

# 应急救援移动协作系统<sup>①</sup>

刘建<sup>1,2</sup>, 孙咏<sup>2</sup>, 田月<sup>2</sup>, 高岑<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(中国科学院大学, 北京 100049)

<sup>2</sup>(中国科学院沈阳计算技术研究所, 沈阳 110168)

**摘要:** 基于实验室“安全生产协同监管”项目, 研究设计了一种基于 Android 操作系统的应急救援协作系统. 通过对 CSCW(Computer Supported Cooperative Work)模式的抽取, 描述了基于 XMPP 协议的救援群体的协作沟通, 介绍了系统的整体框架以及各功能模块实现过程. 并且文章对共享数据的并发操作及一致性进行了探讨.

**关键词:** Android; 救援协作; CSCW; XMPP; 协作沟通; 并发控制

## Emergency Rescue Mobile Collaboration System

LIU Jian<sup>1,2</sup>, SUN Yong<sup>2</sup>, TIAN Yue<sup>2</sup>, GAO Cen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

<sup>2</sup>(Shenyang Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110168, China)

**Abstract:** Based on the project of “Production safety collaborate supervision” of laboratory, the article researches and designs the system of cooperative emergency rescue which based on Android OS and is named “Research and Realization of Emergency Rescue Mobile Collaboration System”. By extracted the CSCW mode, the passage depicts the cooperative communication which is based on XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol) among rescue groups and the general frame of the system, including the realization of function modules. And at the end, the article discusses concurrency control and the consistency of shared data.

**Key words:** Android; cooperative rescue; CSCW; XMPP; cooperation and communication; concurrency control

由于移动通讯技术的发展和智能移动终端的广泛应用, 移动协作在 CSCW 领域的应用更加广泛化与热门化, 移动协作能够充分发挥移动通讯技术的机动性及协同工作的便捷性<sup>[5]</sup>. 另一方面救援协作的目的是通过救援群体(救援指挥专家、救援知识领域专家、各应急救援部门等)成员的相互沟通, 协同工作, 共同完成救援任务<sup>[3]</sup>. 因此将移动协作应用于应急救援方向的研究具有重要的现实意义. 本系统的研究与设计能够便于救援人员之间的沟通协作, 提高协作群体的救援能力和救援效率.

应急救援协作系统以 Android 操作系统智能移动终端为载体, 充分利用计算机技术, 移动通信技术等手段, 设计和实现了应急救援协作群体处理救援任务的计算机辅助系统. 本文通过对协作者之间的关系, 交

互以及协作通信方法的研究建立适合当前救援工作需求的救援协作系统. 系统以协作沟通为主线主要描述了基于 XMPP 协议的通讯协作、共享文档的发言权并发控制.

## 1 主要相关技术介绍

### 1.1 XMPP 协议<sup>[4,6,7]</sup>

应急救援移动协作系统的通讯协作模实现是基于 XMPP 协议的. XMPP 协议(Extensible Messaging Presence Protocol)是一种基于标准通用标记语言的子集 XML 的协议. 它将现场和上下文敏感信息标记嵌入到 XML 结构化数据, 使得协作者之间能够进行即时通讯协作. 根据 XMPP 协议将每一个协作者抽象为一个实体, 给定一个唯一确定的 JID, 根据 JID 语法规则:

① 收稿时间:2014-10-14;收到修改稿时间:2014-11-28

JID=[node"@"]domain["/"resource], 协作者的 JID 设定为 JID=[teamworker\_name@department.com/resource]. 在 XMPP 系统中不同实体之间的数据交换是通过 XML 流实现的, 其中<message/>节点流在通讯中采用的是 push 的方式, 节点流包含两个协作者互相发送消息的内容, <presence/>节点流处理协作者的在线状态, <iq>(info/query)节点流为 XMPP 通讯提供请求与响应机制.

## 2 系统结构设计

### 2.1 系统概述

应急救援移动协作系统是“安全生产协同监管”项目的一个子系统, 用于处理安全生产中事故救援工作. 分布于不同区域的安监、公安、交通、医疗等工作系统通过应急救援协作系统进行部门之间、部门内沟通, 并通过系统与后台总指挥控制中心进行交互. 各救援协作单位通过操纵共享数据协作、通讯协作共同完成救援任务, 实现救援目标, 提高救援效率, 降低生产损失. 应急救援移动协作为沟通桥梁的核心, 其项目总体框架如图 1 所示.



图 1 以协作系统为桥梁的项目总体框架

由于协作成员的多部门化和相互依赖性的特点, 在系统的设计过程中, 主要对通信交互的协作以及对系统的文档共享的一致性和进行了阐述.

### 2.2 系统结构设计与描述

应急救援协作系统主要由信息采集、通信协作、信息共享协作以及维护管理等四个子模块组成, 其中核心模块分别是通信协作和信息共享协作. 系统结构框图如图 2 所示.

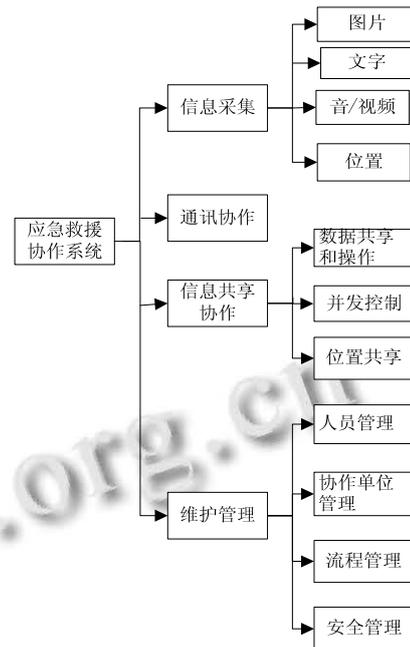


图 2 应急救援协作系统结构框图

#### 2.2.1 信息采集

采集模块功能是智能终端持有人利用本系统进行救援现场图片、音频、视频、文字以及持有人的位置(经度、维度)的采集. 进行数据分类压缩后通过系统功能模块传送到后台指挥中心服务器, 供救援专家分析案情制定基本救援规划, 并由指挥专家指挥通过通讯协作模块传送给相应的协作成员.

#### 2.2.2 通讯协作划分

在救援协作中, 各协作部门与总指挥部门是下级与上级的关系, 彼此之间的关系则是同级合作关系同时也有可能是流水线形式的递进关系, 也就是一类协作者的执行结果能够作为另一类协作者的参考材料. 协作部门内部同时包含同级合作关系和上下级关系. 因此在应急救援协作环境中, 参与者可能与多种协作者进行交互: 1)个体与个体; 2)个体与群体; 3)个体与全体; 4)群体与群体; 5)群体与全体<sup>[9]</sup>. 其中群体代表单个救援部门内的参与者, 全体指的是所有参加救援人员.

#### 2.2.3 信息共享协作

信息共享包含数据共享和数据操作: 协作者通过操纵共享数据进行合作其操作结果能够为其他协作者使用; 并发控制: 协作者对共享数据进行并发控制, 有效地实现共享数据的一致性和稳定性; 基于地图的

协作共享: 协作者位置共享, 各参与者能够明确救援资源的分布, 便于指挥人员指挥以及救援人员的动态调整.

### 2.2.4 维护管理

维护管理模块包含人员管理: 协作人员信息查询、打印; 协作部门管理: 接警信息后根据事故特点选择需要参与救援的部门; 流程管理: 包含从接警到事故灾害后的恢复流程管理; 安全管理: 用户身份认证和PKI/PMI 访问控制机的配置<sup>[3]</sup>.

## 3 系统相关模块的实现

### 3.1 信息采集

利用移动智能终端提供的照相、录音、录像功能进行现场信息采集进行 SD 卡存储备份. 并利用通讯协作模块进行数据压缩、加密处理后将信息上报同时附带采集信息地点位置(经度、纬度).

### 3.2 通讯协作

通讯协作模块的实现基于 XMPP 协议, 采用 C/S 和 P2P 的混合模式. 协作者登陆服务器进行数据验证使用 C/S 模式, 两个用户之间通信使用 P2P 模式. 有效解决 C/S 模式的更新丢失和多用户控制问题并能够降低并发量, 加快通讯效率. 同时集成短信移动中心(SMS), 对非在线人员进行短信提醒. 其中通讯协作结构(如图 3 所示). 本系统的客户端是基于 Android 平台的, 负责初始化通讯过程, XMPP 服务器端采用开源的 Openfire 服务器作为通讯平台, 负责通讯协作中数据处理, 协作者通过 XMPP 客户端展示从服务器上获取的信息<sup>[4,6]</sup>.

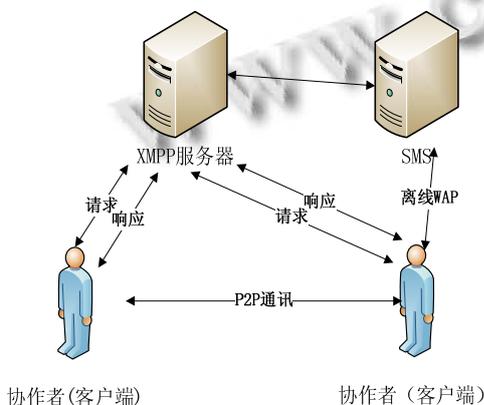


图3 通讯协作结构图解

通讯协作包含同步方式和异步方式.

同步方式:

① 个体-个体之间的协作可以通过 XMPP 协议中的 message 节元素进行通讯:包括文字、图片、语音、视频、文件传输. 其结构如图 4 所示.

```
<message to="test1@police.com/Android"
  from="test2@medical.com/Android"
  type="chat">
  <body>2#部门有一个急诊伤员, 送来急救</body>
  <file xmlns='http://profile/file-transfer'
    name='missive.jpg'
    size='1024'
    date='2014-10-29'/>
  <subject>测试案例</subject>
</message>
```

图4 个体-个体之间通信流结构

其中, type 一般有 chat 和 groupchat. <body/>包含的是消息体, subject 部分可以省略.

② 个体与群体以及个体与群体之间可以通过拥有权限的人员创建临时讨论组, 进行组间聊天消息通讯(其通讯结构参考图 4), 这里<message/>节中 type 为 groupchat.

③ 群体之间的聊天协作可能会造成数据混乱, 因此可以采用消息推送来发布协作信息: 客户端通过长连接在服务器端进行注册绑定, 之后服务器端建立相应的 session(其流结构如图 5 所示), 服务器会根据 session 来监听连接状态; 服务器对活动用户发送消息时会判断 session 的存活状态, 如果 session 存活则通过 socket 连接推送消息, 客户端会根据 XMPP 协议对消息进行解析然后显示给协作者. 若 session 处于非存活状态, 系统会利用 SMS 发送给协作者.

```
<!-- 客户端请求 -->
<iq type="set" id="a445">
  <session
    xmlns="urn:ietf:params:xml:ns:xmpp-session"
  />
</iq>
<!-- 服务器端响应 -->
<iq type="result" id=" a445"
  to="server@police-pro.local"/>
</iq>
```

图5 客户端发起 session 与服务器响应流结构

异步方式:

① 协作成员通过查看协作任务信息评估分配的合理性, 如不合理提出申诉. 救援任务结束后根据任务分配信息及完成状况填写电子救援任务评估单提交至服务器.

②救援任务结束后,协作成员可以通过浏览器查看救援资源分布统计以及救援评估等相关信息并针对这些信息进行整理划分任务等级,为以后类似救援任务提供参考。

### 3.3 信息共享协作

信息共享包括地图信息共享和文档共享。地图信息共享指的是根据协作成员位置定位查看人员分布,由指挥专家根据任务情况及人员分布来发布地图点选任务,不再赘述。文档共享采用全复制结构来处理共享文档,各个参与者拥有相应共享文档的副本,对于共享文档的操作首先在本地完成,然后将所做更新传播到各个参与个体,但是由于操作的并发性和网络传输不确定性延迟,可能会造成的一致性问题的不能收敛问题、因果背离问题、目的背离问题。因此对于更新信息的传播操作采用发言权控制机制来控制并发操作能够有效地控制数据的一致性<sup>[1,2,8]</sup>。

系统对于每一个文档维护一个发言权队列,当用户提交请求后系统根据文档标识(DocMark)加入到相应的发言权队列,采用FIFO策略对文档进行更新操作。同时为了防止用户请求的恶意占用不释放发言权的情况,系统对各请求添加发言权的时间戳(TimeStamp)机制:当两次请求的时间间隔超过系统设定时间间隔,将当前活动请求杀死并恢复文档当前请求修改前的状态,并根据用户标识 UserMark 反馈给提交者。然后从文档发言权队列中选取下一个请求进行处理<sup>[1,2,8]</sup>。请求格式如图6所示。

UserMark	DocMark	TimeStamp
----------	---------	-----------

图6 发言权请求格式

### 3.4 维护管理

流程管理是该模块设计的核心部分,如图7所示。

## 4 结语

本文介绍了应急救援协作系统的设计及实现过程。目的是解决应急救援中各救援单位形成的“信息孤岛”、可交互性差的弊端,有效合理的分配救援力量提高救援效率,降低救援损失。

文章对移动协作在应急救援方面的应用进行了研究,充分体现了移动协作在应急救援中的机动性、便捷性。

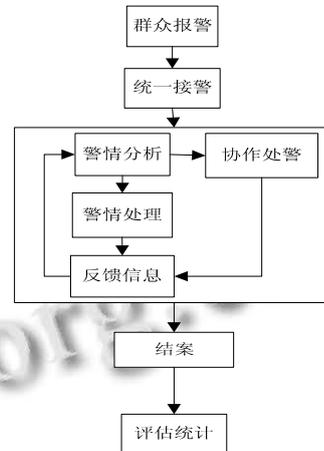


图7 流程管理框图

### 参考文献

- 1 刘海鹏,廖建新,朱晓民.PoC 中发言权控制机制的分布式改进.通信学报,2012,04:42-46.
- 2 戚伟业.CSCW 中保持共享对象一致性方法的研究与应用[学位论文].济南:山东师范大学,2008.
- 3 吴林明.警用战队指挥协同系统的设计和实现[学位论文].天津:天津大学,2012.
- 4 谢进展.基于 XMPP 协议的轻量级即时通信系统移动端的设计与实现[学位论文].昆明:云南大学,2014.
- 5 Wang W,Gu JZ,Yang J, Chen P. A group based context-aware strategy for mobile collaborative applications. Advances in Intelligent and Soft Computing, 2013, 163: 541-549.
- 6 周家贤.基于 XMPP 协议和 Openfire 框架的轻量级即时通信系统服务端设计与实现[学位论文].昆明:云南大学,2014.
- 7 杨斌.XMPP 协议分析与应用探讨.微型机与应用,2005, 8:32-34.
- 8 武伟.基于 JXTA 平台的 CSCW 应用共享的研究和实现[学位论文].苏州:苏州大学,2005.
- 9 吴巍枫,彭德纯,林子禹,刘溥,邓万涛,邱毓兰.CSCW 分布式多任务协作机制的研究.计算机工程,1997,5:3-7.