

基于区域代理选择的移动组播算法

Mobile Multicast Algorithms Based on Regional Agent Options

李克文 田 静 (中国石油大学(华东) 计算机与通信工程学院 山东 东营 257061)

摘要: 针对移动组播接入点切换造成的组播树频繁重建问题,本文提出了基于移动频率的区域代理选择方法。整个无线网络被划分为不同的区域,在某一区域内,选择移动频率最小的节点作为该区域的组播代理,为移动网络内该区域的节点提供组播服务。实验证明,该方法有效减少了因节点移动而造成的组播树重构频率。

关键词: 移动组播 区域代理 外地代理 组播树 移动频率

1 引言

在移动环境中,组播不仅要管理动态组播组成员、建立和维护组播树,还需要解决成员位置动态变化的问题。如果每次节点移动后都当作一个新加入的成员,则会给组播组的管理和组播树的维护带来过多的开销,增加网络的负担。如何把 IP 组播和移动相结合,为移动节点提供组播应用,是一个值得深入研究的问题。

IETF 移动 IP 工作组在移动 IPv6 中提出了远程签署 RS (remote subscription) 和家乡签署 HS (home subscription) 两种支持主机移动的基本组播方法^[1]。在远程签署中,移动主机进入外地子网时,通过外地子网上的组播路由器申请加入组播组,直接从外地子网接收组播数据包,组播路径是优化的,但会带来频繁的组播树重构。在外地子网上,从开始申请加入组播组到收到组播数据,延迟较大,需要外地子网存在组播路由器。在家乡签署中,当移动主机移动到外地子网时,与家乡代理 HA (home Agent) 之间建立双向隧道,家乡代理代替移动主机加入组播组,移动主机通过隧道经家乡代理收发组播数据^[2]。其组播树无须因移动主机位置的改变而重构,但长隧道带来大的传输延迟,家乡代理负担加重而可能成为通信的瓶颈。

为了更好的解决移动组播面临的问题,本文提出了一种新的区域代理选择的移动组播算法。选择移动频率最小的节点作为区域组播代理,减少组播树的重构频率。

2 现有的移动组播算法及其面临的问题

双向隧道 (MIP - BT)^[3],移动节点和家乡代理之间

建立双向隧道,移动节点通过双向隧道发送和接收组播包,加入/退出组播组。隐藏了节点的移动性,减少了计算和通信开销,但是存在三角路由、隧道聚集问题。

远程加入 (MIP - RS)^[3],每次移动节点改变所在网络后,都重新计算与之对应的组播树,移动节点停留在外地链路时,工作方式与固定组播节点相同。可直接使用现有的组播协议,不需建立隧道,不会有隧道聚集、三角路由问题。但只适合于共享树,重新计算、建立组播转发树,引入过多的计算开销和协议开销。

MoM^[4] (mobile multicast protocol) 以双向隧道算法为基础,引入了“代表组播服务提供者”DMSP (designated multicast service provider) 的概念,避免了通过隧道向同一个外地代理转发重复的组播包。由于 DMSP 是移动节点家乡代理的代表,MoM 也存在三角路由问题。另外,当以 DMSP 作为家乡代理的所有移动节点移出该外地链路后,DMSP 不再向该外地代理转发组播包,而该外地代理超时后才知道需要重新选择新的 DMSP,在新的 DMSP 选出之前,该外地链路中的组播成员节点将丢失组播包。

RBMoM^[5] (range - based mobile multicast) 算法在于寻求最短转发路径和频繁重建组播树之间的折中。当服务范围 $R = \infty$ 时, RBMoM 等同于双向隧道算法;当服务范围 $R = 0$ 时, RBMoM 就演变成了远程签署算法。

移动组播代理^[6] (mobile multicast Agent) 协议定义了组播代理 MA 和组播转发者 MF (multicast forwarder)。MA 为移动主机提供组播服务, MF 向 MA 转

发组播数据。每个 MA 对应一个 MF。如果移动主机访问网络的 MA 已经加入了组播树,这个 MA 的 MF 就是它自己。如果还没有,那么就由 MA 在附近几个网络的 MA 中选择一个已经加入组播组的 MA 作为自己的 MF。但是,如果每个 MA 都加入组播树,会引起组播树的频繁重构。

3 区域代理选择的移动组播算法

为减少因节点的移动而频繁的重建组播树,保持较为优化的组播路径,本文提出了区域代理选择的移动组播算法 (Regional Agent Options, RAO)。当移动网络内的节点收到组播消息时,选择该区域移动频率最小的节点作为区域代理,组播源向区域代理发送组播消息,由区域代理代替移动节点加入组播组。

3.1 网络结构

按照地理位置的不同,将无线网络划分为不同的区域,每个区域设置一个区域代理 RA (Regional Agent), RA 代替移动节点 MN (Mobile Node) 加入组播组。同时,每个区域都存在一个外地代理,由外地代理控制区域代理的选择。外地代理和区域代理的信息存放在家乡代理上。每个外地代理维护着一个有本区域组播组成员的列表,表中每条记录的格式如下: (NID, frequent, RA), 其中 NID 为该区域内移动节点的编号, frequent 为该节点的移动频率, RA 为该区域的代理。FA 收到组播消息时,首先判断该区域的 RA 是否加入组播组。若没有加入组播组则将 RA 加入组播组,建立组播树。否则将节点 MN 加入为组播组成员。

组播源发往 MN 的组播包将先到达 MN 所在域的区域代理 RA, RA 通过隧道将组播包发往 MN。当 MN 退出组播组时, MN 向 RA 发送一个 quit 消息, RA 将 MN 从组播组的成员列表中删除,停止转发组播包给 MN。

通过以上过程,实现由 RA 代替 MN 加入、退出组播组。

3.2 RAO 移动组播算法

为了减少组播树的重构频率,引入代理选择算法。节点在移动过程中,如果节点到区域代理间的距离较远,则会加重组播路径的三角路由问题。每个移动网络选择提供服务的区域代理,以优化组播路径。移动节点在一定范围内移动时,保持区域代理不变。当移动节点移动出某一范围时,选择新的区域代理,并重新加入组播树。选择较优的区域代理,弱化了三角路由

问题,减少了组播树的重建频率。

对区域代理的重新选择由外地代理控制,控制区域代理的外地代理记录该区域每个节点的移动频率。在选择区域代理时,根据记录的节点移动信息选择移动频率最小的节点作为区域代理。这样,根据外地代理记录的信息选择的区域代理最大限度的保持组播树,避免频繁的重建组播树。

当移动节点处于家乡链路时,家乡代理作为区域代理,通过区域代理加入组播组。当移动节点离开家乡链路时,则根据外地代理记录的信息选择新的区域代理。区域代理的动态选择,减少了组播树的重构频率。同一区域内的节点由唯一的区域代理加入组播树,避免了隧道聚集的问题。

当节点移动到外地链路时,执行的算法如下所述:

```

If (MN 移到外地链路)
{
    移动节点 MN 和 FA 通信, 注册移动 IP 及其移动频率;
    FA 从数据结构中查找区域代理 RA;
    If (RA 已加入组播组)
    {
        更新 MN 的区域代理信息;
    }
    Else
    {
        MN 和当前区域区域代理间的距离 L1;
        区域代理的服务范围为 L2;
        If (L1 > L2)
        {
            选择移动次数最少的节点作为当前区域代理;
            If (RA 不在组播树中)
                加入组播树;
        }
    }
    Else
    {
        原区域代理提供组播转发;
    }
}

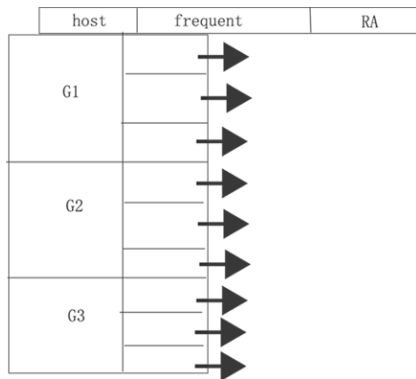
```

该算法的数据结构如图 1 所示:

HA group list

host	FA	RA

FA group list



MN group list

G1	FA	DA
G2		
G3		

图 1 RAO 中的主要数据结构

本地代理 HA 记录每个组播组的外地代理及其区域代理的相关信息。外地代理管理组播组成员,包括三部分内容: NID(移动节点的编号)、frequent(移动节点的移动频率)、RA(该区域的区域代理)。当节点移动到新的外地链路后,修改其对应的 FA 和 RA,并通知家乡代理,修改其信息。

4 分析与仿真

模拟环境拓扑选择 8×8 的网络模型,每个交叉点代表一个子网,包含 FA 和区域代理。所有成员都是移动节点,组播树的构造采用源树根的方式。仿真过程中,设组播源位于网格中间,以恒定速率发送组播包,10 个节点加入组播组,移动节点向各个方向随机运动。

与 RBMOM 算法进行仿真比较,根据结果进行分析。组播树重构频率是指当节点移动到一个新的子网时,产生加入或者退出组播组请求的概率。性能模拟关心的是组播树重构频率。

组播树重构频率随节点移动范围的变化情况如图 2 所示,随着节点移动频率的增加,选择较稳定的节点作为区域代理,尽可能的减少因节点的移动而重建组

播树,从而减少组播树的重构频率。

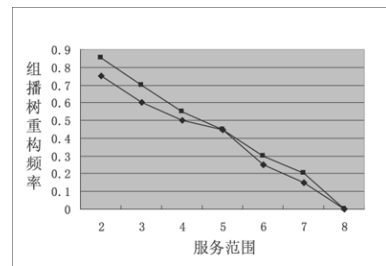


图 2 组播树重构频率

5 结论

本文提出的基于区域代理选择的移动组播算法在当前 RBMoM 算法的基础上,对区域代理的选择提出了新的要求,选择移动频率最小的节点作为区域代理,减少了组播树的重构频率。模拟结果显示,该算法在组播树重构开销方面具有较好的性能。

参考文献

- 1 Perkins C. IP mobility support for IPv4. RFC3220, 2002.
- 2 Johnson D, Perkins C, Arkko J. Mobility support in IPv6 draft - ietf - mobileip - ipv6 - 21. txt, 2003.
- 3 Johnson DB, Perkins C, Arkko J. Mobility Support in IPv6. RFC3775, 2004, (06): 114 - 115.
- 4 Harrison TG, Williamson CL, Mackrell WL, Bunt RB. Mobile multicast (MoM) protocol: Multicast support for mobile hosts // Proceedings of the 3rd Annual ACM/IEEE International Conference on Mobile Computing and Networking (ACM MOBICOM). Budapest, 1997: 151 - 160.
- 5 Lin C R, Wang KM. Mobile multicast support in IP networks // IEEE INFOCOM 2000, Tel Aviv, 2000: 1664 - 1672.
- 6 Suh Y, Shin H, Kwon D. An efficient multicast routing protocol in wireless mobile networks. ACM Wireless Networks, 2001, 7(5): 443 - 453.
- 7 孙利民, 廖勇, 郑健平, 吴志美. 一个基于层次结构的移动组播算法. 软件学报, 2003, 14(9): 1608 - 1614.
- 8 吴茜, 吴建平, 徐恪, 刘莹. 移动 Internet 中的 IP 组播研究综述. 软件学报, 2003, 14(7): 1324 - 1337.