

# 基于灵活对象的应急救援指挥控制技术研究

裘杭萍, 雷智朋, 杨志才

(解放军理工大学指挥信息系统学院, 南京 210007)

**摘要:** 面对应急救援任务的突发性和紧迫性, 合理、有效、快捷的指挥控制将在应急救援工作中起到至关重要的作用。然而, 应急救援行动本身往往又决定了前沿指挥网络是脆弱和不稳定的, 这对有效的指挥控制带来了很大的麻烦。本文通过将应用层可靠组播技术应用到指挥网络, 提高其在应急救援等恶劣环境下的可靠性与稳定性, 帮助实现高效、顺畅的前沿指挥控制。

**关键词:** 灵活对象; 可靠组播; 指挥控制; 应急救援

## 0 引言

最近几年自然灾害频发, 不论是抗震救灾, 还是抗洪抢险, 非战争军事行动作为和平时人民军队的一项重要任务, 我军执行抢险救灾任务日益频繁。面对抢险救灾等非战争军事行动的突发性和紧迫性等特点, 如何依靠信息时代的优势, 建立能够快速集结、快速部署的有效机制, 实现非战争军事行动机制健全、行动灵敏、程序规范、保障有力, 是新形势下我军非战争军事行动建设的一项重要内容。在抢险救灾中, 指挥机构担负着调查、指挥、协调、监测、共享等重要任务。前沿指挥机构作为指挥机构的一部分, 更是充当耳、口、目的作用, 对通信保障提出更高的要求。一个稳定、高效、安全的前沿指挥网络将在处理突发事件中发挥不可替代的作用<sup>[1]</sup>。然而, 抢险救灾行动本身往往又决定了前沿指挥网络是脆弱和不稳定的。本文通过将应用层可靠组播技术应用到指挥网络, 提高其在应急救援等恶劣环境下的可靠性与稳定性, 帮助实现高效、顺畅的前沿指挥控制。

## 1 基本概念

### 1.1 灵活对象的概念

灵活对象[3]是一种面向组件的编程模型, 每个灵活对象可以代表一个可重复使用的协议组件、也可以代表一个或多个来自各地的 Web 服务的应用组件或者是整合了多个灵活对象的组件等。为方便应用的快速构建, 基于灵活对象的方法通过组件拖放的方式进行应用构建, 采用分层融合信息共享的方法, 对这些不同数据来源的数据以及传输这些数据所用到的网络传输协议进行整合, 构建出来的实时应用以 XML 文件的方式进行存储。用户可以通过本地灵活对象运行环境打开该文件来运行这个应用。

灵活对象具有以下 3 个基本特性:

构建方式便捷

与现有的网络开发模型不同的是, 灵活对象是通过组件融合的形式来实现用户交互的。允许用户通过类似拖放组件的方式, 迅速快捷地开发一个面向服务的协作应用。

可扩展性强

灵活对象中的组件不像那些专用组件那样是被预先设置好的, 为了实现某个功能, 灵活对象的组件从某个文件系统的目录或者某个数据库中获取需要的对象, 当组件的内容发生改变时, 则会对所需的对象进行必要的添加或者删除, 用户可以根据实际需求进行必要的更改和添加。

交互性强

不同的灵活对象组件在同一个应用中使用, 要有统一的交互方式。无论是面向服务的协作应用之间的交互, 还是在面向服务的协作应用内部的组件之间的交互都具有一致的事件和表现方式。为了实现这种统一的交互方式, 可以采用分层的方式对面向服务的协作系统的功能进行划分, 可以分成四个层面: 可视层、连接层、更新层和传输层。每层之间使用基于事件的接口进行交互。在网络环境发生改变的情况下, 面向服务的协作应用可以迅速切换到合适的传输层来保持通信。因此, 面向服务的协作应用之间的交互方

式不再具有单一性。

## 1.2 应用层组播

组播通信<sup>[4]</sup>是目前应用较广的一种网络通信方式。组播典型的网络应用有视频会议、交互式游戏和远程教学等。组播应用一般涉及多个用户，且应用对服务质量要求较高。如果这些用户同时与服务器建立单独的单播连接，将会占用服务器端的大量网络带宽，使服务器的性能下降，故而传统的 C/S 模式不能满足此类应用的要求。

组播同时发送数据到多个接收者。按照实现组播的位置的不同可以分为应用层组播和网络层多播。应用层组播<sup>[5][6]</sup>是在端系统实现组播转发的，各个终端之间通过单播连接，并在应用层和传输层之间建立一个虚拟的网络，组播组之间维护一个最小组播生成树，对于组播树中的非叶节点成员在收到数据后，通过单播的形式转发给组播树上其它组成员。应用层组播无需修改网络配置，只在终端实现，并且在某些应用上，用户越多，获得的服务越优质。

## 2 应急救援指挥控制技术

### 2.1 案例想定

2013 年 4 月，某地区突发强烈地震，并伴有大规模的山体滑坡现象，震中附近道路受阻，许多群众被困。国家和军队首长机关高度重视，向受灾地区的部队迅速下达抗震抢险救灾任务，接受任务的部队立即分派任务，分组开赴灾区一线，其中包括后勤保障组，医疗保障组和抢险分队<sup>[7][8]</sup>，前往该地区展开救援。因震区基础通信设施受到严重破坏，一线部队只能靠电台组网，用来获取以及发送受灾和救援情况，国家抢险救灾指挥中心负责统一调度，指挥抗震救灾情况<sup>[1]</sup>，如图 1 所示。

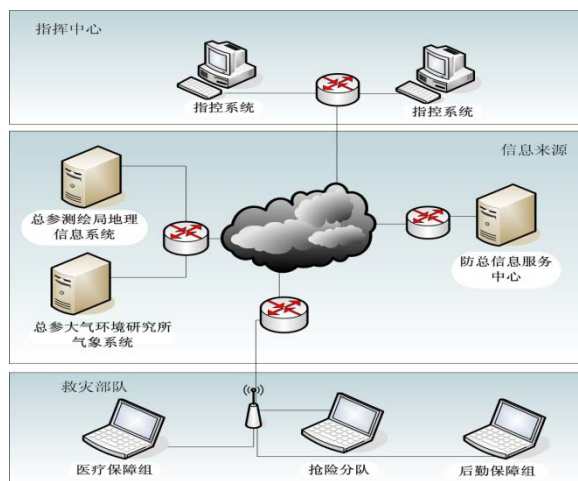


图 1 救援部署情况

### 2.2 基于灵活对象的技术框架

从案例想定描述可以看到，由于震区基础通信设施的遭严重破坏，造成一线部队通信网带宽不足，传输速率较慢。而就更一般的战场环境而言，在很多条件下都会涉及到复杂陌生地域作战，甚至是在强敌电子干扰下进行指控组网与指挥。那么在这种恶劣的作战条件下，如何保证指挥控制网络的畅通，保障信息交互的安全、实时与完整，确保敏捷指挥控制的实现是一个非常重要的问题。

基于灵活对象的实时信息共享技术为解决这一问题提供了一种有效的方法。基于灵活对象的服务协作应用框架<sup>[3]</sup>如图 2 所示。

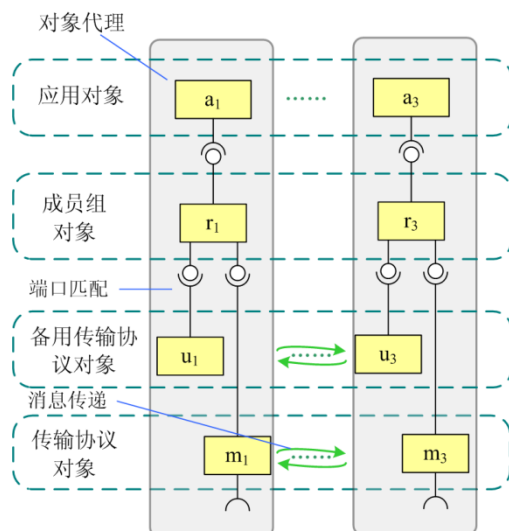


图2 基于灵活对象的服务协作应用框架

基于灵活对象的服务协作应用框架涉及到的灵活对象主要有3种，分别是：应用对象、成员组对象和传输协议对象。应用对象主要负责实现与用户交互的功能。应用对象的代理具有图形化的用户接口，用户通过该类代理可以完成实时通讯、数据上传和数据信息的实时显示等功能。成员组对象主要负责对同一服务协作应用内的组成代理或者具有相同功能的服务进行群组划分，从而起到位置映射的作用。传输协议对象主要负责数据更新和传输的功能。基于灵活对象的服务协作应用框架本身支持多种传输协议。为使基于灵活对象的服务协作应用框架能够在低带宽的网络中实现信息的高效交互和敏捷的指挥控制，本文设计实现了一种应用层可靠组播协议用于成员组成员间的通信。

### 2.3 应用层可靠组播技术

针对应急救援的特殊情况，传统的简单端到端信息交互模式中指挥控制过程所产生的较大的网络流量对基础网络提出了很高的要求，然而，面对基础设施受到破坏后临时组建的应急网络，这些是不合适的。应用层组播技术通过组播组之间维护的一个最小组播生成树进行信息传递，可以有效减少网络流量，增加网络稳定性，如图3所示。

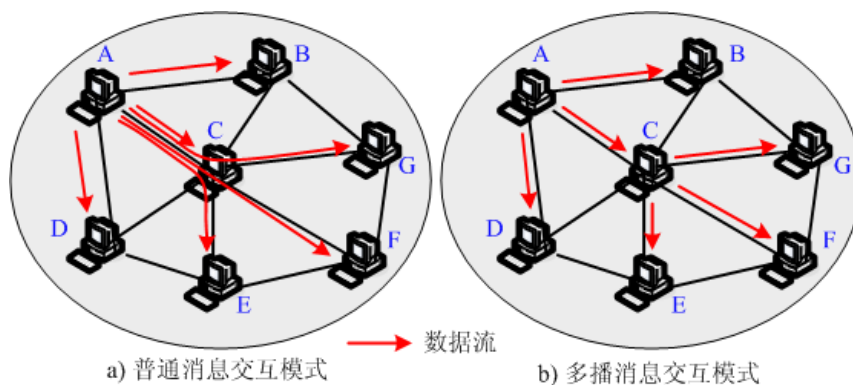


图3 信息交互模式对比

多播通信与普通端到端通信的对比如图3所示。图3a所示为普通的端到端信息交互模式下的数据流示意图。从图中可以看到，在计算机A到C间链路有4个完全相同的数据流通过，这些冗余的数据流导致这段链路负载较大，在低带宽指控环境中很可能成为瓶颈链路。而完全相同的4个数据流如果能只传输一次，那么，瓶颈链路就不会存在。多播消息交互模式正是为了解决这个问题而出现的。多播方式如图3b所示，需要进行信息共享的终端共同组成一个多播组，多播组内以分布式、自组织的形式生成一个组共享的成员链路最小生成树。当需要进行数据分发时，数据流将沿着组共享的最小生成树进行转发。所以，图3b中计算机A只需向计算机C发送一次数据流，计算机C将主动转发数据流给计算机E/F/G。

### 3 案例分析

回到抗震救灾的案例中, 考虑到由于震区基础通信设施的遭严重破坏, 一线部队通信网带宽不足, 传输速率较慢。然而抗震救灾急需的地形数据, 天气情况, 人口数据等数据信息却存在部署位置远, 信息量大等问题, 非常不利于震区大量终端的并发信息获取。同时, 由于指挥中心需要收集和下发大量的灾区上传数据和指控命令, 这些数据流必将对临时建立的低带宽的灾区通信网提出极大考验。针对这个问题, 本文提出应用基于灵活对象的敏捷指挥控制技术来解决这个问题。

首先, 对于抗震救灾急需的灾区地形、天气、人口分布等数据问题, 为防止并发大数据流的影响网络性能和稳定性, 灵活对象的协作交互机制可以允许终端节点直接就近从其它终端节点的缓存中获取需要的信息, 而对于从而减少主干网上的流量负载。同时, 在灾区边缘建立临时资源备份服务器, 备份流向灾区的的海数据, 以减少下次请求的响应时间, 从而增加灾区网络的吞吐量。其网络拓扑结构如图 4 所示。

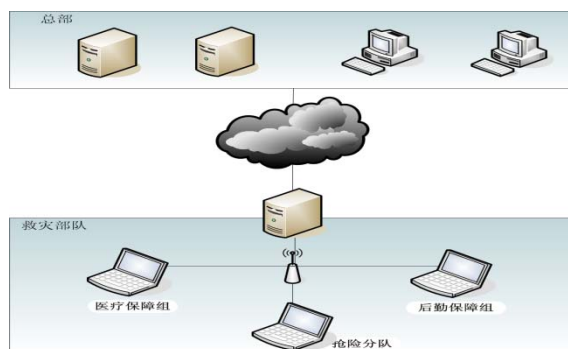


图 4 基于灵活对象的敏捷指挥控制技术框架

其次, 对于指挥中心的控制指令分发问题, 传统的端到端的传输方式在网络中产生了大量的数据冗余传输, 这在灾区临时的网络环境下明显是不合适的。而基于灵活对象的实时信息共享技术应用在指挥控制命令的下达上将极大地提高指挥控制的敏捷性和实时性。同时, 基于灵活对象的实时信息共享技术在灾区终端节点对灾区情况的发布与共享方面也具有很好的性能。

### 4 结论

本文首先介绍了面向服务的协作以及灵活对象的概念, 并结合抗震救灾的非战争军事行动的案例, 介绍了将基于灵活对象的实时信息共享技术应用于抗震救灾的临时通信指挥系统中实现敏捷的指挥控制的相关技术研究。

#### 参考文献:

- [1] 陈悦敏. 抢险救灾中前沿指挥机构的网络搭建[J]. 信息科学, 2009, 17: 59-59.
- [2] 夏振泉. 加强国防后备力量抢险救灾应急快速动员建设[J]. 后备力量建设, 2012, 2: 61-62.
- [3] K.Ostrowski, K.Birman, D.Dolev, J.Ahnn. Programming with Live Distributed Objects[J]. ECOOP 2008, LNCS 5142, pp.463-489, 2008.
- [4] Chawathe Y. Scattercast: an architecture for Internet broadcast distribution as an infrastructure service[D]. Berkeley: University of California, 2007
- [5] Chu Y H, Rao S G, Zhang H. A case for end system multicast[J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communication, 2009, 10(8): 456-471
- [6] 李婧. 应用层组播算法研究[D]. 中国科学技术大学, 2007.
- [7] 杨茂春, 刘光辉. 陆军分队遂行抢险救灾行动力量编组探析[J]. 射击学报, 2012, 2: 85-87.
- [8] 吴立玖, 黄志. 浅析非战争军事行动后勤物资供应保障[J]. 军事经济研究, 2011.