

IP组播在企业网软交换系统中的应用

李 展

(暨南大学信息学院计算机系, 广东广州 510632)

摘要: 为了解决服务器负载超重、网络拥塞等问题, 需要在企业网软交换系统中引入组播技术. 系统使用 TCP/UDP 协议传送控制流和数据流, 并采用组播技术实现网络会议功能, 编程基于 Winsock1.1 实现. 测试结果表明用 IP 组播技术有效减少了带宽需求, 降低了服务器负载.

关键词: 组播; 企业网; 软交换; TCP/UDP 协议

中图分类号: TP393.18 文献标识码: A 文章编号: 1001-411X(2006)02-0111-04

Application of IP Multicast in Intranet Softswitch System

LI Zhan

(Dept. of Computer Science, Jinan University, Guangzhou 510632, China)

Abstract: IP multicast was used in Intranet Softswitch System in order to solve the problems such as network congestion and server overload. In this system, control streams and data streams are transmitted by protocol of TCP/UDP. Programming of Multicast is applied in net meeting module and based on Winsock1.1. The testing result showed that IP multicast technology reduced the requirement of bandwidth and lowered the server load effectively.

Key words: Multicast; Intranet; Softswitch; TCP/UDP Protocol

软交换是下一代分组网络的核心技术之一. 企业级的软交换设备能够以纯软件的方式提供企业网 (Intranet) 内交换单元的配置以及呼叫控制、资源共享、协议处理、计费等基本功能^[1], 使企业可以充分利用现有的 PC 机来实现网络会议以及协同工作环境. 采用单播技术构建的传统网络虽然可以实现上述的软交换控制, 但是随之而来的是服务器负载超重、网络拥塞和网络延时、数据丢失等问题. 引入 IP 组播技术, 常常能从本质上减少整个网络带宽的需求, 有助于解决以上问题^[2].

1 企业网软交换系统简介

笔者设计的企业网软交换系统 VCSBSI (Voice Communication System Based on Softswitch in Intranet) 是一个纯软件实现的可以在企业网内灵活配置的电话会议系统, 最主要的功能是在基于服务器、PC 机

平台的企业内实现视频、音频的双方语音通信和多方网络会议及资源共享, 以取代传统交换机控制的内线电话系统, 并在后期开发中提供协同工作环境、认证计费、网外设备互联等其他功能.

系统在逻辑结构上采用分布式的构架安排各个会议服务器; 用录音、播放、编码、解码、发送、接收、合音 7 种线程保证了系统的高实时性要求; 采用 G729. A 语音编码完成语音流的压缩和解压.

2 企业网软交换系统中的传输方式

软交换的核心宗旨是实现控制流和语音数据流的分离. VCSBSI 系统中, 分别用 TCP 和 UDP 协议传送控制流和数据流, 在 Intranet 中的各个客户机和服务器之间建立起控制连接和数据连接. 实现呼叫控制的软交换单元分布式的部署在各个服务器上, 主要有系统服务器、语音通信服务器和网络会议服务

收稿日期: 2005-01-11

作者简介: 李 展 (1979-), 女, 讲师, 硕士, E-mail: lizhangray@sina.com

器. 图1表示了Intranet环境中软交换系统组播和单播的适用情况. 为了保证控制消息的可靠传输,所有的控制连接都是用可靠连接TCP实现的;为了保证语音通话的实时性要求,所有的语音数据连接是用不可靠连接UDP实现的. 其中,网络会议部分的数据连接牵涉到多方交谈和数据交换的实现,可以使用多次单播模拟组播来实现,也可以直接使用组播实现. 多次单播实现对软硬件配置要求更低,但所有的语音数据流需要服务器进行复制后逐次发送给各个客户端,消耗带宽较大,会议参与成员较多时容易引起网络拥塞;而组播实现要求该会议跨越的路由器支持组播,但语音数据流的发送是一次完成,占用带宽不会随与会人数的增多而线性增长,因此节约了带宽也减轻了服务器的负担.

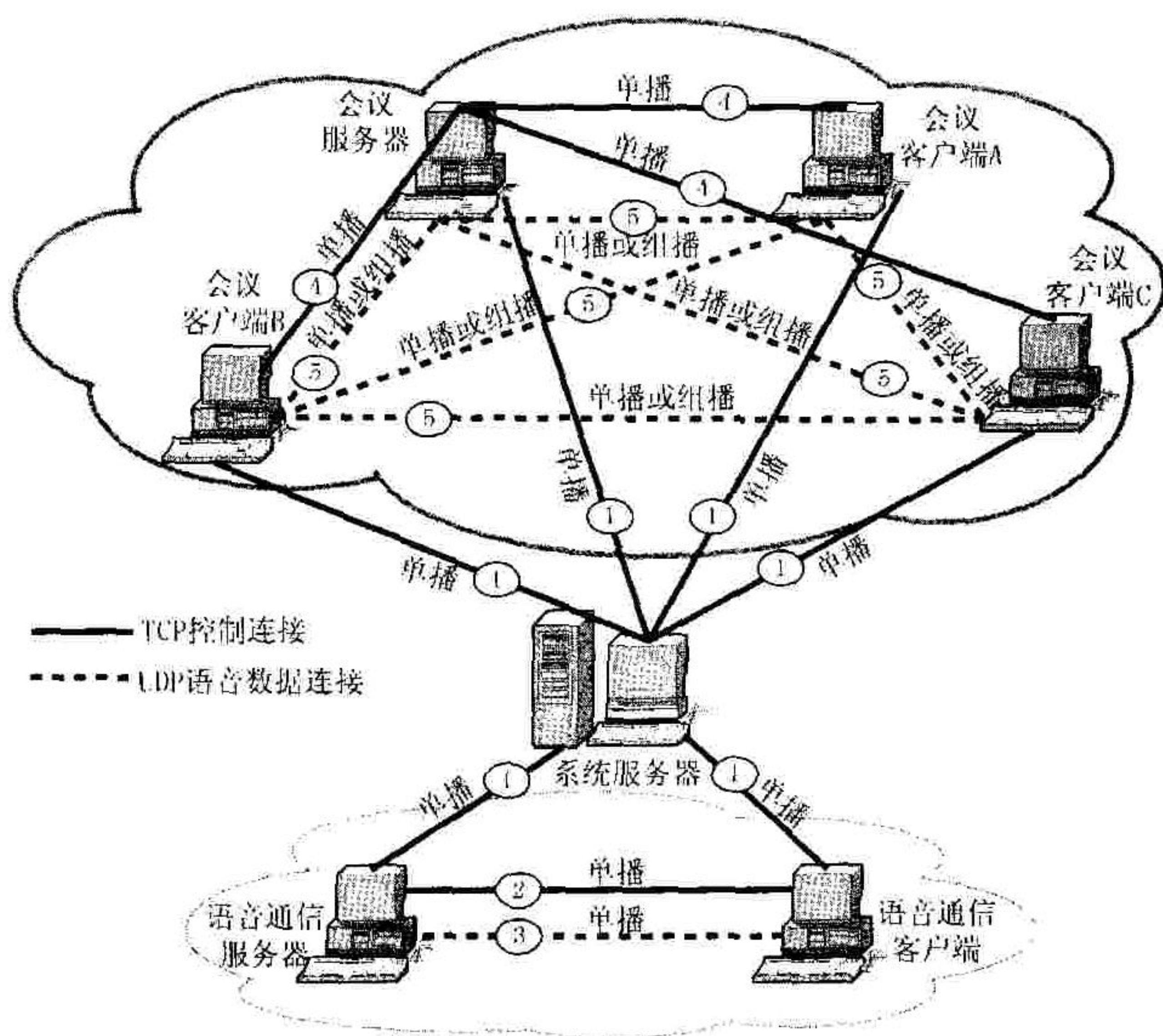


图1 企业网软交换系统中的数据传播方式

Fig.1 Date Transmission of Softswitch System in Intranet

3 组播技术及其实现的条件

数据传播方式有单播、组播、广播3种. 组播能使主机发送IP信息包到IP网络中任何一组主机上,在发送者和每一接收者之间实现点对多点网络连接. 组播中,一个发送者给多个接收者传输相同的数据,只需复制一份相同的数据包. 从而提高了数据传送效率,减少了骨干网络出现拥塞的可能.

目前,IP组播技术得到硬件、软件厂商的广泛支持,比如:新生产的以太网卡几乎都支持组播;Cisco的路由器支持DVMRP、PIM路由协议、IGMP组管理协议、CGMP协议;微软的Windows 95支持IP组播和IGMPv1, Windows 98/2000/XP都支持IGMPv1/IGMPv2^[3]. 对于不支持IP组播传输的中间路由器还可采用IP隧道(Tunneling)技术作为过渡方案. 这

些说明IP组播技术的应用环境已基本具备.

4 企业网软交换系统中的组播实现

4.1 组播的应用程序接口

RFC1112推荐了一些支持组播的应用程序接口^[4],目前许多TCP/IP实现都支持RFC1112所提到的要求. Windows系列提供Winsock1.1或Winsock2的编程接口. Winsock1.1和UNIX的Berkeley Sockets组播API编程的函数名和接口完全相同,出于兼容性考虑,这里讨论基于Winsock1.1的组播实现.

4.2 组播实现的数据结构和步骤

在下面的组播编程实现中有关的全局变量定义如下:

```
typedef struct IP_MREQ
{
    struct in_addr imr_multiaddr; //欲加入的组播组地址
    struct in_addr imr_interface; //组播接口,可设置为缺省值
} IP_MREQ; //实现组播的数据结构
IP_MREQ mreq; //用于组播结构的变量
SOCKET Meeting_Udp_Send; //用来发送会议数据流的UDP套接字
SOCKET Meeting_Udp_Recv; //用来接收客户语音数据的UDP套接字
SOCKADDR_IN Udp_Send_Addr; //绑定发送UDP套接字用到的本地IP地址
SOCKADDR_IN Udp_Recv_Addr; //绑定接收UDP套接字用到的本地IP地址
SOCKADDR_IN Other_Recv_Addr; //sendto()用到的对方IP地址
```

实现UDP连接的组播方式步骤如下,其中数据流以网络会议中的语音数据流为例:

1) 使用函数socket()建立发送语音流的UDP套接字(Meeting_Udp_Send)和接收语音流UDP套接字(Meeting_Udp_Recv);

2) 用bind()函数将1)中建立的套接字与一个地址和端口号绑定起来.

3) 对语音发送UDP套接字调用setsockopt()函数的IP_MULTICAST_TTL命令设置TTL值. TTL值的意义是:每当路由器转发组播数据包,IP包中的TTL值都减1. 若数据包的TTL减少到0,则路由器将抛弃该数据包.

```
u_char i_ttl = 1; //表示在本地网内传输
setsockopt(Meeting_Udp_Send, IPPROTO_IP, IP
```

```
_MULTICAST_TTL,
    (const char *)&i_ttl, sizeof(i_ttl));
```

4) 对语音发送 UDP 套接字调用 `setsockopt()` 函数的 `IP_MULTICAST_LOOP` 网络参数控制 IP 层是否回送所送的数据. 当组播组中的一台主机发送组播数据到输出接口时, 默认的 IP 层将为本地回送数据的拷贝. 将 `loop` 设置为 0 则禁止回送, 设置为 1 则允许回送.

```
u_char loop = 0; //loop=0 禁止回传; loop=1
允许回传
```

```
setsockopt( Meeting_Udp_Send, IPPROTO_IP, IP
_MULTICAST_LOOP,
    (const char *)&loop, si-
zeof(loop) );
```

5) 使用 `WSAAsyncSelect()` 函数设置接收语音套接字上有读取数据的网络事件 `FD_READ` 时, 向应用程序发送 1 个 Windows 消息.

```
WSAAsyncSelect( Meeting_Udp_Recv, m_hWnd,
WM_MEETINGUDP_READ, FD_READ);
```

6) 对语音接收 UDP 套接字使用 `setsockopt()` 函数的 `SO_REUSEADDR` 命令设置允许多个进程绑定同一数据报端口.

```
int on = 1;
setsockopt( Meeting_Udp_Recv, SOL_SOCKET,
SO_REUSEADDR,
    (const char *)&on, sizeof
(on));
```

7) 为了能够接收 IP 组播数据, 主机必须加入某个或多个组播组, 程序通过使用 `setsockopt()` 函数的 `IP_ADD_MEMBERSHIP` 网络接口参数向主机提出加入组播组的申请. 通过这个套接字选项操作, 主机就成为了该组播组的成员, 可以获得 IP 组播数据包.

```
DWORD inaddr = inet_addr( MULTICAST_IP);
//MULTICAST_IP 为预定义的组播地址
```

```
memcpy( (char *)&mreq. imr_multiaddr, (char
*)&inaddr, sizeof( inaddr) );
```

```
mreq. imr_interface. s_addr = htonl( INADDR_
ANY);
```

```
setsockopt( Meeting_Udp_Recv, IPPROTO_IP, IP
_ADD_MEMBERSHIP,
    (const char *)&mreq, sizeof
(mreq));
```

8) 调用 `sendto()` 函数发送网络会议中的语音数据流.

```
sendto( Meeting_Udp_Send, SendBuffer, SendBuf
_len, 0,
```

```
    (sockaddr *)&Other_Recv_Addr,
sizeof( Other_Recv_Addr));
```

//待发送的语音数据在发送缓冲区 `SendBuffer` 中

//数据发往的 IP 地址记录在 `Other_Recv_Addr` 中

9) 收到语音接收套接字读取数据的通知消息 `WM_MEETINGUDP_READ` 后, 调用 `recvfrom()` 函数接收网络会议中的语音数据流, 然后根据语音数据流的来源启动相应的接收线程进行处理.

```
recvfrom( Meeting_Udp_Recv, RecvBuffer, MAX-
WAVEBUFFER, 0,
```

```
    (sockaddr *)&Recv_From_Addr,
&AddrLen);
```

//收到的语音数据放到接收缓冲区 `RecvBuffer` 中

//数据来源 IP 地址记录在 `Recv_From_Addr` 中

10) 用户选择“退席”离开会议时, 要撤消该用户的组播成员资格, 程序通过使用 `setsockopt()` 函数的 `IP_DROP_MEMBERSHIP` 网络接口参数向主机提出退出组播组的申请.

```
setsockopt( Meeting_Udp_Recv, IPPROTO_IP, IP_
DROP_MEMBERSHIP, (const char *)&mreq,
sizeof( mreq)); //其中 mreq 包含了在 IP_ADD_
MEMBERSHIP 命令中相同的值.
```

11) 退出网络会议后调用 `closesocket()` 函数关闭语音 UDP 套接字.

5 测试及结论

在校园网环境下对企业网软交换系统 VCSBSI 的功能测试工作已经完成. 测试中, 在多台普通 PC 机上分布式的配置用于呼叫控制的软交换服务器软件, 在其他 PC 机上运行各类客户机软件. 采用单播实现一般的系统控制和双方通话, 采用组播方式实现网络会议中的语音数据流传输.

以单纯的音频测试数据为例, 在本系统中, 语音数据被声卡采集并使用 G. 729A 标准编码后, 先放到发送缓冲区暂存, 发送缓冲区满后使用 UDP 协议以组播方式发送到网络上. 发送缓冲区的大小决定着语音通话的质量, 缓冲区设置较大, 语音连续性会较好, 但语音采集到播放的延时会较长, 时延较明

显;缓冲区较小,时延会较短,但由于网络传输延时的不确定性,时延抖动的现象会比较明显,又会影响播放的连续性. 通过多次试验,笔者发现取20字节的发送缓冲区大小可以得到比较满意的通话效果. 此时时延数据情况:声卡 A/D 时延 20 ms、语音解码时延 15 ms、网络接入时延 0.037 5 ms、网络传输时延(包括路由器时延) $< (0.005 + 0.27)$ ms、网络输出时延 0.037 5 ms、语音解码时延 15 ms、缓冲暂存时延 75 ms、声卡 D/A (DMA) 20 ms,总时延约 150 ms.

时延测试数据表明系统进行语音通话时的总时延在 ITU-T 的 G.114 建议规定的电话语音传输往返

最大时延 300 ms 以内,通话质量是可以接受的. 同时,如果采用 20 字节的发送缓冲区,这 20 字节的数据被封装在 IP 数据包内,加上 UDP 的 8 个字节的头信息和 20 个字节的 IP 报头信息,这样 20 个字节的数字化语音信号就组成了一帧 48 字节的数据报. 由于 G.729A 语音编码标准的比特率为 8 kb/s,则编码后填满 20 字节的发送缓冲区对应着 $20 \times 8 (\text{bit}) / 8000 (\text{bit/s}) = 0.02\text{s}$ 的语音数据,所以每秒通过编码会产生 $1/0.02 = 50$ 帧的待发送数据. 单播是向所有参加会议的其他人多次发送这 50 帧数据的拷贝,而组播是一次发送,网络中分别采用单播和组播的数据流量(表 1).

表 1 2 种数据传输方式下的网络数扰流量对比¹⁾

Tab.1 Comparison of network flux in unicast and multicast

项目 item	单播 unicast							组播 multicast
	3	4	5	6	7	8	9	$2 < N < 20$
发送的数据量 transmitted data/(帧·s ⁻¹)	100	150	200	250	300	350	400	50
占用网络带宽 used net bandwidth/(kb·s ⁻¹)	38.4	57.6	76.8	96	115.2	134.4	153.6	19.2

1) N 为参与网络会议人数

试验结果表明采用组播方式,网络带宽不会像单播方式下的带宽随着参与网络会议人数的增多而线性增长,从而可以大量节约带宽,减少服务器负载.

参考文献:

- [1] 谢绿禹. 下一代网络基本技术与演进策略[J]. 通讯世界, 2002, 88(3): 26-28.
- [2] YEO C K, LEE B S, ER M H. A framework for multicast

video streaming over IP networks[J]. Journal of Network and Computer Applications, 2003, 26 (3): 273-289.

- [3] 朱利, 周俊辉, 郑守淇. WINDOWS 下组播通信的研究与实现[J]. 小型微型计算机系统, 2000, 21(2): 133.
- [4] 徐立新, 李宗斌. IP 组播技术的 API 编程实践[J]. 微型机与应用, 2002(6): 32-34.

【责任编辑 周志红】