

组播网络管理的现状和发展

唐海冬¹ 曹争

(东南大学计算机科学与工程系, 南京, 210096)

摘要 IP组播技术的发展和应用的不断涌现加速了组播网络的建设,同时也给网络管理带来了新的挑战。本文对目前组播环境下的网络管理工具进行了介绍,并对今后的发展趋势进行了阐述。

关键词 因特网 组播 单播 网络管理

分类号 TP309

The State of the Art of the Multicast Network Management

Tang Haidong Cao Zheng
(Southeast University Nanjing 210096)

Abstract The development of multicast technologies and new applications accelerates the construct of multicast network and brings new challenges to the network management. An introduction about the current network management tools used for multicast network and the future of multicast network management are presented in this paper.

Keywords Internet Multicast Unicast Network management

一. 引言

目前基于互联网提供动态、多媒体信息的 ICP 不断增多, ICP 和用户对带宽和信息传输质量的要求也越来越高。传统的单播 (Unicast) “点对点” 传输方式在很多情况下已不能满足需要, 组播 (Multicast) 技术得到重视和发展。

Real Networks, CiscoSystems 等公司均发布了支持组播的产品, 然而组播的普及不仅依赖于组播技术本身的完善和发展, 还依赖于组播网络环境的建设。目前越来越多的 ISP 开始提供商业化的组播服务, 如 UUNET, Internet Initiative Japan, Sprint Corporation 等, 同时一些公司陆续推出了用于组播网络的管理工具。然而, 商业化的服务需要有完善的管理系统对组播网络进行管理, 这对传统的网络管理提出了新的挑战。

本文首先介绍组播相对于单播的特点, 然后对目前在组播环境中使用的网络管理工具进行了介绍和分类, 指出这些工具的适用性及存在的问题。最后对今后对组播网络管理的发展方向进行了阐述。

二. 组播的特点

在传统的单播模型里, 信息通过网络沿着单一路径从源主机向目标主机传递。在组播模型里, 源主机向任一被组播组地址表示的主机组传送信息, 由于主机组有若干个主机, 因而具有一对多和多对多的数据交互能力。在组播组中, 发往组成员的报文在同一网络路径上只需保留一份, 与单播相比, 不仅节约了带宽, 还大大减轻了网络和服务器的负载, 提高了传输效率。组播方式还拓宽了网络应用的范围, 特别适合于视频会议、网上教学、数据分发等服务。同时, 与单播相比, 组播的协议比较复杂, 对网络设备提出了新的要求; 不采用 TCP 的端到端的机制, 而采用用户数据报协议 (UDP) 来封装信息包, 使得可靠性传输必须依赖于 UDP 以上层协议来进行控制; 组播的安全性问题也比单播复杂的多。组播的这些特点也给组播网络管理带来的问题主要体现在以下几个方面:

¹ 作者简介: 唐海冬, 硕士研究生, 研究方向为网络管理。

曹争, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为计算机网络体系结构、网络管理等。

- 组播的设计过程中对网管的考虑较少，现有的协议和体系增加了网管的难度；
- 动态的组成员关系：组成员的频繁加入、退出使得维护组成员关系变得困难；
- 多种复杂协议的使用：DVMRP、PIM-DM、PIM-SM、MOSPF 等多种路由协议的存在使得路由维护变得复杂；
- 基于源地址的模式和接受者的匿名性使得不能完全获得接受者的情况；
- 组播地址的管理：由于组播地址是很有限的，只使用 IPv4 中的 D 类地址，因而完全静态的分配往往满足不了需求，需要对地址进行动态分配和管理；
- 组播的计费：组播的一对多的特点决定了必须采用新的计费方式；
- 安全问题：需要对组播组进行安全策略的制定。

三. 组播网络管理的现状

在组播网络的建立和发展过程中，产生了一系列用于网络调试、管理的工具。目前最大的组播网络是 MBone (Multicast Backbone)，它是因特网的组播主干，是一个互相连接且能转发 IP 组播信息的实验网。目前大部分工具

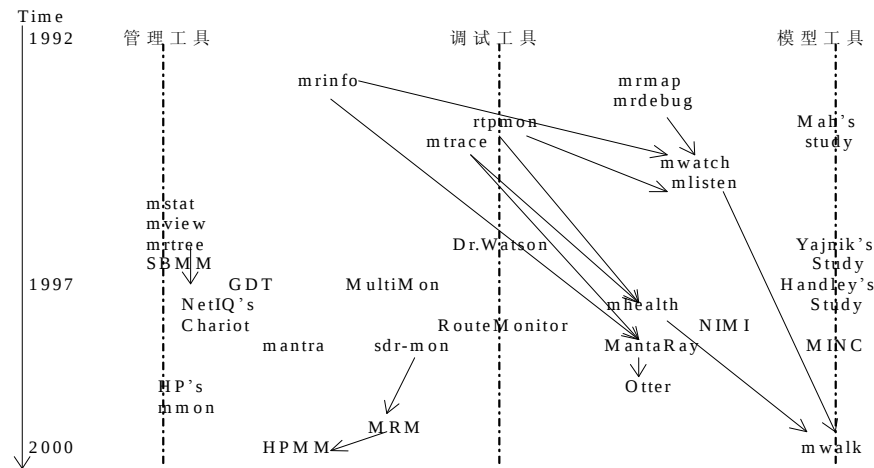


图 1：功能分类

是面向 MBone 的。Kamil Sarac 和 Kevin C. Almeroth 根据功能的不同将它们分为调试工具、管理工具和模型工具（图 1）。调试工具主要用于诊断网络中的故障，需要使用者对组播路由协议和网络拓扑状况有较深的了解；管理工具侧重于对网络的管理；模型工具通过对较长时间数据的分析，对网络特征、用户行为等特征进行分析统计。分类间没有严格的界限，某些工具可以属于不同的分类。图中纵坐标表示产生的时间先后，横坐标表示其分类，箭头表示一方是在另一方的基础上开发的。从中可以看出早期主要是诊断工具的发展，在 Mtrace 和 Mrinfo 的基础上不断进行完善。90 年代中后期管理工具开始迅速发展，而模型工具一直在缓慢地发展。这与组播网络的发展过程一致。

从另一个角度，根据所利用协议或数据来源的不同可以分为 IGMP、RTCP、SNMP 等类型，如表一。某些工具采用多种协议或数据来源，所以分类间也有交叉。根据数据采集方式的不同还可以将这些工具分为被动方式和主动方式。被动方式指采集网络中已经存在的数据，主动方式指通过发送测试报文来获得数据，如表 1。

利用的协议或数据来源	工具	功能（数据采集方式）
IGMP (Internet Group Management Protocol)	Mtrace	报告指定组的源到接受者在组播分布树中的每一跳以及每跳的报文延时和丢失率（主动方式）
	Mrinfo	用于报告路由器或运行组播路由协议的主机上支持组播的接口和隧道 (tunnel)（主动方式）
	Dr. Watson	网络故障诊断工具（主动方式）
	MantaRay	交互式可视化工具，用来显示 MBone 的拓扑结构（主动方式）
	Otter	通用拓扑可视化工具（主动方式）

	Mwatch	利用具有组播功能的路由器的 mrinfo 信息产生拓扑结构（主动方式）
RTP/RTCP (Realtime Transport Protocol /Realtime Transport Control Protocol)	Rtpmon	用于监测活动的组播组（被动方式）
	Mlisten	采集组成员信息，用于用户行为分析（被动方式）
	MHealth	结合 mtrace 和 rtpmon 的功能，以图形化方式实时显示指定组的组播分布树，包括组成员以及成员的拓扑结构（被动方式）
	Handley's Study	利用 RTP/RTCP 报文和 mtrace 工具，建立组播分布树的结构以及各条链路的统计信息（被动方式）
	MINC	通过端到端的组播测量得到网络的性能特征，采用 RTCP 报文推断出链路级的丢失率和延时（主动方式）
TcpDump	MultiMon	对采集的组播报文进行统计分析，并对报文类型、流量等进行图表显示，主要用于局域网中（被动方式）
	Mah's Study	最早的组播流量研究工作之一，进行流量和报文类型的研究（被动方式）
DVMRP（Distance Vector Multicast Routing Protocol）	RouteMonitor	监听路由器 DVMRP 定期路由更新消息，不仅能够产生拓扑结构，还可以发现路由的变化，从而对一些错误进行定位，现在用于 MBone 中（被动方式）
会话通告	Sdr-monitor	监测组播用户间的会话通告，从而监测域间组播的可达性（被动方式）
路由器	Mantra	通过直接采集路由器中的数据，产生组播流量、协议、组成员、拓扑结构等报告（被动方式）
MRM（Multicast Reachability Monitor Protocol）	MRM	提供对域内和域间组播监测任务的支持（主动方式）
	HPMM	采用更有效的方法提供 MRM 型的监测（主动方式）
SNMP	Mstat, mview, mrtree	mstat 采集组播相关的 MIB，mrtree 和 mview 分别用图表的方式来显示这些数据（被动方式）
	SBMM	增强 MBone 中对 SNMP 协议的支持，并开发实现基于 SNMP 的管理工具（被动方式）
	MMon	组播网络管理系统，提供比较全的功能（被动方式）

表 1.按照协议的分类

这些工具在组播技术的发展过程中起了积极的作用，实现了基本的网络管理功能。但存在以下的缺点：

- l 大部分工具只具备单一功能，不能形成一个系统化的管理系统；
- l 这些工具的使用需要有较强的专业知识；
- l 大部分在 MBone 的环境下运行，对纯组播网络的研究较少；
- l 许多工具依靠组成员在应用层交互数据（如 rtpmon，mlisten，mhealth），需要使用组播专有的协议；
- l 较少采用标准化协议（SNMP）；
- l 大部分都是共享软件，缺少成熟的商业化产品。

四. 组播网管的发展趋势

网络管理是规划、监测、设计和控制网络资源的使用和网络的各种活动，因而组播网络管理不仅要提供传统的管理功能，还需要对组播组、组播地址等进行管理。一个完整的管理系统需要具备以下的功能：

- l 配置管理：不仅包括组播网络节点的拓扑发现，还要包括组播分布树（用来描述 IP 组播在网络里经过的路径）的生成，组播地址的分配和管理；
- l 性能监测：对组播网络状态和组播质量进行监控，实时提供出入流量、丢包率、活动源点的使用状态和组播组的情况，此外，还必须对路由器的性能指标（CPU、内存等）进行监测；
- l 流量管理：对组播流量进行统计分析，以进行 QOS 的控制和用户行为的分析；
- l 故障管理：对组播故障的检测、隔离以及组播路由监测；
- l 安全管理：对组播组进行基于策略的控制（加入和退出）。
- l 计费管理：根据实际情况提供基于用户（流量、时间）或基于应用的计费。

同时系统还需要具有以下特性：

- l 可扩展性：必须能够适应大规模网络环境的需求，尽量减少相关的流量在网络中传输。尤其是组播一对多的特点，很容易产生广播风暴；

-
- | 安全性：安全性对任何管理系统都是很重要的，对一些敏感操作如远程控制等必须采取足够的安全措施；
 - | 标准化：必须使采集方式和数据格式具有通用性，目前最好的解决方法是采用 SNMP。IETF 已经致力于与组播相关的 MIB 的制定，已经有一些 Draft 被网络设备所支持。
 - | 组播无关性：避免采用组播专用协议进行数据的采集、传输，否则若组播本身出现问题，系统将无法运行；
 - | 易操作性：合理组织结果，屏蔽组播实现的细节，采用形象化的图表便于用户使用。

目前在组播网络管理方面做的比较全面的是 HP 公司的 MMon，它将组播模块建立在 Openview 平台上，利用 SNMP 协议，提供了组播拓扑自动发现、组播分布树生成、路由器性能监测、流量监测、差错监测等网络管理功能，具备了系统化管理的雏形，并于 2001 年初推出第一个组播管理的商业化产品。在国内，东南大学网络中心等一些对网络管理积累了丰富经验的研究部门在原有基础上正在对组播网络管理技术作深入研究和开发，预计在组播地址管理、网络端到端的服务质量保证以及组播安全等方面提出实用系统。

五. 结论

虽然目前组播技术研究的焦点从早期集中于组播路由协议、路由算法等转向组播地址分配、组播管理和计费等方面，但是对于组播网络管理功能和技术的研究还没有引起足够的重视，这一方面是由于以前的组播网络还处于试验阶段，主要是在 MBone 上进行，没有商业化管理的需求，另一方面支持组播的网络设备也不多。而现在越来越多的 ISP 开始提供商业化的组播服务，而且大部分网络设备也支持了组播。因而对组播管理的需求逐渐强烈，而目前的管理工具显然还不能满足商业化管理的需求。

现在许多厂商已经开始重视这个问题，并积极地进行商业化产品的研制工作。今后随着组播应用的进一步开发以及组播技术的成熟，组播网络管理技术将成为今后的热点，并且会出现成熟的组播网络管理系统。

参 考 文 献

1. Kamil Sarac and Kevin C.Almeroth, “Supporting Multicast Deployment Efforts:A Survey of Tools for Multicast Monitoring” ,Journal of High Speed Networking -- Special Issue on Management of Multimedia Networking, March 2001.
2. D.Thaler and B.Aboba,“Multicast debugging handbook” Tech.Rep.draft-ietf-mboned-mdh.txt,IETF,March 1997.
3. Kevin C.Almeroth, “Managing IP Multicast Traffic:A First Look at the Issues,Tools,and Challenges”, 3rd Annual IP Multicast Summit, February, 1997.
4. Beau Williamson, “Developing IP Multicast Networks,Volume1”, Cisco Press,January,2000.