

一个基于双向共享树的主动组播监测机制

陈炯¹ 曹争

(CERNET 华东(北)地区网络中心, 南京 210096)

【摘要】 随着组播技术的飞速发展, Internet 对组播技术进行大规模商业化应用的要求越来越迫切, 而这些商业应用得以实现的一个基础是 Internet 中的组播行为进行监测和管理。为此, 本文针对基于双向共享树的组播, 提出了一个分层的主动组播监测的策略——HAMM (Hierarchical Active Multicast Monitor)。

关键字: 组播 域间 分层 主动监测 双向共享树

A Hierarchical Active Multicast Monitor Mechanism

Chen Jiong Cao zheng

(SouthEast University, Nanjing 210096)

【Abstract】 With the development of multicast, it is very necessary to monitor the multicast in the internet, rule the multicast action. A hierarchical active multicast monitor mechanism---HAMM is provided in this paper. The characters and mechanism of HAMM are presented in detail in the paper.

Keyword: Multicast Inter-Monitor Hierarchy Active-Monitor

1 引言

随着 Internet 的对组播 (Multicast) 在技术上和实现上越来越多的支持, 许多基于组播的应用和服务已经开始在 Internet 上兴起。组播技术以其能够在 IP 网络上提供单点到多点, 以及多点到多点通信的特点, 使之成为许多网络应用的关键支撑技术。在 Internet 上提供组播服务会出现许多网络故障, 如组播网络“黑洞”、组播组无法加入、组播数据的丢失或者重复到达等, 这些问题严重影响组播服务的质量。组播监测的任务就是及时发现并解决组播网络的故障, 保证组播的可靠性。

¹ 陈炯, 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 网络管理, 组播监测, 可靠组播; 曹争, 男, 副教授, 主要研究方向: 网络体系结构, 网络管理, IP 组播。

2 组播监测的现状

目前的组播监测工具主要有 mtrace, mlisten, mrinfo, mhealth.....等等。监测方法分为两类：第一类是被动的组播监测，如 HPMM^[1], MultiMOM^[2]；第二类是主动的组播监测，如 MRM^[3], NIMI^[4]。现有的组播监测机制大都是针对特定的应用网络环境，通用性较差，对域间监测和组播监测扩展性不能提供有效的解决方法。

目前大部分组播都是基于共享树。共享树分为两种：单向共享树和双向共享树。在单向共享树只允许数据由共享树根转发送给各个组成员。双向共享树^[6]中，数据既可以通过共享树根来转发，也可以由共享树中的子树根在一定范围内转发。本文针对基于双向共享树的组播，提出的一个分层的主动组播监测机制——HAMM(Hierarchical Active Multicast Monitor)。HAMM 利用分层的机制，较好的解决了域间监测和组播监测扩展性的问题，同时通过主动收发监测报文可以对特定故障类型进行监测。

3 HAMM 协议

3. 1 HAMM 的运行机制

HAMM 通过收发探测报文来监测组播线路的可达状态。对被监测组播组，HAMM 在监测区域配置 HAMM 代理 (agent)，它们被称为 MMT (Multicast Monitor Tester)。MMT 将加入被监测组播组。MMT 分为 MMS (Multicast Monitor Sender) 和 MMR (Multicast Monitor Receiver) 两种 (如图 1 所示)。MMS 定期发送测试报文，MMR 接收测试报文，获取组播网络的状态信息。MMT 发现线路故障信息后，将故障信息发送给其所属的组播故障管理者 MMM (Multicast Monitor Manager)。

MMM 是 HAMM 系统中另外一种实体，它的任务是在组播网络中配置 MMT，收集，过滤，分析由 MMT 发送的网络故障信息，确定故障位置，在可能的情况下调用相应的工具来隔离故障区域。MMM 分为 TM (Top Manager) 和 HM (Hierarchical Manager) 两种。HM 是网络中层次的管理者，每个 HM 可以有若干个下级的 HM。TM 是位于最高层的管理者，TM 可以看作位于系统最高层的 HM。HM 在接收到故障信息后，将试图定位故障；如果它无法处理这个故障，它把故障信息上交给上级 HM，直到故障被定位或者是到达 TM。

3.2 HAMM 系统初始化

HAMM 系统进行初始化的过程如图 1 所示：(1) TM 分配监测任务给 HM_1 ，再由 HM_1 将任务分配给 HM_3 （对于域间监测，TM 可能指定几个 HM 参与），TM 生成一个全局唯一的监测任务的 ID 号。 HM_3 将新任务加入本地的任务列表。(2) HM_3 通过发送 RS（Request Sender）报文给该区域 MMT_1 使之成为 MMS，RS 报文中指明了此次组播监测任务持续的时间、测试报文的时隙、监测任务的全局 ID 号、目标组播组的组播地址、端口号等信息。(3) HM_3 将通过 RR（Request Receiver）报文来指定该区域中的 MMT_2 成为 MMR，RR 报文的内容同 RS。MMR 一般设置在该域内共享树的各级子树根节点。为了确保可靠性，HM 使用单播来发送 RS 和 RR。(4) MMR，MMS 分别按照 RR 和 RS 报文内容来配置监测参数，在初始化监测进程成功后返回给 HM 响应报文确认初始化成功。

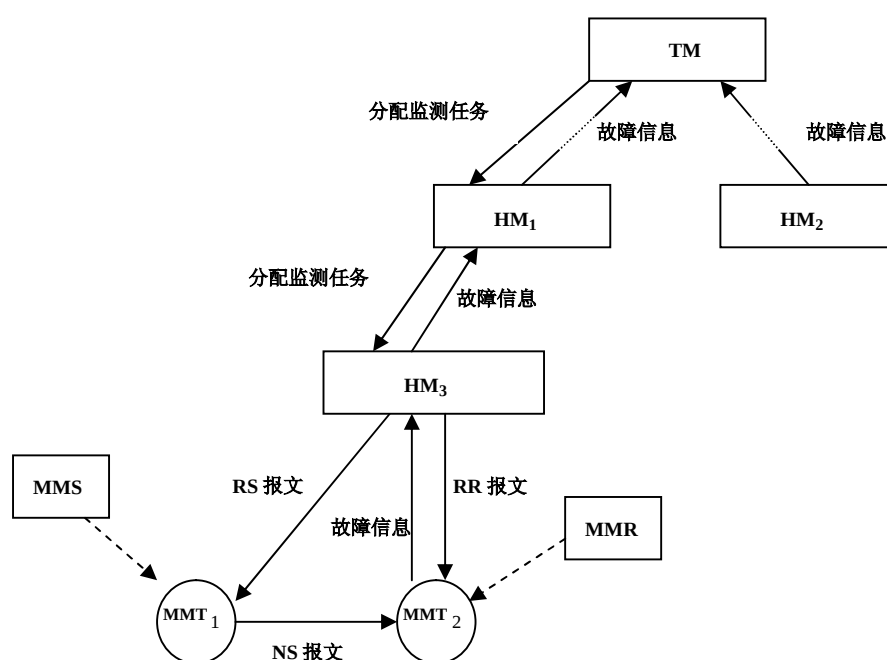


图 1 HAMM 的运行机制

3.3 HAMM 的域内监测过程

在图 2 所示的域，对组播组 224.2.2.1 进行监测。HM 指定了 F 为 MMS，A 和 D（A，D 都为共享树的子树根）为 MMR，F，A 和 D 将加入组 224.2.2.1。F 定期地向 224.2.2.1 发送 NS 报文，报文发送的时隙 T_{ns} （ $T_{ns} > T_{stor}$ ， T_{stor} 是 NS 报文从 MMS 传送到距它 TTL 值最

大的 MMR 的时间), T_{ns} 由 HM 配置时指定。NS 报文将子树根在域内转发。监测开始, MMR 启动一个计时器 T_r 。当 $T_r \leq T_{ns}$, MMR 接收到 NS 报文, T_r 将清零; 如果 $T_r > T_{ns}$, 而 MMR 没有收到 NS 报文, MMR 将继续在等待; 如果 $T_r > 3T_{ns}$ MMR 还是没有收到 NS, MMR 将向 HM 报告出现网络故障。如图 3, 如果 D 的计时器 $T_r > 3T_{ns}$, 而 D 没有收到 NS, D 就将向 HM 报告故障。HM 收到报告后, 向 A 查询 NS 是否接收正常。如果 A 接收 NS 正常, 说明线路故障发生在 A 和 D 之间; 如果 A 也出现接收故障, 说明线路故障发生在 A 和 F 之间。在进行域内监测的时候, MMS 设置 NS 的 TTL 值, 把 NS 的组播限定在一定范围内。

图 2 HAMM 的域内监测过程

HAMM 通过上层的 HM 协同分属不同域的下层 HM，进行域间的组播监测。域间监测的过程如图 3 所示：(1)TM 发送监测任务通知 TN（Task Notify）报文，通知 HM_1 参加域间监测，由 HM_1 通知下层的 HM_2 ， HM_3 也参加监测。(2) HM_2 ， HM_3 在各自域内配置 MMR 和 MMS，图 3 中 HM_2 配置 A，B 为 MMR，C 为 MMS； HM_3 在域内只配置 H 为 MMS。 HM_1 配置 HM_2 ， HM_3 共同的子树根 E 为 MMR。(3) HM_2 将组播报文从域子树根 A 传输到域内 MMR 的最长时间 $T_{HM_2 \max}$ 递交给 HM_1 ， HM_1 将 $T_{HM_2 \max}$ ， $T_{HM_2 \text{ to SR}}$ （数据从 HM_2

域子树根 A 传送到 E 的时间), $T_{HM3toSR}$ (数据从 HM_3 域子树根 G 传送到 E 的时间) 发送给 HM_3 , HM_3 设置 H 组播 NS 报文的时隙 T_{ns_HM3} ($T_{ns_HM3} > T_{HM2_max} + T_{HM2toSR} + T_{HM3toSR}$), HM_2 设置 F 的组播时隙 T_{ns_HM2} 。(4)监测开始, E 为接收 H 组播的 NS 报文, 设置一个计时器 T_E , 如果 E 在 $0 \sim 2T_{ns_HM3}$ 期间收到 H 组播的 NS 报文, T_E 清零; 否则 E 将向 HM_1 报告出现网络故障, HM_1 可以确定故障发生在 E 和 G 之间。A, B 为接收 H 组播的 NS 报文, 分别设置计时器 T_{A_out} 和 T_{B_out} , 为接收 F 组播的 NS 报文分别设置计时器 T_{A_in} 和 T_{B_in} 。就 A 来说可能出现以下几种情况:

- (1) 在 $0 \sim 2T_{ns_HM2}$ 期间, A 没有收到 F 组播的 NS 报文, 说明故障在 A, C 之间。
- (2) 在 $0 \sim 2T_{ns_HM3}$ 期间, A 没有收到 H 组播的 NS 报文。如果 E 能收到 H 的 NS 报文, 说明故障发生在 A, E 之间; 如果 E 也没有收到 H 的 NS 报文, 说明故障发生在 E 和 G 之间。

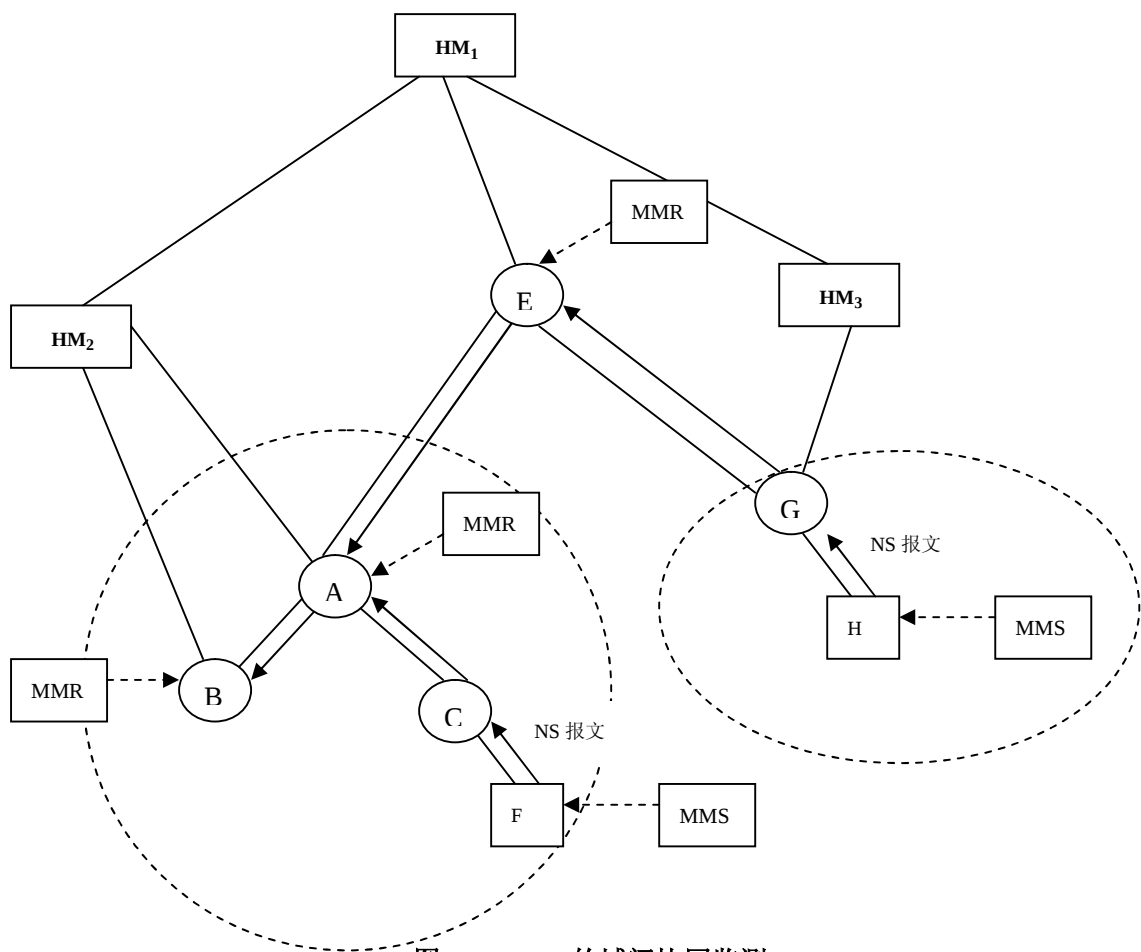


图 3 HAMM 的域间协同监测

就 B 的情况说明如下：

- (1) 在 $0 \sim 2T_{ns_HM2}$ 期间, B 没有收到 F 的 NS 报文。如果 A 接收 G 的 NS 报文正常, 故障发生在 A 和 B 之间; 否则, 同 A 的情况 (1)
- (2) 在 $0 \sim 2T_{ns_HM3}$ 期间, B 没有收到 H 的 NS 报文, 而 A 接收 H 的 NS 报文正常, 说明故障发生在 B, A 之间; 否则, 同 A 的情况 (2)。

在进行域间监测的时候, 需要不同层次的 HM 协同工作, 特别是当故障发生在域间的时候, 需要不同的 HM 查询各自所辖的 MMR, 综合各个 MMR 的接收 NS 报文的情况来定位故障线路。一般来说, HAMM 中的 MMR 越多定位就越准确, 当然也要兼顾效率。

4 结论

HAMM 通过预先分布在网络中的监测代理发送测试报文, 来实现对基于双向共享组播树组播网络的主动监测, 可以比被动组播监测的方式更及时地发现组播网络的故障。同时, HAMM 引入了分层的概念, 通过协调各层的组播监测管理者很好地解决了域间组播监测的问题。今后我们将对 HAMM 作进一步改进, 包括减少测试报文, 合理配置 MMR 等。

5 参考文献

- [1] J.Walz , B.Levine, *A hierarchical multicast monitoring scheme* in International Work shop on Network Group Communication ,November 2000
- [2] D. Massey and B. Fenner, “Fault detection in routing protocols,” in international Conference on Network Protocols (ICNP), (Toronto, CANADA), November 1999
- [3] Kevin Almeroth, Liming Wei, *Multicast reachability monitor (MRM)* IETF Internet Draft , April 1999.
- [4] V. Paxson, J. Mahdavi, A. Adams, and M. Mathis, “An architecture for large-scale internet measurement,” IEEE Communications, August 1998
- [5] Kamil Sarac , Kevin Almeroth , *Supporting Multicast Deployment Efforts: A Survey of Tools Tools for Multicast Monitoring* , October 2000
- [6] Beau Williamson. IP 组播网络设计开发.北京: 电子工业出版社, 2000