

# 改进的高度优先策略在 P2P 流媒体节点选择机制中的研究

Improved High-Priority Strategy for P2P Streaming Peer Selection

葛宇<sup>1</sup> 梁静<sup>2</sup> (1.四川师范大学 基础教学学院 四川 成都 610068;

2.成都电子机械高等专科学校 网管中心 四川 成都 610031)

**摘要:** P2P 流媒体技术中节点选择机制是构建流媒体系统的核心问题, 针对节点选择机制中的高度优先策略进行改进, 新算法既考虑了应用层多播树的平衡性又考虑了节点之间的距离远近和通信连接状况, 从而使得网络传输的总体能力提高。同时还对新算法进行了数学模型描述, 对其进行实验仿真分析, 收到良好效果。

**关键词:** P2P 流媒体 节点选择 高度优先 Peercast

收稿时间:2009-03-05

## 1 引言

在网络资源有限的条件下, P2P 技术的出现, 打破了传统的 C/S 模式, 为解决网络系统瓶颈提供了较好的方法, 也引起了人们对 P2P 流媒体技术的研究热潮。近年来基于 P2P 的流媒体研究和应用都取得一定的进展。比如有基于单个多播树的视频流媒体网络<sup>[1]</sup>PeerCast、ZigZag、NICE, 基于多个多播树的视频流媒体网络方案 CoopNet 协议和 Splitstream 协议, 以及基于网状结构应用层多播的 DONet, PPLive 和 PPStream 等。虽然取得了一定的进展但基于 P2P 的流媒体系统还有许多问题需要解决, 比如节点选择机制, 文件搜索技术, 容错机制, 安全机制, 激励机制等。其中 P2P 节点的动态性决定了节点选择成为系统的核心部分。由于节点出现的空间和时间、持续时间等性能参数都未知, 无法预先采用某种静态的方法来处理, 这种动态的问题具有更大的挑战性, 因此基于 P2P 的流媒体节点选择也成为了众多学者和专家研究的重点。

## 2 P2P 节点选择机制

对于一个 P2P 流媒体系统而言, 所谓的节点是指参与系统的终端, 一般包括媒体源服务器, 普通客户

端和转发服务器。节点选择算法<sup>[2]</sup>是指 P2P 系统中当一个节点加入系统时, 系统中已经存在一组具有该节点所需内容的其它节点, 系统将根据某种决定策略选择部分节点作为该节点的传输源节点, 该节点进一步与这些传输源节点建立连接, 获取数据, 这种决定策略就是节点选择算法。

在最为普遍的多播树结构中<sup>[3,4]</sup>, 节点在选择合适的组加入时, 根据节点选择的优化目标不同采用的方式有: 高度优先、带宽优先和路由优先三大策略<sup>[5]</sup>。其中高度优先策略指的是在节点加入时, 选择深度尽量小的节点作为传输源节点, 使得构造的多播树接近完全树。避免了个别节点由于深度过大而影响传输的情况。由于高度优先策略很好地考虑了多播树的平衡性, 在一些较为成熟的流媒体网络中得到广泛应用。比如 PeerCast 网络就在节点选择时就采用了反映多播树中下游节点距离传输源节点级数的参数 numHops 值来进行高度优先的选择。

但是该方式中的深度仅仅代表多播树中的逻辑距离, 它作为上层网络的逻辑拓扑和底层网络实际的物理拓扑之间还有一定差距。为了让上层覆盖网的网络拓扑与节点间的实际物理网络拓扑尽量匹配, 本文提

出了一种改进的高度优先节点选择策略。作者在理论分析此算法的基础上,通过在 PeerCast 网络中的具体实验,验证了此方案能使得流媒体网络的延迟和包丢失减少,性能得到提高。

### 3 改进的高度优先节点选择机制

对于整体的网络,观看同一个频道的节点及其彼此之间的拓扑关系组成一个应用层上的覆盖网。改进的高度优先节点选择机制在兼顾多播树平衡的基础上,充分考虑了 P2P 系统对网络整体产生的影响。算法思路为:当新节点加入 P2P 网络时采用“先内网,后外网,内网高度优先,外网路由优先”的原则寻找其上游节点,即先在内网中寻找树深度最小的节点作为传输源节点,如果内网中没有节点可以作为传输源,则在外网中寻找,寻找外网中物理网络最近的节点为传输源节点。

其算法的数学模型描述为,假设网络中构成多播树的节点为  $n_i (1 \leq i \leq k)$ ,待加入的节点为  $n_j$ ,  $NB_i$  表示某个节点  $i$  的网络号,  $Depth(x, y)$  函数表示计算  $x$  点以  $y$  点作为传输源节点后  $x$  点的层次,  $Distance(x, y)$  函数表示计算点到点的物理距离(该结果通过路由信息,以及每条链路的往返时延来表示)。公式表示为:

$$\begin{cases} \min Depth(n_j, n_i) & NB_j = NB_i \\ \min Distance(n_j, n_i) & NB_j \neq NB_i \end{cases} \quad 1 \leq i \leq k$$

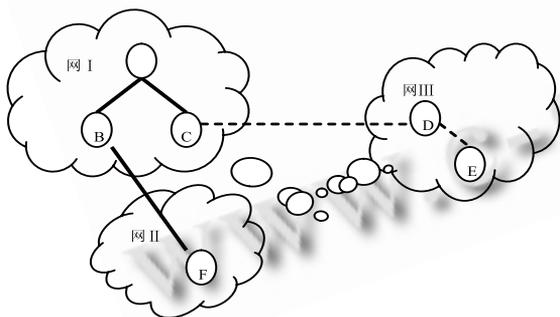


图 1 P2P 网络覆盖模型

如图 1 所示,两个网络中的节点已建立了以 A 为源的一棵多播树,现第三个网络中 D,E 两个节点要接入流媒体系统,采用改进算法,对于图 1 来说,对于图 1 来说,  $n_D$  点最先在网络 中寻找传输源,如果没有则在外网中寻找,发现  $n_A, n_B, n_C, n_F$  均可以作为其传输源,这时通

过函数  $Distance(n_D, n_i)$ ,  $i \in (A, B, C, F)$  计算后找到距离物理距离  $n_D$  最近的节点  $n_C$  作为其传输源。而对于节点  $n_E$  进入网络时,在本网络中寻找就发现网络中节点  $n_D$  可以作为其传输源节点。

### 4 实验

本文把上述算法应用于 PeerCast 网络环境中验证实验效果,PeerCast 是一开源的 P2P 流媒体直播平台<sup>[6]</sup>,它在节点选择算法上采用的是“高度优先”机制<sup>[7,8]</sup>。本文在 PeerCast 开源代码基础上进行修改,采用改进的高度优先节点选择算法来构造 PeerCast 网络中的频道树。

#### 4.1 PeerCast 节点选择改进算法实现流程

按照“改进高度优先节点选择”的思路在 PeerCast 系统中相应部分做修改,修改后 PeerCast 的一次节点加入算法流程如图 2 所示:

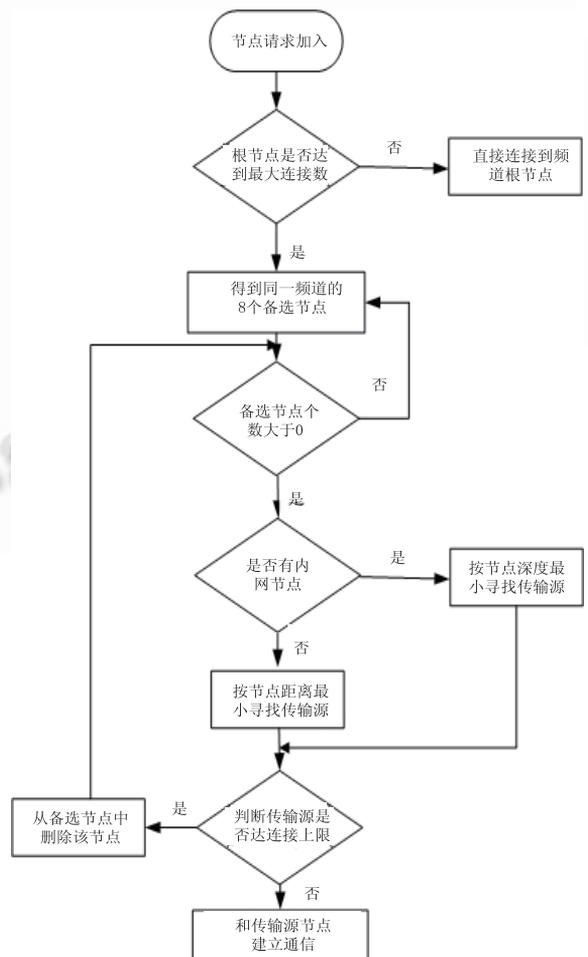


图 2 PeerCast 节点加入部分执行流程

在改进后的节点选择流程中，对于从频道源处得到八个备选节点，根据新算法的原则进行比较计算，首先判断是否有内网节点，若有则根据  $Depth(x,y)$  函数得到内网节点中相对于频道树深度，并取深度最小的节点进行连接；如果没有内网节点，则对外网节点根据  $Distance(x,y)$  函数利用两次 ICMP 报文中的时间戳计算得到各个节点相对请求节点的物理距离，取物理距离最小的节点进行连接。

### 4.2 实验效果及性能

具体的实验方法为：利用 PeerCast 公网作为实验环境，在本机运行 PeerCast，随机点击频道发布页面中一频道进行收听，通过日志输出改进前后传输源到新节点的延时，如此随机选择 8 个频道完成一次试验，取 8 个频道在改进前后 PeerCast 新节点选择的传输源的时延值进行对比，数据如图 3 所示。

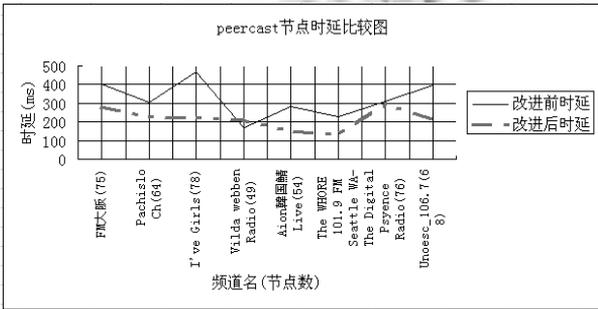


图 3 随机频道选择实验对比效果

为了保证实验能模拟不同的网络环境，再按照频道收听节点个数分组实验(如节点个数为 1-10 的频道为第一组，10-20 的频道为第二组，共分为 8 组)，每组选择收听节点个数相近的频道 10 个，对比计算改进前后 10 个频道中传输源到新节点的平均时延，如图 4 所示。

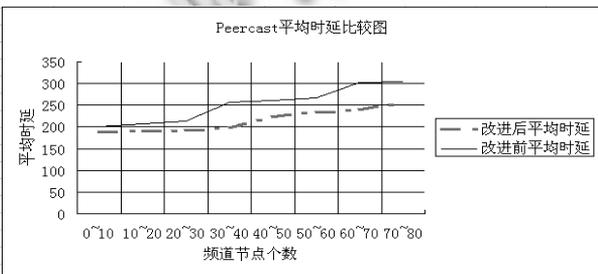


图 4 频道收听节点个数分组实验对比效果

从实验结果可以看出，图 3 是某单次实验，其

中改进后的效果比较其之前的算法，有部分频道时延显著降低，也有些差距不明显，其原因在于新算法中对于视为内网的节点仍然采用老算法的高度优先策略。但从图 4 的结果看来，对于多次实验效果来说，图 4 中的整条“改进后的平均时延曲线”都运行在“改进前平均时延曲线”的下方，表明整体来说新算法的效果要优于老算法，同时两条曲线的间隔距离也随频道节点个数的增多有增大的趋势，说明在频道节点个数越多的情况下实验效果越好。即改进的高度优先节点选择机制在多播树的节点越多时，改进的效果越明显。

### 5 总结

本文详细讨论了 P2P 流媒体系统中节点选择机制的问题。在对现有的 P2P 高度优先节点选择算法的研究基础上，提出改进。新算法减少了网络延时，提高了多播树的带宽，能更好地满足用户对流媒体播放的实时性要求。在理论分析此算法模型的基础上，作者通过实验，验证了此算法的可用性，同时由实验结果看来，文中改进后的节点选择算法，避免了远距离网络传输可能带来的丢包、出错几率增大等诸多问题，获得了更好的网络传输可靠性。

### 参考文献

- 赵磊,李毅.P2P 技术在流媒体中的应用.福建电脑, 2006,(11):67 - 68.
- 郑婕,张松,等.P2P 流媒体节点选择机制的研究与仿真.计算机工程与设计, 2007,28(12):5396 - 5399.
- 金玉镧,沈文轩.基于 P2P 架构的组播树研究.计算机工程与设计, 2007,28(17):4155 - 4157.
- 董晓健,王银江,等.基于对等网络的流媒体点播系统的研究与实现.计算机应用与软件, 2006,23(4):41 - 43.
- 廖梦泽,杨宇航.追踪路由算法在 P2P 流媒体节点分配的研究.通信技术, 2008,(1):39 - 43.
- 谢勇均.P2P 视频直播传输系统的研究与实现[硕士学位论文].北京:中科院计算机技术研究所, 2006.
- 蓝天果.基于 P2P 的流媒体分发系统的设计与实现[硕士学位论文].北京:北京邮电大学, 2006.
- Deshpande H, Bawa M, Garcia-Molina H. Streaming live media over a peer-to-peer network. Stanford Database Group Technical Report(2001-20),Aug.2001.