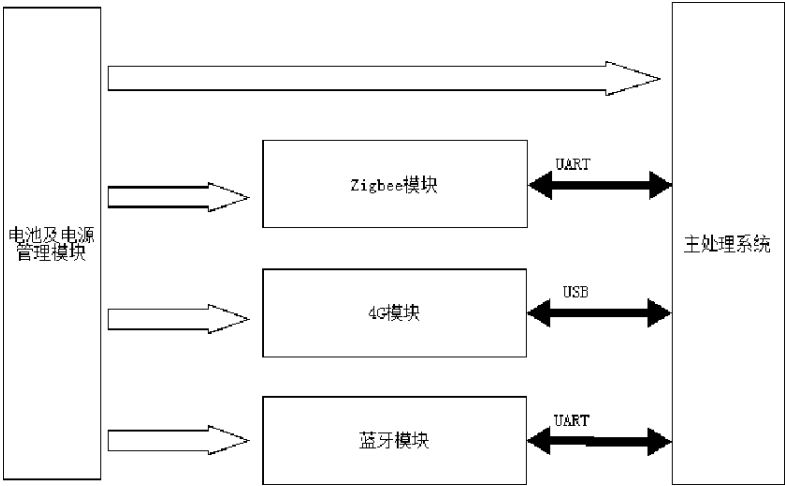


图 4 通信模块元件连接图

Fig.4 Components diagram of the emergency communication intelligent module

应急通信模块各元器件的选型见表 1。其中, Zigbee 子模块采用 Z-0002 网蜂科技 (WeBee) ZigBee 模块, 该模块是一款低功耗的 ZigBee 射频模块, 采用 TI CC2530F256+CC2591 芯片实现模块与模块之间的无线通讯, 该模块已被广泛应用于短距离无线通信组网领域, 能够以非常低的总的材料成本建立强大的网络节点, 具有功耗低、体积小、抗干扰能力强等特点。

BT 子模块采用 ATK-HC05BT 串口模块。该模块是一款高性能的主从一体 BT 串口模块, 可以同各种带蓝牙功能的电脑、蓝牙主机、手机、PDA、PSP 等智能终端配对, 该模块支持非常宽的波特率范围: 4 800~1 382 400, 并且模块兼容 5 V 或 3.3 V 系统, 可以很方便与主板进行连接, 通过 UART 穿行接口与主板进行通信, 完成终端之间、终端与手机的通信。

表 1 元器件列表

Table 1 The components list

序号	元器件名称	型号
1	嵌入式开发板	Intorobot Atom(MT7620)
2	4G 通信模块	QUECTEL EC20
3	Zigbee 通信模块	蜂汇 Z-0002
4	BT 通信模块	ATK-HC05 蓝牙串口模块
5	内置电池充放电管理、LED 指示、模块开关控制板	自主开发
6	数据存储卡	Samsung PRO+ 32g
7	移动电源	小米 2 万 mAh

4G 子模块采用 QUECTEL EC20 模块, EC20 Mini PCIe 支持接收分集技术, 在终端设备上安装 2 个不同的蜂窝天线, 从而实现优质可靠的无线连接。它通过多输入多输出技术(MIMO)降低误码率, 改善通信质量。采用 Mini PCIe 采用标准的 Mini PCIe 封装加 MINI PCI-E 转 USB 底座的方式, 通过 USB 接口使用 USB 协议与主板进行通信, 使用 Openwrt 下的驱动使模块能通过 EC20 模块进行 4G 上网。改模块同时支持 LTE、UMTS 和 GSM/GPRS 网络, 最大上行速率为 50 Mbps, 最大下行速率为 100 Mbps。能够向后兼容现存的 EDGE 和 GSM/GPRS 网络, 以确保在缺乏 3G 和 4G 网络的偏远地区也能正常工作。

此外, 本通信模块内置 5000 mAH 的锂电池, 使用的锂电池充放电管理模块、各模块 LED 工作显示及各模块电源控制模块, 以对模块单独控制, 降低空闲时的功耗, 增加续航能力。锂电池 3.7 升 5V1A 充放电保护一体板将锂电池电压升至 5 V 供开发主板及各个模块电源使用, 支持 micro USB 充电、外置 USB 放电及锂电池保护一体功能, 首次通电无输出需要在连接电池的状态下输入 micro USB 口通 5 V 电压激活。激活后如果电池跟模块有断开, 再接上时也需要再一次激活。LED 显示板主要显示设备工作状态, 包括电源、WIFI、4G、ZigBee、BT 工作状态的显示, WIFI 工作信号在有发出热点来供手机连接时灯亮, 4G 灯显示设备能通过 4G 信号或者 GPRS 信号联网状态, 在设备能连接到后台服务器时灯亮, ZigBee 灯指示设备是否通过 ZigBee 进行组网, 组网成功则灯亮, BT 灯在手机通过 BT 与设备配对连接成功时亮。通过各个 LED 灯的状态可以清楚的观察到设备的工作状态。

本研究共组装了 40 套地震通信应急通信模块, 完成从手机端接收到发送的数据, 并选择最优的方式发送到服务器或者发送到另外的通信模块, 同时在本地设备上留存有备份。单个产品 WIFI 覆盖范围在 30 m 左右、ZigBee 覆盖范围在 1 000 m (空旷条件下), 经过功耗测试, 为模块配置内置 5000 mAh 左右的锂电池, 可供设备正常工作 2 h。

3.3 多个通信模块自组网络

完成了模块软硬件的设计后, 本研究分别通过 Wi-Fi 和 ZigBee 通信协议将多个通信模块组成一个通信网络。下面我们重点讨论如何通过 ZigBee 通信协议实现自组网络。

ZigBee 就是一种新型的短距离、低速率无线通信技术, 它是一种介于 Wi-Fi 远距离技术与 BT 之间的技术方案。利用多个 ZigBee 模块通过无线通信的方式组成的一个多级中继的自组织的网络系统, 且 ZigBee 之间可以相互协作地感知、采集和处理区域中的 ZigBee 设备。

在 ZigBee 网络中, 有两种不同类型的设备, 分别叫做: 协调节点、路由节点。协调节点有且只能有一个, 是组建网络的核心。协调节点允许路由和终端节点加入这个网络, 对网络中的数据进行路由。路由节点首先必须加入一个 ZigBee 网络, 加入网络后允许其他路由加入。针对 ZigBee 模块现有的数据发送方式, 主要是 ZigBee 的单播和广播两种方式。单播方式是数据由一个源设备, 发送至一个目标设备; 在单播方式下, 数据由源设备发出, 直接或者经过几级中转后, 发送至目的地址。加入 ZigBee 网络的所有设备之间都可以进行单播传输。具体路由关系由协调节点/路由节点进行维护、查询。广播方式是数据由一个源设备, 发送给整个网络中的所有设备; 在广播方式下, 数据由一个设备发送信息直接或者经过路由中转, 发送到整个 ZigBee 网络的所有设备。所以广播方式会形成非常大的噪声, 因此, 本研究使用单播方式进行传输。

最终, 本研究共组装了 40 套地震通信应急通信模块, 完成从手机端接收到发送的数据, 并选择最优的方式发送到服务器或者发送到另外的通信模块, 同时在本地设备上留存有备份。单个产品 WIFI 覆盖范围在 30 m 左右、ZigBee 覆盖范围在 1000 m (空旷条件下), 经过功耗测试, 为模块配置内置 5 000 mAh 左右的锂电池, 可供设备正常工作 2 h。

4 结语

本研究提出了一种基于短距离应急通信技术的地震灾情采集技术的方法, 实现对县域城镇灾情数据快速采集和传输。本研究设计的基于短距离应急通信地震灾情采集系统主体结构主要包括一套适用于县域内城镇的短距离多模式地震应急通信模块, 基于 iOS 和 Android 系统的灾情采集软件系统和后台服务器。在一定范围内, 多部地震应急通信模块可通过 ZigBee、Wi-Fi、BT (Blue Tooth, 蓝牙) 和 2G/3G/4G 等多种通信模式相互连接, 组成自管理、自组织的通信网络以保障公共

网络中断情况下的网络通信。此时,地震现场工作人员可以利用移动终端上已安装的灾情采集软件将采集到的灾情数据即时传输到后台服务器上,以实现灾情数据的分析处理。

通过多次实地演练测试,本文研发的通信模块及其配套系统的设计和实现具有以下三个方面的特点。

(1) 本文研发的短距离多模式地震应急通信模块集成了 ZigBee、Wi-Fi、BT 和 2G/3G/4G 等多种通信模式,自主选择最优通信模式,最大化单个模块的覆盖范围,即使不依赖公共通信网络,也能快速组建有效的应急通信网络,保障地震发生时灾情数据的及时传输。

(2) 多个通信模块能完成自组网,该网络需具备以下特性:① 自组织,多模式地震应急通信模块可即时加入网络,扩展网络的覆盖范围,并可连接至所有其他模块;② 自愈合,如果网络中的某台设备发生故障或离开网络覆盖范围,网络会动态适应这种改变;③ 多跳式,每个多模式地震应急通信模块均能转发其它模块发送的数据包,能选择并确定一个从发送端到接收端的最佳路径;④ 无需中央管理节点,该自组织网络由平等的多模式地震应急通信模块构成,不需要中央管理节点调度,就能选择连接发送端和接收端的最佳传输路径。

(3) 为保证灾情采集移动终端软件实现灾情采集的自动化和标准化,本文通过 GPS 定位、基础数据自动读取等措施保证采集的自动化,同时以下拉列表的方式录入灾情信息,既保证数据录

入的标准化,又减少采集人员记录数据的操作成本。该软件同时兼容多种类型的灾情信息,包括道路网、桥梁、建筑物信息等。本研究通过预先设计、先期植入多种灾情信息采集模板,采集人员可以在多种灾情信息采集界面中切换到所需模板,实现灾情信息自动化和标准化采集。

参考文献:

- [1] 聂高众,安基文,邓砚.地震应急灾情服务进展[J].地震地质,2013,34(4): 782-791.
- [2] 高方红,侯志伟,高星.公众参与式地震灾情信息服务平台研究[J].地球信息科学学报,2016,18(4): 477-485.
- [3] 董翔,肖兰喜,杜宪宋,等.基于网络的山东地震灾情收集分析处理系统[J].华北地震科学,2007,25(3): 6-10.
- [4] 帅向华,郑向,刘钦.基于 SMS/GPS/GIS 地震灾情获取处理技术研究与实现[J].震灾防御技术,2011,6(2): 164-171.
- [5] 秦军,曹云刚,耿娟.汶川地震灾区道路损毁度遥感评估模型[J].西南交通大学学报,2010,45(5): 768-774.
- [6] 章熙海,宋法奇,胡晓荣,等.基于 PDA 的地震灾情信息流动采集系统的设计与实现[J].地震,2014,34(2): 131-137.
- [7] USGS. Nonindigenous aquatic species[EB/OL]. (2012-06-22)[2017-10-12]. <http://nas.er.usgs.gov/>.
- [8] 郑黎辉,黄声明,林岩钊.基于智能手机的地震灾情快速上报系统的设计与实现[J].国际地震动态,2012,(6): 164-164.
- [9] 廖永丰,李博,雷宇,等.面向任务的移动灾情快速采集直报技术与应用.地理信息系统开发技术,2013,15(4): 538-545.
- [10] 王海涛.应急通信发展现状和技术手段分析[J].电力系统通信,2011,32(2): 1-6.