

文章编号:1001-893X(2010)03-0077-04

接续网络的可靠组播在应急通信中的应用设计^{*}

李慧奇

(重庆邮电大学 通信学院 NGN 研究所,重庆 400065)

摘要:组播业务在应急通信中的起着重要的作用。UP-MBS 和 MP-MBS 是紧急情况下组播的通信模式,但是该模式存在一定的缺陷。从提高通信质量和可靠性的角度出发,对这两种模式引入了自动请求重传(ARQ)机制,设计了两种更为可靠的运行模式:R-UP-MBS 和 R-MP-MBS,并详细阐述了它们的运行方式。

关键词:应急通信;多播/广播业务;接续网络;自动请求重传

中图分类号:TN915 **文献标识码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1001-893x.2010.03.017

Reliable Multicast Application Design of Relay Network in Emergency Communication

LI Hui-qi

(NGN Institute, Communication School, Chongqing University of Posts and Telecommunications,
Chongqing 400065, China)

Abstract: Multicast broadcast service (MBS) plays a key role in the emergency communication. UP-MBS and MP-MBS are the communication models in emergency communication, but there exist some shortages. In this paper two more reliable running styles, R-UP-MBS and R-MP-MBS, are designed through introducing ARQ mechanism in order to improve communication quality and reliability. Their running modes are discussed.

Key words: emergency communication; multicast/broadcast service(MBS); relay network; ARQ

1 引言

近年来,整个世界范围内爆发了很多的危机和灾难,如:2001年美国的“9.11”事件,2004年西班牙马德里的火车爆炸、亚洲海啸,2005年伦敦恐怖爆炸,以及2008年的四川汶川“5·12”大地震。在类似的紧急环境中,正常的通信通道常因为过载而不能有效使用,况且,在很多情况下正常通信基础设施很可能由于完全被破坏或者因功率损耗而不能运行。以“5.12”汶川大地震为例,强烈的地震造成道路塌方、通信中断、电力中断,外界无法与汶川灾区取得直接联系,政府相关部门和救助人员无法及时

获得受灾情况,也无法向汶川灾区的群众提供余震预报等相关的重要信息。由此可见,紧急情况下保障通信的正常运行是至关重要的。

多播和广播业务(MBS)在应急通信中起着重要的作用。在紧急情况下,它将文本、视频或者音频等信息传送给幸存者,通知受难者具体位置、灾难详情以及应对灾难的方法,同时,也将环境宣传资料传送给不同的救援队伍,如危机处理中心、警察局、紧急医疗中心等。MBS的特性是处理紧急情况的一种理想方法,在灾难后无线信道迅速通过多个中继站(RS)和基站(BS)的多路复用确保了信息可靠地到达接收者。因多个BS和RS同时将信息传送给

^{*} 收稿日期:2009-11-14;修回日期:2009-12-04

移动台(MS), 实现了宏分集性, 提高了接收端的信噪比, 从而使运动中的 MS 实现无缝连接。本文分析了不基于自动重传请求(ARQ)机制的 MBS 应用情况, 为了提高紧急情况下通信的可靠性, 本文设计了两种基于 ARQ 机制的 MBS 应用, 并从时延和可靠性的角度分析了其性能。

2 MBS 的预传送方法

MBS 有很多种预传送的选择。在没有灾难发生时, 有效的 BS 就足以覆盖整个区域, 通过多个 BS 的 MBS, 可以使 MS 从几个 BS 中接收到信号, 从而提高了信号质量, 使得运动中的 MS 实现无缝连接。而在灾难发生之后, 某些 BS 可能遭到破坏或者完全不能工作, 在这种情况下, 通过使用 RS 来增强区域的临时覆盖信号, 以达到正常通信。图 1 显示了灾难前后的网络通信状况。

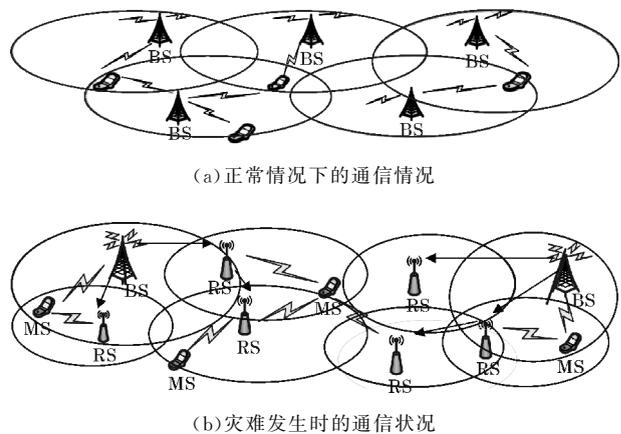


图 1 灾难前后的网络通信状况

Fig. 1 Emergency communication before and after RS

MBS 是作为一种增强的组播技术, 当前存在两种基于分组预传送的 MBS 同步机制, 它们通过使用预定义的相关传送次数完成预传送。首先, 每个 RS 报告它的进程延时(D_R), 然后 MR-BS 决定最大的 RS 累积延时(D_M), 最后, 所有 RS 的等待时间 W_i 经过累积后报告给 RS。而 MB 业务中只要用基于参数 DM 的目标传送时间实现数据同步。换句话说, 与相对等待时间相比, 当 RS 将信息传送到 MS 时, RS 通知的是完全传送时间。本文另外设计两种针对提高 MBS 可靠性而提出的预传送机制。该机制的思想是使用 ARQ 方法, 当某 RS 检测到错包、丢包、漏包, 就会向上级发送请求, 要求重新发送。现将 4 种可选方案用表 1 说明。

表 1 MBS 预传送的方案

Table 1 MBS pre-transmission scheme

预传送类型	描述
不可靠的 UP-MBS	该包通过单播连接预传送, 对于任何一个预传送没有使用 ARQ。
R-UP-MBS (可靠的 UP-MBS)	该包通过单播连接预传送, 对于某些已选的 RS 使用 ARQ。由于使用了某些空闲时期的 RS, 无额外延时。
不可靠的 MP-MBS	该包通过多播连接进行预传送, 并且对任何一个预传送都没有使用 ARQ。相比 UP-MBS, 由于使用相同频带, 使得频谱得到了更好的应用, 但是不保证可靠性。
R-MP-MBS (可靠的 MP-MBS)	该包通过多播连接进行预传送, 对于某些被选中的 RS 使用 ARQ。提高了已选 RS 的可靠性。然而, 在相同父节点下, 不管有没有申请 ARQ, 每个 RS 都会接收到来自父节点的复制包, 而非新包。

3 可靠组播运行模式设计

可靠组播运行模式的设计是在 UP-MBS 和 MP-MBS 的基础上, 嵌入 ARQ 机制, 达到提高信息传送可靠性的目的。其设计思想是: BS 首先要基于树中 RS 的深度和总树深度、受 RS 服务的 MS 总数、信道质量 3 个要素选出机会 RS(ORS) 或关键 RS(CRS), 这些 ORS 或 CRS 将作为具备 ARQ 机制的节点。一般来说, 备选的 ORS/CRS 不应在最长的路径末梢, 应是 ORS/CRS 的最大时延。最后, 在进行消息传递时, ORS/CRS 首先会检查来自上级的包是否被破坏, 如果包没有被破坏, 就将其标识为规则 RS 的包保留, 进行下级传送。如果该包已经被破坏, ORS/CRS 检查是否有机会从父节点获得重传, 如果没有重传的可能, 那么就将该包丢弃; 如果有重传的机会, 那么 ORS/CRS 向父节点发送请求, 等待重传。以图 2 作为其网络结构图, 分别对 R-UP-MBS 和 R-MP-MBS 的运行模式进行详细阐述。

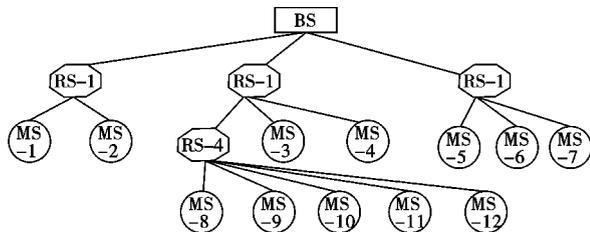
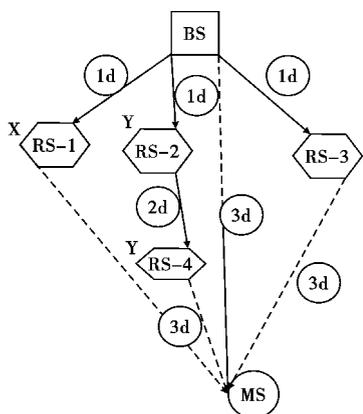


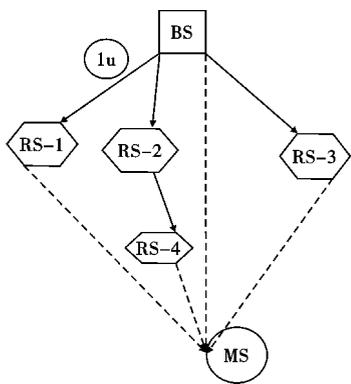
图 2 MBS 的树状结构

Fig. 2 MBS tree structure

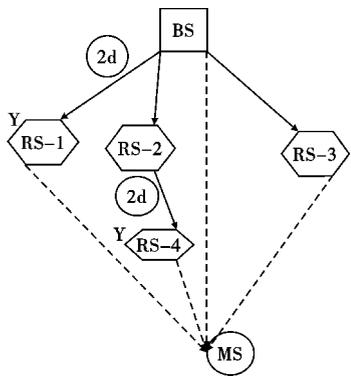
3.1 R-UP-MBS 的运行模式



(a) UP-MBS 的运行模式



(b) R-UP-MBS 运行模式 (RS-1 向上级请求重传)



(c) 请求重传后

图 3 运行模式
Fig. 3 Running style

UP-MBS 的通信模式下,不同的 RS 接收到的信号都是不可靠的,每个 RS 如果发现从上级接收到的包已经被破坏或者在传输过程中丢失,那么只会进行简单的丢弃,不对下级的传送负责,其运行模式如图 3(a) 所示。而 R-UP-MBS 针对 UP-

MBS 的通信缺陷引入了 ARQ 机制。这种运行模式中,那些被选中的 ORS 在检测到上级传送无效时,会利用它们的空闲时间段向其父 RS 或者 BS 请求重传,这样在既不引入额外延时的同时,又提高了链路的可靠性。其运行模式如图 3(b) 和图 3(c) 所示。

R-UP-MBS 在不引入额外时延的情况下,选择 RS-1 和 RS-3 作为 ORS,使用 ARQ 机制提高链路的可靠性。首先和图 3(a) 中 UP-MBS 运行方式一样,BS 在第一帧的下行链路将包预先传送给一跳距离的所有 RS。但当 RS-1 检查这个包,并且识别出它们被破坏时,RS-1 就启动 ARQ 机制,利用在目标传送帧之前的空闲时间向 BS 发出重传请求,如图 3(b) 所示。RS-2 没有 ARQ 机制,它等待下一个帧传送给它的子节点。RS-3 也有 ARQ 机制,但它接收到了正确的包。图 3(c) 中显示了 BS 回应给 RS-1 的 NACK 消息,并且重传这个被丢弃的包,这一次 RS-1 成功接收。在 RS-1 向上一级请求重传的过程中,RS-2 继续将包向前传送给 RS-4,而 RS-3 无后续的中间节点,在第二帧的下行链路处于等待的空闲状态。最后,在第三帧,不管 RS-4 有没有得到正确的接收(如果没有正确接收,RS-4 就将该包丢弃处理),所有的 RS 和 BS 同时将正确包传送给目标节点 MS。至此,整个信息传送过程结束。

3.2 R-MP-MBS 的运行

R-MP-MBS 也是使用 ARQ 机制来提高组播传送可靠性的通信模式。为了避免反馈拥塞,该运行模式只允许关键的 RS 具有重传请求的功能,简称为 CRS。和 UP-MBS 相比,这种方法会引入额外的时延,但因其是使用相同的频带同时将包传送给多个 RS,却可以获得增益。缺点是当包传送给一个 CRS,树中同一等级的所有其它 CRS/RS 也将接收到一个复制包,而不是新包,这个包将被丢弃。

由于在 RS 处不存在重传的空闲时间,那么 D_{max} (总树深度) 及 N_i (RS 所处网络结构树中的位置) 和 CRS 没有直接的联系。R-MP-MBS 中选择 CRS 的因素主要基于两方面:一是由 RS 所服务的 MS,二是 RS 的信道质量。例如:在图 2,RS-2 为 7 个 MS 提供服务,RS-4 为 5 个 MS 提供服务。故在同信道质量下,RS-1 和 RS-3 相比,它们更具备做 CRS 的资格。

R-MP-MBS 的运行模式以图 2 的拓扑结构

为例。RS-2 和 RS-4 作为 CRS,RS-1 和 RS-3 作为非 CRS。每个节点进程的延时为 $D_R(i)$,将 RS-2 的进程延时设置成能容纳两个重传,将 RS-4 设置成容纳一个重传(为了提高可靠性,提前在 MBS 机制中引入了时延)。RS-1 和 RS-3 不管包是否正确都不做任何的重传请求,图 4 显示了该机制的进程方式。

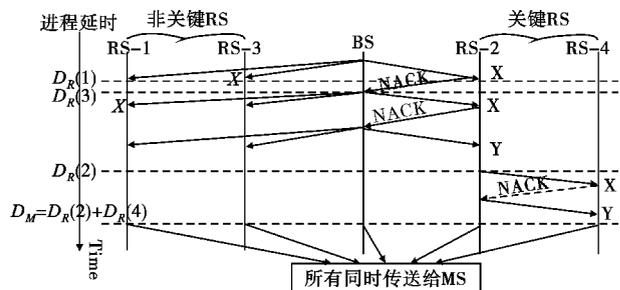


图 4 R-MP-MBS 中 ARQ 机制的运行状况

Fig. 4 R-MP-MBS running status with ARQ

(1) BS 将包发送给所有的下一级 RS,RS-1 正确接收,但 RS-3 和 RS-2 没有接收到正确的包;

(2) RS-2 发送 NACK 消息给 BS 要求重传,BS 收到消息后回应,并重新把包发送给所有一跳距离的 RS,这时 RS-1 做丢弃处理,RS-3 正确接收,但 RS-2 还是没有正确接收;

(3) RS-2 再次发送 NACK 消息给 BS 要求重传,BS 收到消息后再次将包发送一次,这时所有的下一跳 RS 都已接收到了;

(4) RS-2 将包发送给 RS-4,RS-1 和 RS-3 处于等待状态,但是 RS-4 没有正确接收;

(5) RS-4 重复一个 RS-2 的请求过程直至正确接收;

(6) 最后,BS 和所有的 RS 同时传送 MBS 包给 MS。

4 结论

本文评估了应急通信条件下接续/无线网络中组播/广播的实用性,详细说明了怎样方便地搭建一个临时的通信架构。此外,本文还集中讨论了两种使用 ARQ 的技术:R-UP-MBS 和 R-MP-MBS。R-UP-MBS 在不引入时延的情况下使用

MBS 的同步请求提高可靠性;而 R-MP-MBS 使用 MBS 的同步请求会引入时延,然后这种时延的影响和智能的 CRS 机制相比是微不足道的。本文所提出的这两种技术都有利于在接续网络中提高 PER 性能及通信的可靠性。总之,这两种技术在应急通信中都是提高 MBS 的有效解决方案。

参考文献:

- [1] 张勇. IP 组播的安全[D]. 上海:上海交通大学,2007. ZHANG Yong. IP multicast Security[D]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University,2007. (in Chinese)
- [2] 张静,汤红波,童珉. 基于动态频谱接入的应急移动通信系统[J]. 电信科学,2008,24(12):16-20. ZHANG Jing, TANG Hong-bo, TONG Min. Emergency Mobile Communication System Based on Dynamic Spectrum Access[J]. Telecommunications Science,2008,24(12):16-20. (in Chinese)
- [3] 祖翔,杨杰. 移动自组网组播路由技术在应急通信中的应用[J]. 军民两用技术与产品,2006(12):35-36,43. ZU Xiang, YANG Jie. Application and Research on Multicast Protocols of Emergency Communication Network Based on MANET[J]. Dual Use Technologies & Products,2006(12):35-36,43. (in Chinese)
- [4] 周贤伟,杨军. IP 组播与安全[M]. 北京:国防工业出版社,2006:16-17. ZHOU Xian-wei, YANG Jun. IP multicast and Security [M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2006:16-17. (in Chinese)
- [5] 闫冰. 汶川地震再度考验应急通信[EB/OL]. 2008-05-15[2009-11-11]. <http://www.itbear.com.cn/html/2008-05/10799.html>.
- [6] Bergs J, et al. A Wireless Network for Emergency Services - A Multi channel Ad Hoc Approach[C]// Proceedings of Wireless Rural and Emergency Communication Conference. Rome, Italy:[s. n.],2007.

作者简介:

李慧奇(1979-),女,江西人,重庆邮电大学硕士研究生,主要研究方向为下一代网络用户及技术。

LI Hui-qi (female) was born in Jiangxi Province, in 1979. She is now a graduate student. Her research direction is the next generation network and technology.

Email:huiqi-li@yahoo.com.cn