

郑航. 云计算技术在地震受灾区域的紧急通信应用研究[J]. 灾害学, 2018, 33(3): 190–193, 200. [ZHENG Hang. Application of Cloud Computing Technology to Emergency Communication in Earthquake Affected Areas[J]. Journal of Catastrophology, 2018, 33(3): 190–193, 200. doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2018.03.036.]

# 云计算技术在地震受灾区域的紧急通信应用研究<sup>\*</sup>

郑 航

(中国电信集团系统集成有限责任公司广西分公司, 广西 南宁 530005)

**摘 要:** 针对传统通信过程中易受到周围环境因素的影响, 存在通信效果差, 能耗大的问题, 提出基于云计算的地震受灾区域紧急通信技术。通过分析地震受灾区域紧急通信系统的整体结构, 在硬件部分, 引入云计算技术对其进行改进; 在软件部分, 以云计算技术为基础, 对通信时延导致的能耗过大问题进行分析, 给出具体的软件实现流程图。实验结果表明, 采用改进通信方法, 相比传统通信方法, 其对于周围环境带来的干扰消除能力较大, 能耗较低, 随着通信时间的增加, 能耗未出现提高的现象, 且因对外界干扰消除能力的增加, 能耗逐渐降低, 具有一定的优势。

**关键词:** 云计算; 地震; 受灾; 区域; 紧急; 通信

**中图分类号:** X43; P315.95      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000–811X(2018)03–0190–05

doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2018.03.036

当发生大级别的地震灾害时, 现有的公共网络通信设施早已被地震所破坏, 无法使用, 例如, 汶川 8.0 级地震。与此同时, 受灾后人们对公网通信的需求更加迫切, 甚至达到平常的几倍需求, 因此对网络造成拥堵阻塞的情况, 从而使公网无法实现通信。大级别地震多伴有震余震, 因此派遣救援人员建立网络通信, 是抗震救灾工作中的首要任务<sup>[1–2]</sup>。迅速建立有效且可靠的网络通信, 能够及时向后方指挥中心发送当前赈灾情况, 并将救灾物资第一时间投送。救援工作所需的工作时间不确定性较高, 因此, 在搜索时间内, 可靠的网络通信能够帮助幸存人员进行自救和互救<sup>[3]</sup>。依据以上情况, 我国制定了对紧急通信系统的建设策略, 相关专家针对紧急通信系统展开了深入研究, 并已取得一定成果。

文献[4]通过对地震现场应急通信技术系统的现状进行梳理, 以 AHP 层次分析法为基础, 从系统的设备构成、功能特点、制约因素等三方面阐述了各层之间的制约因素, 确定了各级指标的权重, 得出各因素对实现总目标的影响及重要程度, 并对决策模型的计算结果进行分析, 实验结果表明, 采用改进通信技术其通信效果及通信系统建立耗时方面具有一定的优势, 但其使用范围局限, 对环境因素考虑不全; 文献<sup>[5]</sup>通过介绍地震行业地面骨干网与应急卫星通信网的运行现状及互联

存在的路由问题, 分析了影响地震通信的两网互联的路由因素, 根据 OSPF 协议与 BGP 协议的特点和适用范围, 提出了统一互联的接入方法, 以及联合使用 OSPF 和 BGP 协议解决两网互联路由问题导致通信不佳的具体方案, 经仿真平台测试证明, 该方案切实可行, 效果良好, 但存在易受外界因素干扰的问题。

针对上述问题的产生, 本文提出基于云计算技术的地震受灾区域紧急通信技术。实验结果表明, 采用改进通信方法, 相比传统通信方法, 其对于周围环境带来的干扰消除能力较大, 能耗较低, 随着通信时间的增加, 能耗未出现提高的现象, 且因对外界干扰消除能力的增加, 能耗逐渐降低, 具有一定的优势。

## 1 整体结构分析

总体地震受灾区域的紧急通信构架以卫星通信为主网络, 云计算技术为辅助, 具有广域网络接入通信, 快速有效高稳定性能<sup>[6]</sup>。与此同时, 引入的云计算技术可为震后救援保障通讯畅通提供基础的有效备份网络。在云计算技术接入时, 在地理环境较好区域使用需要结合

\* 收稿日期: 2017–12–25      修回日期: 2018–01–31

基金项目: 国家自然科学基金(1762003)

作者简介: 郑航(1985–), 男, 广东揭阳人, 硕士, 工程师, 研究方向为计算机技术及信息应用。E-mail: hangz@189.cn

以太网和 3G/4G 无线网络等通信手段进行决策信息指令的下达与发布;在偏远山区可与无线电短波的方式进行应急通信。整体地震受灾区域的紧急通信架构如图 1 所示。由图 1 可知,整体地震受灾区域的紧急通信技术主要有以下几个方面组成。

(1) 卫星通信作为地震广域网接入手段: 高校、快速、稳定, 极具安全性和可靠性, 能满足大容量、高可靠性及快速开通、移动灵活的需求, 是连接地震灾区与外界通信最优选择, 随着我国卫星通信事业的发展, 必然会成为地震预警及应急救援通信系统的主要通信手段<sup>[7]</sup>。

(2) 无线 IP 语音、视频采集通信系统: 地震现场数据信号的采集与传输, 采用有无线网络摄像机、无线地震监测仪器、WiFi 手机及 IP 电话、WiFi 笔记本电脑和移动单兵等设备。

(3) 高能性的前端地震数据采集设备: 在地震现场救援队伍中必须配备一定量的高性能全方位的生命探测仪, 保证不遗漏任何一个可能幸存的被埋人员的救援机会: 与此同时根据震区可变数据库的信息和地震分析仪器确定震级的大小, 波及范围以及震区破坏程度及震后发生余震的概率<sup>[8]</sup>。

(4) 云计算技术: 资源和软件功能能够通过服务的形式发不到网络通信中, 是采用云计算的核心理念。而在地震受灾区域的紧急通信技术中引入的云计算技术, 主要为云存储及云控制的形式。云存储主要通过集群应用、网络技术或分布式文件系统等功, 可提高地震受灾区域信息的有效传递。云控制可提高通信的可靠性、安全性, 保证在应用程序需要使用信息服务时, 此服务可保证信息在通信传输过程中不会丢失, 在出现故障的情况下, 亦可不断重试传送, 等待故障修复后第一时间通信成功。

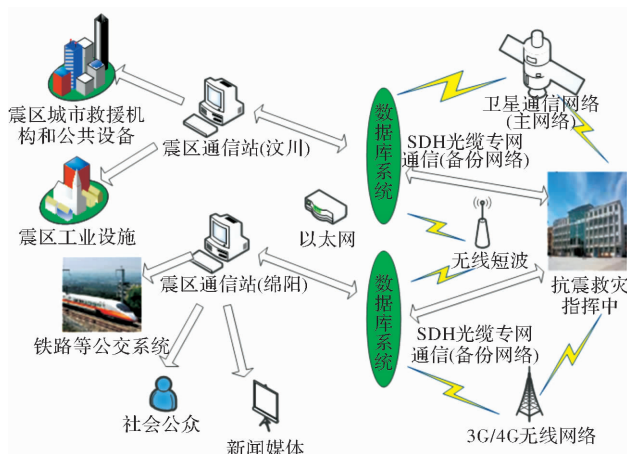


图1 震后救援通信指挥系统结构示意图

## 2 硬件结构分析

在硬件设计过程中主要以云计算为基础, 对整体硬件模块进行分析, 如图 2 所示。

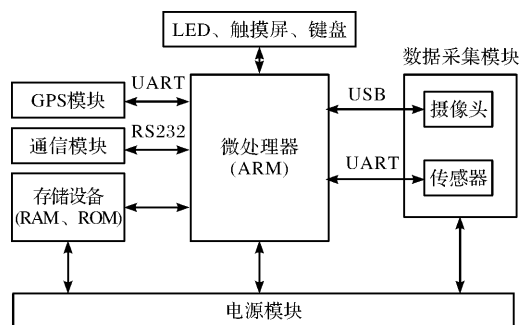


图2 PDA 硬件功能模块

(1) 嵌入式微处理器: 微处理器对系统的整体运行过程进行调度, 调度过程中对各扩展功能模块的辅助运行进行控制。

(2) 数据存储模块: 储模块主要针对底层操作系统数据、各应用软件数据以及相关数据进行存储。对数据存储模块进行设计时, 要充分考虑模块的读写速率、存储量以及进行存储过程中硬件功率的消耗<sup>[9]</sup>, 设计并安装外部存储器, 如 SD 卡等设备, 将 PDA 的存储容量进行扩大, 以避免因灾情信息量过大, 引起网络拥塞现象发生。

(3) 存储模块: 采用人机交互技术, 构建用户和信息的交互桥梁, 实现用户和 PDA 终端设备之间的信息交换及存储。通过想系统发送质量, 使用户接收到系统信息。设计触摸屏, 同时备有键盘进行辅助, 帮助用户想系统输入短信、报表等灾情记录, 选用 LCD 液晶屏将用户信息进行高清化显示。

(4) 电源模块: 能够持续为 PDA 设备终端供电。

(5) 数据采集模块: 采集地震现场灾情信息, 将数据保存至存储模块, 通过摄像机对现场人员、建筑物等灾害情况进行采集, 对直观图像信息附上文字进行说明, 利用传感器完成对现场次生灾害信息的采集处理<sup>[10]</sup>。

(6) GPS 模块: 主要用于采集 PDA 终端的位置信息, 完成定位工作。确定具体灾害情况的发生地点, 协助后方救援指挥部门合力展开救援工作部署。

## 3 软件结构分析

在进行地震受灾区域紧急通信软件分析过程

中,地震受灾区域的紧急通信需要更好地制定救援方案,指挥救援,是一个实时性要求较高的通信系统,其通信数据需要进行长距离多跳传输,会产生相当大的能耗,因此,在对软件部分进行分析时,需要对通信能耗进行优先处理,防止出现能耗过大,导致通信效率低及通信效果差的问题,首先对通信能耗进行处理,在采用通信网络传输方式对地震受灾区域数据进行传递。

在整体紧急通信过程中,移动终端的任务都尊在最大执行时间,表示使用者对于完成此任务能够容忍的最大时延,即截止时间,则执行时间的最优化表达式为:

$$\begin{aligned} T_{\min} &= \min \{ T_{\text{exec}}, T_{\text{cloud}} \} \\ \text{s. t.} \quad \max \{ T_{\text{exec}}, T_{\text{cloud}} \} &\leq T_{\text{delay}} \end{aligned} \quad (1)$$

当  $T_{\text{save}} > 0$  且  $T_{\text{cloud}} \leq T_{\text{delay}}$  时,将通信任务发送到云端执行可以得到最小执行时间;当  $T_{\text{save}} < 0$  且  $T_{\text{exec}} \leq T_{\text{delay}}$  时,通信任务在本地执行能够得到最小执行时间,当  $\min \{ T_{\text{exec}}, T_{\text{cloud}} \} > T_{\text{delay}}$  时,在本地执行或者云端执行都无法在截止时间内将该通信任务完成,即出现时延。

在确定时延的基础上,对通信状态的平稳概率进行分析,当通信信号服从瑞利分布时,采用等概法对通信信噪比的门限进行划分,使每次通信的状态平稳概率都相等,则状态平稳概率可表示为:

$$\zeta_k = \int_{\Gamma_k}^{\Gamma_{k+1}} p(\gamma) d\gamma = e^{-\Gamma_k/\gamma_0} - e^{-\Gamma_{k+1}/\gamma_0} = \frac{1}{K} \quad (2)$$

式中:瞬时信噪比  $\gamma$  与信号包络  $r^2$  成正比,其概率密度函数  $p(\gamma)$  服从参数为  $\gamma_0$  的指数分布,  $\gamma_0$  为平均信噪比,  $\Gamma_k$  表示信噪比门限。

在实际情况下,移动通信终端的频率是可调节的,假设单次通信周期为  $\omega$ , 频率为  $f_w$ ,  $W_p$  是终端在截止时间  $T_{\text{delay}}$  内所达到的最大工作周期,可表示为  $\varphi = \{f_1, f_2, \dots, f_w\}$ , 则  $f_w$  对应的能量消耗为:

$$\varepsilon_w = hf_w^2 \omega \quad (3)$$

令通信设备在时间  $T_{\text{delay}}$  内完成通信信息传输量  $L$   $\varepsilon_m(L, T_{\text{delay}}, \varphi)$ , 则通信数据传输到云端所用的最小能耗为:

$$\varepsilon_c^* = \frac{L_n}{F_X(\rho)(t_G + t_B) \cdot t^{n-1}} [t_G \cdot \varepsilon_G + t_B \cdot \varepsilon_B] = \frac{C(n)L_n}{F_X(\rho)t^{n-1}} \quad (4)$$

式中:  $t_G$  和  $t_B$  为通信状态为  $g_G$  和  $g_B$  时所用时间;  $\varepsilon_G$  和  $\varepsilon_B$  为通信状态为  $t_G$  和  $t_B$  时间段内消耗的能量;  $C(n)$  为最小传输能耗因子。整体紧急通信软件实现流程图如图 3 所示。

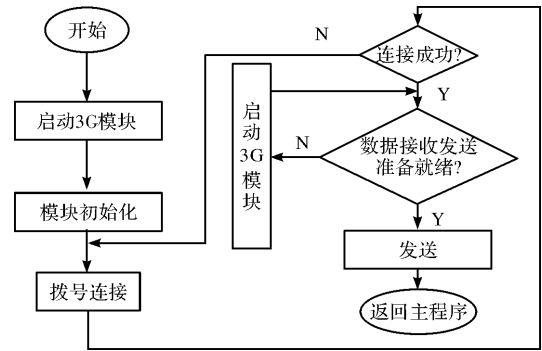


图3 紧急通信软件实现流程图

## 4 实验结果分析

为了验证改进通信技术在地震受灾区域紧急通信的效果,实验以某地区的地震受灾情况为例,进行模拟实验分析。设置实验参数如表 1 所示。

表 1 实验参数设置

名称	参数
通信频率/MHz	1785 ~ 1805
通信设备最大传输距离/km	19
调制方式	QPSK/AQM
终端数目	20
时间/min	350
噪声功率/dBm	10
最大用户数	300

为了验证改进通信方法的有效性,实验采用传统通信方法与改进通信方法为对比,以通信过程中对外界干扰消除结果为指标进行实验对比分析,结果如图 4 所示。

图 4 中,图 4a 为传统通信方法,图 4b 为改进通信方法。由图 4 可知,采用传统通信方法时,其对于外界产生的干扰进行消除时,过于紊乱,导致消除不全面,干扰依然存在的现象;采用改进通信方法时,其对于外界干扰消除较前面,在 300 min 处出现较为紊乱的现象,其它时刻较为稳定,干扰消除准确,具有一定的优势。对于通信能耗的对比结果如图 5 所示。

由图 5 可知,在通信区域一定的情况下,采用传统通信方法进行通信,其能耗在最初时,出现较大波动,导致能耗较大,主要是由于对外界环境考虑不到位,且忽略了通信产生的时延对通信能耗带来的影响;采用改进通信方法时,其通信期间,能耗较为稳定,未出现能耗过大或过小的现象,这主要是因为软件设计过程中,对导致能耗过大问题的通信时延进行处理,且分析了最低能耗存在的最优情况,具有一定的实用性。通

信时间也是导致通信能耗增加的主要因素, 现对改进通信方法的时间与能耗关系进行分析, 结果如图 6 所示。

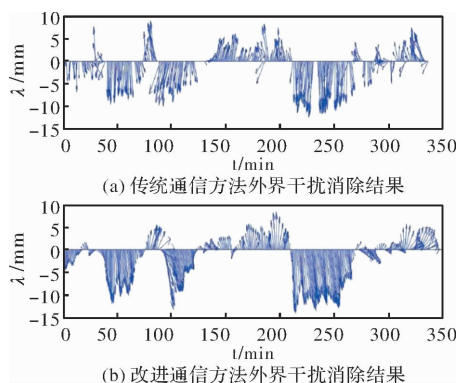


图 4 外界干扰消除结果

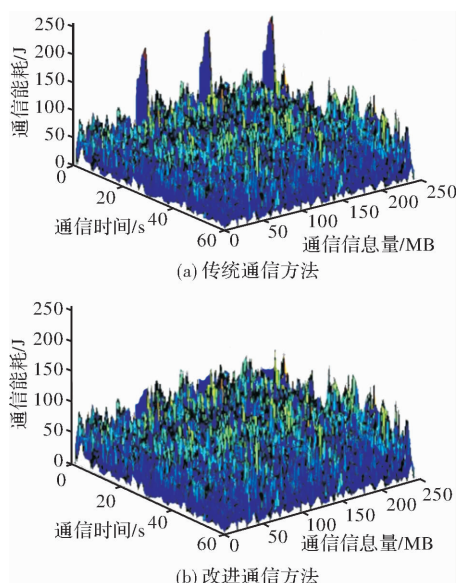


图 5 不同方法下通信能耗对比分析

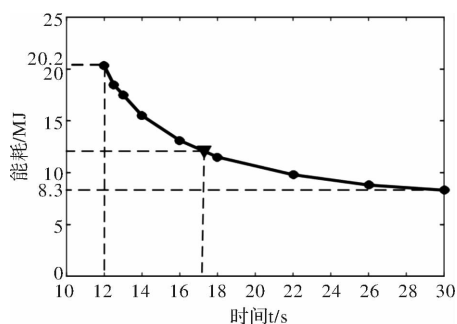


图 6 通信时间与能耗关系分析图

如图 6 所示为通过不同的平均执行时间得到相应的最小能耗, 拟合得到的关系曲线。由图 6 可

知, 通信过程中最小平均时间为 12 s, 其所对应的最小能耗为 20.2 MJ。平均执行时间最大时, 其对应的能耗为 8.3 MJ。由此可知, 改进通信方法会随着执行时间的增加, 能耗降低, 主要是由于在通信过程中引入云计算技术, 且在软件设计过程中, 已对通信能耗进行微处理的原因。

## 5 结论与讨论

针对传统通信方法一直存在通信效率低、能耗大的问题, 提出基于云计算的地震受灾区域紧急通信技术, 实验结果表明, 采用改进通信方法, 相比传统通信方法, 其对于周围环境带来的干扰消除能力较大, 能耗较低, 随着通信时间的增加, 能耗未出现提高的现象, 且因对外界干扰消除能力的增加, 能耗逐渐降低。这主要是因为软件设计过程中, 对导致能耗过大问题的通信时延进行处理, 且分析了最低能耗存在的最优情况, 具有一定的实用性。

## 参考文献:

- [1] 付荣国, 肖飞, 郑黄海, 等. 基于卫星及无线 Mesh 网的组网技术研究与应用[J]. 现代电子技术, 2017, 40(11): 21-24.
- [2] 李顺, 高勇. 基于差分 Pattern 时延差编码的管道应急声通信技术研究[J]. 矿业安全与环保, 2017, 44(3): 20-23.
- [3] 唐红, 杨广, 徐川, 等. 面向性能评估的 3G 应急通信网络仿真系统研究[J]. 系统仿真学报, 2015, 27(2): 303-312.
- [4] 邓树荣, 曹彦波, 张方浩, 等. 基于 AHP 方法的云南地震现场通信技术系统应急响应模式研究[J]. 地震研究, 2017, 40(2): 277-285.
- [5] 章熙海, 万群, 杨乐. 地震行业地面骨干网与应急卫星通信网互联路由设计方案的探讨[J]. 震灾防御技术, 2016, 11(3): 674-681.
- [6] 周兴霞, 程多样, 赵楨, 等. 中继通信技术在无人机应急测绘保障中的应用[J]. 测绘通报, 2016(11): 47-50.
- [7] 潘伟, 陈旭, 许立强, 等. 基于无线传感器网络的应急保护通道可靠性及通信性能研究[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(17): 71-77.
- [8] 杨尚东, 罗卫兵. 微小型无人机平台中继在应急通信中的应用[J]. 飞航导弹, 2015(5): 68-71.
- [9] 郑万波. 基于应急救援模型的矿山应急指挥通信模式探讨[J]. 工矿自动化, 2015, 41(8): 29-34.
- [10] 樊自甫, 王丽花, 孙红. 基于优势粗糙集构建突发事件应急响应分级模型[J]. 统计与决策, 2015(18): 56-59.

(下转第 200 页)