

B3. 申报作品情况（科技发明制作）

说明：1. 必须由申报者本人填写；

2. 本表必须附有研究报告，并提供图表、曲线、试验数据、原理构图、外观图（照片），也可附鉴定证书和应用证书；

3. 作品分类请按照作品发明点或创新点所在类别填报。

作品全称	基于 WLAN Ad-hoc 网络的灾害现场和野外救援信息系统
作品分类	<p>(B) A. 机械与控制（包括机械、仪器仪表、自动化控制、工程、交通、建筑等）</p> <p>B. 信息技术（包括计算机、电信、通讯、电子等）</p> <p>C. 数理（包括数学、物理、地球与空间科学等）</p> <p>D. 生命科学（包括生物、农学、药学、医学、健康、卫生、食品等）</p> <p>E. 能源化工（包括能源、材料、石油、化学、化工、生态、环保等）</p>
作品设计、发明的目的和基本思路，创新点，技术关键和主要技术指标	<p>一、作品目的</p> <p>在自然灾害突然爆发的情况下，通讯系统是救援迅速顺利展开的关键。然而在这样的环境下，现有的公共网络通信设施往往会被破坏而无法使用，普通的蜂窝网络通讯会因此中断，救援指挥中心无法获取灾情信息，受困群众无法与外部取得联系并获取外界发布的消息。本作品旨在利用 Wi-Fi Ad-hoc 网络技术，在不同应急场景中发挥应急通讯作用，使得受困群众可以主动参与到救援行动中而非被动等待，降低紧急救援的门槛，将应急通讯的能力赋予每个拥有智能手机的普通群众；优化应急通讯组网质量，提高系统的适应能力和工作效率；使用 Wi-Fi P2P 实现位置共享和群体位置显示，让救援人员更快定位群众并部署救援方案。</p> <p>本作品的应用场景可以抽象为如下的灾害现场模型：</p> <p>在地震灾区，移动通信车不能进入的时候；在地下隧道，地面通讯信号不能直接传送的时候，就有了我们的 ad-hoc 自组织网络通信的用武之地。</p>

对于救援人员，使用我们的系统，能够不依赖灾区外的数据服务，快速形成 WLAN 自组织网络，实现组群的通讯，传递文字、语音、图片和视频，从而协调救援工作。也可以与受困群众共同组网，发布信息，给出指示，获取群众的情况。

对于受困群众，可以通过 Ad-hoc 网络完成以下三件事情。一是能主动向外界救援中心及时反馈情况，从而更快脱险。二是在没有运营商网的地方形成组间通讯，便于受困群众的交流和自救。三是受困群众的设备可以接受到外界的自救信息广播，包括此处的位置、脱险的方向路线、可能发生的事故、有危险的动植物等。

二、创新点

- ① 将 Wi-Fi Ad-hoc 网络技术应用于灾害现场和野外救援的通讯，并在 Android 平台上加以开发实现。充分利用 IEEE 802.11 设备的普及性，让每个有手机的普通群众都能在紧急时刻参与应急通讯组网而不必持有专业设备，降低了使用门槛。
- ② 开创性地提出了“灾区自救协助”这一应用场景，作品设计的灾区自运行节点填补了这一领域产品的空白。
- ③ 提供了视频数据传输的技术，可以帮助救援指挥中心更好的了解险情以及做出决策。
- ④ 解决了应急救援车无法进入区域、地下曲折空间等传统通讯方式受限的情况下的应急组网通讯问题。
- ⑤ 使用 Wi-Fi p2p 网络进行群体位置共享和定位显示，提高了搜救效率。让受困者可以主动暴露自身位置，增加生存机会。

三、基本思路 and 关键技术

作品的推进主要包含理论研究与技术实现。

为了降低应急通讯的门槛，我们选取了 Android 智能手机作为开发平台，让拥有智能手机的人就能参与应急通信中。Ad-hoc 网络中身份较为特殊的骨干节点（如信息发布节点、信号增强节点），则采用嵌入式的系统移植 Android 应用程序。

1. 技术基础

本作品最为核心的技术基础是 Wi-Fi Direct 标准和 Ad-hoc 网络架构。

- Wi-Fi Direct

Wi-Fi Direct 标准是指允许无线网络中的设备无需通过无线路由器即可相互连接。与蓝牙技术类似，这种标准允许无线设备以点对点形式互连，而且在传输速度

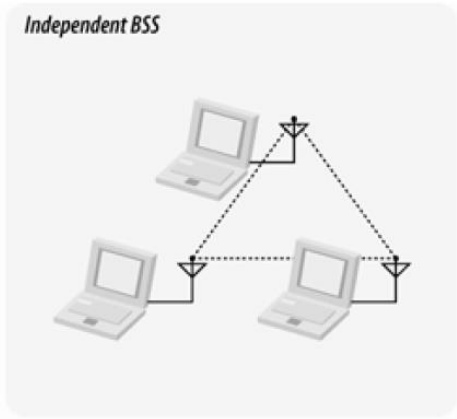
与传输距离方面则比蓝牙有大幅提升。

按照定义，Wi-Fi CERTIFIED Wi-Fi Direct 设备是支持对等连接的设备，这种设备既支持基础设施网络，也支持 P2P 连接。

最初，Wi-Fi Alliance® 联盟的这一新标准原名为“Wi-Fi peer-to-peer”，而最终定名为 Wi-Fi Direct，面向各种 Wi-Fi 设备，从电脑到手机、到电脑外设，到家电等等。符合该标准的设备无需热点和路由器，就可以方便的和其他设备实现直接连接，传输数据或共享应用。Wi-Fi Direct 可以支持一对一直连，也可以实现多台设备同时连接，并且 Wi-Fi Direct 标准将会支持所有的 Wi-Fi 设备，从 11a/b/g 至 11n，不同标准的 Wi-Fi 设备之间也可以直接互联。

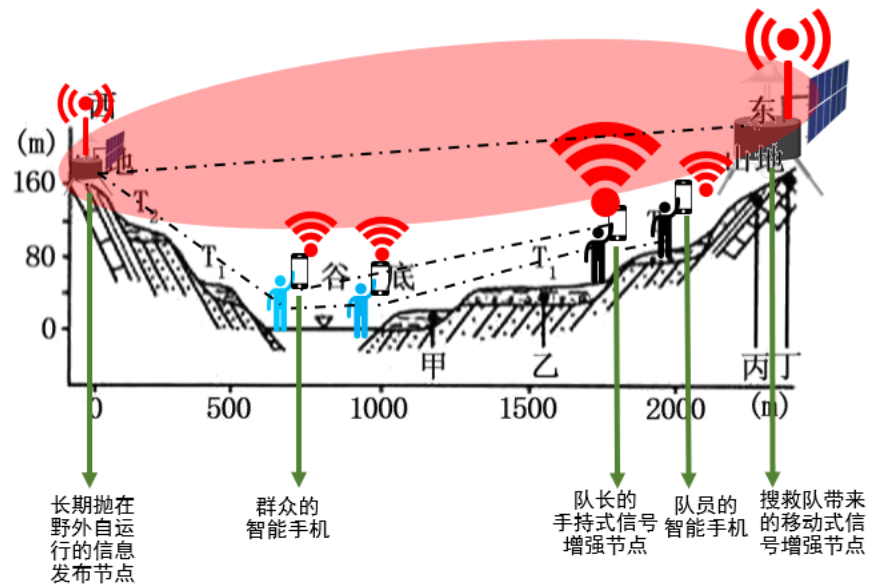
● Ad-hoc 网络

无线 ad hoc 网络是由一组自主的无线节点或终端相互合作而形成的，独立于固定的基础设施的并且采用分布式管理的网络，是一种自创造、自组织和自我管理网络。与传统的蜂窝网络相比，无线 ad hoc 网络没有基站，所有节点分布式运行，具有路由器的功能，负责发现和维护到其它节点的路由，向邻居节点发射或转发分组。这种网络既可以单独运行，又可以通过网关接入到有线骨干网络(如因特网)。

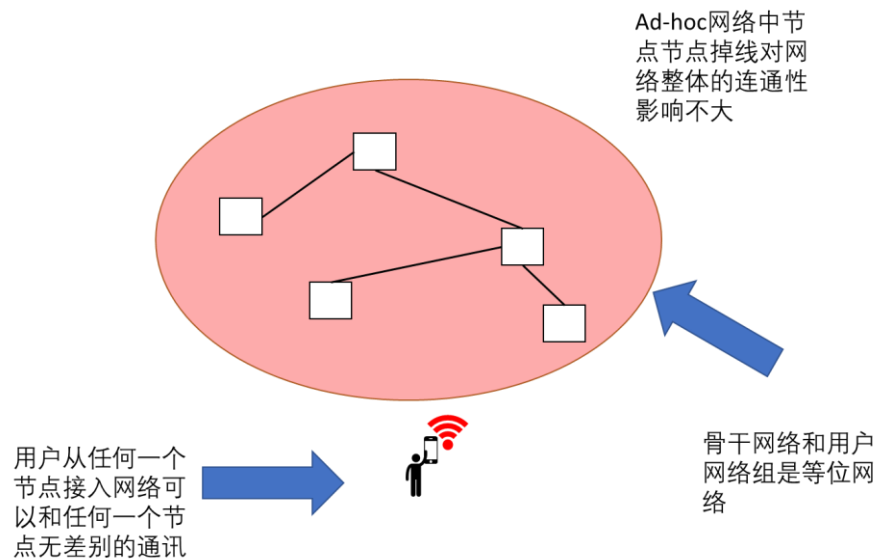


与蜂窝网络相比，无线 ad hoc 网络具有不可比拟的优点。首先，不需要固定的基础设施(如基站)，无线 ad hoc 网络可以被随时随地建立，可以在没有其它通信设施，或者由于保密、费用、安全性等原因使一些设施不能被使用的情况下使用。其次，ad hoc 网络不受固定拓扑结构的限制，具有很强的容错性和鲁棒性。无线 ad hoc 网络具有广阔的应用前景。军事行动和地震、水灾或偏远地区的救援行动都是 ad hoc 网络的传统应用领域。它也可以作为无线接入网，提供迅速的组网能力。

2. 部署方案



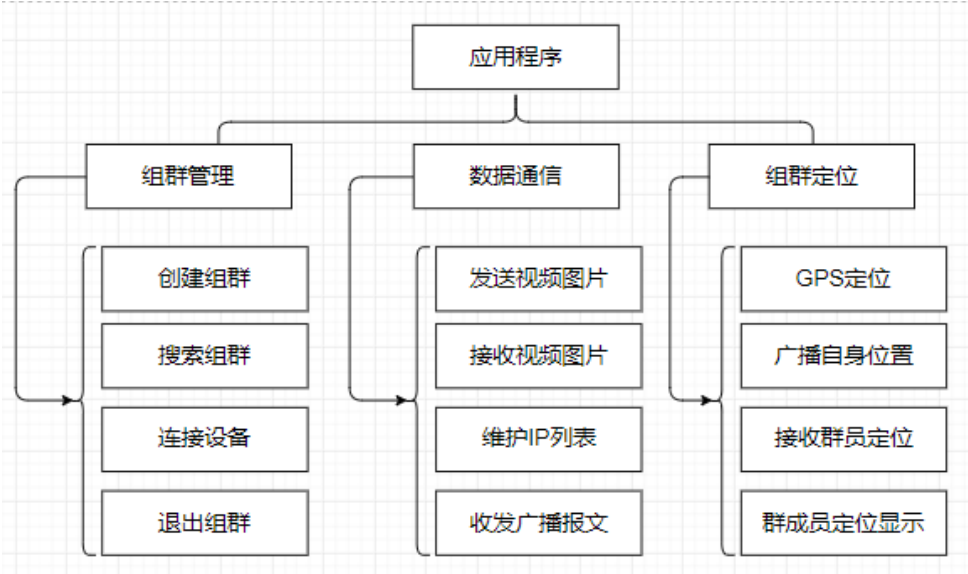
其中，群众的智能手机、队员的智能手机、队长的手持式信号增强节点本质上是一样的系统，只是队长的设备进行了信号增强。这些设备通过 IEEE 802.11 协议建立自组织 Ad-hoc 网络，形成对等节点组群，实现通信。



3. 系统设计

现有的智能手机、笔记本电脑几乎都支持 Wi-Fi Direct，这一标准支持所有的 Wi-Fi 设备，IEEE 802.11a/b/g/n 不同标准的 Wi-Fi 设备也可以互联。这是我们借助智能手机等参与应急组网的基础。

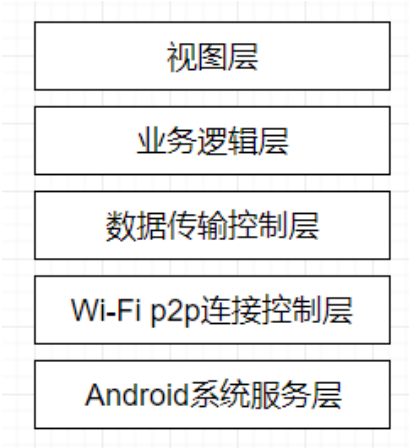
3.1. 功能设计



3.2. 协议应用

Wi-Fi p2p 协议	管理链路和路由，多跳扩大覆盖
UDP 协议	广播自身位置，接收他人位置。
TCP 协议	两点收发通信数据。

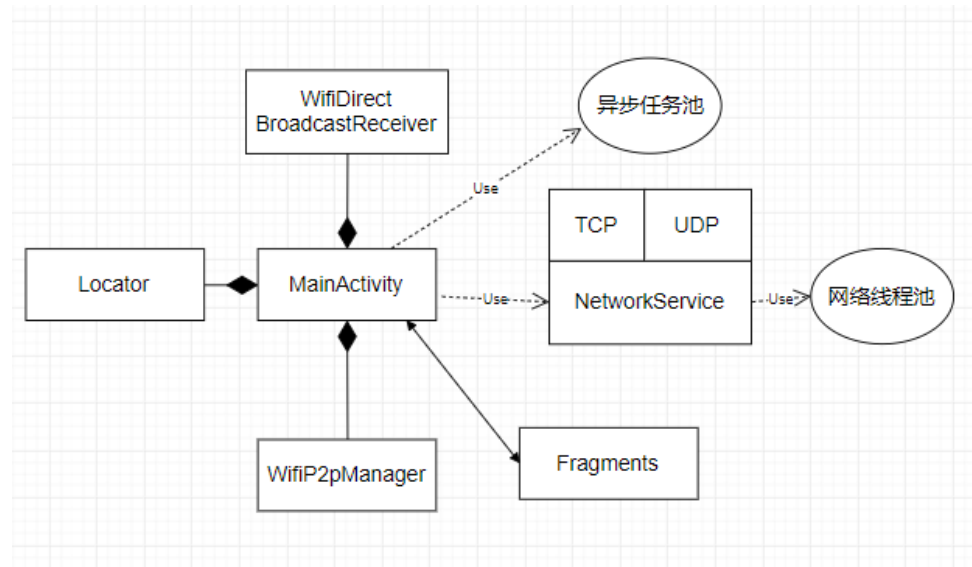
3.3. 系统层次



视图层负责提供消息、地图显示和操作界面。业务逻辑层负责自动以及根据用户操作进行下层的控制。数据传输控制层负责使用 TCP 和 UDP 协议，进行数据发送和接

收。Wi-Fi p2p 连接控制层通过调用系统服务管理 P2P 连接。Android 系统服务层为 Wi-Fi p2p 提供系统 API。

3.4. 系统模块



Locator 用于接收 GPS 定位的坐标，并将实时坐标通知 MainActivity 进行响应。

WifiDirectBroadcastReceiver 用于接收系统的 WifiP2p 节点变化、连接信息变化、组群信息变化等，通知 MainActivity 做出响应。

WifiP2pManager 是系统提供的 API 类，可以操纵 Wi-Fi p2p 的连接。

Fragments 负责视图管理。

NetworkService 负责数据的收发。通过两个监听线程监听 UDP 报文和 TCP 连接请求，当收到连接请求的时候则通过线程池取线程实现数据接收。同时，它还通过异步任务池完成数据的发送。

3.5. 工作流程

阶段 1. 系统初始化阶段

启动 TCP、UDP 监听线程，约定绑定端口；启动 GPS 定位器，不断采集自身位置。

阶段 2. wifip2p 连接阶段

使用 WifiP2pManager 进行节点搜索和连接操作。使用 WifiDirect BroadcastReceiver 监听 P2p 周边节点以及连接状态的变化。

阶段 3. 自动收发 UDP 广播

Wi-Fi P2P 连接建立后，定期发送 UDP 广播包，回报自己的 IP 地址和地理坐标，同时附上自己的 MAC 地址便于接收者识别身份。

P2P 设备的 NetworkService 中的 UDP 监听线程不断接收广播包并解析数据，通知 MainActivity 更新成员信息表，确保群成员拥有信息表的相同副本。

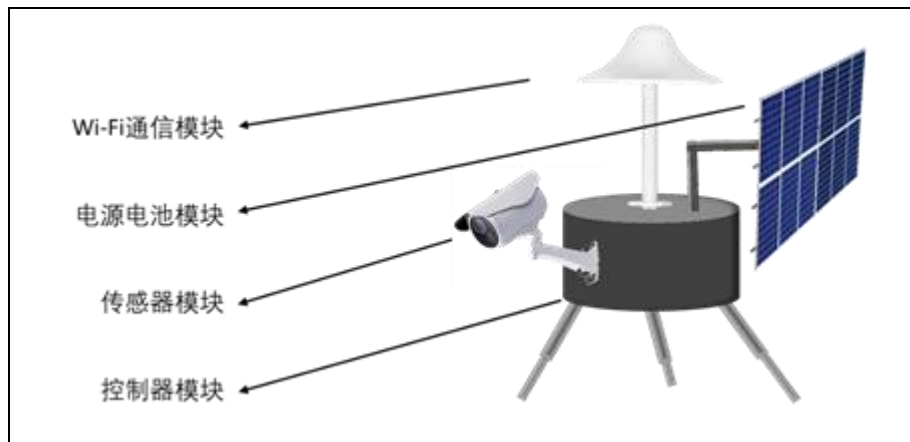
阶段 4. 组群定位

设备打开地图图层，根据群成员信息表中的经纬度，在地图上标记出来。位置标记是动态更新的。

阶段 5. P2P 数据通信

发送方查成员信息表，根据接收方的 IP 和端口号发起 TCP 连接请求，接收方响应连接，从线程池中取线程执行数据传送。

4. 基站节点设计



节点硬件共包括几大模块：Wi-Fi 通信模块、电源电池模块、传感器模块、控制器模块，各个模块作用如下：

Wi-Fi 通信模块：采用工业用 2.4G 全向天线，最大功率 50W，覆盖范围可达 1km 左右。

电源电池模块：采用 20AH 硅能电池，工作温度-40℃到 70℃，寿命为普通蓄电池的两倍。

传感器模块：光线传感器检测环境光对光电板供电的影响，九轴传感器检测整体系统平衡和角度状态对天线信号的影响，红外传感器收集附近热源信息并发送到网络

	<p>中。</p> <p>控制器模块：运行 android 操作系统，在网络中对通信模块获取到的信息进行处理并上报到网络，对自身设备所处环境进行判断以调整设备姿态保持服务运行。</p>
<p>作品的科学性 先进性（必须 说明与现有技 术相比、该作 品是否具有突 出的实质性技 术特点和显著 进步。请提供 技术性分析说 明和参考文献 资料）</p>	<p>一、科学性</p> <p>底层技术的科学性体现在 Wi-Fi p2p 和 Ad-hoc 网络的使用。</p> <p>Wi-Fi 是 Wi-Fi 联盟制造商的商标做为产品的品牌认证，是一个创建于 IEEE 802.11 标准的无线局域网技术。基于两套系统的密切相关，也常有人把 Wi-Fi 当做 IEEE 802.11 标准的同义术语。IEEE 802.11 的设备已安装在市面上的许多产品，如：个人计算机、游戏机、MP3 播放器、智能手机、平板电脑、打印机、笔记本电脑以及其他可以无线上网的周边设备。</p> <p>IEEE 802.11 第一个版本发表于 1997 年，其中定义了介质访问接入控制层和物理层。物理层定义了 2.4GHz 的 ISM 频段上的两种无线调频方式和一种红外线传输的方式，总数据传输速率设计为 2Mbit/s。两个设备之间的通信可以自由直接(ad hoc)的方式进行，也可以在基站 (Base Station, BS) 或者访问点 (Access Point, AP) 的协调下进行。这是我们通过 Wi-Fi Direct 进行 peer-to-peer 通讯的基础。</p> <p>组网上采用的是 Ad-hoc 自组织网络，又称无线临时网络，是一种分布式的无线网络系统。这种网络系统是临时形成，由节点与节点间的动态链接所形成。它不需要依赖一个既存的网络架构，像是有线系统的路由器，或是无线系统的无线网络基地台。相反的，它每一个节点，都有能力转送网络数据包给其他节点（这称为路由）。</p> <p>有了底层技术的支持，我们就能够在广泛支持 Wi-Fi Direct 功能的安卓手机上开发我们的软件。实现了 Android APP 的开发后，我们还继续进行了部署算法的研究。部署算法主要采取了集覆盖问题的整数规划模型和广度优先遍历的对传信内容求无向图偏序。</p> <p>二、先进性</p> <p>① 去中心化。移动自组网没有控制中心，所有节点处于平等地位，各节点可以随机的进入或者离开网络，单个节点出现问题不会对网络运行造成影响，所以具有较强的抗毁能力。</p> <p>② 自组织。网络不需要任何预先架设的无线通信基础设施与核心交换设备，所有节点通过分层的协议体系与分布式算法来协调每个节点各自的行为。节点可以利</p>

用私有协议以及专有算法进行快速、自主和独立地组网以实现节点间的行为协调与同步，保证了救援现场数据传输的有效性、可靠性。

- ③ 多跳自动路由。节点要实现和远距离或跨区域的通信， 可通过节点之间的多跳通信进行接力与转发。自动路由， 自动组网。支持网络无限扩展， 组网分网。网络中所有节点的地位平等， 没有专门用于分组路由、转发的路由器。多节点互通， 并可以灵活选择最佳无线路径。
- ④ 动态拓扑结构。移动自组网具有动态网络拓扑结构， 网络中的各节点可以随意移动， 也可临时退出或加入， 任何节点的故障不会影响整个网络系统的工作。自组网将根据实时通信链路质量和节点状态， 对快速变化的网络拓扑结构进行动态自适应调整。
- ⑤ 可维护性。系统功能模块化， 使系统设计简单。后期的测试、维护更加方便。
- ⑥ 便携性。我们创作的作品是基于移动智能设备上开发，而传统的应急救援通讯系统是基于大型通信设备、应急通信车辆进行开发。

三、独特之处

使用 Wi-Fi Ad-hoc 网络作为通讯的基础， 不仅更加灵活， 而且降低了门槛， 使更多设备能够加入建设和使用通讯网络。通过 WLAN 能够传递更丰富的信息， 使之适用于更多的应用场景。

- ① 本作品可以在大型通信设备、应急通信车辆无法进入的地区使用。
- ② 本作品可以在普通智能手机上使用， 让普通群众能够主动参与到救援行动中， 向外界救援人员发送当前自身的信息而非被动等待救援同时也可以让受困群众互相联系， 提高救援效率。
- ③ 本作品的组网更加灵活， 通过多跳路由的方式可以穿过多种障碍， 信号能够更好的被传递， 可以适用于曲折的地下空间。
- ④ 本作品有更快的数据传输速度和丰富的数据类型， 可以传递文本、图片、语音、视频等。
- ⑤ 本作品利用 Wi-Fi 实现了无网情况下的局域组群定位， 能够让救援人员更快确定受困人员的位置， 也给了受困人员主动暴露坐标的方法， 节约了宝贵的救援时间， 提高了存活率。

四、现有技术对比

1. 灾害救援场景

目前专业救援队的通讯系统一般包括卫星通讯系统、超短波/分米波通讯系统、短波通讯系统。

主流卫星通讯系统包括海事卫星通讯系统、铱星通讯设备、VSAT 动中通通讯系统等，通过地面设备连接卫星进行通讯，其最大优点是覆盖范围广。以铱星通讯设备为例，其是一种小型便携通讯设备，由 66 颗低轨道卫星组成，该通信系统最大的技术特点是通过卫星与卫星之间的接力来实现全球通信，相当于把地面蜂窝移动电话系统搬到了天上，此设备只能进行语音通讯。缺点是需要专用的设备，价格昂贵，且只适用于地面环境。

超短波/分米波通讯系统，主要包括手持对讲机、车载电台、无线图传设备。这些设备覆盖范围不如卫星通讯，但是通讯的数据种类更加丰富。缺点是只有队员之间可以通讯，并且穿透性不佳。

本作品与这些传统方式相比，拥有的有点在于可以在应急通讯车无法进入的地区使用；可以在普通智能手机上使用，让群众也可以参与通讯；组网更加灵活，可以适用于曲折的地下空间；有更快的数据传输速度和丰富的数据类型，可以传递文本、图片、语音、视频等。Ad hoc 技术的研究最开始起源于战场环境下分组无线网数据通信项目，Ad hoc 用于应急通讯也并非异想天开，而是有着丰富的理论研究。本作品则是在理论的基础上做出的应用产品。

【参考资料】

[1] 杨卫东, 张光昭. Ad Hoc 网络在紧急救援中的应用[J]. 电信科学, 2008, 24(4):101-105.

[2] 苟怡. Ad Hoc 网络应用于煤矿紧急救援通信的研究[J]. 工矿自动化, 2010, 36(8):98-101.

[3] 孙明. 卫星紧急救援通信系统的应用[J]. 湖南安全与防灾, 2010(6):50-51.

[4] 孙颖妮. 自组网通讯技术在应急救援领域应用探析[J]. 中国应急管理, 2018(12):54-55.

[5] 田敬波. 无线自组网技术在消防应急救援中的应用探讨[J]. 消防技术与产品信息, 2017(09):47-48.

[6] 乔涵, 刘哲, 康龄泰. 无线自组网在应急通信网络技术中的应用[J]. 自动化与仪

	<p>器仪表,2018(04):189-191</p> <p>[7] 赵淼,郑珊珊.应急通信保障中无线自组网技术的应用[J].电子技术与软件工程,2019(03):18.</p> <p>[8] 陈川, 郭勇.利用手机信号进行生命探测的研究与系统设计[J].仪器仪表用户.2008.3.</p> <p>[9] 张咏, 何惠良等.地震现场应急通信技术系统及装备.[M].北京: 地震出版社.2003.</p> <p>[10] 郭齐胜等. 装备效能评估概论[M]. 北京: 国防工业出版社, 2005.</p> <p>[11] 郑怀宇.浅谈现代移动通信定位技术在海上搜救.[J].中国海事.2007(4).</p>
使用说明及该作品的技术特点和优势, 提供该作品的适应范围及推广前景的技术性说明及市场分析和经济效益预测	<p>一、使用说明</p> <p>本作品作为国创结题项目, 已经完成了第一阶段的软件开发和算法研究。目前得到 Android App 一个, 能够运行于安卓手机、安卓平板以及其他嵌入式的安卓设备。</p> <p>为了让紧急情况下也能敏捷操作, 本 App 采用了极简化的设计, 专注于功能的实现。进入软件主界面, 可以选择创建或搜索组群。在发现设备列表中查看节点, 点击设备就可发起连接以加入组群, 在同组群中的设备会显示出“通讯”按钮。</p> <p>点击通讯就可以跳转到数据发送界面, 可以拍摄图像或者选择文件进行发送。接收者在主界面往下拉, 可以在“消息列表”中查看到接收到的消息, 点击就能打开照片或者视频。</p> <p>主界面的消息列表中可以看到设备的经纬度。为了更直观, 可以点击主界面中的显示组群定位, 就能进入地图界面查看组群设备的位置。</p> <p>软件运行截图:</p>

应用初始界面



接收消息列表



发送文件界面



正在发送文件



查看组群定位



收取基站信息



【接收到信息】

基站名: Z977-03H
经度: 33.0935308325
纬度: 103.9340565258
海拔: 2432米
救援信息: 东南方向断崖高度600m切勿前往, 若发生山崩泥石流等危险请向西南方向逃生, 山坡南侧岩质脆弱切勿攀爬岩石, 灾害发生时, 土壤质地紧实, 植被为多年生木本植物, 若来不及逃生可暂时爬到树上躲避等候救援
医疗救助: 距离3号急救站约2.8km, 向北绕过山口即可到达
毒物提示: 此地区尚未发现毒性蛇类出没记录
雷击提示: 海拔处于高耸地势, 雷雨天气请立刻从北侧山口下山

二、应用举例

● 场景一

某地震灾区, 群众被困在河的另一端, 地形复杂通讯信号车辆无法进入。救援人员赶到现场, 在地势较高的位置布设移动式信号增强节点, 救援队长拿着手持式信号增强节点。群众用智能手机使用我们的作品参与组网, 与救援人员联络, 发回视频图像汇报情况; 救援队员也通过这一 Ad-hoc 网络彼此联络。救援得以顺利进行。同时, 救援人员迅速看到了受灾群众的位置分布, 部署了最优的搜救方案。

● 场景二

某驴友团队在某山区迷失了方向。因该山区是迷失高发地段, 救援队伍预先布设了自运行的搭载本作品的节点。驴友使用手机搜索“帮助节点”, 建立连接后, 接收广播的消息。从消息中, 旅游得知了所处的位置, 脱困的方向和附近有什么需要注意的危险。在这些信息的帮助下, 驴友顺利脱险。

三、实用价值与推广前景

在灾害现场和野外救援的环境中，通讯是救援顺利展开的基础。然而在这些环境，普通的蜂窝网络通讯往往会中断，受困群众无法与外部取得联系或者获取外界发布的信息。本作品使用 Wi-Fi p2p 组建 Ad hoc 网络用于灾害现场和野外救援的信息交流，为应急场景下的通讯提供了新的思路。不仅改进了救援队通讯的结构，还降低了系统使用门槛，使拥有智能手机的普通群众也能参与其中；关于野外场景的应用，通过野外布置的单机设备通过向周围受困者发布自救信息，大大提升了受困者的生存几率；系统优化了应急通讯组网质量，提高系统的适应能力和工作效率，从而有很高的实用价值和现实意义。

作品可以用于多种应急通信的场景，利用智能设备对 IEEE 802.11 协议的广泛支持而具有良好的拓展性和灵活性。除了特殊节点需要单独制造外，普通的设备（如智能手机、平板电脑）只需要安装我们的软件就可以使用，推广起来非常迅速。

四、市场分析

我国近年来救援队数量不断增多，民间也成立了许多救援团体，对救援通讯设备的需求量较大。我国灾害应急管理能力决定了灾害现场和野外救援信息系统市场的巨大需求。

我国灾害应急管理能力还存在一些薄弱环节，主要表现在部分突发事件的应急救援能力较低。应急管理区域协作能力有待进一步提高。灾害应急产业是为了有效处置突发事件提供产品和服务的产业。灾害应急产业的健康、有效发展离不开软件行业的技术支撑，软件行业在灾害应急产业中发挥着至关重要的作用。

在自然灾害面前，由于中国缺乏迅速有效的应急处理，所遭受的损失远高于发达国家。从 2007 年至 2015 年的统计数据来看，在因自然灾害所造成的直接经济损失方面，2008 年为近几年的最高值，直接经济损失达 11,752.4 亿元；2007 年为最低值，直接经济损失为 2,363 亿元；2010 年和 2013 年的直接经济损失较高，分别为 5,339.9 亿元和 5,808.4 亿元。在受灾人次方面，我国每年的受灾人次虽然总体呈下降的趋势，但受灾人次在 2015 年仍然有 1.9 亿，这一方面得益于我国近几年防灾减灾工作不断完善，另一方面也是因为近几年重大自然灾害发生的严重程度有所降低、次数有所减少。2016 年 7 月发生特大洪水，因自然灾害所造成的死亡失踪人口、紧急转移安置人口、倒塌房屋和直接经济损失均比前几年同期多 1

	<p>倍以上。因此，亟需高效的救援信息系统来减低灾害给国家和人民群众带来的损失。</p> <p>应急产业作为应急管理的重要物质和技术保障，受到国家的高度重视，随着各项政策、规定的不断出台，近几年发展迅速，被认为是极具市场潜力的新兴产业。在未来的 20 年内，应急产业将高速增长。相应地，平台建设带来了应急软件及应急平台装备市场的迅速增长，后续软件升级维护服务市场也将不断扩大。</p>
--	--