

## 基于区分服务的分层多播拥塞控制算法\*

叶晓国<sup>+</sup>, 王汝传, 王绍棣

(南京邮电大学 计算机学院, 江苏 南京 210003)

### A Congestion Control Algorithm for Layered Multicast Based on Differentiated Services

YE Xiao-Guo<sup>+</sup>, WANG Ru-Chuan, WANG Shao-Di

(College of Computer, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

+ Corresponding author: Phn: +86-25-81638760, E-mail: xgye@njupt.edu.cn

**Ye XG, Wang RC, Wang SD. A congestion control algorithm for layered multicast based on differentiated services. *Journal of Software*, 2006,17(7):1609–1616.** <http://www.jos.org.cn/1000-9825/17/1609.htm>

**Abstract:** Effective multicast congestion control mechanism is urgently needed with the deployment of multimedia multicast application in Internet. Layered multicast is considered to be an efficient approach to cope with the network heterogeneity. A Differentiated Services (DiffServ)-based layered multicast model is presented firstly. Then a congestion control algorithm for DiffServ-based layered multicast, called DSLMCC (DiffServ-based layered multicast packet dropping), including DSLMPM (DiffServ-based layered multicast packet marking) and DSLMPD (DiffServ-based layered multicast packet dropping) algorithm, is proposed through introducing probability-based priority packet marking and dropping mechanisms. Simulation results show that DSLMCC algorithm is more responsive, more stable and fair, and can adapt to network heterogeneity better.

**Key words:** layered multicast; congestion control; TCP-friendly; differentiated services

**摘要:** 多媒体多播应用在 Internet 上的广泛部署对拥塞控制提出了要求, 分层多播是适应网络异构性较为有效的方案。为了克服现有分层多播存在的拥塞响应延时大、吞吐率抖动剧烈和不满足 TCP 友好的问题, 给出了一个基于区分服务的分层多播模型, 提出了一种基于区分服务的分层多播拥塞控制算法 DSLMCC (DiffServ-based layered multicast packet dropping), 在边缘路由器上引入了基于概率的区分优先级的分组标记算法, 在核心路由器上采用区分优先级的分组丢弃算法。仿真结果表明, 该算法能够有效地改进区分服务网络上的分层多播拥塞控制的性能, 具有较快的拥塞响应速度、较好的稳定性和公平性, 并且较好地适应了网络的异构性。

**关键词:** 分层多播; 拥塞控制; TCP 友好; 区分服务

**中图法分类号:** TP393      **文献标识码:** A

\* Supported by the National Natural Science Foundation of China under Grant No.70271050 (国家自然科学基金); the National Grand Fundamental Research 973 Program of China under Grant No.2003CB314801 (国家重点基础研究发展规划(973)); the Natural Science Foundation of Jiangsu Province under Grant No.BK2005146 (江苏省自然科学基金); the Key Laboratory of Computer Information Processing Technology of Jiangsu Province of China under Grant No.KJS05001 (江苏省计算机信息处理技术重点实验室基金)

Received 2005-01-05; Accepted 2005-08-24

视频点播、视频会议、网络教育等多媒体多播应用在 Internet 上的广泛部署,对网络服务质量和拥塞控制提出了更高的要求,多媒体多播拥塞控制对于维护 Internet 稳定运行、防止拥塞崩溃具有重要意义,一直是网络研究中的一个热点问题.

由于端系统处理能力和接入网络带宽的差异,使得网络具有内在的异构性.在异构的网络环境下,仅以单速率多播发送数据,不能满足所有接收者的需求.为了解决这个问题,S. McCanne 等人提出了分层多播的思想<sup>[1]</sup>,尽管分层多播本身并不能确保服务质量,但它通过接收者调整接收层次,在一定程度上适应了网络的异构性.

提高网络服务质量一直是网络研究的核心问题.为了提高网络服务质量,人们提出了 IntServ/RSVP 服务模型<sup>[2]</sup>.但是,IntServ/RSVP 服务模型需要在中间路由器上维护每流(per-flow)的状态,因而其可伸缩性较差.此后,研究人员提出了区分服务(differentiated services,简称 DiffServ)模型<sup>[3]</sup>.DiffServ 服务模型将服务质量要求分成几大类,应用可以使用某一类服务传输数据.DiffServ 网络由边缘路由器和核心路由器组成,边缘路由器根据一定的策略对流入/流出的分组进行计量、监控和标记.由于 DiffServ 域的核心路由器不需要维护 per-flow 的各种状态,保持了实现的简单性,在维持较高吞吐率的同时又能提供不同类别的服务,且具有良好的可伸缩性.因此,DiffServ 模型受到了广泛的关注.

基于 DiffServ 服务模型的分层多播是适应 DiffServ 网络异构性的有效的实现方式,其拥塞控制机制中的关键问题是:

- (1) 如何在 DiffServ 域的边缘路由器上进行分层多播分组的测量和标记;
- (2) 如何在核心路由器上进行分层多播分组丢弃和速率控制.多播分组标记和分组丢弃算法是核心问题.

文献[4]针对 DiffServ 网络支持 IP 多播的问题对文献[3]进行补充,给出了解决方案,但没有论及分层多播支持问题.在标记算法上,DiffServ 模型中已有的分组标记算法 TSWTCM<sup>[5]</sup>以及 Feng 等人<sup>[6]</sup>提出的适应性分组标记策略等,都是针对单播传输提出来的,不适用于分层多播.因为这些标记算法对发往不同接收者的、不同层次的分组只进行相同的标记,无法区分其服务类别及分组优先级.相应地,在分组丢弃和速率控制上,也无法对分层多播中不同层的分组丢弃优先级进行区分.文献[7]提出了一种粗粒度的两层丢失区分方案.该方案是接收方驱动的,不需要接收者向发送者反馈信息.但由于其实现过于简单,而不能很好地适应异构网络环境.文献[8]从主动队列管理和显式拥塞指示 ECN 的角度提出了一个基于区分服务的分层视频多播方案 RLME,为异构的用户需求提供了多个服务质量 QoS 等级.文献[9]提出了一个区分服务叠加网络上多播 QoS 管理方案,着重研究了在组成员动态变化情况下的 QoS 感知问题.

本文给出了一个基于区分服务的分层多播模型,提出了一种基于区分服务的分层多播拥塞控制算法 DSLMCC(DiffServ-based layered multicast packet dropping),在边缘路由器上引入了基于概率的区分优先级的分组标记算法 DSLMPM(DiffServ-based layered multicast packet marking),在核心路由器上采用区分优先级的分组丢弃算法 DSLMPD(DiffServ-based layered multicast packet dropping).仿真结果表明,该算法能够有效地改进区分服务网络上的分层多播拥塞控制的性能,具有较快的拥塞响应速度、较好的稳定性和公平性,并且较好地适应了网络的异构性.而且,该方法只需要一个多播组地址,节约了存储开销,也避免了多播树频繁变动带来的维护开销.

本文第 1 节介绍基于区分服务模型的分层多播传输的网络模型.第 2 节给出基于区分服务的分层多播拥塞控制算法,该算法包括 DSLMPM 和 DSLMPD 这两个子算法.第 3 节通过实验进行分析和比较,验证本文提出的算法的有效性.第 4 节总结全文.

## 1 基于区分服务(DiffServ)的分层多播网络模型

在 DiffServ 网络中,网络中间路由器对每一类分组的转发行为称为 PHB (per-hop-behavior).IETF 区分服务工作组定义了两类 PHB:加速转发(expedited forwarding,简称 EF)PHB<sup>[10]</sup>和确保转发(assured forwarding,简称 AF)PHB<sup>[11]</sup>.其中,确保转发 AF PHB 分为 4 类,每一类具有 3 个丢弃优先级.使用 AF PHB 进行数据传输的用户首先向网络预约一定的带宽,边缘路由器根据用户当前的流量以及用户所预约的带宽给分组打上不同的标记,

当网络发生拥塞时,依据不同的标记,对分组进行不同概率的丢弃.因为多媒体音/视频流的传输对实时性有较高的要求,我们将利用区分服务中的确保转发 AF PHB 来进行多媒体分层多播,在网络发生拥塞的情况下,仍能保证用户拥有一定量的预约带宽.

基于 DiffServ 服务模型的分层多播传输的网络模型如图 1 所示.

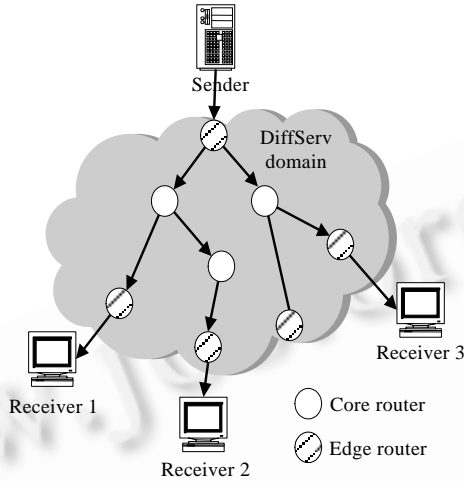


Fig.1 Layered multicast network model based on DiffServ

图 1 基于 DiffServ 的分层多播网络模型

图 1 中的分层多播源的累积分层模型(cumulative layered data organization)描述如下:

数据被分层编码后形成了  $L$  个具有顺序关系的层次:基层,增强层 1,增强层 2,...,增强层  $(L-1)$ ,用  $(L, r_1, r_2, \dots, r_L)$  表示.其中:  $L$  为编码器的编码层数;  $r_i$  为第  $i$  层的平均编码速率,最大累积速率  $R_{\max} = \sum_{i=1}^L r_i$ .其中:基层包含最基本的信息,为所有接收方接收;第  $K$  层信息  $(1 < K \leq L)$  是对其以下  $(K-1)$  层信息的补充(表现为多媒体应用中的音/视频质量得到了增强), $K$  层信息必须在前面的  $K-1$  层信息全部被正确接收后才有效.如果接收方加入的最高接收层序号为  $K$ ,则必须同时能够接收  $K$  以下层的数据,接收速率为  $R = \sum_{i=1}^K r_i$ .

在本文提出的基于 DiffServ 的分层多播模型中,基层和增强层数据通过一个多播组发送,根据分组中的区分服务标记(DiffServ code point,简称 DSCP)区分分组属于哪个层;而不像在 best-effort 服务模型中,每个分层放在单独的多播组传输.

假设  $D_k$  为第  $k$  层的累积速率,  $d_k$  为第  $k$  层的层速率,  $B_{RESV}$  为分层多播会话的预约带宽.不妨设  $D_{k-1} \leq B_{RESV} < D_k$ ,  $2 \leq k \leq L$ .基于 DiffServ 的分层多播层速率分析如图 2 所示.

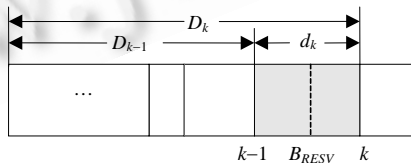


Fig.2 Layer rate of layered multicast based on DiffServ

图 2 基于 DiffServ 的分层多播层速率分析

分层多播分组标记机制将依据  $B_{RESV}$  与  $D_k, D_{k-1}$  的关系,将分层中的分组打上不同丢弃概率的标记.相应地,在核心路由器上依据不同丢弃概率的标记进行不同概率的优先级丢弃.

## 2 基于区分服务的分层多播拥塞控制算法

在给出基于区分服务的分层多播网络模型的基础上,我们提出了一种基于区分服务的分层多播拥塞控制

算法 DSLMCC.该算法由两部分组成,即在边缘路由器上引入了基于概率的区分优先级的分组标记算法 DSLMPM,在核心路由器上采用区分优先级的分组丢弃算法 DSLMPD.

## 2.1 基于区分服务的分层多播分组标记算法DSLMPM

DSLMPM 算法的基本思想是:(1) 扩展了区分服务中的标记 *IN* 和 *OUT*,与之相对应,引入了适合于分层多播的丢弃优先级标志 *DROP\_LOW* 和 *DROP\_HIGH*;(2) 针对分层多播中各分层的分组重要性的不同,将其映射到不同的优先级,并与区分服务的标记机制相集成.

每当数据源产生一个分组(假设为第  $k$  层的分组)时,标记器首先检查该分组所在层的累积速率  $D_k$  是否小于或等于预约带宽  $B_{RESV}$ :如果是,则标记该分组为低丢弃优先级;否则,如果第 1 层的传输速率已大于预约带宽  $B_{RESV}$ ,则置  $j=1$ ;否则,查找满足如下条件的  $j$ :第  $j$  层的层累积速率大于预约带宽,而第  $(j-1)$  层的层累积速率小于或等于预约带宽,即要求  $D_{k-1} \leq B_{RESV} < D_k$ , 且  $2 \leq j \leq L$ . 对于第  $k$  层数据,其被标记为 *DROP\_HIGH* 的概率为  $P_{DROP\_HIGH}(k)$ ,被标记为 *DROP\_LOW* 的概率  $P_{DROP\_LOW}(k)=1-P_{DROP\_HIGH}(k)$ .如式(1)所示.

$$P_{DROP\_HIGH}(k) = \begin{cases} 1, & \text{如果 } k > j \\ (D_k - B_{RESV}) / d_k, & \text{如果 } k = j \\ 0, & \text{如果 } k < j \end{cases} \quad (1)$$

边缘路由器将在分组的 DSCP 域中按概率  $P_{DROP\_HIGH}(k)$  标记 *DROP\_HIGH*,按概率  $P_{DROP\_LOW}(k)$  标记 *DROP\_LOW*. DSLMPM 算法的描述如下:

### 算法 1. 分组标记算法 DSLMPM.

Algorithm DSLMPM ( $k$ )

Begin

// 对于每产生的一个分组,该分组位于第  $k$  层

If ( $D_k \leq B_{RESV}$ ) Then

$P_{DROP\_HIGH}(k)=0$ ;

标记该分组为 *DROP\_LOW*;

Else

$j=k$ ;

While ( $D_j > B_{RESV}$  and  $j > 0$ )

$j=j-1$ ;

Endwhile

If ( $k=j+1$ ) and ( $2 \leq k \leq L$ ) Then // 如果  $k$  满足  $D_{k-1} \leq B_{RESV} < D_k \wedge 2 \leq k \leq L$

// 计算该分组被标记为 *DROP\_HIGH* 的概率

$P_{DROP\_HIGH}(k)=(D_k - B_{RESV}) / d_k$ ;

按概率  $P_{DROP\_HIGH}(k)$  标记该分组为 *DROP\_HIGH*;

按概率  $(1 - P_{DROP\_HIGH}(k))$  标记该分组为 *DROP\_LOW*;

Else

$P_{DROP\_HIGH}(k)=1$ ;

标记该分组为 *DROP\_HIGH*;

Endif

Endif

End

由上述算法可知,DSLMPM 算法的时间复杂度为  $O(L)$ ;空间复杂度为  $O(1)$ . $L$  为分层多播最大分层数.

本文提出的 DSLMPM 算法的优点是:将区分服务的标记和分层多播标记相集成,既简化了标记处理过程,又实现了分层多播的服务区分;算法的时间和空间复杂度低,易于实现.

## 2.2 基于区分服务的分层多播分组丢弃算法DSLMPD

上一节中的分组标记算法 DSLMPM 在边缘路由器上执行.与之相对应,在核心路由器上,我们提出了基于区分服务的分层多播分组丢弃算法 DSLMPD.

DSLMPD 算法的基本思想是:对于收到的每一个分组,核心路由器检查其 DSCP 域中的标记  $DROP\_HIGH$  及丢弃概率  $P_{DROP\_HIGH}$ ,在发生网络拥塞时,对超出预约带宽的分层中的分组执行区分优先级的分组丢弃机制,分组所属的层次越高,其被丢弃的概率越大.DSLMPD 算法描述如下:

算法 2. 分组丢弃算法 DSLMPD.

Algorithm DSLMPD ( )

Begin

// 对于每产生的一个分组

if ( $P_{DROP\_HIGH}=0$ )

    将分组放入低丢弃优先级队列  $q_{drop\_low}$ ;

    转发分组;

else if ( $P_{DROP\_HIGH}=1$ )

    丢弃分组;

else

    将分组放入高丢弃优先级队列  $q_{drop\_high}$ ;

    以概率  $P_{DROP\_HIGH}$  丢弃分组;

End

DSLMPD 算法的优点是:核心路由器只需要根据分组标记及丢弃概率,执行相应的基于概率的优先级区分的分组丢弃机制;这种优先级区分的分组丢弃机制避免了分层多播吞吐率的振荡,增强了分层多播吞吐率的稳定性;而且该算法实现简单.

## 3 仿真实验

### 3.1 仿真环境

我们在网络仿真器 NS-2<sup>[12]</sup>上对本文提出的基于区分服务的分层多播拥塞控制算法 DSLMCC 进行了仿真实验.仿真拓扑如图 3 所示.

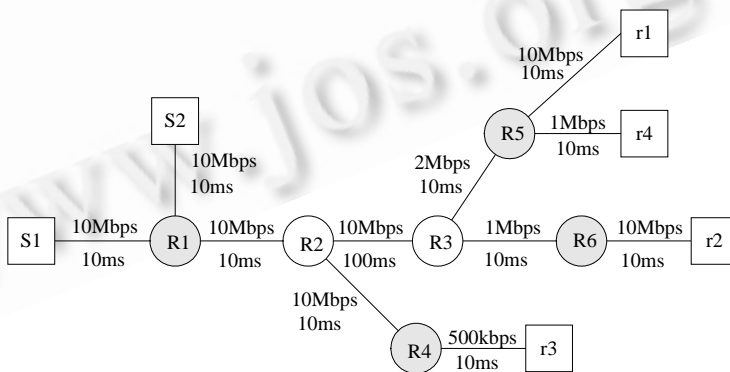


Fig.3 Simulation topology

图 3 仿真拓扑图

图中包含 6 个路由器 R1~R6,其中:R1,R4,R5,R6 是边缘路由器,其上实现了本文提出的分组标记算法 DSLMPM;R2,R3 是核心路由器,其上实现了本文提出的分组丢弃算法 DSLMPD.S1 是分层多播发送者,S2 是 TCP 流量发送者,r1,r2,r3 接收 S1 发送的分层多播数据,r4 接收 S2 发送的 TCP 流量.路由器 R3~R5 之间的链路

带宽为 2Mbps,R3~R6 之间的链路带宽为 1Mbps,r4 与路由器 R5 之间的链路带宽为 1Mbps,r3 与 R4 之间的链路带宽为 500kbps,其余链路的带宽均为 10Mbps.R2~R3 之间的链路延时为 100ms,其余链路延时均为 10ms.

设定分层多播最大层数为 5,从基层到增强层的每层累积传输速率分别为 200kbps,400kbps,800kbps,1600kbps,3200kbps.

仿真时长 30s.在 1s 时刻,源 S1 启动支持 DSLMCC 算法的分层多播流量,r1,r2,r3 同时在 1s 时刻开始接收 S1 发送的分层多播数据.在 15s 时刻,S2 开始向 r4 发送 TCP 流量,并于 30s 停止,目的是为了在 R3~R5 之间的链路拥塞状况发生变化的情况下,分析 DSLMCC 算法的响应性能和稳定性.

### 3.2 仿真结果与分析

仿真实验得到 DSLMCC 算法下各个接收者的吞吐率变化曲线,如图 4、图 5 所示.

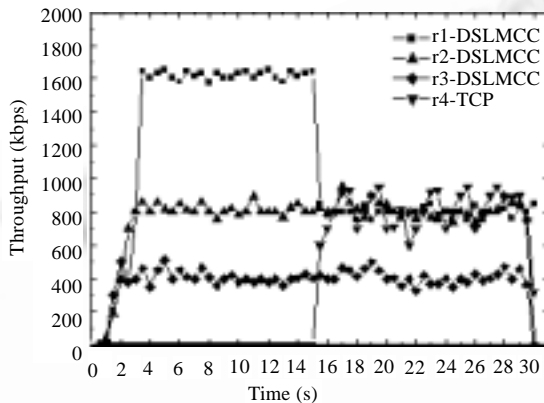


Fig.4 Throughput of r1, r2, r3 in DSLMCC

图 4 DSLMCC 下 r1,r2 和 r3 吞吐率变化

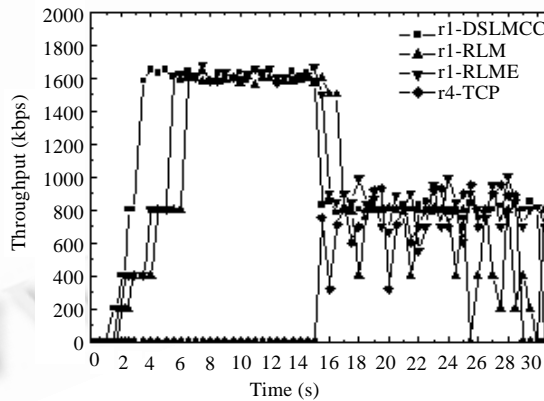


Fig.5 Comparison of throughput of r1 and r4-TCP in DSLMCC, RLM and RLME

图 5 DSLMCC 与 RLM,RLME 下 r1 与 r4-TCP 吞吐率比较

从图 4 中可以看出,由于接收者 r1,r2,r3 接入网络带宽不同,分别接收到不同的接收层次,具有不同的吞吐率,因此,能够较好地适应网络可用带宽的异构性.其中:在多播会话的起始阶段,DSLMCC 算法能够快速收敛到最高的接收层次,接收者 r1 稳定接收 4 层数据,吞吐率稳定在 1600kbps;在 15s 时刻,S2 开始发送 TCP 流量,使链路 R3~R5 发生拥塞,r1 检测到网络可用带宽减少,较快地降低接收层数到 3 层,吞吐率稳定在 800kbps,以适应网络可用带宽的变化;而接收者 r2,r3 的吞吐率均维持在相对稳定的水平,分别稳定接收 3 层和 2 层数据.这是因为 DSLMCC 算法实行了区分优先级的分组标记和丢弃机制,优先丢弃最低优先级的最高层数据,保护了低层重要

数据.图 4 的实验结果还表明,DSLICC 算法较好地适应了异构网络环境.

图 5 反映了算法 DSLICC 与 RLM,RLME 下 r1 的吞吐率变化.实验结果表明:在多播会话启动阶段,DSLICC 算法约需 2s 收敛到第 4 层,而 RLM 约需 5.5s 收敛到第 4 层,RLME 约需 4s 收敛到第 4 层.在网络发生拥塞时,DSLICC 能够较快地降低接收层数,而 RLM 响应迟缓,且容易产生较多的分组丢失,造成吞吐率严重下降.这是因为在 DSLICC 中,我们采用了区分优先级的分组标记和分组丢弃策略.而且一个分层多播会话只需要采用一个多播组,避免了加入或退出多个多播组的延时和多播树的维护开销,使得接收者的吞吐率能够维持在相对稳定的水平.从图中可以看出:RLM 和 RLME 方案在网络拥塞状况变化时,吞吐率存在显著抖动的现象.同时,共享瓶颈链路 R3~R5 带宽的分层多播接收者 r1 和 TCP 流量接收者 r4 的吞吐率变化表明:DSLICC 算法下的分层多播流量能够与 TCP 流量公平共享网络带宽,具有较好的 TCP 友好特性.

DSLICC 与 RLM,RLME 在 0~15s,15~30s 以及 0~30s 时间内的吞吐率特征的对比关系见表 1.

**Table 1** Average throughput and jitter characteristic of r1 in DSLICC, RLM and RLME

**表 1** DSLICC 和 RLM,RLME 吞吐率特征比较

	0~15 (s)		15~30 (s)		0~30 (s)	
	Average throughput (kbps)	Standard deviation of throughput (kbps)	Average throughput (kbps)	Standard deviation of throughput (kbps)	Average throughput (kbps)	Standard deviation of throughput (kbps)
r1-DSLICC	1 260.1	611.6	645.0	28.7	943.4	395.9
r1-RLM	1 017.2	669.8	532.3	328.4	734.4	565.1
r1-RLME	1 114.1	663.2	842.3	169.2	984.7	509.0
r4-TCP	0	0	693.7	283.1	330.3	399.3

表 1 中的实验结果表明:在 0s~15s 时间内,也就是分层多播会话的启始阶段,DSLICC,RLM 以及 RLME 吞吐率均有一个不稳定的阶段,但在后续阶段 DSLICC 的吞吐率稳定性显著优于 RLM 和 RLME.在有 TCP 流量时,即 15s~30s 时间内,DSLICC 方案比 RLM 的平均吞吐率高 21.2%,而吞吐率标准差是 RLM 的 8.7%;比 RLME 的平均吞吐率低 23.4%,而吞吐率标准差仅是 RLME 的 17.0%.因此,DSLICC 在有较高吞吐率的同时,具有较优的稳定性.从表 1 中可以看出:DSLICC 保持了较高的平均吞吐率,在有 TCP 流量时,其平均吞吐率不超过 TCP 流量的平均吞吐率.这进一步表明:DSLICC 算法下的分层多播流量能够与 TCP 流量公平共享网络带宽具有较好的 TCP 友好特性.

#### 4 结论和进一步的工作

本文以多媒体多播应用为研究背景,提出了一种基于区分服务的分层多播拥塞控制算法 DSLICC,将区分服务的标记和分层多播标记相集成,既简化了标记处理过程,又实现了分层多播的服务区分,具有较快的拥塞响应速度、较好的稳定性和公平性,较好地适应了网络的异构性,并通过仿真实验对本文提出的算法进行了验证,整个算法易于实现.进一步研究工作将是对基于区分服务的分层多播拥塞控制算法在实际网络中的部署策略等问题进行研究.

#### References:

- [1] McCanne S, Jacobson V, Vetterli M. Receiver-Driven layered multicast. In: Proc. of the ACM SIGCOMM. New York: ACM Press, 1996. 117-130. <http://www.acm.org/sigs/sigcomm/sigcomm96/papers/mccanne.pdf>
- [2] Braden R, Clark D, Shenker S. Integrated services in the Internet architecture: An overview. RFC 1633, Internet Engineering Task Force, 1994.
- [3] Blake S, Black D, Carlson M, Davies E, Wang Z, Weiss W. An architecture for differentiated services. RFC 2475, Internet Engineering Task Force, 1998.
- [4] Bless R, Wehrle K. IP multicast in differentiated services (DS) networks. RFC 3754, Internet Engineering Task Force, 2004.
- [5] Fang W, Seddigh N, Nandy B. A time sliding window three colour marker (TSWTCM). RFC 2859, Internet Engineering Task Force, 2000.

- [6] Feng WC, Kandlur DD, Saha D, Shin KG. Adaptive packet marking for maintaining end-to-end throughput in a differentiated-services Internet. *IEEE/ACM Trans. on Networking*, 1999,7(5):685-697.
- [7] Gopalakrishnan R, Griffioen J, Hjalmtysson G, Sreenan CJ, Wen S. A simple loss differentiation approach to layered multicast. In: *Proc. of the IEEE INFOCOM*. Tel Aviv: IEEE Press, 2000. 461-469. <http://ieeexplore.ieee.org/iel5/6725/18009/00832219.pdf>
- [8] Nahm K, Li Q, Kuo C. Layered video multicast with ECN over differentiated service networks. In: *Proc. of the IEEE Int'l Conf. on Multimedia and Expo (ICME)*. Los Angeles, 2002. 381-384. <http://ieeexplore.ieee.org/iel5/8044/22221/01035798.pdf>
- [9] Bianchi G, Blefari-Melazzi N, Bonafede G, Tintinelli E. QUASIMODO: Quality of service-aware multicasting over DiffServ and overlay networks. *IEEE Network*, 2003,17(1):38-45.
- [10] Jacobson V, Nichols K, Poduri K. An expedited forwarding PHB. RFC 2598, Internet Engineering Task Force, 1999.
- [11] Heinanen J, Baker F, Weiss W, Wroclawski J. Assured forwarding PHB group. RFC 2597, Internet Engineering Task Force, 1999.
- [12] The network simulator, ns-2. 2003. <http://www.isi.edu/nsnam/ns>



叶晓国(1975 - ),男,安徽桐城人,博士,讲师,主要研究领域为高性能网络体系结构及协议。



叶绍棣(1942 - ),男,教授,博士生导师,主要研究领域为通信网络,多媒体技术。



王汝传(1943 - ),男,教授,博士生导师,CCF高级会员,主要研究领域为计算机软件,计算机网络,信息安全。

## 第 20 届国际科技数据委员会(CODATA)国际学术会议通知

第 20 届 CODATA 国际学术会议将于 2006 年 10 月 23 日至 25 日在北京国际会议中心召开,会议的主题是“信息社会的科学数据与知识”。我们谨代表大会主办单位,诚挚地邀请您出席此次大会。

国际科学数据委员会(CODATA)是国际科学联合会(ICSU)组建的跨学科的科学委员会,其宗旨是提高重要科技数据的质量、管理水平和共享程度。2006 年适逢 CODATA 成立 40 周年,预计届时全球 600 余名专家学者将齐聚北京,此次会议将成为 CODATA 历史上一次里程碑式的盛会。

本次大会旨在推动数据应用和知识提升,讨论如何利用信息社会的福祉把握机遇、迎接挑战。

科学发展越来越离不开数据的采集、管理、共享和应用。CODATA 的使命是推动整个数据事业的发展,从数据保存、数据共享、到数据挖掘和增值,这些都将成为本次大会讨论的内容。第 20 届 CODATA 国际学术会议涉及的部分前沿问题包括:

- 数字鸿沟
- 数据共享政策和法规
- 数据挖掘和知识发现
- 数字图书馆
- eGY 和 IPY (电子地球物理年和国际极年)
- 科学数据在教育、经济、环境和社会领域的应用
- 科学数据在科学研究中的应用服务
- 数据归档和存储
- 数据可视化和多媒体技术
- e-science 和网格
- 元数据和互操作
- 科学数据与科普

本次大会将为全球数据领域的专家提供一个共享和交流的平台。