

基于节点性能的应用层多播模型

许建真^{1,2}, 伊国力², 张福炎¹

(1. 南京大学计算机科学与技术系计算机软件新技术国家重点实验室, 南京 210093; 2. 南京邮电大学计算机学院校园网中心, 南京 210003)

摘要: 为降低多播组的维护开销、改善多播树的负载平衡, 提出一种考虑节点优先级的方法, 并将该方法应用于 Zigzag 协议。该协议采用分层分簇的思想, 由簇首节点负责管理本簇而由父节点负责分发数据。因为考虑到节点的异构性, 该协议使能力强的节点担当首节点与父节点以提高多播组性能。通过实验验证与理论推导得出, 与 Zigzag 协议相比, 改进后的协议在新节点加入多播组时, 开销大大减小, 节点退出时开销也相应减小, 而多播树的负载平衡也有所改善。

关键词: 应用层多播; 优先级; 异构

Node-capability-based Application Layer Multicast Model

XU Jian-zhen^{1,2}, YI Guo-li², ZHANG Fu-yan¹

(1. State Key Laboratory for Novel Software Technology, Department of Computer Science and Technology, Nanjing University, Nanjing 210093;

2. Campus Computer Network Center, College of Computer, Nanjing University of Posts & Telecommunications, Nanjing 210003)

【Abstract】In order to reduce maintenance overhead of multicast group and improve load balancing of multicast tree, the paper introduces a method of taking node priority into consideration and applies the method to Zigzag protocol. The Zigzag protocol adopts the machinery of hierarchy and cluster, and the head peer of a cluster takes charge of administrating the cluster while the father peer takes charge of distributing data. Due to the node isomerism, the protocol chooses high priority node as dead peer and father peer to increase the performance of multicast group. Through theoretic deduction and simulation experiments, the overhead of improved protocol decreases greatly when a new client joins and when a client departs. The protocol also improves load balancing of multicast tree.

【Key words】 Application Layer Multicast(ALM); priority; isomerism

1 概述

IP多播由于自身的缺点没有在Internet中得到广泛应用。作为一种替代, 目前应用层多播(Application Layer Multicast, ALM)逐渐成为Internet中提供多播服务的主要方案, 即ALM的端系统通过单播连接构建一个逻辑上的overlay网络并转发数据给其他端系统。目前, 应用层多播的算法有很多, 例如 Zigzag^[1], Narada^[2], NICE^[3], Yoid^[4]等。应用层多播保持了Internet原有的简单、开放的模型, 便于部署。在Zigzag协议中, 构建多播树与控制拓扑时, 协议主要考虑的是传输时延与尽可能少地影响到其余节点, 从而忽略了终端节点之间可能存在的差异。在一个多播树中, 终端节点有可能是一台服务器, 也可能是一台笔记本电脑或台式机, 还有可能是一部手机。节点的差异对多播组的性能有很大的影响, 所以在构建多播树时, 应该将节点的差异考虑在内。本文的办法是: 基于节点的性能, 在构建多播树时, 让处理能力强的节点担任转发与管理的工作。随着多播组的变化, 节点处理能力强弱是变化的。

本文将这一方法应用于 Zigzag 协议, 并对该协议中的节点加入、节点离开进行了改进, 称之为 IZigzag(Improved Zigzag)。

2 IZigzag 协议概述

IZigzag 协议是针对大规模用户的单源多播方案。为了解决扩展性的问题, 它使用了“分层”和“分簇”的思路。在一个簇内部, 数据的管理与分发是由不同的节点完成的。管理拓扑说明了节点间的逻辑关系, 而多播树说明了节点间的

物理联系。

2.1 管理拓扑

管理拓扑用来管理维护当前多播组, 如图 1 所示。节点以分层分簇的方式组织, 其递归定义如下(H 表示层数, k 是常数, 且 $k>3$):

- (1) 第 0 层包含所有节点。
- (2) 第 j 层($j<H-1$)的节点被划分为多个簇, 每个簇的大小为 $[k, 3k-1]$ 。第 $H-1$ 层只有一个簇, 大小为 $[2, 3k]$ 。
- (3) 第 j 层($j<H$)每个簇中选出一个节点作为簇首。如果 $j<H-1$, 簇首节点变成第 $j+1$ 层的成员。任何包含服务器(流媒体源)节点 S 的簇, 其簇首节点是 S 。

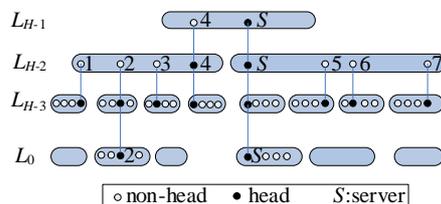


图 1 节点管理拓扑

针对管理拓扑, 有以下术语:

- (1) 下属(Subordinate): 一个簇中的非簇首节点从属于一个节点 x , 这些节点称为 x 的“下属”。

作者简介: 许建真(1966 -), 男, 副教授, 主研方向: 网络与信息安全; 伊国力, 硕士; 张福炎, 教授、博士生导师

收稿日期: 2007-11-22 **E-mail:** yiguoli@njupt.edu.cn

Y (或者 X)就是新的簇首。否则(平行——都是普通节点)就在 X 和 Y 中选择优先级较高的节点。如果 X 成为了新簇首, Y 就不会再出现在第 $j+1$ 层。

(2)从第 $j+1$ 层中选择一个 X (或者 Y)的非簇首簇友作为簇 $U+V$ 的非簇首节点的新的父节点, 这个新的父节点当前应该有最高的优先级值。

(3)如果 Y 目前的孩子节点在 U 中, 或者 X 的在 V 中, 则合并操作在第(2)步就结束了。否则, 有 2 种可能性会发生: 1)在第 $j+1$ 层, X 是簇首: 对于每一个 Y 的孩子节点所在的簇, 一个外部簇首 $Z(Z \neq Y, \text{且优先级最高})$ 将会成为新的父节点。2)在第 $j+1$ 层, X 不是簇首: Y 目前的孩子节点的新父亲节点变成 X 。和分裂过程一样, 合并过程也是周期性地调用, 以减少开销。

3 IZigzag 协议分析

一个应用层多播模型设计出来后, 就需要用一系列的标准去评价该算法。其中多播组的维护开销是一个很重要的指标。IZigzag着重对Zigzag的加入算法进行了改进, 在新节点加入多播组的过程中, 新节点在每一层只需要与一个节点联系, 因为树的高度为 $O(\log_k N)$ (N 为多播组节点数量), 故加入开销仅为 $O(\log_k N)$ 。在Zigzag原文中, 由于新节点要在当前簇中找到与自己时延最小的节点, 因此需要对当前簇进行遍历, 从最高层到 L_1 都要进行遍历操作, 导致开销很大。因为考虑了节点的性能因素, 所以IZigzag在负载均衡上要优于Zigzag。在stress与stretch方面, IZigzag也比Zigzag有所改进。

4 实验性能与评价

为了验证 IZigzag 协议的性能, 使用 C++语言来实现该协议。在实验中设定 $k=5$, 因此每个簇的大小就位于 5~15 之间, 节点数目为 2 000。根据 Zigzag 原文的定义, 新节点的加入开销为新节点在加入多播树之前联系过的节点的数量。对于实验的结果, 笔者进行了随机的抽样。图 3 为在 IZigzag 模型中, 新节点的加入开销与节点数目的对应关系。

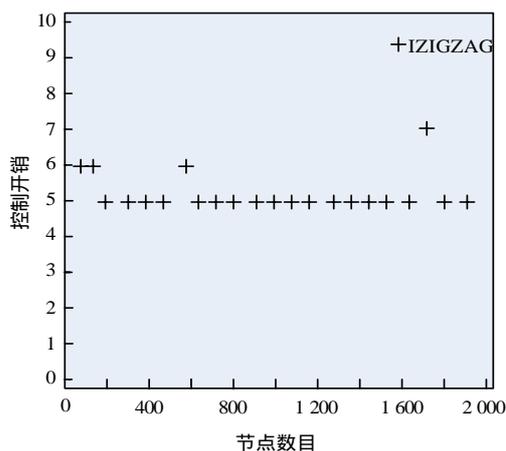


图 3 IZigzag 加入开销

在图 4、图 5 中只进行了少量数据抽样。从抽样中可以看出, IZigzag 协议在链路强度与伸展度方面都比 Zigzag 协议有一定改善。

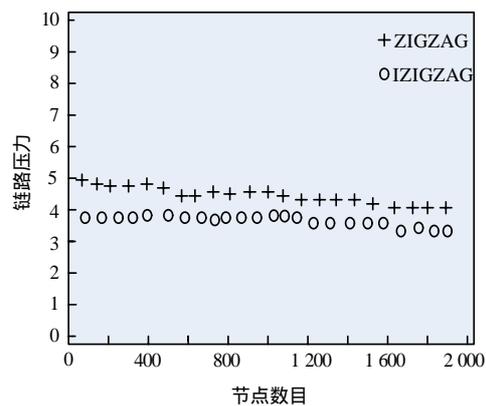


图 4 Zigzag 与 IZigzag 链路强度

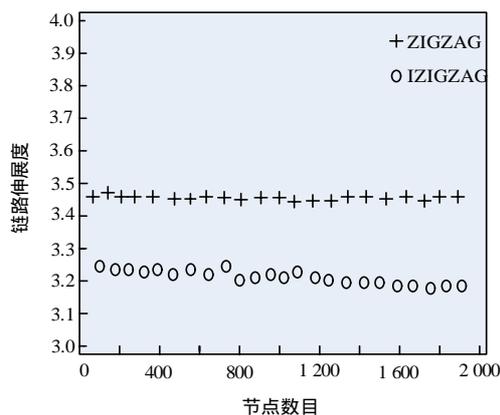


图 5 Zigzag 与 IZigzag 链路伸展度

5 结束语

本文主要对应用层多播中的节点异构性提出了相应的解决办法, 已有的应用层多播协议在构造多播树时大多没有考虑到该问题。近年也有某些论文注意到了此问题, 本文提出了一种基于节点优先级的办法, 每个多播组成员都有自己的优先级值。该方法可以挑选出能力强的节点来担任首节点与父节点, 这对于提高多播组的性能有一定帮助。尽管多播组的性能在某些方面改善了, 但是节点之间需要交互的信息也增加了, 所以对于链路的压力会加大, 这个问题也是在以后的研究中要注意的地方。

参考文献

- [1] Tran D A, Hua K A, Do T T. Zigzag: An Efficient Peer-to-Peer Scheme for Media Streaming[C]//Proc. of the 22nd Annual Joint Conference on Computer and Communications Societies. [S. l.]: IEEE Press, 2003.
- [2] Chu Yanghua, Rao S G, Seshan S, et al. A Case for End System Multicast[J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2002, 20(8): 1456-1471.
- [3] Banerjee S, Bhattacharjee B, Kommareddy C. Scalable Application Layer Multicast[C]//Proc. of SIGCOMM'02. Pittsburgh, USA: [s. n.], 2002.
- [4] Francis P. Yoid: Extending the Multicast Internet Architecture[EB/OL]. [2007-09-15]. <http://www.aciri.org/yoid>.