

视频监控系统中,视频信号的传输是整个系统非常重要的一环,一方面由摄像机摄取的图像信号要传到监控中心,另一方面监控中心的控制信号要传送到现场。

## 5.1 视频监控系统的传输方式

目前,在监控系统中最常用的有线传输介质已逐步从同轴电缆、双绞线替换为光纤方式。与此同时,随着无线传输速度的提高,施工难度低、受地域环境影响较小的无线传输也愈来愈被广泛应用。

### 5.1.1 光纤传输方式

微细的光纤封装在塑料护套中,使得它能够弯曲而不至于断裂。通常,光纤一端的发射装置使用发光二极管(Light Emitting Diode, LED)或一束激光将光脉冲传送至光纤,光纤另一端的接收装置使用光敏元件检测脉冲。

在日常生活中,由于光在光导纤维中的传导损耗比电在电线中传导的损耗低得多,因此光纤被用作长距离的信息传递。通常光纤与光缆两个名词会被混淆。多数光纤在使用前必须由几层保护结构包覆,包覆后的缆线即被称为光缆。光纤外层的保护层和绝缘层可防止周围环境对光纤的伤害,如水、火、电击等。光缆分为:缆皮、芳纶丝、缓冲层和光纤。光纤和同轴电缆相似,只是没有网状屏蔽层。中心是光传播的玻璃芯。

在多模光纤中,芯的直径有  $50\mu\text{m}$  和  $62.5\mu\text{m}$  两种,大致与人的头发的粗细相当。而单模光纤芯的直径为  $8\sim 10\mu\text{m}$ ,常用的是  $9\mu\text{m}/125\mu\text{m}$ 。芯外面包围着一层折射率比芯低的玻璃封套,俗称包层,包层使得光线保持在芯内。再外面是一层薄的塑料外套,即涂覆层,用来保护包层。光纤通常被扎成束,外面有外壳保护。纤芯通常是由石英玻璃制成的横截面积很小的双层同心圆柱体,它质地脆,易断裂,因此需要外加一个保护层。

说明: $9\mu\text{m}/125\mu\text{m}$  指光纤的纤核为  $9\mu\text{m}$ ,包层为  $125\mu\text{m}$ , $9\mu\text{m}/125\mu\text{m}$  是单模光纤的一个重要特征。 $50\mu\text{m}/125\mu\text{m}$  指光纤的纤核为  $50\mu\text{m}$ ,包层为  $125\mu\text{m}$ , $50\mu\text{m}/125\mu\text{m}$  是多模光纤的一个重要特征。

#### 1. 频带宽

频带的宽窄代表传输容量的大小。载波的频率越高,可以传输信号的频带宽度就越大。在 VHF 频段,载波频率为  $48.5\sim 300\text{MHz}$ ,带宽约  $250\text{MHz}$ ,只能传输 27 套电视和几十套调频广播。可见光的频率达  $100\ 000\text{GHz}$ ,比 VHF 频段高出一百多万倍。尽管由

于光纤对不同频率的光有不同的损耗,使频带宽度受到影响,但在最低损耗区的频带宽度也可达 30 000GHz。目前,单个光源的带宽只占了其中很小的一部分(多模光纤的频带约几百兆赫,好的单模光纤可达 10GHz 以上),采用先进的相干光通信可以在 30 000GHz 范围内安排 2000 个光载波,进行波分复用,可以容纳上百万个频道。

## 2. 损耗低

在同轴电缆组成的系统中,最好的电缆在传输 800MHz 信号时,每千米的损耗都在 40dB 以上。相比之下,光导纤维的损耗则要小得多,传输  $1.31\mu\text{m}$  的光,每千米损耗在 0.35dB 以下,若传输  $1.55\mu\text{m}$  的光,每千米损耗更小,可达 0.2dB 以下。这就比同轴电缆的功率损耗要小一亿倍,使其能传输的距离要远得多。此外,光纤传输损耗还有两个特点,一是在全部有线电视频道内具有相同的损耗,不需要像电缆干线那样必须引入均衡器进行均衡;二是其损耗几乎不随温度而变,不用担心因环境温度变化而造成干线电平波动。

## 3. 重量轻

因为光纤非常细,单模光纤芯线直径一般为  $4\sim 10\mu\text{m}$ ,外径也只有  $125\mu\text{m}$ ,加上防水层、加强筋、护套等,用 4~48 根光纤组成的光缆直径还不到 13mm,比标准同轴电缆的直径 47mm 要小得多,加上光纤是玻璃纤维,比重小,使它具有直径小、重量轻的特点,安装十分方便。

## 4. 抗干扰能力强

因为光纤的基本成分是石英,只传光,不导电,不受电磁场的作用,在其中传输的光信号不受电磁场的影响,故光纤传输对电磁干扰、工业干扰有很强的抵御能力。也正因为如此,在光纤中传输的信号不易被窃听,因而利于保密。

## 5. 保真度高

因为光纤传输一般不需要中继放大,不会因为放大引入新的非线性失真。只要激光器的线性好,就可高保真地传输电视信号。实际测试表明,好的调幅光纤系统的载波组合三次差拍比 C/CTB 在 70dB 以上,交调指标 CM 也在 60dB 以上,远高于一般电缆干线系统的非线性失真指标。

## 6. 工作性能可靠

一个系统的可靠性与组成该系统的设备数量有关,设备越多,发生故障的机会越大。因为光纤系统包含的设备数量少(不像电缆系统那样需要几十个放大器),可靠性自然也就高,加上光纤设备的寿命都很长,无故障工作时间达 50~75 万小时,其中寿命最短的是光发射机中的激光器,最低寿命也在 10 万小时以上。故一个设计良好、正确安装调试的光纤系统的工作性能是非常可靠的。

## 7. 成本不断下降

目前,有人提出了新摩尔定律,也叫作光学定律(Optical Law)。该定律指出,光纤传输信息的带宽,每 6 个月增加 1 倍,而价格降低 1 倍。光通信技术的发展,为 Internet 宽带技术的发展奠定了非常好的基础。这就为大型有线电视系统采用光纤传输方式扫清了最后一个障碍。由于制作光纤的材料(石英)来源十分丰富,随着技术的进步,成本还会进一步降低;而电缆所需的铜原料有限,价格会越来越高。显然,今后光纤传输将占绝对优势,成为建立全省以至全国有线电视网的最主要传输手段。

## 5.1.2 无线传输方式

### 1. 概念

无线视频传输就是指不用布线(线缆)利用无线电波作为传输介质,在空中搭建传输链路来传输视频、声音、数据等信号的监控系统。无线图像传输即视频实时传输主要有两个概念,一是移动中传输,即移动通信;二是宽带传输,即宽带通信。

### 2. 优势

(1) 综合成本低,性能更稳定。只需一次性投资,无须挖沟埋管,特别适合室外距离较远及已装修好的场合;在许多情况下,用户往往由于受到地理环境和工作内容的限制,例如山地、港口和开阔地等特殊地理环境,给有线网络、有线传输的布线工程带来极大的不便,采用有线的施工周期将很长,甚至根本无法实现。这时,采用无线监控可以摆脱线缆的束缚,有安装周期短、维护方便、扩容能力强、迅速收回成本的优点。

(2) 组网灵活,可扩展性好,即插即用。管理人员可以迅速将新的无线监控点加入到现有网络中,不需要为新建传输铺设网络、增加设备,可轻而易举地实现远程无线监控。

(3) 维护费用低。无线监控维护由网络提供商维护,前端设备是即插即用、免维护系统。

(4) 无线监控系统是监控和无线传输技术的结合,它可以将不同地点的现场信息实时通过无线通信手段传送到无线监控中心,并且自动形成视频数据库便于日后的检索。

(5) 在无线监控系统中,无线监控中心实时得到被监控点的视频信息,并且该视频信息是连续、清晰的。在无线监控点,通常使用摄像头对现场情况进行实时采集,摄像头通过无线视频传输设备相连,并通过无线电波将数据信号发送到监控中心。

### 3. 实现方式

目前基本上是采用微波频段,可以分为专用视频无线图传设备、移动通信网络和无线局域网传输图像几类。

视频监控系统的图像传送使用的微波频段主要有 L 波段(0.9~1.7GHz)、S 波段(2.4~2.483GHz)、Ku 波段(10.95~11.75GHz)三种,控制信号可以通过超短波或较低频率的微波进行传送。由于微波传输要求视距传输,在传输中不能有物体遮挡,因此在高楼林立的城区远距离传送图像受到限制。为此开发了用于不同场合的中继设备,组成不同的微波传输系统。由于微波频带较宽,既可以传输模拟图像,也可以传输数字图像。借用移动(手机)通信方式只能传输数字图像。

#### 1) 专用视频无线图传设备

在不易施工布线的近距离场合,采用无线方式来传送视频图像是最合适的。无线视频传输由发射机、接收机及其天线组成,每对发射机和接收机有相同的频率,除传输图像外,还可传输声音。无线视频传输具有一定的穿透性,但在应用时是有限制的,如无线图传设备采用 2.4GHz 频率,一般只能传 200~300m,若试图通过增大功率来传得更远,则可能会因干扰正常的无线电通信而受到限制。微波视频传输可以是固定(基站)型,也可以是移动型(车载或个人携带)。

随着视频压缩技术的发展,网络视频技术实现了模拟视频的数字化处理,将连续的模

拟信号通过 A/D 芯片转换后交由专用数字信号处理器处理,并按照 IP 包的格式进行数据封装,以网络信号发送出去。这样在无线网络中的传输设备就被引进到视频监控系统当中。对于无线设备,它可以透明地传输网络视频信号,进而实现无线的网络视频传输。这方面的代表是无线微波扩频技术,主要的代表厂家是摩托罗拉。这种传输方式可以实现 54M 的汇聚带宽,传输距离可以达到几十千米,在林区监控、油田监控等一些特殊的应用现场应用广泛。

### 2) 移动通信网络

我国公用蜂窝数字移动通信网 GSM 通信系统采用 900MHz 频段,载频间隔为 200kHz。目前,中国移动 GPRS 的数据网络下行带宽能稳定在 20~22kb/s,中国联通 CDMA 的数据网络下行带宽能稳定在 40kb/s,因此只能传输经过压缩的数字图像,且清晰度与每秒帧数较低。

GPRS(General Packet Radio Service)是一种基于 GSM 系统的无线分组交换技术,提供端到端的、广域的无线 IP 连接。GPRS 对无线视频监控业务的主要贡献是提供一种方便的接入模式,用户只要在有手机信号的地方就可以通过 GPRS 模块接入网络。但它的缺点是带宽较小,只适合于低帧率、低画质视频的传输,主要面向个人用户。

3G(3rd Generation)指第三代移动通信技术。第三代手机是指将无线通信与国际互联网等多媒体通信结合的新一代移动通信系统。它能够处理图像、音乐、视频流等多种媒体形式,提供包括网页浏览、电话会议、电子商务等多种信息服务。为了提供这种服务,无线网络必须能够支持不同的数据传输速度,也就是说,在室内、室外和行车的环境中能够分别支持至少 2Mb/s、384kb/s 以及 144kb/s 的传输速度。

### 3) 无线局域网传输

无线局域网一般是通过 ISM(Industrial、Scientific、Medicine)频段,也就是开放给工业研究、科学研究、医疗等用途的频道,在规范的范围内可不经申请即可使用。FCC(Federal Communication Commission,美国联邦通信委员会)所规范的 ISM 频段分别有 900MHz、2.4GHz、5.8GHz 等,均属于微波频段。其中以 2.4GHz 的无线局域网最为普及,原因是 IEEE 802.11b 标准的制定,使得相关的 IC 因产量高而降低价格,进而得以普及。

## 5.2 视频监控系统的常用传输设备

视频监控数据传输设备常见的有同轴电缆、光端机、光纤收发器、交换机及路由器等有线和无线传输介质。

### 5.2.1 视频同轴电缆

视频同轴电缆也称为视频线或视频监控线,因为其主要是用来传输影像信号的一种电缆,多用于连接安防监控摄像头和现实终端(计算机或显示器等)。

#### 1. 标准及结构

视频同轴电缆采用 GB/T14864—1993 国家标准。视频同轴电缆先由两根同轴心、

相互绝缘的圆柱形金属导体构成基本单元(同轴对),再由单个或多个同轴对组成电缆。同轴电缆由里到外分为四层:中心铜线,塑料绝缘体,网状导电层和电线外皮。中心铜线和网状导电层形成电流回路。因为中心铜线和网状导电层为同轴关系而得名。

视频同轴电缆用作监控线使用,主要是因为它信号传输性能稳定,抗干扰性能也很强。它的机械性能也很稳定,阻抗均匀。

## 2. 种类

(1) SYWV 电缆,中文名称是物理发泡聚乙烯绝缘聚乙烯护套同轴电缆,有线数字电视使用的就是这种线。它的柔软性以及防潮性能不错,结构较为稳定,而且使用寿命长,所以有线电视视频线,可以使用 SYWV 电缆。

(2) SYV 电缆,中文名字是实芯聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套视频同轴电缆。和 SYWV 电缆类似,它也可以用作电视广播信号传输。此外,用作无线电通信信号传输也是可以的。它的抗干扰性以及防潮性都不错,寿命长而且是一种高传输电缆,传输距离随着它自身规格不同,从 100m 到 1500m 不等。

除此之外,还有 SYFF 电缆,它是氟塑料绝缘及护套的视频同轴电缆。

## 3. 特点

在实际工程中,为了延长传输距离,要使用同轴放大器。同轴放大器对视频信号具有一定的放大作用,并且还能通过均衡调整对不同频率成分分别进行不同大小的补偿,以使接收端输出的视频信号失真尽量小。但是,同轴放大器并不能无限制级联,一般在一个点到点系统中同轴放大器最多只能级联两个或三个,否则无法保证视频传输质量,并且调整起来也很困难。因此,在监控系统中使用同轴电缆时,为了保证有较好的图像质量,一般将传输距离范围限制在 400~500m。

另外,同轴电缆在监控系统中传输图像信号还存在着如下一些缺点。

- (1) 同轴电缆本身受气候变化影响大,图像质量受到一定影响;
- (2) 同轴电缆较粗,在密集监控应用时布线不太方便;
- (3) 同轴电缆一般只能传输视频信号,如果系统中需要同时传输控制数据、音频等信号时,则需要另外布线;
- (4) 同轴电缆抗干扰能力有限,无法应用于强干扰环境;
- (5) 同轴放大器还存在着调整困难的缺点。

### 5.2.2 光端机

光端机是光信号传输的终端设备。由于目前技术的提高,光纤价格的降低使它在各个领域得到很好的应用(主要体现在安防监控方面),因此各个光端机的厂家如雨后春笋般发展起来。但是这里的厂家大部分技术并不是完全成熟,开发新技术需要耗资和人力、物力等,这些生产厂家多是中小企业,各品牌也先后出现,但是质量上还是差不多的。国外的光端机好但是价格昂贵,因此,国内厂家把生产光端机转型出路了,用来满足国内需要。

#### 1. 原理

光传输系统由三部分组成:光源(光发送机),传输介质,检测器(光接收机)。按传输

信号划分,可分为数字传输系统和模拟传输系统。

在模拟传输系统中,是把输入信号变为传输信号的振幅(频率或相位)的连续变化。光纤的模拟传输系统是把光强进行模拟调制,其光源的调制功率随调制信号的幅度变化而变化。但由于光源的非线性较严重,因此其信噪比、传输距离和传输频率都十分有限。

数字传输系统是把输入的信号变换成用“1”和“0”表示的脉冲信号,并以它作为传输信号,在接收端再把它还原成原来的信息。这样光源的非线性对数字码流影响很小,再加上数字通信可以采用一些编码纠错的方法,且易于实现多路复用,因此数字传输系统占有很大的优势,并在很多地方得到了广泛的应用。

## 2. 分类

视频光端机在中国的发展是伴随着监控发展开始的,视频光端机就是把一到多路的模拟视频信号通过各种编码转换成光信号通过光纤介质来传输的设备,又分为模拟光端机和数字光端机。

### 1) 模拟光端机

模拟光端机采用了 PFM 调制技术实时传输图像信号。发射端将模拟视频信号先进行 PFM 调制后,再进行电-光转换,光信号传到接收端后,进行光-电转换,然后进行 PFM 解调,恢复出视频信号。由于采用了 PFM 调制技术,其传输距离能达到 50km 或者更远。通过使用波分复用技术,还可以在一根光纤上实现图像和数据信号的双向传输,满足监控工程的实际需求。这种模拟光端机也存在以下一些缺点。

- (1) 生产调试较困难;
- (2) 单根光纤实现多路图像传输较困难,性能会下降,这种模拟光端机一般只能做到单根光纤上传输 4 路图像;
- (3) 抗干扰能力差,受环境因素影响较大,有温漂;
- (4) 由于采用的是模拟调制解调技术,其稳定性不够高,随着使用时间的增加或环境特性的变化,光端机的性能也会发生变化,给工程使用带来一些不便。

### 2) 数字光端机

由于数字技术与传统的模拟技术相比在很多方面都具有明显的优势,所以正如数字技术在许多领域取代了模拟技术一样,光端机的数字化也是一种必然趋势。数字视频光端机主要有两种技术方式:一种是 MPEG II 图像压缩数字光端机,另一种是全数字非压缩视频光端机。

图像压缩数字光端机一般采用 MPEG II 图像压缩技术,它能将活动图像压缩成  $N \times 2\text{Mb/s}$  的数据流通过标准电信通信接口传输或者直接通过光纤传输。由于采用了图像压缩技术,它能大大降低信号传输带宽。

全数字非压缩视频光端机采用全数字无压缩技术,因此能支持任何高分辨率运动、静止图像无失真传输;克服了常规的模拟调频、调相、调幅光端机多路信号同时传输时交调干扰严重、容易受环境干扰影响、传输质量低劣、长期工作稳定性不高等缺点。并且支持音频双向、数据双向、开关量双向、以太网、电话等信号的并行传输,现场接线方便,即插即用。与传统的模拟光端机相比,数字光端机具有如下明显的优势。

- (1) 传输距离较长,可达 80km,甚至更远(120km);

- (2) 支持视频无损再生中继,因此可以采用多级传输模式;
- (3) 受环境干扰较小,传输质量高;
- (4) 支持的信号容量可达 16 路,甚至更多(32 路、64 路、128 路)。

### 3. 选型

从发送到光纤上的信号来分,光端机可分为基于模拟技术的模拟光端机和基于数字技术的数字光端机。模拟光端机的工作原理不外乎调制解调、滤波和信号混合等。不论是 LED 还是 LD,其光电调制特性都不是线性的,在信号传输过程中难免出现失真、干扰等模拟处理中不可避免的问题,且在大容量传输和多业务混合传输方面有难以克服的技术难点。

数字光端机的情况就不同了,光纤中只有“有光”和“无光”两种状态,因而对光源的线性要求不高或几乎没有要求,从而避免了信号在处理过程中的损失。另外,数字光端机比较容易实现多通道、多种信号的混合传输。由于都只转换为数字信号,借助 TDM(时分复用)技术就能很容易地实现多通道多种信号的传输。已有光端机生产厂商能够做到在一个波长通道上一次传输 10 路非压缩实时视频图像。

光纤网络拓扑方式决定了视频光端机类型。根据光纤传输网络拓扑形式,除可选择传统的点对点传输光端机外,还有结点式和环网式光端机可供选择。结点式视频光端机将前端各结点组成链网或树状网络,结点机在每个结点首先将信号接收下来,转换成电信号,再和本地结点的信号交换复用,光电转换后采用 WDM 技术复用到一条光纤上传输。在每个结点不进行模数转换,降低了信号衰减。

环网式光端机将各主要结点连成环网,并且通过光分支的形式还可以有星状分支,可以做到网络拓扑的随意性,具有全网信息共享等许多独特的功能。光纤网络是由多模或单模光缆组成,这就决定了选用多模端机还是单模端机。如果新建项目,建议优先使用综合业务光端机,单模光纤和单模光端机。相对于多模光纤,单模光纤传输距离更远、信息容量更大、速度更快。

视频光端机与光纤网络的接头可分为 FC、SC、ST、LC、D4、DIN、MU、MT 等,按光纤端面形状分为 FC、PC(包括 SPC 或 UPC)和 APC 等类型。目前应用最广泛的只有 FC、SC 和 ST 三种。一般长距离或大容量通信大多使用 FC 或 SC 型连接器,其优点是插入损失小、安装容易、稳定性高。其中又以 FC 接头更好,因为它采用螺纹紧固,能提供稳定可靠的连接。SC 接头是插拔式的,多次插拔之后接头的可靠性会降低。短距离信号传输则较多用 ST 型连接器,且多用于多模系统,因为其精度要求不高,成本也就较低。

用户在选择数字视频光端机时应注意它的视频带宽和 APL 范围。视频带宽要足够宽,如果视频带宽不足,监视画面细节部分就不够清晰,水平分辨率就低,严重的甚至会出现色彩失真或丢失。APL,即图像平均电平,是一种测量平均视频亮度电平并表示为最大的白电平的百分比的方法。当 APL 低时,图像就暗;当 APL 高时,图像就亮。

### 5.2.3 光纤及光纤收发器

光纤是光导纤维的简写,是一种由玻璃或塑料制成的纤维,可作为光传导工具,传输原理是光的全反射。前香港中文大学校长高锟和 George A. Hockham 首先提出光纤可

以用于通信传输的设想,高锟因此获得 2009 年诺贝尔物理学奖。

### 1. 原理

光纤收发器,是一种将短距离的双绞线电信号和长距离的光信号进行互换的以太网传输媒体转换单元,在很多地方也被称为光电转换器(Fiber Converter)。

### 2. 作用

光纤收发器一般应用在以太网电缆无法覆盖、必须使用光纤来延长传输距离的实际网络环境中,同时在帮助把光纤最后一千米线路连接到城域网和更外层的网络上也发挥了巨大的作用。有了光纤收发器,也为需要将系统从铜线升级到光纤,为缺少资金、人力或时间的用户提供了一种廉价的方案。光纤收发器的作用是,将要发送的电信号转换成光信号并发送出去,同时,能将接收到的光信号转换成电信号,输入到接收端。

### 3. 分类

国外和国内生产光纤收发器的厂商有很多,产品线也极为丰富,主要有深圳三旺通信、光路科技、瑞斯康达、烽火、博威、德胜、Netlink、迅捷、腾达等。为了保证与其他厂家的网卡、中继器、集线器和交换机等网络设备完全兼容,光纤收发器产品必须严格符合 10Base-T、100Base-TX、100Base-FX、IEEE 802.3 和 IEEE 802.3u 等以太网标准。除此之外,在 EMC 防电磁辐射方面应符合 FCC Part15。时下,由于国内各大运营商正在大力建设小区网、校园网和企业网,因此光纤收发器产品的用量也在不断提高,以更好地满足接入网的建设需要。

#### 1) 按性质分类

单模光纤收发器:传输距离为 20~120km。

多模光纤收发器:传输距离为 2~5km。

如 5km 光纤收发器的发射功率一般为 -20~-14dB,接收灵敏度为 -30dB,使用 1310nm 的波长;而 120km 光纤收发器的发射功率多为 -5~0dB,接收灵敏度为 -38dB,使用 1550nm 的波长。

#### 2) 按所需分类

单纤光纤收发器:接收发送的数据在一根光纤上传输。

双纤光纤收发器:接收发送的数据在一对光纤上传输。

顾名思义,单纤设备可以节省一半的光纤,即在一根光纤上实现数据的接收和发送,在光纤资源紧张的地方十分适用。这类产品采用了波分复用的技术,使用的波长多为 1310nm 和 1550nm。但由于单纤收发器产品没有统一的国际标准,因此不同厂商的产品在互连互通时可能会存在不兼容的情况。另外,由于使用了波分复用,单纤收发器产品普遍存在信号衰耗大的特点。

#### 3) 按工作层次/速率分类

100M 以太网光纤收发器:工作在物理层。

10/100M 自适应以太网光纤收发器:工作在数据链路层。

按工作层次/速率来分,可以分为单 10M、100M 的光纤收发器、10M/100M 自适应的光纤收发器和 1000M 光纤收发器以及 10M/100M/1000M 自适应收发器。其中,单 10M 和 100M 的收发器产品工作在物理层,在这一层工作的收发器产品是按位来转发数据的。

该转发方式具有转发速度快、通透率高、时延低等方面的优势,适合应用于速率固定的链路上。同时由于此类设备在正常通信前没有一个自协商的过程,因此在兼容性和稳定性方面做得更好。

#### 4) 按结构分类

桌面式(独立式)光纤收发器:独立式用户端设备。

机架式(模块化)光纤收发器:安装于16槽机箱,采用集中供电方式。

按结构来分,可以分为桌面式(独立式)光纤收发器和机架式光纤收发器。桌面式光纤收发器适合于单个用户使用,如满足楼道中单台交换机的上联。机架式(模块化)光纤收发器适用于多用户的汇聚,目前国内的机架多为16槽产品,即一个机架中最多可加插16个模块式光纤收发器。

#### 5) 按管理类型分类

非网管型以太网光纤收发器:即插即用,通过硬件拨码开关设置电口工作模式。

网管型以太网光纤收发器:支持电信级网络管理。

#### 6) 按网管分类

大多数运营商都希望自己网络中的所有设备均能做到可远程网管的程度,光纤收发器产品与交换机、路由器一样也在逐步向这个方向发展。对于可网管的光纤收发器,还可以细分为局端可网管和用户端可网管。局端可网管的光纤收发器主要是机架式产品,大多采用主从式的管理结构,主网管模块一方面需要轮询自己机架上的网管信息,另一方面还需收集所有从子架上的信息,然后汇总并提交给网管服务器。

用户端的网管主要可以分为三种方式:第一种是在局端和客户端设备之间运行特定的协议,协议负责向局端发送客户端的状态信息,通过局端设备的CPU来处理这些状态信息,并提交给网管服务器;第二种是局端的光纤收发器可以检测到光口上的光功率,因此当光路上出现问题时可根据光功率来判断是光纤上的问题还是用户端设备的故障;第三种是在用户端的光纤收发器上加装主控CPU,这样网管系统一方面可以监控到用户端设备的工作状态,另外还可以实现远程配置和远程重启。在这三种用户端网管方式中,前两种严格来说只是对用户端设备进行远程监控,而第三种才是真正的远程网管。但由于第三种方式在用户端添加了CPU,从而也增加了用户端设备的成本,因此在价格方面前两种方式会更具优势一些。随着运营商对设备网管的需求愈来愈多,相信光纤收发器的网管将日趋实用和智能。

#### 7) 按电源分类

内置电源光纤收发器:内置开关电源为电信级电源。

外置电源光纤收发器:外置变压器电源多使用在民用设备上。

#### 8) 按工作方式分类

全双工方式:是指当数据的发送和接收分流,分别由两根不同的传输线传送时,通信双方都能在同一时刻进行发送和接收操作,这样的传送方式就是全双工制。在全双工方式下,通信系统的每一端都设置了发送器和接收器,因此能控制数据同时在两个方向上传送。全双工方式无须进行方向的切换,因此没有切换操作所产生的时间延迟。

半双工方式:是指使用同一根传输线既接收又发送,虽然数据可以在两个方向上传

送,但通信双方不能同时收发数据,这样的传送方式就是半双工制。采用半双工方式时,通信系统每一端的发送器和接收器,通过收/发开关转接到通信线上,进行方向的切换,因此会产生时间延迟。

#### 4. 特点

光纤收发器通常具有以下基本特点。

- (1) 提供超低时延的数据传输。
- (2) 对网络协议完全透明。
- (3) 采用专用 ASIC 芯片实现数据线速转发。可编程 ASIC 将多项功能集中到一个芯片上,具有设计简单、可靠性高、电源消耗少等优点,能使设备得到更高的性能和更低的成本。
- (4) 机架型设备可提供热拔插功能,便于维护和无间断升级。
- (5) 可网管设备能提供网络诊断、升级、状态报告、异常情况报告及控制等功能,能提供完整的操作日志和报警日志。
- (6) 设备多采用 1+1 的电源设计,支持超宽电源电压,实现电源保护和自动切换。
- (7) 支持超宽的工作温度范围。
- (8) 支持齐全的传输距离(0~120km)。

#### 5. 优势

提到光纤收发器,人们常常不免会将光纤收发器与带光口的交换机进行比较,下面主要谈一下光纤收发器相对于光口交换机的优势。

首先,光纤收发器加普通交换机在价格上远远比光口交换机便宜,特别是有些光口交换机在加插光模块后会损失一个甚至几个电口,这样可以使运营商在很大程度上减少前期投资。

其次,由于交换机的光模块大多没有统一标准,因此光模块一旦损坏就需要从原厂商用相同的模块更换,这样给后期的维护带来很大的麻烦。但光纤收发器不同厂商的设备之间在互连互通上已没有问题,因此一旦损坏也可以用其他厂商的产品替代,维护起来非常容易。

还有,光纤收发器比光口交换机在传输距离上产品更加齐全。当然光口交换机在很多方面上也具有优势,如可统一管理、统一供电等,这里就不再讨论了。

#### 6. 发展趋势

光纤收发器产品在不断的发展和完善中,用户对设备也提出了很多新的要求。

首先,当今的光纤收发器产品还不够智能。举个例子,当光纤收发器的光路断掉后,大多数产品另一端的电口仍然会保持开启状态,因此上层设备如路由器、交换机等依然还是会继续向该电口发包,导致数据不可达。希望广大设备提供商能在光纤收发器上实现自动切换,当光路 DOWN 掉后,电口自动向上报警,并阻止上层设备继续向该端口发送数据,启用冗余链路以保证业务不中断。

其次,光纤收发器本身应能更好地适应实际的网络环境。在实际工程中,光纤收发器的使用场所多为楼道内或室外,供电情况十分复杂,这就需要各个厂商的设备最好能支持超宽的电源电压,以适应不稳定的供电状况。同时由于国内很多地区会出现超高温和超

低温的天气情况,雷击和电磁干扰的影响也是实际存在的,所有这些对收发器这种室外设备的影响都非常大,这就要求设备提供商在关键元器件的采用、电路板和焊接以及结构设计上都必须精心严格。

此外,在网管控制方面,用户大都希望所有网络设备能通过统一的网管平台来进行远程的管理,即能够将光纤收发器的 MIB 库导入到整个网管信息数据库中。因此在产品研发中需保证网管信息的标准化和兼容性。

光纤收发器在数据传输上打破了以太网电缆的百米局限性,依靠高性能的交换芯片和大容量的缓存,在真正实现无阻塞传输交换性能的同时,还提供了平衡流量、隔离冲突和检测差错等功能,保证数据传输时的高安全性和稳定性。因此在很长一段时间内光纤收发器产品仍将是实际网络组建中不可缺少的一部分,相信今后的光纤收发器会朝着高智能、高稳定性、可网管、低成本的方向继续发展。

#### 5.2.4 交换机及路由器

##### 1. 交换机

交换机(Switch)意为“开关”,是一种用于电(光)信号转发的网络设备。它可以为接入交换机的任意两个网络结点提供独享的电信号通路。最常见的交换机是以太网交换机,如图 5-1 所示。其他常见的还有电话语音交换机、光纤交换机等。



图 5-1 交换机

交换是按照通信两端传输信息的需要,用人工或设备自动完成的方法,把要传输的信息送到符合要求的相应路由上的技术的统称。交换机根据工作位置的不同,可以分为广域网交换机和局域网交换机。广域的交换机就是一种在通信系统中完成信息交换功能的设备,它应用在数据链路层。交换机有多个端口,每个端口都具有桥接功能,可以连接一个局域网或一台高性能服务器或工作站。实际上,交换机有时被称为多端口网桥。

在计算机网络系统中,交换概念的提出改进了共享工作模式。而 Hub 集线器就是一种物理层共享设备,Hub 本身不能识别 MAC 地址和 IP 地址,当同一局域网内的 A 主机给 B 主机传输数据时,数据包在以 Hub 为架构的网络上是以广播方式传输的,由每一台终端通过验证数据报头的 MAC 地址来确定是否接收。也就是说,在这种工作方式下,同一时刻网络上只能传输一组数据帧的通信,如果发生碰撞还得重试。这种方式就是共享网络带宽。通俗地说,普通交换机是不带管理功能的,一根进线,其他接口接到计算机上就可以了。

在今天,交换机更多以应用需求为导向,在选择方案和产品时用户还非常关心如何有效保证投资收益。在用户提出需求后,由系统集成商或厂商来为其需求提供相应的服务,然后再去选择相应的技术。这一点在网络方面表现得尤其明显,广大用户,不论是重点行业用户还是一般的企业用户,在应用 IT 技术方面更加明智,也更加稳健。此外,宽带的

广泛应用、大容量视频文件的不断涌现等都对网络传输的中枢——交换机的性能提出了新的要求。

据《2013—2018年中国交换机市场竞争格局及投资前景评估报告》中显示：随着网络的发展从技术驱动应用，转为从应用选择技术，网络的融合也从理论走向实践；网络的安全越来越受到重视。而交换网络的智能化提供了解决这些问题的方法。网络将在综合应用、速度和覆盖范围等方面继续发展。

### 1) 原理

交换机工作于 OSI 参考模型的第二层，即数据链路层。交换机内部的 CPU 会在每个端口成功连接时，通过将 MAC 地址和端口对应，形成一张 MAC 表。在今后的通信中，发往该 MAC 地址的数据包将仅送往其对应的端口，而不是所有的端口。因此，交换机可用于划分数据链路层广播，即冲突域；但它不能划分网络层广播，即广播域。

交换机拥有一条很高带宽的背部总线和内部交换矩阵。交换机的所有端口都挂接在这条背部总线上，控制电路收到数据包以后，处理端口会查找内存中的地址对照表以确定目的 MAC（网卡的硬件地址）的 NIC（网卡）挂接在哪个端口上，通过内部交换矩阵迅速将数据包传送到目的端口。目的 MAC 若不存在，将广播到所有的端口，接收端口回应后交换机会“学习”新的 MAC 地址，并把它添加到内部 MAC 地址表中。使用交换机也可以把网络“分段”，通过对照 IP 地址表，交换机只允许必要的网络流量通过交换机。通过交换机的过滤和转发，可以有效地减少冲突域，但它不能划分网络层广播，即广播域。

### 2) 端口

交换机在同一时刻可进行多个端口对之间的数据传输。每一端口都可视为独立的物理网段（注：非 IP 网段），连接在其上的网络设备独自享有全部的带宽，无须同其他设备竞争使用。当结点 A 向结点 D 发送数据时，结点 B 可同时向结点 C 发送数据，而且这两个传输都享有网络的全部带宽，都有着自己的虚拟连接。假使这里使用的是 10Mb/s 的以太网交换机，那么该交换机这时的总流量就等于  $2 \times 10\text{Mb/s} = 20\text{Mb/s}$ ，而使用 10Mb/s 的共享式 Hub 时，一个 Hub 的总流量也不会超出 10Mb/s。总之，交换机是一种基于 MAC 地址识别，能完成封装转发数据帧功能的网络设备。交换机可以“学习” MAC 地址，并把其存放在内部地址表中，通过在数据帧的始发者和目标接收者之间建立临时的交换路径，使数据帧直接由源地址到达目的地址。

### 3) 传输

交换机的传输模式有全双工，半双工，全双工/半双工自适应三种。

交换机的全双工是指交换机在发送数据的同时也能够接收数据，两者同步进行，这好像我们平时打电话一样，说话的同时也能够听到对方的声音。交换机都支持全双工。全双工的好处在于延迟小，速度快。

提到全双工，就不能不提与之密切对应的另一个概念，那就是“半双工”，半双工就是指一个时间段内只有一个动作发生。举个简单例子，一条窄窄的马路，同时只能有一辆车通过，当有两辆车对开，这种情况下就只能一辆先过，等开到头后另一辆再开。这个例子就形象地说明了半双工的原理。早期的对讲机，以及早期集线器等设备都是实行半双工的产品。随着技术的不断进步，半双工会逐渐退出历史舞台。

## 2. 路由器

路由器(Router)是连接因特网中各局域网、广域网的设备,它会根据信道的情况自动选择和设定路由,以最佳路径,按前后顺序发送信号。路由器是互联网络的枢纽,类似于“交通警察”。目前,路由器已经广泛应用于各行各业,各种不同档次的产品已成为实现各种骨干网内部连接、骨干网间互联和骨干网与互联网互联互通业务的主力军。路由器和交换机之间的主要区别就是交换机发生在 OSI 参考模型第二层(数据链路层),而路由器发生在第三层,即网络层。这一区别决定了路由器和交换机在移动信息的过程中需使用不同的控制信息,所以说两者实现各自功能的方式是不同的。

路由和交换机之间的主要区别就是交换机发生在 OSI 参考模型第二层(数据链路层),而路由发生在第三层,即网络层。这一区别决定了路由和交换机在移动信息的过程中需使用不同的控制信息,所以说两者实现各自功能的方式是不同的。

### 1) 原理

路由器分为本地路由器和远程路由器。本地路由器是用来连接网络传输介质的,如光纤、同轴电缆、双绞线;远程路由器是用来连接远程传输介质的,并要求相应的设备,如电话线要配调制解调器,无线要通过无线接收机、发射机。

路由器是互联网的主要结点设备。路由器通过路由决定数据的转发。转发策略称为路由选择,这也是路由器名称的由来。作为不同网络之间互相连接的枢纽,路由器系统构成了基于 TCP/IP 的国际互联网 Internet 的主体脉络,也可以说,路由器构成了 Internet 的骨架。它的处理速度是网络通信的主要瓶颈之一,它的可靠性则直接影响着网络互联的质量。因此,在园区网、地区网乃至整个 Internet 研究领域,路由器技术始终处于核心地位,其发展历程和方向,成为整个 Internet 研究的一个缩影。在当前我国网络基础建设和信息建设方兴未艾之际,探讨路由器在互联网络中的作用、地位及其发展方向,对于国内的网络技术研究、网络建设,以及明确网络市场上对于路由器和网络互联的各种似是而非的概念,都有重要的意义。

交换路由器产品,从本质上来说并不是什么新技术,而是为了提高通信能力,把交换机的原理组合到路由器中,使数据传输能力更快、更好。

### 2) 作用功能

#### (1) 连通不同的网络。

从过滤网络流量的角度来看,路由器的作用与交换机和网桥非常相似。

但是与工作在网络物理层,从物理上划分网段的交换机不同,路由器使用专门的软件协议从逻辑上对整个网络进行划分。例如,一台支持 IP 协议的路由器可以把网络划分成多个子网段,只有指向特殊 IP 地址的网络流量才可以通过路由器。对于每一个接收到的数据包,路由器都会重新计算其校验值,并写入新的物理地址。因此,使用路由器转发和过滤数据的速度往往要比只查看数据包物理地址的交换机慢。但是,对于那些结构复杂的网络,使用路由器可以提高网络的整体效率。路由器的另外一个明显优势就是可以自动过滤网络广播。总体上说,在网络中添加路由器的整个安装过程要比即插即用的交换机复杂很多。

## (2) 信息传输。

有的路由器仅支持单一协议,但大部分路由器可以支持多种协议的传输,即多协议路由器。由于每一种协议都有自己的规则,要在一个路由器中完成多种协议的算法,势必会降低路由器的性能。路由器的主要工作就是为经过路由器的每个数据帧寻找一条最佳传输路径,并将该数据有效地传送到目的站点。由此可见,选择最佳路径的策略即路由算法是路由器的关键所在。为了完成这项工作,在路由器中保存着各种传输路径的相关数据——路径表(Routing Table),供路由选择时使用。路径表中保存着子网的标志信息、网上路由器的个数和下一个路由器的名字等内容。路径表可以是由系统管理员固定设置好的。

静态路由表:由系统管理员事先设置好固定的路径表称为静态路由表。

动态路由表:动态路由表是路由器根据网络系统的运行情况而自动调整的路由表。

## 3) 工作示例

(1) 工作站 A 将工作站 B 的地址 12.0.0.5 连同数据信息以数据包的形式发送给路由器 1。

(2) 路由器 1 收到工作站 A 的数据包后,先从包头中取出地址 12.0.0.5,并根据路径表计算出发往工作站 B 的最佳路径 R1→R2→R5→B;并将数据包发往路由器 2。

(3) 路由器 2 重复路由器 1 的工作,并将数据包转发给路由器 5。

(4) 路由器 5 同样取出目的地址,发现 12.0.0.5 就在该路由器所连接的网段上,于是将该数据包直接交给工作站 B。

(5) 工作站 B 收到工作站 A 的数据包,一次通信过程宣告结束。

## 5.3 网络视频传输技术

目前传统的数据格式如文本、图像和图形已被数字化,可通过网络存储、传送和表现。而视频等连续媒体由于其特有的属性决定了其在网络中传输时需要采用一些特定的技术,如视频传输技术、视频流控制技术、带宽技术等。

### 5.3.1 网络视频监控的系统架构

网络视频监控的系统架构主要包括四个组成部分:音视频数据采集部分、音视频数据传输部分、数据存储部分和终端监视控制部分。不同部分通过网络实现连接和数据交换,共同完成视频监控的业务流程。各组成部分的具体功能如下。

#### 1. 音视频数据采集部分

该部分的主要功能是获取监控对象的图像和声音信息,并将获取到的模拟信号转换为可以在网络中传输的数字信号,并经过适当的编码,对音视频数据进行压缩,从而减轻网络的传输压力。该部分主要包括音视频模拟图像获取设备、各类型报警设备、摄像机控制设备、语音设备、编码设备等。图像获取设备主要是指摄像机,包括两种类型,一种是高清网络摄像机,另一种是传统的模拟摄像机。

## 2. 音视频数据传输部分

该部分主要是依托网络连接设备和传输设备实现监控数据的传输和转发。综合考虑数据传输的需要和建设的成本,在传输线路的构建方面采用按需构建的原则,720P 分辨率的监控视频推荐传输带宽为 2Mb/s,而 D1 画质的监控视频传输带宽推荐为 1Mb/s,根据实际的应用需求,分支区域采用网线作为传输设备,而对于主干网络以及视频监控中心与传输设备之间的连接线路,采用光纤作为传输设备。在交换机等网络连接设备的选择与部署方面,对于不同厂区内不同区域的汇集结点,采用数据交换能力较高的交换机,以提高突发并发大数据量的处理能力,而中心交换机则采用背板和包转率较高的千兆交换机。此外,根据监控业务的实际需求,在系统承载网络的构建方面,采用专网新建与现有网络利用相结合的方式,将视频监控系统的网络与厂区内目前现有的网络融为一体,也为不同信息管理系统之间的关联应用构建基础。

## 3. 数据存储部分

由于高清网络摄像头获取的音视频数据量较大,而且厂区内有多个视频监控点,很可能出现多路数据同时写入的情况。同时,位于不同位置的监控中心也需要对存储设备中的音视频数据进行提取和回放,形成多路同时读取数据的情况。因此,对于数据存储部分的设计必须要能够支持高速率的数据吞吐能力。传统的磁盘存储设备已经无法满足高清网络监控系统的数据处理和存储要求,而先进的 SAN 存储系统或者 DAN 存储系统虽然具有良好的性能,能够满足音视频监控数据的存储,但是成本较高,而且在一些功能方面,如文件级的数据共享等方面有所欠缺。因此,本系统采用了基于 Nexsan 视频集中存储的解决方案,在其内部采用 SATA 硬盘构成存储体,可支持多种 RAID 方式,具有高性价比,高可靠性,高存储密度等优点,采用集中式管理方式,维护较为方便。

## 4. 终端监视控制部分

该部分的主要功能是为用户提供监控中心软件,使用户能够根据业务逻辑对视频监控系统进行控制和操作。该部分主要包括音视频解码设备、监视器墙、控制软件等设备。音视频解码设备主要是将传输来的音视频数据经过解码后转换为可播放的流媒体,以便于在监视墙上显示。控制软件接受用户的输入和操作,将控制指令通过网络发送到远端的音视频采集设备,从而调整设备的参数,以及工作模式。监控中心软件采用面向服务的架构模式设计开发并部署,整体上采用浏览器/服务器和客户端/服务器相结合的方式,监控中心的人员通过客户端软件实现对网络视频监控系统所有功能的使用,而一般人员经过权限认证后,可以在任意一台计算机上,通过浏览器实现对监控功能的简单调用。

### 5.3.2 网络视频传输协议

#### 1. RTP

RTP(Real-time Transport Protocol)是用于 Internet 上针对多媒体数据流的一种传输层协议。RTP 详细说明了在互联网上传递音频和视频的标准数据包格式。RTP 常用于流媒体系统(配合 RTCP)、视频会议和一键通(Push to Talk)系统(配合 H. 323 或 SIP),使它成为 IP 电话产业的技术基础。RTP 和 RTCP 一起使用,而且它是建立在 UDP 上的。

RTP 本身并没有提供按时发送机制或其他服务质量(QoS)保证,它依赖于网络应用程序去实现这一过程。RTP 并不保证传送或防止无序传送,也不确定底层网络的可靠性。RTP 实行有序传送,RTP 中的序列号允许接收方重组发送方的包序列,同时序列号也能用于决定适当的包位置,例如,在视频解码中,就不需要顺序解码。

## 2. RTCP

实时传输控制协议(Real-time Transport Control Protocol 或 RTP Control Protocol, RTCP)是实时传输协议(RTP)的一个姐妹协议。RTCP 为 RTP 媒体流提供信道外控制。RTCP 本身并不传输数据,但和 RTP 一起协作将多媒体数据打包和发送。RTCP 定期在多媒体流会话参加者之间传输控制数据。RTCP 的主要功能是为 RTP 所提供的服务质量(Quality of Service, QoS)提供反馈。

RTCP 收集相关媒体连接的统计信息,例如,传输字节数,传输分组数,丢失分组数, jitter,单向和双向网络延迟等。网络应用程序可以利用 RTCP 所提供的信息提高服务质量,比如限制信息流量或改用压缩比较小的编解码器。RTCP 本身不提供数据加密或身份认证,SRTP 可以用于此类用途。

## 3. SRTP & SRTCP

安全实时传输协议(Secure Real-time Transport Protocol, SRTP)是在实时传输协议(Real-time Transport Protocol, RTP)基础上所定义的一个协议,旨在为单播和多播应用程序中的实时传输协议的数据提供加密、消息认证、完整性保护和重放保护。它是由 David Oran(思科)和 Rolf Blom(爱立信)开发的,并最早由 IETF 于 2004 年 3 月作为 RFC 3711 发布。

由于实时传输协议和可以被用来控制实时传输协议的实时传输控制协议(RTP Control Protocol, RTCP)有着紧密的联系,安全实时传输协议同样也有一个伴生协议,称为安全实时传输控制协议(Secure RTCP, SRTCP)。安全实时传输控制协议为实时传输控制协议提供类似的与安全有关的特性,就像安全实时传输协议为实时传输协议提供的那些一样。

在使用实时传输协议或实时传输控制协议时,使不使用安全实时传输协议或安全实时传输控制协议是可选的;但即使使用了安全实时传输协议或安全实时传输控制协议,所有它们提供的特性(如加密和认证)也都是可选的,这些特性可以被独立地使用或禁用。唯一的例外是在使用安全实时传输控制协议时,必须要用到其消息认证特性。

## 4. RTSP

RTSP(Real Time Streaming Protocol)是用来控制声音或影像的多媒体串流协议,

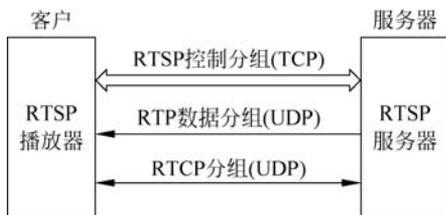


图 5-2 RTSP 和 RTP 的关系示意图

并允许同时多个串流需求控制。传输时所用的网络通信协定并不在其定义的范围内,服务器端可以自行选择使用 TCP 或 UDP 来传送串流内容。它的语法和运作与 HTTP 1.1 类似,但并不特别强调时间同步,所以比较能容忍网络延迟。如图 5-2 所示是 RTSP 和 RTP 的关系示意图。

## 5. SIP

SIP 会话使用多达四个主要组件：SIP 用户代理、SIP 注册服务器、SIP 代理服务器和 SIP 重定向服务器。这些系统通过传输包括 SDP(用于定义消息的内容和特点)的消息来完成 SIP 会话。下面概括性地介绍各个 SIP 组件及其在此过程中的作用。

(1) SIP 用户代理(UA)是终端用户设备,如用于创建和管理 SIP 会话的移动电话、多媒体手持设备、PC、PDA 等。用户代理客户机发出消息。用户代理服务器对消息进行响应。

(2) SIP 注册服务器是包含域中所有用户代理的位置的数据库。在 SIP 通信中,这些服务器会检索参与方的 IP 地址和其他相关信息,并将其发送到 SIP 代理服务器。

(3) SIP 代理服务器接受 SIP UA 的会话请求并查询 SIP 注册服务器,获取收件方 UA 的地址信息。然后,它将会话邀请信息直接转发给收件方 UA(如果它位于同一域中)或代理服务器(如果 UA 位于另一域中)。

(4) SIP 重定向服务器允许 SIP 代理服务器将 SIP 会话邀请信息定向到外部域。SIP 重定向服务器可以与 SIP 注册服务器和 SIP 代理服务器同在一个硬件上。

如图 5-3 所示是一个典型的 SIP 会话。

以下几个情景说明了 SIP 组件之间如何进行协调以在同一个域和不同域中的 UA 之间建立 SIP 会话。

### 1) 在同一域中建立 SIP 会话

如图 5-4 所示,说明了在预订同一个 ISP 从而使用同一个域的两个用户之间建立 SIP 会话的过程。用户 A 使用 SIP 电话,用户 B 有一台 PC,运行支持语音和视频的客户程序软件。加电后,两个用户都在 ISP 网络中的 SIP 代理服务器上注册了他们的空闲情况和 IP 地址。用户 A 发起此呼叫,告诉 SIP 代理服务器要联系用户 B。然后,SIP 代理服务器向 SIP 注册服务器发出请求,要求提供用户 B 的 IP 地址,并收到用户 B 的 IP 地址。SIP 代理服务器转发用户 A 与用户 B 进行通信的邀请信息(使用 SDP),包括用户 A 要使用的媒体。用户 B 通知 SIP 代理服务器可以接受用户 A 的邀请,且已做好接收消息的准备。SIP 代理服务器将此消息传达给用户 A,从而建立 SIP 会话。然后,用户创建一个点到点 RTP 连接,实现用户间的交互通信。

### 2) 在不同的域中建立 SIP 会话

本情景与第一种情景的不同之处如下。用户 A 邀请正在使用多媒体手持设备的用户 B 进行 SIP 会话时,域 A 中的 SIP 代理服务器辨别出用户 B 不在同一个域中。然后,SIP 代理服务器在 SIP 重定向服务器上查询用户 B 的 IP 地址。SIP 重定向服务器既可

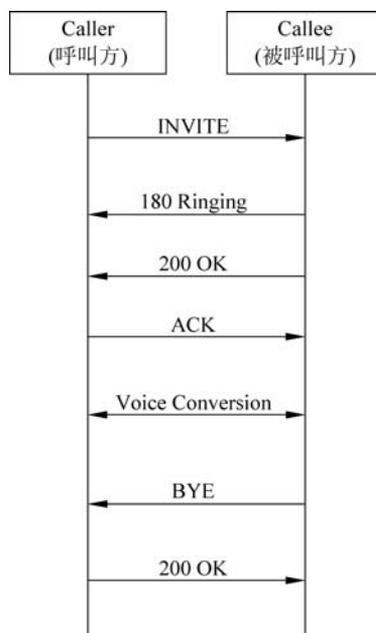


图 5-3 典型的 SIP 会话示意图

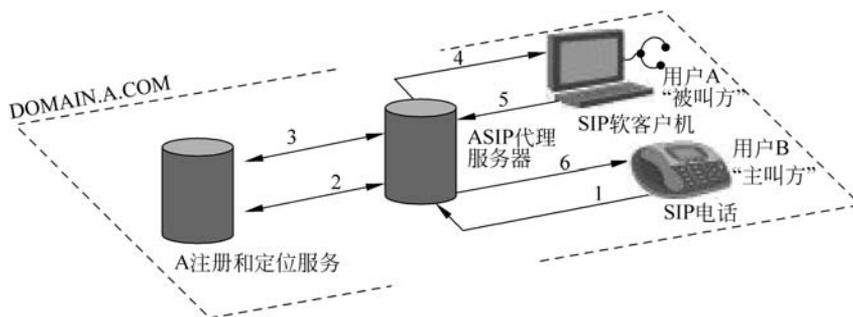


图 5-4 使用同一个域的两个用户之间建立 SIP 会话的过程示意图

在域 A 中,也可在域 B 中,也可既在域 A 中又在域 B 中。SIP 重定向服务器将用户 B 的联系信息反馈给 SIP 代理服务器,该服务器再将 SIP 会话邀请信息转发给域 B 中的 SIP 代理服务器。域 B 中的 SIP 代理服务器将用户 A 的邀请信息发送给用户 B。用户 B 再沿邀请信息经由的同一路径转发接受邀请的信息。

## 6. SDP

SDP 用于描述多媒体通信会话,包括会话建立、会话请求和参数协商。SDP 不用于传输媒体数据,只能用于两个通信终端的参数协商,包括媒体类型、格式以及所有其他和会话相关的属性。SDP 以字符串的形式描述上述初始化参数。

## 7. 总结

就如同它们的名字所表示的那样,SIP 用于初始化一个 Session,并负责传输 SDP 包;而 SDP 包中描述了一个 Session 中包含哪些媒体数据、邀请的人等;当需要被邀请的人都通过各自的终端设备被通知到后,就可以使用 RTSP 来控制特定 Media 的通信,比如 RTSP 控制信息要求开始 Video 的播放,那么就开始使用 RTP(或者 TCP)实时传输数据,在传输过程中,RTCP 要负责 QoS 等。

### 5.3.3 媒体分发技术

随着 Internet 的日趋普及和信息传输技术的快速发展,Internet 上的传输内容已逐渐由单纯的文字传输转变成为包含文本、音频、视频的多媒体数据传输,这样的改变不仅使 Internet 使用者能获得更为丰富多样的信息,同时也代表着多媒体网络时代的来临。以前,多媒体文件需要从服务器上下载后才能播放。由于多媒体文件一般都比较,下载整个文件往往需要很长的时间,限制了人们在互联网上使用多媒体数据进行交流。面对有限的带宽和拥挤的拨号网络,要实时实现窄带网络的视频、音频传输,最好的解决方案就是采用流式媒体的传输方式。流媒体应用的一个最大的好处是用户不需要花费很长时间将多媒体数据全部下载到本地后才能播放,而只需将开始几秒的数据先下载到本地的缓冲区中就可以开始播放了。流媒体的特点是数据量大,传输持续时间长,并且对延迟、抖动、丢包率、带宽等 QoS 指标要求严格,在当前的因特网上构建大规模的性价比高的流媒体系统是一个具有挑战性的工作。

因特网上的传统流媒体系统是基于 Client/Server 模式的,一般包括一台或多台服务

器,若干客户机。我们将系统能同时服务的客户总数称为系统容量,C/S模式的流媒体系统容量主要是由服务器端的网络输出带宽决定的,有时服务器的处理能力、内存大小、I/O速率也影响到系统的容量。在C/S模式下,由于传输流媒体占用的带宽大,持续时间长,而服务器端可利用的网络带宽有限,所以即使是使用高档服务器,其系统容量也不过几百个客户,根本就不具有经济规模性。另外,由于因特网不能保证QoS,如果客户机距服务器较远,则流媒体传输过程中的延迟、抖动、带宽、丢包率等指标也将更加不确定,服务器为每一个客户都要单独发送一次流媒体内容,从而网络资源的消耗也十分巨大。对此,业界相继提出了多种解决方案,比较重要的有内容分发网络(Content Delivery Network, CDN)和IP组播(IP Multicast),以及对等网络(P2P)内容分发方式等。

## 1. CDN

### 1) CDN概述

CDN(Content Delivery Network,内容分发网络)的目的是通过在现有的Internet中增加一层新的网络架构,将网站的内容发布到最接近用户的网络边缘,使用户可以就近取得所需的内容,解决Internet拥挤的状况,提高用户访问网站的响应速度,从技术上全面解决由于网络带宽小、用户访问量大、网点分布不均等原因所造成的用户访问网站响应速度慢的问题。

实际上,CDN是一种新型的网络构建方式,它是为能在传统的IP网发布宽带丰富媒体而特别优化的网络覆盖层;而从广义的角度,CDN代表了一种基于质量与秩序的网络服务模式。简单地说,CDN是一个经策略性部署的整体系统,包括分布式存储、负载均衡、网络请求的重定向和内容管理4个要件,而内容管理和全局的网络流量管理(Traffic Management)是CDN的核心所在。通过用户就近性和服务器负载的判断,CDN可确保内容以一种极为高效的方式为用户的请求提供服务。总的来说,内容服务基于缓存服务器,也称作代理缓存,它位于网络的边缘,距用户仅有“一跳”之遥。同时,代理缓存是内容提供商源服务器(通常位于CDN服务提供商的数据中心)的一个透明镜像。这样的架构使得CDN服务提供商能够代表他们的客户,即内容供应商,向最终用户提供尽可能好的体验,而这些用户是不能容忍请求响应时间有任何延迟的。据统计,采用CDN技术,能处理整个网站页面的70%~95%的内容访问量,减轻服务器的压力,提升了网站的性能和可扩展性。

与目前现有的内容发布模式相比较,CDN强调了网络在内容发布中的重要性。通过引入主动的内容管理层和全局负载均衡,CDN从根本上区别于传统的内容发布模式。在传统的内容发布模式中,内容的发布由ICP的应用服务器完成,而网络只表现为一个透明的数据传输通道,这种透明性表现在网络的质量保证仅停留在数据包层面,而不能根据内容对象的不同区分服务质量。此外,由于IP网的“尽力而为”的特性使得其质量保证是依靠在用户和应用服务器之间端到端地提供充分的、远大于实际所需的带宽通量来实现的。在这样的内容发布模式下,不仅大量宝贵的骨干带宽被占用,同时ICP的应用服务器的负载也变得非常严重,而且不可预计。当发生一些热点事件和出现浪涌流量时,会产生局部热点效应,从而使应用服务器过载退出服务。这种基于中心的应用服务器的内容发布模式的另外一个缺陷在于个性化服务的缺失和对宽带服务价值链的扭曲,内容提

供商承担了他们不该干也干不好的内容发布服务。

纵观整个宽带服务的价值链,内容提供商和用户位于整个价值链的两端,中间依靠网络服务提供商将其串接起来。随着互联网工业的成熟和商业模式的变革,在这条价值链上的角色越来越多也越来越细分,比如内容/应用的运营商、托管服务提供商、骨干网络服务提供商、接入服务提供商等。在这一条价值链上的每一个角色都要分工合作、各司其职才能为客户提供良好的服务,从而带来多赢的局面。从内容与网络的结合模式上看,内容的发布已经走过了 ICP 的内容(应用)服务器和 IDC 这两个阶段。IDC 的热潮也催生了托管服务提供商这一角色。但是,IDC 并不能解决内容的有效发布问题。内容位于网络的中心并不能解决骨干带宽的占用和建立 IP 网络上的流量秩序。因此将内容推到网络的边缘,为用户提供就近性的边缘服务,从而保证服务的质量和整个网络上的访问秩序就成了一种显而易见的选择。而这就是内容发布网(CDN)服务模式。CDN 的建立解决了困扰内容运营商的内容“集中与分散”的两难选择,无疑对于构建良好的互联网价值链是有价值的,也是不可或缺的最优网站加速服务。

### 2) CDN 的应用

利用 CDN,视频网站无须投资昂贵的各类服务器、设立分站点,只需要应用 CDN 网络,把内容复制到网络的边缘,使内容请求点和交付点之间的距离缩至最小,从而促进 Web 站点性能的提高。

CDN 网络的建设主要有企业建设的 CDN 网络,为企业服务;IDC 的 CDN 网络,主要服务于 IDC 和增值服务;网络运营上主建的 CDN 网络,主要提供内容推送服务;CDN 网络服务商,专门建设的 CDN 用于做服务,用户通过与 CDN 机构进行合作,CDN 负责信息传递工作,保证信息正常传输,维护传送网络,而网站只需要内容维护,不再需要考虑流量问题。

CDN 能够为网络的快速、安全、稳定、可扩展等方面提供保障。

### 3) CDN 的技术原理

传统未加缓存服务的访问过程如图 5-5 所示。

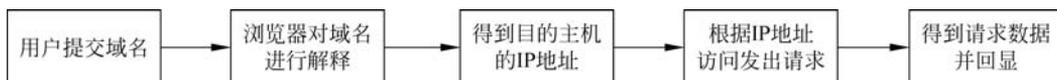


图 5-5 用户访问过程流程图

用户访问未使用 CDN 缓存网站的过程如下。

- (1) 用户向浏览器提供要访问的域名;
- (2) 浏览器调用域名解析函数库对域名进行解析,以得到此域名对应的 IP 地址;
- (3) 浏览器使用所得到的 IP 地址,域名的服务主机发出数据访问请求;
- (4) 浏览器根据域名主机返回的数据显示网页的内容。

通过以上四个步骤,浏览器完成从用户处接收用户要访问的域名到从域名服务主机处获取数据的整个过程。

CDN 是在用户和服务器之间增加 Cache 层,如何将用户的请求引导到 Cache 上获得

源服务器的数据,主要是通过接管 DNS 实现的。下面看看访问使用 CDN 缓存后的网站的访问过程,如图 5-6 所示。

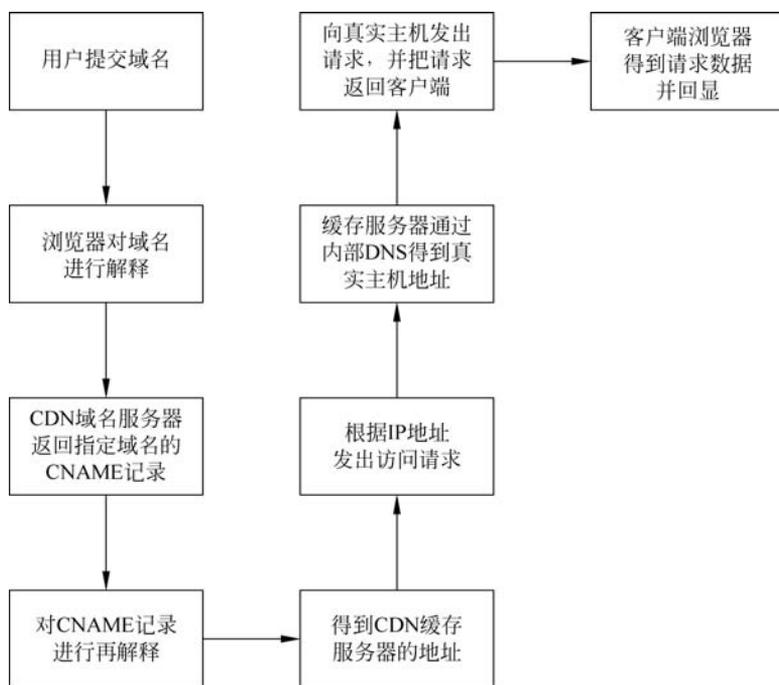


图 5-6 使用 CDN 缓存后用户访问流程图

通过图 5-6 可以了解到,使用了 CDN 缓存后的网站的访问过程如下。

- (1) 用户向浏览器提供要访问的域名。
- (2) 浏览器调用域名解析库对域名进行解析,由于 CDN 对域名解析过程进行了调整,所以解析函数库一般得到的是该域名对应的 CNAME 记录。
- (3) 为了得到实际的 IP 地址,浏览器需要再次对获得的 CNAME 域名进行解析以得到实际的 IP 地址;在此过程中,使用全局负载均衡 DNS 解析,如根据地理位置信息解析对应的 IP 地址,使得用户能就近访问。
- (4) 此次解析得到 CDN 缓存服务器的 IP 地址,浏览器在得到实际的 IP 地址以后,向缓存服务器发出访问请求。
- (5) 缓存服务器根据浏览器提供的要访问的域名,通过 Cache 内部专用 DNS 解析得到此域名的实际 IP 地址,再由缓存服务器向此实际 IP 地址提交访问请求。
- (6) 缓存服务器从实际 IP 地址得到内容以后,一方面在本地进行保存,以备以后使用,另一方面把获取的数据返回给客户端,完成数据服务过程。
- (7) 客户端得到由缓存服务器返回的数据以后显示出来并完成整个浏览的数据请求过程。

通过以上分析,为了实现既要对普通用户透明(即加入缓存以后用户客户端无须进行任何设置,直接使用被加速网站原有的域名即可访问),又要在为指定的网站提供加速服

务的同时降低对 ICP 的影响,只要修改整个访问过程中的域名解析部分。下面是 CDN 网络实现的具体操作过程。

作为 ICP,只需要把域名解释权交给 CDN 运营商,其他方面不需要进行任何的修改。操作时,ICP 修改自己域名的解析记录,一般用 CNAME 方式指向 CDN 网络 Cache 服务器的地址。

作为 CDN 运营商,首先需要为 ICP 的域名提供公开的解析,为了实现 sortlist,一般是把 ICP 的域名解释结果指向一个 CNAME 记录。

当需要进行 sortlist 时,CDN 运营商可以利用 DNS 对 CNAME 指向的域名解析过程进行特殊处理,使 DNS 服务器在接收到客户端请求时可以根据客户端的 IP 地址,返回相同域名的不同 IP 地址。

由于从 CNAME 获得了 IP 地址,并且带有 hostname 信息,请求到达 Cache 之后,Cache 必须知道源服务器的 IP 地址,所以在 CDN 运营商内部维护一个内部 DNS 服务器,用于解释用户所访问的域名的真实 IP 地址。

在维护内部 DNS 服务器时,还需要维护一台授权服务器,控制哪些域名可以进行缓存,而哪些又不进行缓存,以免发生开放代理的情况。

#### 4) CDN 的网络架构

CDN 网络架构主要有两大部分,即中心和边缘。中心指 CDN 网管中心和 DNS 重定向解析中心,负责全局负载均衡,设备系统安装在管理中心机房;边缘主要指异地结点。CDN 分发的载体,主要由 Cache 和负载均衡器等组成。

当用户访问加入 CDN 服务的网站时,域名解析请求将最终交给全局负载均衡 DNS 进行处理。全局负载均衡 DNS 通过一组预先定义好的策略,将当时最接近用户的结点地址提供给用户,使用户能够得到快速的服务。同时,它还与分布在世界各地的所有 CDNC 结点保持通信,搜集各结点的通信状态,确保不将用户的请求分配到不可用的 CDN 结点上,实际上是通过 DNS 做全局负载均衡。

对于普通的 Internet 用户来讲,每个 CDN 结点就相当于一个放置在它周围的 Web。通过全局负载均衡 DNS 的控制,用户的请求被透明地指向离他最近的结点,结点中 CDN 服务器会像网站的原始服务器一样,响应用户的请求。由于它离用户更近,因而响应时间必然更快。

每个 CDN 结点由两部分组成:负载均衡设备和高速缓存服务器。

负载均衡设备负责每个结点中各个 Cache 的负载均衡,保证结点的工作效率;同时,负载均衡设备还负责收集结点与周围环境的信息,保持与全局负载 DNS 的通信,实现整个系统的负载均衡。

高速缓存服务器(Cache)负责存储客户网站的大量信息,就像一个靠近用户的网站服务器一样响应本地用户的访问请求。

CDN 的管理系统是整个系统能够正常运转的保证。它不仅能对系统中的各个子系统和设备进行实时监控,对各种故障产生相应的告警,还可以实时监测到系统中总的流量和各结点的流量,并保存在系统的数据库中,使网管人员能够方便地进行进一步分析。通过完善的网管系统,用户可以对系统配置进行修改。

理论上,最简单的 CDN 网络有一个负责全局负载均衡的 DNS 和各结点一台 Cache,即可运行。DNS 支持根据用户源 IP 地址解析不同的 IP,实现就近访问。为了保证高可用性等,需要监视各结点的流量、健康状况等。一个结点的单台 Cache 承载数量不够时,才需要多台 Cache,多台 Cache 同时工作时,才需要负载均衡器,使 Cache 群协同工作。

## 2. P2P

基于 P2P 的流媒体技术是一项非常有前途的技术,该技术不需要互联网、路由器和网络基础设施的支持,因此性价比高且易于部署。流媒体用户不只是下载流媒体数据,而且还把数据上传给其他用户,因此,这种方法可以扩大用户组的规模,且需求越多,资源也越多。

由于视频流服务对带宽资源的要求高、服务时间长,使得在线上提供视频点播极具挑战性,特别是当某个节目趋向流行时,系统会在短时间内收到大量异步服务请求,而传统的在服务器端为每个请求单独分配一条流的模式无法容纳大规模的点播请求。因此,如何使系统具有高可扩展性也就成为其核心问题。而基于 P2P 技术的点播系统,可以有效地利用网络上的资源,极大地缓解了大量异步服务请求对服务器造成的性能瓶颈。

### 1) 流媒体内容分发系统面临的问题

#### (1) 服务器的输出带宽成为瓶颈。

例如,某个流媒体服务器接入互联网的速度为 45Mb/s,传输一个 30 帧/秒,320 像素×240 像素的视频内容,需要不低于 1Mb/s 的传输速度以保证流畅回放,此服务器最多同时接收 45 个并发请求,这对于一个热点内容而言,如新闻、赛事的直播是远不能满足要求的。并且当服务规模进一步扩大时,服务器和服务器端网络承受的负荷直线上升。

#### (2) 为网络用户提供服务的规模受限。

基于中心服务器的系统,因受到自身服务器性能和网络带宽的影响,使得能服务的规模受到极大的限制。近年来,研究界和工业界提出了多种解决方案,比较重要的有内容分发网络和广播等。但是,这些解决方案的共同特点是需要有专门的硬件支持,比如需要在全世界各地部署多个服务器,通过服务器之间协同工作分发多媒体数据,而广播更是需要修改目前的路由机制,广泛部署复杂的支持广播功能的路由器。这样不仅耗资巨大,而且并不能从根本上解决上面提出的问题。

#### (3) 底层网络的负担加重。

传统的互联网应用系统是典型的客户机/服务器形式,如网页浏览时,客户端先发出请求,然后从网站服务器上下载网页或程序。这种模式在以数据为主的浏览时代底层网络尚可应付,但随着音频、视频的大量出现,客户机/服务器模式就出现了严重的性能问题。例如,一个 300kb/s 的视频节目,如果同时有 1000 人访问,那么服务器端网络带宽必须达到 300Mb/s 以上,如果此时要支持更多的用户数据就是难上加难了。所以要在网络上的普及,采用传统的模式会导致底层网络负担加重,从而影响用户的应用体验。

### 2) P2P 的优势

首先针对服务器的输出带宽成为瓶颈这个问题,产生的原因是由于同时产生大量的并发访问点播服务器,这样就造成视频服务器同时传输数据,产生数据拥塞而导致视频质量下降,形成了输出带宽瓶颈。而 P2P 技术能够使服务分散化,平衡负载,即每个用户既

充当消费者,享受共享媒体资源,又充当服务者,为其他用户提供媒体内容,这样就消除了大量的并发访问服务器,解决了服务器的输出带宽问题。

其次,针对为网络用户提供服务的规模受限这个问题,产生的原因和上个问题产生的根源实际上是一样的,由于带宽和服务器性能受限,所以致使服务器不能为网络用户提供大规模的视频服务,同样因为有效地减轻了服务器的负担,分散了网络的负载,所以通过P2P技术服务商可以提供大规模的视频点播服务。

最后一个是底层网络的负担加重这个问题,这个问题是因为传统结构,导致所有的访问都是集中在少数几个中心服务器上,这样大量集中不间断地连续访问中心服务器,就导致了底层网络的负担,而通过使用P2P技术,因为视频服务可以分散在许多不同的客户端点上,使得数据的访问非常分散,这样就有效地减轻了底层网络的负担,使得网络能平衡负载。

### 3) P2P 分类

从体系结构上,P2P网络分为以下三类。

(1) 集中式P2P网络。集中式P2P网络是C/S和P2P模式的混合。集中式P2P网络是P2P系统的雏形,它存在着中心服务器,负责记录共享信息以及对信息的查询进行反馈。各结点向中心服务器注册自己的信息,通过对中心服务器的访问,进行信息查询,然后在两个结点之间进行直接交互。在这种模式下,所有资料都存在各个结点上,中心服务器只保留索引信息。这种P2P网络的代表主要有Napster、BitTorrent。以服务器为核心的P2P集中式网络,其容错性与服务器的故障概率有关,如果使用多台服务器组成集群,并且提供冗余、替代机制使得某台服务器故障时,其他服务器可以代替它继续提供服务。但是,增加和升级服务器的代价较高。Napster作为集中式P2P结构的代表,也存在许多的缺点。在Napster基础上,后起的混合式P2P系统都采用了一些增强机制来提高网络的效率,如BitTorrent提供文件分片机制,限定用户在下载的同时必须上传,以此来杜绝自私结点的存在,这些都提高了网络的工作效率。

(2) 非结构化分布式P2P网络。这种网络是以分布、松散的结构来组织网络,不存在真正的网络中心。其代表性的系统有:Gnutella、KaZaA、eDonkey和Freenet。其中,Gnutella是最简单又最具有代表性的,Freenet则要复杂很多,而发展到后来的KaZaA和eDonkey通过超级结点来组织成双层的P2P网络,其超级结点层自组织成非结构化网络,所以也将其归结到此类。非结构化分布式P2P网络具有以下三个优点:第一,网络拓扑简单,开发实现难度低;第二,高容错性和良好的自适应性;第三,可以达到非常高的安全性和匿名性。这种P2P网络具有以下三个缺点:第一,路由效率不高;第二,可扩展性不高;第三,数据无法准确定位。正是由于这些缺陷,才有了结构化分布式P2P网络的提出。

(3) 结构化分布式P2P网络。这种网络是以准确、严格的结构来组织网络,并能高效地定位结点和数据。在这种网络结构中,文件和指针存放在确定的位置上。系统提供从文件标识到存放该文件结点标识的映射服务。通过这种方法,系统提供了一个可扩展的方案实现了文件的精确匹配查询。

P2P模式的流媒体服务系统并不改变现有的流媒体传输协议和流媒体服务器系统的

架构,甚至可以不必改变现有的系统,而只需增加新的模块和功能。P2P模式的流媒体服务系统只需在现有流媒体服务系统的基础之上,改变C/S模式下的服务方式和数据传输路径。P2P模式的流媒体服务系统将同时请求同一节目的用户归为一组,然后以这组用户作为结点形成一棵树。树结构能保证用户计算机不相互传送同样的数据而形成数据风暴。服务器是树的根,树中的第一层用户直接从服务器获取数据,树中的第二层用户从第一层用户那里获取数据,以此类推。

用户计算机与服务器相比还是有很多的差异。用户计算机由用户控制,可能随意退出某个节目的观看而导致不能再为其他的用户提供服务。同时用户计算机的性能和用户端的网络带宽都不是很高,因此能支持的用户数一般都在两三个左右。用户计算机在整个模式的流媒体服务系统中具有短暂性,为了保证在退出时不影响其他用户的节目收看,采用冗余的数据路径,也就是在一条数据路径失败后用户迅速从另一条路径获取数据,通过这些冗余的路径,用户计算机之间进行信息交换,使得整个系统更加稳定。

#### 4) 发展方向

(1) 应用层组播树。应用层组播树适合于架构视频直播服务系统或应用到视频点播系统中某热门节目的服务策略,即适合于节目请求率高、并发请求量大的媒体应用需求。其思想是在各对等结点之间、在应用层之上构建树状覆盖结构。树的根结点是直播源,直播源可以是实时压缩的媒体数据流或流化的热门节目,树的每个结点在接收数据的同时转发数据。在基于应用层组播树的P2P流媒体分发系统中,首先要解决的问题是组播树的构建,最简单的模型是PeerCast。在PeerCast中结点被组织成一个树状结构,树的父结点给予结点提供服务。在PeerCast中,结点的加入和离开策略都很简单,但也容易导致树的不平衡。在组播树中,如果结点离根结点越远,则数据的时延就越大,因此,树的深度应该尽可能短。但是每个结点的有限输出带宽限制了结点的宽度。理想的组播树是在深度和宽度之间能够有效地平衡。事实上,当所有结点的深度都为1的时候就退化成了传统的客户机/服务器模型了。ZigZag模型能够有效地构造组播树,它定义了一整套完整的树的构建规则,保证树的深度维持在 $O(\log N)$ , $N$ 为系统中的结点数量,此外,ZigZag还拥有很多优良的特性。

另一个重要问题是组播树中的叶子结点只作为单纯的客户端,没有参与到媒体的分发,而通常叶子结点在树中所占的比例非常大,因此,基于树的系统没有充分利用所有结点的能力。解决这个问题一个比较简单而有效的模型是同时构造两棵或多棵组播树,通过在系统中部署多重描述编码MDC,每个组播树组播一个描述,结点把接收到的所有描述进行叠加以提高视频质量。因为只要收到一个描述就可以单独解码,因此这种系统也可以很好地解决结点不稳定的问题,典型的模型为SplitStream和CooperNet。

(2) 非树状P2P媒体服务系统。对于视频点播系统中请求率相对不高、并发请求少的节目,可以采用非树状对等模式媒体服务的策略。所谓非树状,就是指在服务结点和请求结点之间的逻辑拓扑结构不再是树状结构,请求结点不再通过树的中间结点中转得到数据,而是首先找到为其提供服务的服务结点集合,然后制定相应的多源流调度策略,最后直接由这个服务结点集合中的结点提供服务。

该类研究主要涉及三个基本问题:一是媒体内容搜索,即如何找到所需的完整的媒

体数据；二是媒体流调度与控制，即在保障 QoS 的前提下，采用什么策略将媒体数据传输到本地；三是媒体数据布局与存储，即由于媒体文件数据量大，研究如何将媒体数据切分并在已被服务结点中冗余布局的策略。采用这种模式进行服务，既可能是传统 C/S 模式视频点播系统的候补者，即在视频服务器不能满足用户需求的情况下，由对等结点提供服务；也可能是其替代者，完全由其提供服务，无须视频服务器，只需普通视频源结点即可。非树状 P2P 媒体服务系统以 Promise、GnuStream、DONet 为代表。

### 3. CDN 与 P2P 的结合

内容分发网络和 P2P 技术是当前互联网比较流行的两种技术，它们都有各自的优缺点。内容分发网络的核心是将内容从中心服务器推送到靠近用户的边缘服务器上，使用户能够更快更好地获取数据服务，提高用户的服务质量保障。但是内容分发网络从本质上来说是还是基于 C/S 架构的，虽然这种方式可以提供可靠的服务能力以及较高的服务质量，但是系统的扩展性较差。另外，由于用户访问的突发性和不均匀性使得内容分发网络的性能很难提升。P2P 技术具有天然的可扩展性和系统级的可靠性，因为服务来自每个结点，当结点增加时，整个系统的服务能力增加。然而，P2P 技术也有其明显的缺陷：首先，缺乏可管理性；其次，无法保障用户的服务质量要求。这两种技术有一定的互补性，如果将这两种技术结合，尽可能地发挥这两种技术的优势，就可以构建出一个更加强大的内容承载平台。

P2P 与内容分发网络结合的方式有两种：一种是 CDN-on-P2P，这种结合方式是将内容分发网络的管理方式引入 P2P 网络，组建一个以 CDN 为核心，以 P2P 为服务边缘的系统，用户通过 P2P 客户端来获取服务；另一种是 P2P-on-CDN，这种方式是将 P2P 技术引入到内容分发网络，将 CDN 的各个代理服务器以 P2P 的方式组织起来，从而提升内容分发网络的性能。

#### 5.3.4 视频监控系统的互连互通

目前，构建大规模视频监控系统已成为社会关注的焦点，特别是在社会治安方面发挥重要作用。在 5.3.2 节中已经介绍了 SIP 的概念和核心功能，下面将以 SIP 在视频监控系统互连互通中的应用为例，介绍一种视频监控互连系统的实现方案。

##### 1. SIP 视频监控系统概述

基于 SIP 的视频监控互连互通系统，是基于网络宽带，兼具远程监控、传输和管理等多种功能于一身的智能视频监控系统，在公安、交通、金融、医院和物业等多个领域都有着广泛的应用前景。这种系统摒弃了传统的专线设计理念，通过使用 SIP 实现了宽带网络时代大规模监控、远程方位和集中管理，能够实现电信级互连互通。

##### 2. 整体结构

###### 1) 系统组成

基于 SIP 的 IP 网络视频监控系统是视频监控系统新的发展方向，现有的视频监控系统都存在部署范围有限、联网程度有限、接入设备规格不统一和监控平台之间数据连通困难等问题。SIP 视频监控互连系统由采集设备、采集设备接入平台、共享平台、安全接入以及 Web 平台等部分组成。

## 2) 上下级共享平台互连互通

该系统在专用网络上部署不同级别的共享平台,充分利用现有专用网络实现和上下级共享平台之间的连通,从而实现前端采集图像资源的汇集和上下级图像资源之间的连通。

## 3) 安全接入/联网平台

建立安全接入平台的目的是保证前端采集数据以及专用网络的信息安全性。以公安业务为例,公安视频专网图信息需要通过边界安全接入平台之后才能够进入公安信息网。联网平台则建立在公安信息网上,用于实现公安信息网子系统之间的图像和信息资源共享。

## 3. 联网结构

SIP 视频监控系统有级联和互联两种联网结构,无论是哪一种联网方式,系统之间的连接关系都有信令和媒体两部分,所以 SIP 视频监控系统联网结构可以分为信令和媒体两方面。

(1) 级联。级联联网的两个信令安全路由网关之间为上下级逻辑结构,由下级信令安全路由网关向上级信令安全路由网关主动发起请求,上级信令安全路由进行网关鉴定认证之后交换管辖目录与设备信息,所有信令流均逐级发放。

(2) 互联。信令安全路由网关之间级别相同,双方 SIP 监控域内监控资源需要共享时,信令安全路由网关向目的信令安全路由网关发起请求,同样需经过网关鉴定认证后共享目录和设备信息。

## 4. 功能实现

### 1) SIP 采集系统

利用 SIP 会话初始化协议建立分布式系统的集中管理采集设备,如车辆卡口管理系统。选择分层设计结构,逻辑层有卡口系统、运营商网络以及卡口接入平台三部分。

第一,卡口系统。用于采集车辆的综合信息,包括车辆特征照片、车牌号码和颜色等,同时具备图片信息识别、车速检测、超速判定、数据缓存和压缩上传等管理功能。系统硬件设备主要有高清抓拍摄像机、补光灯、车辆检测器、主机、工业交换机、光纤收发器、电源以及避雷器等。

第二,运营商网络。数据传输网络由运营商负责组网,实现数据的传输交换功能,使用自建局域网、专用网、中央视频网以及现有公安光纤网络形成传输通道并建立网络传输子系统,使前端系统和后端管理系统互连互通。考虑到卡口系统的安全性需求,租用运营商光纤网络组建光纤专用链路网,裸光纤连接前端点和中心,市区密集点可组 EPON/GPON 网,偏远地区可组无线网。

第三,卡口接入平台。用于汇集、处理、存储、传输、应用辖区内所有相关数据,有中心管理平台和数据库系统两部分。管理平台是搭载各种管理软件模块的服务器,有数据库、管理服务器、应用服务器和 Web 服务器等多种类型。

### 2) 设备注册

设备注册本质上是设备合法认证的过程,没有经过合法认证的未注册设备不能和 SIP 服务器通信寻址到目标设备。SIP 视频监控互连系统使用 Register 注册方法,注册

中对设备进行认证。

Step1: SIP 代理发送 Register 请求到 SIP 服务器,请求中无 Authorization 字段。

Step2: SIP 服务器回执 401,消息头给出和设备适应的认证体制与参数。

Step3: SIP 代理重新向服务器发送包含信任书、认证信息的 Authorization 字段的 Register 请求。

Step4: SIP 服务器验证该请求,鉴定 SIP 代理身份是否合法,合法即响应 200 OK,不合法则拒绝应答。

### 3) 实时流媒体点播

该功能是视频监控系统互连互通的关键性功能,SIP 消息由本域或其他域 SIP 服务器进行路由转发,目标设备实时流媒体首先由域内媒体服务器转发,通过 SIP 的 Invite 方法建立实时媒体点播会话连接,并借助实时媒体 RTP/RTCP 传输协议完成流媒体传输。

实时媒体点播信令流程有客户端发起和第三方 SIP 服务器发起两种形式,两者只是发起方不同,实现流程基本一致。下面以客户端主动发起为例,流程如图 5-7 所示。

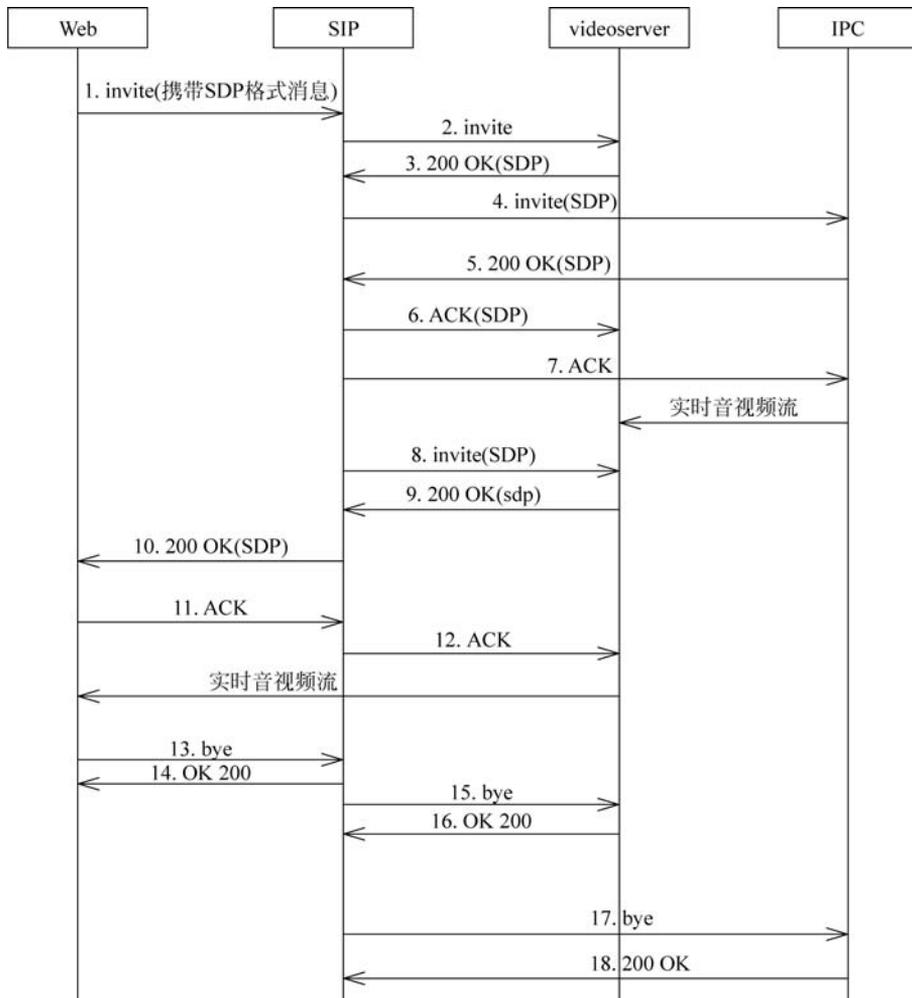


图 5-7 实时流点播流程图

Step1: 客户端(Web)向 SIP 服务器发送 Invite 消息,消息包头域包含 Subject 字段,涉及点播视频的相关参数。

Step2: SIP 服务器将去掉 Subject 字段的 Invite 请求发送给媒体服务器(videoserver)。

Step3: 媒体服务器向 SIP 服务器发送 200kb 带有 SDP 消息体的 OK 响应。

Step4: SIP 向网络摄像机(IPC)发送带有 SDP 的 Invite 请求。

Step5: IPC 发送 200kb 带 SDP 信息的 OK 响应。

Step6: SIP 服务器向媒体服务器发送 ACK 请求,包含 IPC 带 SDP 的响应消息体。

Step7: SIP 接收向 IPC 发送的不带消息体 ACK 请求,开始建立 IPC 和媒体服务器的会话,IPC 向媒体服务器发送实时音视频流。

Step8: SIP 接收向媒体服务器发送的带有 SDP 的 Invite 请求,完成建立 IPC 和媒体服务器的会话,媒体服务器接收实时音视频流。

Step9: 媒体服务器向 SIP 发送 200kb 带 SDP 信息的 OK 响应,确认已开始接收音视频流,并将媒体服务器 IP 发送给 SIP。

Step10: SIP 向客户端发送 200kb 带 SDP 信息的 OK 响应,并发送媒体服务器 IP 给客户端。

Step11: 客户端向 SIP 发送不带消息体的 ACK 请求,准备接收媒体服务器的音视频流。

Step12: SIP 向媒体服务器发送不带消息体的 ACK 请求,要求媒体服务器开始发送音视频流。

Step13~14: 客户端完成接收音视频流,和 SIP 结束会话,停止接收。

Step15~16: SIP 和媒体服务器结束会话,媒体服务器停止接收和发送。

Step17~18: SIP 和 IPC 结束会话,IPC 停止发送。

SIP 视频监控系统作为一种纯信令协议,能够建立任何类型接入网络话路,不限制话路类型,能够实现多种媒体类型在多终端之间的交换,提高了监控网络的可操作性,同时也控制了运营商的成本。