

利用组播及 QoS 技术对 IPTV 网络进行优化

虞炳文, 白宁, 丁思炜, 范利波, 刘畅

(西昌卫星发射中心, 四川 西昌 615000)

摘要: 主要阐述了有关 IPTV 网络业务、组播协议、QoS 协议和 OPNET 网络仿真软件的有关基础知识, 同时阐述了在业务承载网中的 IPTV 网络的发展现状, 研究 IPTV 可能出现的网络传输拥塞时的缺点, 提出基于组播和 QoS 技术的 IPTV 承载网络组网方案; 重点阐述了 OPNET 的模型层次与构建方式, 并提出了 OPNET 网络模拟仿真的具体步骤, 通过 OPNET 软件进行模拟仿真实验, 仿真中, 按照数据业务、IP 语音业务、IPTV 服务等三个类型, 分别对网络发射数量、终端接收数据流量、网络时延值和网络抖动数值等进行测试仿真, 同时对所收集的网络状态信息进行数据分析; 通过仿真实验, 可以发现在 IPTV 网络中使用 QoS 及组播, 有效减轻业务网的流量负荷, 减少传输时延, 提高网络系统稳定性, 从而保证了相关服务的顺利进行。

关键词: QoS; 组播; 网络性能; IPTV; OPNET

Optimize of IPTV Network with Multicast and QoS Technology

YU Bingwen, BAI Ning, DING Siwei, FAN Libo, LIU Chang

(Xichang Satellite Launch Center, Xichang 615000, China)

Abstract: The basic knowledges of IPTV network service, multicast protocol, QoS protocol and OPNET Network simulation software are introduced, and the development status of IPTV network in the service bearer network is expounded, the shortcomings of IPTV possible network transmission congestion are studied, an IPTV bearer network networking scheme based on multicast and QoS Technology is proposed. This paper focuses on the model level and construction mode of OPNET, and puts forward the specific steps of OPNET Network simulation. The simulation experiment is carried out by OPNET software. According to the three types of data service, IP voice service and IPTV service, the network transmission quantity, terminal received data flow, network delay and network jitter are tested and simulated respectively, and the collected network state information is analyzed. The simulation results show that, by using QoS and multicast in IPTV network, the traffic load of service network and the transmission delay can be effectively reduced, the stability of the network system is improved, which ensures the relevant services smoothly.

Keywords: QoS; multicast; network performance; IPTV; OPNET

0 引言

由于现代通讯网络技术的日益发达, 航天 IP 业务网早已不是单一的数据网络了, 是一种承载信息、声音、图形和视频内容的多功能网络系统, 而随着信息发送服务的多样化, 业务上对网络系统的质量要求也日益严苛, 如对网络信息传输过程中的延时、抖动和丢包率等的评价标准要求也愈来愈严格。

航天测控网是传统的 IP 数据网络, 但随着网络拓朴规模的逐渐扩大以及监视与控制服务类型的丰富, IPTV, 即互联网协议视频技术, 伴随着这几年的互联网技术的发展中, 得到了大面积的普及和应用, IPTV 技术相比较传统的有限电视技术与网络电视技术, 有着较为明显的优势, 比如在画质, 人机交互等方面有着较为明显的优化与提升, 另外, IPTV 技术的发展也得益于网络带宽的迅猛发展。由于航天测控网节点众多, 使用 IPTV 传输图像信息的带宽需求巨大, 这对测控数据传输和网络管理等关键网络业务实

时性可靠性提出了更高的要求。

1 关键技术介绍

1.1 IPTV 技术

IPTV, 即网络协议数字电视 (internet protocol television), 也就是利用互联网协议来进行包含视频业务在内的多种数字媒体业务的服务。

IPTV 是交互式网络广播电视, 是指通过宽带有线网络, 集合网络、多媒体、通信等多项信息技术于一身, 向家庭用户提供包含数字电视在内的各种互动业务的新型信息技术。消费者通过家庭即可获得 IPTV 业务。IPTV 既不同于普通的网络型有线电视, 又不同于典型的数字电视, 由于普通的网络有线电视与典型的数字电视一样具备了频分制、定时、单向播出的特性。所以虽然典型的数字电视相比于普通网络数字电视有了一些技术革新, 但只有数据形态的变化, 并不能触及具体信息的传播方式。

IPTV 网络系统主要是由 IP 骨干网、IP 城域网、有线

收稿日期: 2022-08-11; 修回日期: 2022-08-25。

作者简介: 虞炳文(1993-), 男, 浙江东阳人, 大学本科, 助理工程师, 曾于航天通信数据传输岗位任职, 现主要从事航天测控领域的工作方向的研究。

引用格式: 虞炳文, 白宁, 丁思炜, 等. 利用组播及 QoS 技术对 IPTV 网络进行优化[J]. 计算机测量与控制, 2022, 30(11): 219-225.

前端或移动通信中央站及其配套的宽带接入网络系统所共同完成的。骨干网与城域网的基础主要任务,是对以 IP 单播或组播方法传送的视声音流媒介电视节目流实现路由转换与传送。在有线电视前段或电讯中央站可使用相关的宽带接入网络时,将 IP 视声音流媒介电视节目流以 IP over DOCSIS 或 IP over DSL 的方法,经由位于有线电视前段的 CMTS 鉴定或电讯中央站的数字用户线连接复用器(DSLAM)等装置,向终端用户传送过去。

1.2 组播技术

组播,是结合了单播及广播的特点的,可以跨过网段传输数据的网络协议。通过组播技术,能够在互联网上更高效地进行一些多媒体业务,如网络视频、互联网广播和视频等网络信息业务。

IP 组播功能的问世有效缓解了互联网上用户数量不稳定的情况。组播消息传送方(即组播源)只传递一个消息,通过组播路径技术对组播数据包构建树型的路径,所传送的消息需要尽可能靠后的分叉路口才进行复用与分配。

组播实质上传输的也是 UDP 报文,UDP 报文常见的两种传输形式,一种是单播,即点对点传输,就是从一台网络设备发送到另一台网络设备,正常情况下,不会发送给第三个人,谁需要,就单独给谁一份,换言之,即多少人需要这份数据,就需要发送多少份。

另一种是广播,即点对多,就是发送方发送出去了,在一定范围内,谁都可以接收,这个一定范围,通常认为是跨 vlan(之所以说是通常认为,还有以路由器为界的,但其实发展到现在,路由器和交换机之间,在功能上的区别已经有些模糊了,只能说侧重点不同),即只要不涉及跨 vlan,目之所及,广播信息都能过去。

而因此存在的问题也很明显。

单播存在的问题,因为只能一对一,如果有很多的设备都想要这个数据,那就需要每个设备自己向这个数据发送者索要,单独给一份,因此,十个人要,发送者就要发十分,这显然非常的冗余。

而广播存在的问题,广播在一定范围内,能够实现一对多的发送,即发送者只要发送一份,数据就在局域网内部,根据接收者需求,自行接收即可,但是其中的问题也是显而易见的,数据跨不过 vlan,就是数据怎么传输都只能在这个局域网内部,出不了局域网的大门。

因此,为了解决两者的弊端,组播应运而生,组播最重要的两个特点,通俗的讲,就是走得远并且只要传一份。

组播技术,即组播协议,分为 IMGPV1, IGMPV2, IGMPV3,根据应用场景和应用对象的不同,有所区分。组播协议有指定的 IP 网段,即 224. XX. XX. XX - 238. XX. XX. XX 之间的网段,其中, 232. XX. XX. XX 又具备特别的用处,即用作指定源组播,即 SSM 模式,与之对应的,余下的组播网段称之为 ASM 模式,即任意源组播。

组播的生效模式。双方约定好组播地址。而后由数据的发送方往指定的组播地址发送数据。组播的接受方如果

需要组播的数据,则需要接收方申请加入组播,加入组播的操作会在离接收设备的最近的交换机处开始,逐机往上申请加入,成功后,交换机会沿着组播交换机将数据发送至接收方。如果在同一个交换机下有多个接收者,则数据也只需要传送一份,到末端交换机时再分发。

1.3 QoS 技术

QoS (quality of service) 即互联网服务标准,它能够保证了网络应用程序的端到端的通信质量,并在所有互联网数据经过的网络路径上保证了数据传输的带宽、减少了数据传输的时延和降低了业务网的抖动,从而提高了业务网的数据传输品质^[2]。本文根据航天业务网 IPTV 业务对网络带宽的安全性需求增大的现实情况,指出了带宽问题可通过部署组播技术来处理,而网络安全性要求采用 QoS(服务质量保障)的方式处理。

当网络系统中出现拥挤阻塞的情况,则任何的数据信息流都有可能被抛弃;而为了满足对各种应用不同业务的需求,它就要求网络能按照客户的需求安排和调整设备,为不同类型的数据信息流提出差异化的服务质量:关于实时性要求高而较为重要的一类数据信息报文,优先进行数据处理;关于即时性要求并不高的一般数据信息报文,以相对较低的数据处理优先级,如果网络拥挤阻塞则被抛弃。因此 QoS 业务应运而生。一个具有高 QoS 能力的系统,能够实现高数据传输质量业务;凡是面向特定类型的数据流,系统能够给其赋予特定等级的传送优先权,以区分其相对重要性,并通过根据系统所具有的各种优先级转发方式、阻塞避免措施等方式,对此类数据流进行特定的传输服务。采用了 QoS 的网络协议方式,提高了网络运行的可预知度,并能够合理的安排网络带宽,更合理的使用网络资源。

2 IPTV 承载网中的组播设计

2.1 组播 IPTV 承载网络设计

组播流程的设计,以图 1 所示拓扑图为例。

1) CMS,即核心的媒体系统节点,为一级中心,当直播网络视频数据发送出来,会经过此处,而后通过单播协议下发到核心路由器,即图中所使 CR 设备,CR 路由器发送的数据,也是以单播协议的方式下发的,下一站就是 IPTV 专用的网络交换机,而后仍旧是以单播协议的方式,发往中央媒体系统节点,即图中 HMS 设备。

2) HMS 中执行组播协议,具体为组播协议中的 PM-SM 协议,该协议用于路由器之间的组播路由表交换,将数据流量经 IPTV 交换机以及 CR 路由器发送至宽带接入的服务器,即图中所示 BRAS, BRAS 实则为一台路由器,此时将 IPTV 交换机中连接 HMS 的端口,作为组播 RP 点,用作汇聚。

3) BRAS 设备往下传导数据时,是通过单播协议的发送至接收者终端所在网络,中间传导可以经光纤网(即图中 OLT 设备),或接入汇聚交换机(DS)。

2.2 视频信号的组播发送

组播是一个 SPT 树状分发的结构,我们通常称之为组

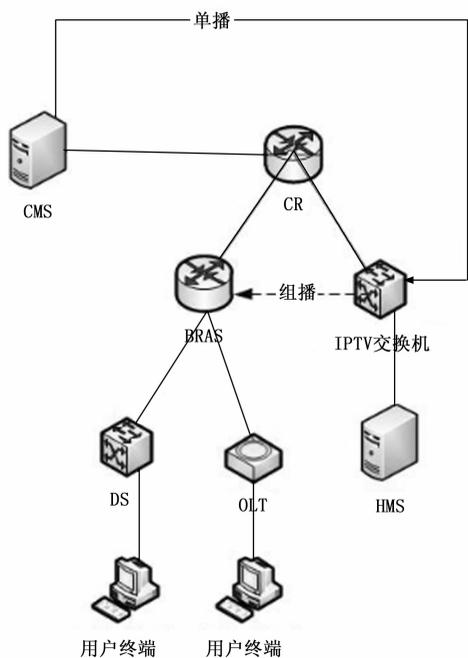


图 1 IPTV 承载网物理拓扑图

播树, 从数据发送者送出数据 (即从一棵树的树根处送出数据), 经一系列的组播路由器, 即图中的 IPTV 交换机、CR (可以认为是树中的枝节), 一直到指定的树枝处, 到了末端树枝处 (BRAS 路由器) 下一步就是从枝节处开始分发。图 2 所示便是组播树模型。

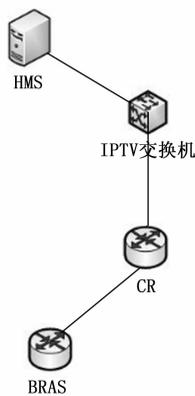


图 2 BRAS 下 IPTV 用户对应的组播树

通过组播传输数据的好处就是可以减少对带宽的占用, 同一个视频数据, 直到末端才会进行复制分发, 再主干线路上, 始终只需要传输一路视频数据。比如, 在 BRAS 下呈三个用户可以一起收看发射地点的塔吊视频, 该视频信号流量约 2 Mbps。若采用单播方法传输, 则在每一个路径上都需要完成视频信号所对应的数据包复制工作, 需消耗带宽为 6 Mbps ($3 \times 2 \text{ Mbps}$); 而如果有五千个用户同时观看, 就要耗费总带宽 10 Gbps, 将会超过现有路由器的线路带宽造成阻塞。以组播方法发送的时候, 组播树 BRAS 中的路径所对应的某一路视频速率通常为 2 Mbps, 由 BRAS 按照目标用户的具体数加以拷贝。组播形式的流量在传播

方向上要远远小于单播方式^[5-6]。

图 3 中显示为组播与单播流量的对比。

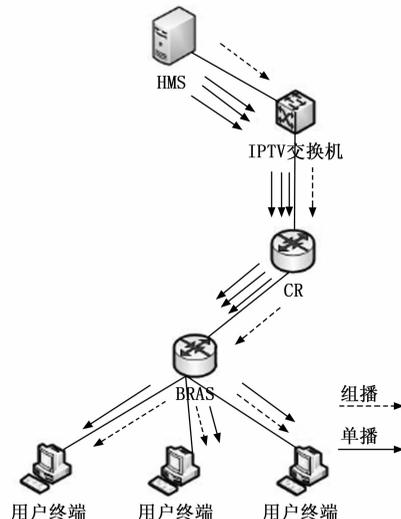


图 3 组播和单播的流量比较

组播的缺陷是, 无法对流量进行负载均衡处理。由于多媒体组播树建立时不是环路, 所以无法实现负载均衡处理。而一旦在多媒体组播树中的一个路径上存在问题, 例如数据传输品质较差或者链路阻塞, 将会导致对 IPTV 视频信号多媒体组播转发的服务中断, 所以在多媒体组播树中就必须对组播流量进行服务质量保证。同时, 由于 PIM-SM 协议是按照用户的实际需求来分配多媒体组播数据包, 当没有用户参与组播分组时, 组广播文不占带宽, 因而通过 PIM-SM 协议使用的任意源组播 (ASM) 模式, 所有主机均能够产生组播分组, 同时接受并传输多媒体组播数据, 使得在 IPTV 服务的实施过程中, 非法组播资源能够采用各种方法加入组播域中, 这就需要对组播源加以控制。

3 IPTV 承载网 QoS 设计

QoS 技术的主要目的, 是为了高效地向客户提供从发送端到接收端的高质量业务或数据传输服务。在 IP 局域网上, 通过 QoS 技术提高了网络传输数据分组的效率。应用程序为了实现端到端的数据传输, 必须同时通过几个物理网络, 或经过几个网络设备。以实现整体 QoS 的三种服务方式:

尽力传递服务模型 (Best-effort Service), 最大能力把报文传递至目的地, 但却不能解决分组中发送数据包的延时、抖动和丢包等主要提问。

集成业务模型 (IntServ), 该模型是在数据传输之前, 先让数据发送者与数据接收者进行沟通, 约定好数据资源, 并且与沿途的交换机路由器也进行约定, 直到数据传送完毕, 约定才会解除, 该数据传输方式有高可靠性, 但是对于网络资源的占用非常的严重。

区别于服务模型 (DiffServ), 通过边界路由器, 可以按照各种情况对报文类型进行了划分, 并对各种形式的报文给出了不同的 QoS 支持, 此方式所灵活且多样耗费的网络资源小。

因网络中数据类型较多, 选用区别服务模型。

QoS 协议能作用在二层和三层网络上, 在二层网络中, 数据交换是以数据帧为基本单元的, 可能涉及到交换机、无线接入设备 (AP)、光网络模块 (ONU)。而三层网络交换需要路由器、三层网络交换机、光纤终端 (OLT), 当然也可以配置无线控制器 (AC) 实现无线功能。

典型的 QoS 的网络如图 4 所示。

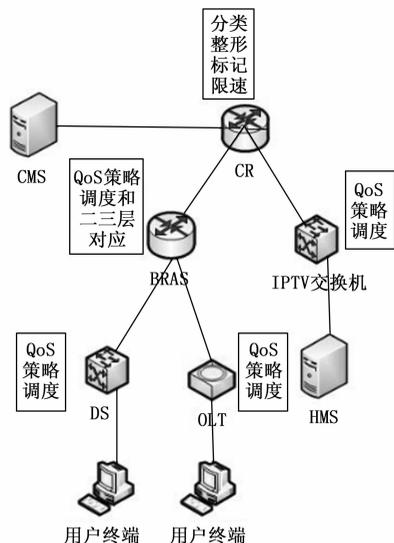


图 4 QoS 部署网络图

QoS 的执行步骤依次为流分类、流量监管、流量整形、拥塞管理、拥塞避免。

1) 流分类。是交换机在接收数据时对数据流量的一个基本区分, 二层网络中通常可以通过数据报文中的 802.1P 字段进行区分, 而三层网络中, 通常使用 DSCP 来进行区分, 即根据数据包中的相应字段, 通过 MAC 地址等信息, 对数据类型进行区分, 主要是网管数据、影像数据、任务数据。

2) 流量监管。为了防止终端传输至网络的数据流量异常而实施的一个数据监管, 当数据流量超过设置的阈值后, 会触发信令桶及承诺访问数据 (CAR) 功能, 对指定数据进行限流操作。

3) 流量整形。因为在流量监管中, 通常对超出阈值的流量是进行丢弃操作, 这样对数据流量的安全性不能保证, 甚至导致数据的丢失, 因此设计了一套流量整形的协议, 该协议下, 只会对超阈值数据进行缓通行, 而不会丢弃。在实验中采用了通过流量整形技术 (GTS)。

4) 拥塞管理。拥塞管理是在数据流量进入网络交换机或者路由器时, 入口处已经发生堵塞时的策略设置, 具体的现象可以体现在发送者与接收者之间的网络时延上, 时延明显增大, 即认为发生了堵塞, 这时候对数据根据业务区分为不同数据流, 根据设置的优先级, 进行优先转发, 对于重要数据可以起到有效保证。通常使用优先权序列 (PQ) 协议在二层网络起作用, 采用加权公平序列 (WFQ) 在三层起作用。

5) 拥塞避免。与拥塞管理不同的是, 该部分内容是为了预防拥塞发生的策略, 当有拥塞的趋势时就会起作用, 可以调节传输流量的大小来避免产生拥塞, 常用的协议有随机早期检测 (RED)。

4 IPTV 网络优化测试验证

这部分内容介绍了如何使用 OPNET 软件实现对网络系统的仿真实验, 分别对单播、组播、组播搭配 QOS 策略进行仿真, 对丢包率、时延和抖动等指标进行比较, 从而验证网络优化的有效性。

4.1 仿真软件介绍

网络模拟领域, 目前较为常用的网络模拟软件包括 Berkeley NS, OMNet++, SSFNET, OPNET 等, 其中较为知名的是美国 OPNET 公司的 OPNET 系列模拟软件, OPNET 系统以面向研发的 OPNET Modeler 系统为核心, 主要应用于大中型公司的智能化网络系统设计涉及、环境控制等领域, 其系统友好度、模拟效率、内存消耗等方面都较为突出。

OPNET 是一种常见的网络仿真技术软件的功能包, 它能够更加精确的解析相对复杂的网络系统的特性和行为, 在常见的网络系统建模中的任何一个地方都能够接入自己的标准的建模, 或是使用特定的探头, 用于收集特定的数据和并按需要进行计算。通过探头所进行的模拟输出, 能够以图形化方法呈现、以数字方式方式进行、或是传递到第三方类别的软件包中去。OPNET 产品的基本架构大致有三种模板组成, 能够给用户带来大量的仿真模型库, 在行业, 如咨询服务、航空、行政部门、航空、工业系统集成、军队院校、电讯等方面都被应用。

4.2 OPNET 仿真设计

4.2.1 OPNET 建模流程

使用 OPNET Modeler 进行仿真一般可按照 6 个步骤进行:

1) 建立网络模型。

2) 配置网络拓扑 (Topology)。使用 OPNET 所提供的向导, 以及通过各相关编辑器进行设置环境、配置系统以及创建网络拓扑系统等工作操作。

3) 配置业务 (Traffic)。通过选定在该系统上工作的应用程序并选择一个函数, 即可向其进行系统分配工作量, 即可进行系统的建模工作。

4) 所收集的统计数据 (Statistics)。统计测量是用来对所模拟系统进行可靠性检查和评估的一句, 通过选择 OPNET 给出的所有数据指标进行选择并获取数据量的方法。

5) 运行仿真 (Simulation)。经过前三步的操作, 虽然一个模拟环境场景已基本形成, 但必须透过进行模拟来获取仿真运行的信息。

6) 观察分析结果 (ViewAndAnalyze Results)。利用对同一课题的各种情况 (对应不同的方案) 的模拟数据进行研究, 即可形成研究论文, 可以把有关图表从 OPNET 中输出到文档中, 以便于研究论文的参考。

为验证网络优化效果, 使用 OPNET 进行仿真。

4.2.2 仿真网络设计

4.2.2.1 网络拓扑图设计

- 1) 设计一台服务器, 作为数据的发送端;
- 2) 设计 15 台设备终端, 作为数据的接收端;
- 3) 链路中添加两台路由器, 作为数据转发及路由选址。
- 4) 链路中添加一台交换机, 作为 15 台设备终端的集群中心, 使得设备终端呈现星形。

数据运行原理设计:

- 1) 数据从服务器发出。
- 2) 经过两台路由器, 一台交换机, 到达 15 台数据终端。
- 3) 15 台数据终端全部接收相同数据。
- 4) 仿真数据选用每秒 15 帧, 一帧为 240 * 128 像素的视频数据。

根据如上设计, 选择网络设备模型见表 1。

表 1 OPNET 网络模型选择

类别	型号
交换机	ethernet4_switch_adv(4 代表端口数, 有多种数目可选)
路由器	BN_BCN_13s_a2_e8_f3_fe4_sl13_tr6_adv
设备终端	ethernet_wkstn_int(客户端和服务端可以选用同种型号)
线缆	100BaseT_int

在组播仿真拓扑图中, 与单播仿真拓扑图不同的是, 多了一个 QoS 管理的模块:

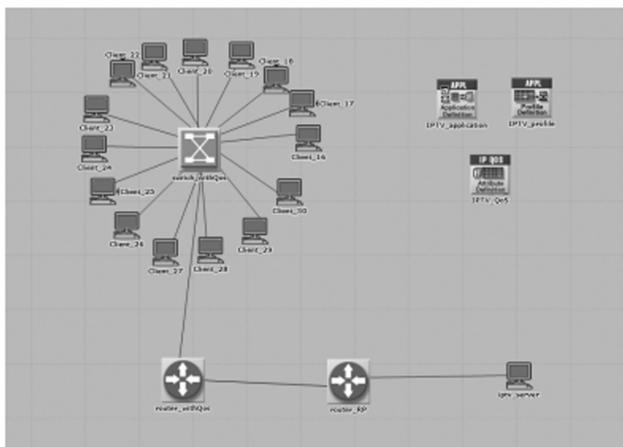


图 5 组播及 QoS 仿真拓扑图

在网络中, 各业务的带宽流量见表 2。

表 2 业务流量统计表

业务类型	下行带宽	上行带宽
高清视频	6~10 Mbps	50 kbps
标清视频	2~3 Mbps	50 kbps
IP 语音	100 kbps	100 kbps
高速上网	2~6 Mbps	512 kbps~1 Mbps
网络游戏	256 kbps~1 Mbps	256 kbps~1 Mbps

4.2.2.2 仿真组播设计

在 opnet 中配置组播的基本设计需要实现如下功能。

- 1) 配置终端设备支持组播协议, 以实现组播组的加入

和退出。

- 2) 配置沿途的路由器支持组播协议, PIM 和 IGMP 协议, 实现组播成员的加入和退出, 以及组播数据的转发。

- 3) 在某路由器上指定 RP, 可以指定自动或者静态 RP。动态 RP 需要启动 RP 竞选机制。

- 4) 配置数据发送端, 数据发送目的地是指定组播地址。

- 5) 配置数据接收端, 从指定组播组接收数据。

4.2.2.3 仿真 QoS 设计

- 1) 配置 RED 策略。
- 2) 配置流量整形, 限速 2 Mbps。
- 3) 配置 CAR 流量监视。
- 4) 配置二层 PQ 协议, 三层 WFQ 协议, 均基于业务区分流量, 即 DSCP。

4.3 OPNET 配置

4.3.1 应用业务配置器 (Application Config)

- 1) 即图 5 中的 IPTV_application。
- 2) 配置应用业务, 可配置属性包括但不限于, 业务名称 (Name), 业务类型 (如配置 Video Conferencing), 具体的业务属性 (比如 Video Conferencing 中的每秒的帧数, 每帧的像素数, 决定了每秒的数据流量大小, 以及该业务的网络标值)。不同的网络标识标识了在网络种不同的数据流, 不同业务下就是以网络标识区分不同的数据流, 即 Symbolic Destination Name, 如果要用一个服务器, 给不同客户端发送数据流, 需要配置不同的业务, 注意要将不同的业务配置不同的策略。

- 3) 在单播中需要配置多个业务, 而组播中只需要配置一个业务流。

4.3.2 策略配置器

- 1) 即图 5 中的 IPTV_profile。
- 2) 配置业务的策略, 包含但不仅限于具体某业务的启停时间, 多个业务应当配置不同的策略。

- 3) 一个业务的一个业务流, 因此也就只需要配置一个策略。

4.3.3 服务器端配置

4.3.3.1 单播配置

- 1) 即图 5 中的 iptv_server 工作站。
- 2) 服务器端配置。属性配置, 这里需要至少配置两部分内容, Applications->Application: Destination Preferences (指定某数据流的流向, 即发送目的地, 在网络设备中选择) 和 Applications->Application: Supported Profiles (指定发送策略, 即什么数据业务什么时候发送, 在策略配置器中配置好的策略中选择)。

4.3.3.2 组播配置

- 1) 包含单播配置。
- 2) 需要配置启用组播。IP->IP Host Parameters->Multicast Mode, 修改值为 Enabled。
- 3) 修改目的地址为指定组播地址, 如 224.0.0.1。Applications->Application: Destination Preferences->Ac-

tual Name—>Name, 修改为 224.0.6.1。

4.3.4 客户端配置

1) 即图 5 中的 Client_X 系列工作站。

2) 客户端配置。属性配置, 主要配置 Applications—>Application: Supported Services (支持的应用层业务, 在业务配置器中配置好的业务中选择)。

3) 需要配置启用组播。IP—>IP Host Parameters—>Multicast Mode, 修改值为 Enabled。

4) 配置接收数据的组播地址。Applications—>Application: Multicasting Specification, 配置 Application Name 为 video, 配置 Membership Addresses 为组播地址, 即 224.0.6.1。

4.3.5 路由器配置

1) 启用组播协议。IP Multicasting—>IP Multicast Parameters—>Multicast Routing, 修改为 Enabled。

2) 指定使用组播协议端口。IP Multicasting—>IP Multicast Parameters—>Interface Information, 建议添加所有 UP 连接着的端口, Status 为 enable, Routing Protocol (s) 为 PIM-SM。

3) 启用 PIM 协议。IP Multicasting—>PIM Parameters—>Status, 修改为 Enabled。

4) 指定使用 PIM 协议的端口。IP Multicasting—>PIM Parameters—>Interface Information。建议添加所有 UP 连接着的端口, Version 为 2。

5) 指定使用 IGMP 协议的端口。IP Multicasting—>IGMP Parameters—>Interface Information。建议添加所有 UP 连接着的端口, Status 为 Enabled, Version 为 2。

6) 配置动态 RP。IP Multicasting—>PIM Parameters—>Auto-RP Configuration 下作几处修改, 启用动态 RP, 修改 Discover 为 Enabled, 启用映射, Map Configuration—>Status 为 Enabled, Candidate RP Configuration 下添加一行, 配置 Status 为 Enabled, Address/Interface 的值, 需要指定某个连接的端口, 可以是这个端口的名称, 也可以是端口的 IP, Candidate RP Configuration—>Group Filter Configuration—>Groups 下添加组播组的地址, 比如填写 224.0.6.1/32, 添加掩码。

4.3.6 QoS 配置

1) 添加 QoS 配置器, 即 QoS Attribute Config。见图 5 中的 IPTV_QoS。

2) 修改 FIFO 策略为 RED。修改 QoS 配置器的属性, FIFO Profiles—>FIFO Profile—>Details—>RED Parameters, 选择 RED。

3) 修改需要配置 QoS 策略的网络设备, 选择配置在路由器的连接服务器的端口上。与服务器连接的路由器端口为 IF2, 将 QoS 的配置, 配置在端口上。IP—>IP QoS Parameters—>Interface Information。

4.4 网络测试结果

4.4.1 服务器发送流量比较

以相同硬件环境仿真运行三十分钟, 在单播模式下,

和以组播加 QoS 模式下的数据发送情况相比较, 组播加 QoS 模式的数据发送流量约为单播模式下的九分之一, 可见组播加 QoS 模式下, 对带宽占用更少。红线为单播模式, 蓝线为组播加 QoS 模式。

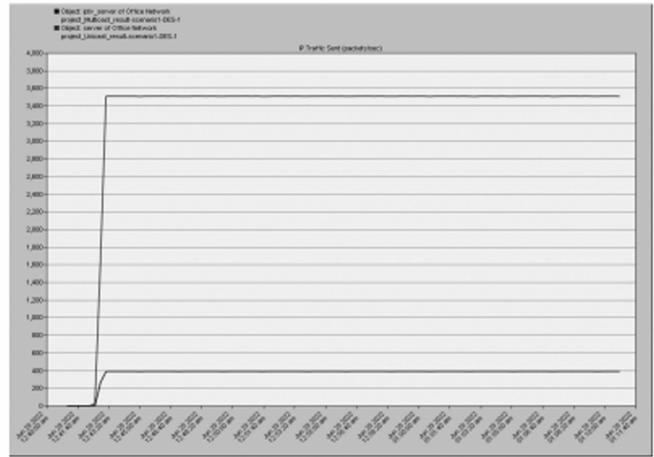


图 6 数据总流量前后对比, 单位为包数每秒

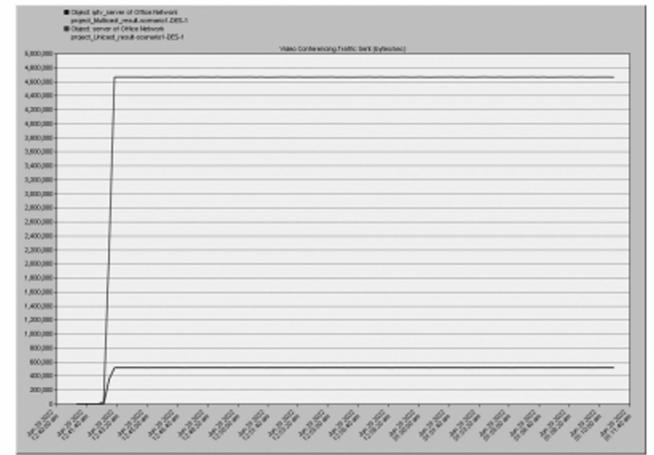


图 7 数据视频流量前后对比, 单位为位每秒

4.4.2 终端接收数据情况比较

以相同硬件环境仿真运行三十分钟。比较数据接收情况, 可以看见, 在本次仿真中, 单播和组播的数据接收情况几乎一致, 可以认为在本次仿真实验中, 两者丢包情况一致, 达到的效果一致。

4.4.3 时延抖动比较

以相同硬件环境仿真运行三十分钟。比较时延方差, 可以作为时延抖动的依据, 可以看见组播加 QoS 模式的抖动几乎为 0, 可以认为该模式的时延抖动远小于单播。红线为单播模式, 蓝线为组播加 QoS 模式。

4.4.4 时延值大小比较

以相同硬件环境仿真运行三十分钟, 比较时延, 可以发现单播模式的时延值大约为组播加 QoS 模式的 8 倍, 因此组播加 QoS 模式时延远小于单播。红线为单播模式, 蓝线为组播加 QoS 模式。

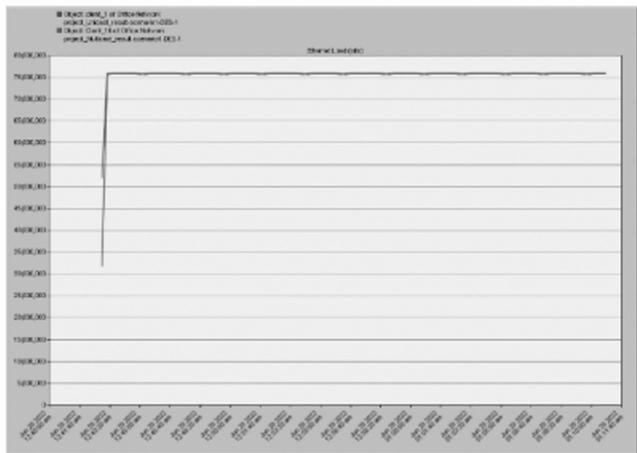


图 8 数据接收端数据接收情况

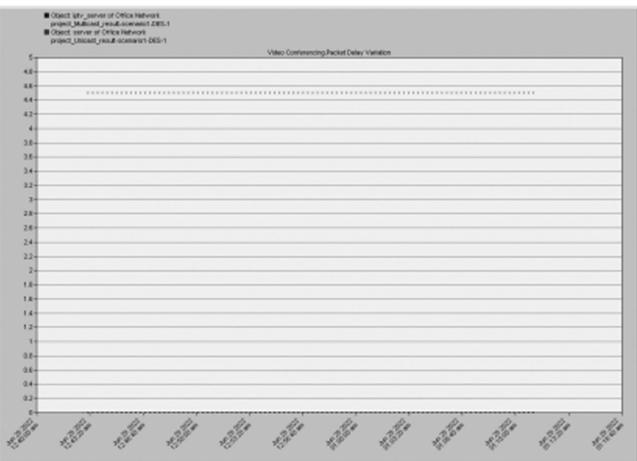


图 9 时延抖动前后对比

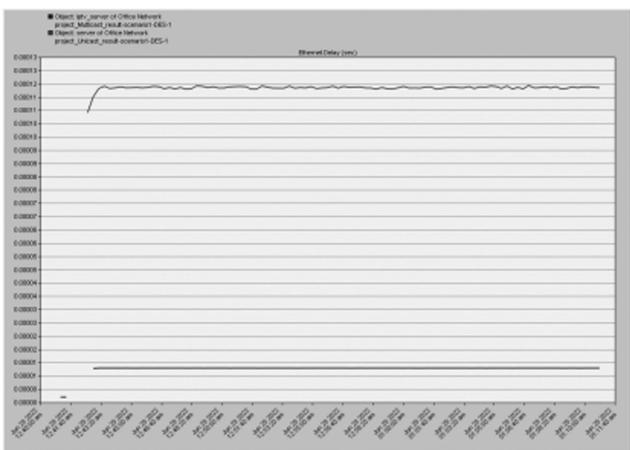


图 10 时延大小前后对比

章主要讲述了使用 OPNET 网络的仿真软件, 以及构建基于组播和 QoS 技术的 IPTV 服务支撑网的基本流程, 并分析仿真结果。网络进行组播和 QoS 处理时, 对 IPTV 承载网的大部分网络数据进行了优化和调整, 为业务网的主要服务内容节约了大量网络资源。在这里探讨了一个 IP 地址、VLAN 和 MAC 物理地址的大流量 QoS 网络架构, 也为今后 IPTV 业务的维护提供了在一个大型广域网中不同网络接入环境下的优化维护方案。

参考文献:

[1] 金 纯, 齐岩松. IPTV 及其解决方案 [M]. 北京: 科学出版社, 2006.

[2] 刘 路, 张 磊. 基于动态连接的 RDMA 可靠传输协议设计 [J]. 计算机工程与科学, 2012, 34 (8): 184-190.

[3] DOUGLAS E C. 用 TCP/IP 进行网络互连: 第 2 卷 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2009.

[4] 徐 恪, 吴建平, 徐明伟. 高等计算机网络 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2009.

[5] 刘 莹, 徐 恪. Internet 多播体系结构 [M]. 北京: 科学出版社, 2008.

[6] 陶 骏, 匡 磊. 基于 MPLS VPN 和 MDSP 的跨域组播网络设计 [J]. 计算机科学, 2017 (6): 381-384.

[7] 程春玲. 一种支持多播的 SNMPv3 改进模型 [J]. 计算机科学, 2012 (4): 92-93.

[8] 陶 骏, 沈 阳, 王 丽, 等. 基于 SDN 的 QoS 多播网络仿真 [J]. 大庆师范学院学报, 2017, 37 (6): 42-47.

[9] 颜云生, 陶 骏, 等. 基于 AHP 算法的电子书包评估系统 [J]. 计算机系统及应用, 2017, 26 (8): 49-54.

[10] 陶 骏, 赵 林, 等. 基于 NAT 和 FIT AP 的实验室无线网络构建 [J]. 计算机与网络, 2017, 43 (20): 68-71.

[11] 施彦媛, 向 兵, 等. 基于 OPNET 的 IPTV 业务网络仿真与实现 [J]. 通信技术, 2009 (1): 155-157.

[12] 干 磊. 数字电视组播技术在 iptv 中的应用 [J]. 电视指南, 2017 (10): 256.

[13] 赵 攀. IPTV 中的组播通信技术应用和发展 [J]. 中国新通信, 2017, 19 (21): 109.

[14] 张国清. QoS 在 IOS 中的实现与应用 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.

[15] 刘 珩, 安建平, 杨 杰, 等. 组播协议在 OPNET 中的建模与仿真 [J]. 计算机仿真, 2005 (5): 141-144.

[16] 颜云生, 陶 骏, 等. 基于 OPNET 的试验通信网 QoS 性能分析与仿真 [J]. 工程实践及应用技术, 2008 (4): 53-55.

[17] 陈 岩, 董淑福, 蒋 磊, 等. OPNET 网络仿真技术及其应用研究 [J]. 计算机技术与发展, 2009 (2): 199-204.

[18] 陶 骏, 等. 基于组播和 QoS 技术的 IPTV 网络构建 [J]. 重庆科技学院学报, 2018: 75-78.

[19] 杨宏宇, 王兴隆, 谢丽霞, 等. 网络仿真软件 OPNET 的应用与实践 [J]. 计算机应用, 2004, 12: 253-255.

[20] 张 蕾, 苏锦海, 张承福, 等. OPNET 环境下 DiffServ 机制的仿真 [J]. 计算机工程, 2007 (2): 94-96.

5 结束语

用于承担多种功能的试验任务 IP 网络, 在网络层和数据链路层的 QoS 功能是缓解网络拥挤唯一可行的方法。本