

VOIP 核心技术及其应用系统的开发研究^①

Key Technology of VOIP and Development of its Application System

李伍松 林晓鹏 郭东辉 (厦门大学物理与机电工程学院 361005)

摘要:随着 Internet(互联网)用户的日益普及, VOIP(Voice Over IP)已成为人们实现电话通信的重要手段之一。本文将首先介绍实现 VOIP 系统所采用的核心技术,然后具体说明我们所开发 VOIP 应用系统的实现方案和系统功能。

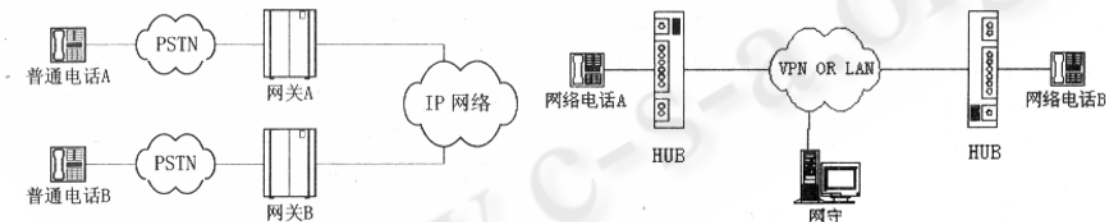
关键词:IP 电话 VOIP 网关 简单网络管理协议

1 引言

VOIP 是一种基于 IP(Internet Protocol)网络为传输载体来实现远程语音通信的一种电话技术^[1]。与传统 PSTN(Public Service Telephone Network)模拟传输电话不同,它是先将模拟的电话语音信号量化成数字语音信号,再将数字语音信号利用分组交换技术在 IP 网络上以数据包的形式传输,最后将数字语音信号恢复成模拟信号。VOIP 最初是以“PC to PC”通信模式出现的^[2],已历经了“PC to Phone”(或“Phone to PC”)通信模式并且发展到目前广泛普及使用的“Phone to Phone”通信模式。

从 VOIP 的接入方式来看,“Phone to Phone”通信模式的实现方案可以归纳为两类(如图 1 所示):(a)利用 PSTN

接入的方式。如图 1(a)所示,PSTN 网中的电话利用语音网关来实现 IP 网络的接入与互通。从 PSTN 来的 64kbps 的语音信号,经过本地网关的处理后变为 IP 数据包后,通过 IP 网络传送到接收端的网关后进行反变换,最终还原为语音信号,进入到当地的 PSTN 网络。该实现方式通用性很强,既可以满足大型企业内部进行异地通信的需求,又适合由 IP 电话运营商向社会公众提供异地通信服务。(b)利用以太网接入的方式,如图 1(b)所示,通话双方直接通过网络电话接入 IP 网络实现语音通信。该实现方式比较适合有自己专用网络的企事业单位进行内部的通话。它的通信过程与 PSTN 无关,因此不仅节约了长途通话费用,而且没有本地话费的开支,可以极大地降低企事业单位的运营成本。



(a) PSTN 接入方式

(b) 以太网接入方式

图 1 “Phone to Phone”通信模式的 VOIP 实现结构原理图

其实,这两种接入方式的 VOIP 核心技术是一样的,但 PSTN 接入方式对普通用户来说,与传统 PSTN 电话的使用方式没有什么区别,目前使用最为广泛。鉴于目前市场对该类网关产品的巨大市场需求,我们根据 VOIP 的基本原理以及核心技术,开发出一种 IP 语音网关。本文将首先简要介绍我们所采用 VOIP 的核心技术,然后具体介绍我们所开发的网关技术方案和设备功能。

2 VOIP 核心技术

VOIP 系统是一个复杂的通信系统,涉及到多方面的技术问题,其核心技术主要包括语音编码、服务质量保证、信令控制和设备管理等方面的内容。

2.1 语音编码

在 VOIP 的通信过程中,语音压缩编码是至关重要的一

^① 本文工作得到国家自然科学基金项目(No:60076015)、福建省自然科学基金项目(No:A0010019)和福建省高新技术项目等经费的资助。

环。它的作用就是把用户语音的 PCM(脉冲编码调制)抽样值编码成少量比特的语音帧。从而大大地节省了网络的带宽,而且使得语音在链路产生误码、网络抖动和突发传输时具有很强的健壮性。

语音编码算法需要考虑三个方面的问题^[2]:编码比特率、语音质量和算法复杂度,但这些指标是互相影响的。比特率越低,线路利用率越高,但语音质量会受到影响;在同样比特率情况下,算法设计越复杂,语音质量会有所提高,但延时会增加。实际的编码方案和算法就是在上述三个指标中取得折衷。

目前应用于 VOIP 通信中的编码技术主要是由 ITU-T 建议的应用于低速率多媒体服务中语音信号的压缩算法,如 G.723, G.729 等。

2.2 服务质量保证(QoS)

在 VOIP 的通信流程中,模拟的语音信号需要被压缩编码、打包、IP 网上传输和语音恢复等。这些过程都是有一定延迟时间的,所有的延迟加起来就构成了 VOIP 的总时延。为了保证通话质量,VOIP 系统的总时延要求在 400ms 以下。相比较而言,语音编解码过程的时延较小,产生延迟的主要原因还是 IP 网络上的传输延迟。为了防止网络传输时延过大影响通话效果,目前常采用资源预留协议(RSVP)来减小时延。RSVP 协议要求每台参与 VOIP 业务的机器都必须预留必要的资源来保障 VOIP 性能。

另一方面,语音包从源端传送到目的端的传输时间不同引起了通话时延抖动问题。这种时延抖动问题是由在接收端增加消抖动缓存器来解决的。在缓存器中延迟的时间要恰到好处,时间太短,一些语音包没有到达,没有起到消除抖动的目的;时间太长,这将会增加 VOIP 语音传输总的时延。所以通常采用自适应延迟算法^[3],它是根据 RTP 报文中的时戳和丢包率来判断当前网络的抖动情况,自动调节每一个包的延迟。

此外,IP 网络总是存在着阻塞现象,基于 UDP 传输协议的 RTP 语音包不可避免会存在传输丢包现象。通常情况下,都是单个丢包现象为主,两个或两个以上包丢失的比率要比单包丢失的比率小得多,大量的、连续的丢包现象更是少见。对单包丢失情况可以采用前向纠错法(FEC)来解决丢包引起的通话质量问题,即在每次传输时,都多携带前面一个或几个的语音包的冗余信息,当接收端发现当前的包丢失时,就有可能利用后续到来的包所携带的信息对当前包进行恢复。

除了上述通过解决时延、抖动、丢包问题来保证 VOIP 服务质量外,其他的还有如回音消除,静音检测,舒适噪声产生等技术也可以从不同方面提高 VOIP 的通话质量。

2.3 信令控制

信令控制技术是保证 VOIP 建立呼叫,传输数据等环节

正常运行的基础。目前,工业上主要采用两种协议,即由 ITU-T 公布的 H.323 协议^[4]和 Internet 工程任务组(IETF)所公布的 SIP 协议^[5]。

H.323 是有关“基于分组的多媒体通信系统”的系统协议簇,它涉及通信控制、网络接口、终端设备等,实际上是一个框架性的系列协议。在信令控制方面,主要是通过 H.225.0 和 H.245 实现的。H.225.0 的作用是把要传输的音频、数据和控制流格式化消息输出到网络接口;同时,还要从网络接口输入的消息中检索出音频、数据和控制流。而且,它还能实现适合于各媒体类型的逻辑成帧、序列编号等。H.245 是多媒体控制协议,主要是用来传送终端到终端的控制消息,包括打开和关闭逻辑信道、模式参数请求等。

SIP 协议是 IETF 最新通过的专门为 IP 电话制定的协议,也是下一代网络的标准协议之一。它是一种用于发起会话的控制协议,用来创建、修改以及终结多个参与者参加的多媒体会话进程;参与会话的成员可以通过组播方式、单播连网或者两者结合的形式进行通话。基于 SIP 协议的 IP 电话系统,比遵循 H.323 协议的设备具有更大的灵活性和先进性,原因在于软硬件部分功能清晰,它在信令的处理上,所需要处理的信息少了许多,从而提高了网络的利用率,系统的稳定性也得到了加强。

2.4 网关设备管理

VOIP 系统是由许多个设备模块组成的,各个模块之间的有效配合是系统正常运行的保障。因此,如何管理好各个设备模块以及处理一些日常业务就显得尤为重要,比如用户以及承载设备的接入、VOIP 话务管理、业务性能管理和计费管理等。目前 VOIP 系统主要是基于 SNMP 协议和 WEB 方法^[6]来实现其设备模块的管理。

其中 SNMP(即简单网络管理协议)的基本功能是监视网络性能、检测并且恢复网络故障以及配置网络设备等。在网络正常工作时,SNMP 可以实现统计、配置和测试功能;而当网络出现故障时,它又可以实现各种差错的检测和恢复。它的工作原理采用代理/管理者(Agent/Manager)模型,管理者和代理可以通过标准的 SNMP 协议 PDU(即协议数据单元)进行通信。在 SNMPv1 协议中定义了五种 PDU 类型: GetRequest, GetNextRequest, SetRequest, GetResponse 和 Trap。每个 SNMP 报文被封装成一个 UDP 数据报发送出去,管理者从 UDP 的 162 端口接收 Trap 报文,从 161 端口发送和接收其他的报文,而代理从 UDP 的 161 端口接收所有的报文。

SNMP 的基本通信流程是基于 Client/Server 的轮询(polling)方式,即网关的网管代理视为服务器,而网管中心视为客户机,通过网管中心向网管代理的轮询,二者一问一答,配合完成网络管理任务。

3 VOIP 应用系统的开发

目前 VOIP 的应用主要是在电信级的 IP 电话公众网和企业级的 IP 电话实施方案中。下面简要介绍本实验室开发的一种适用于企业级内部使用的 VOIP 网关。该网关系统主要是通过系统集成通用 PC 机和语音处理卡实现的。这里将介绍该系统的实现方案、功能兑现与系统管理的具体内容。

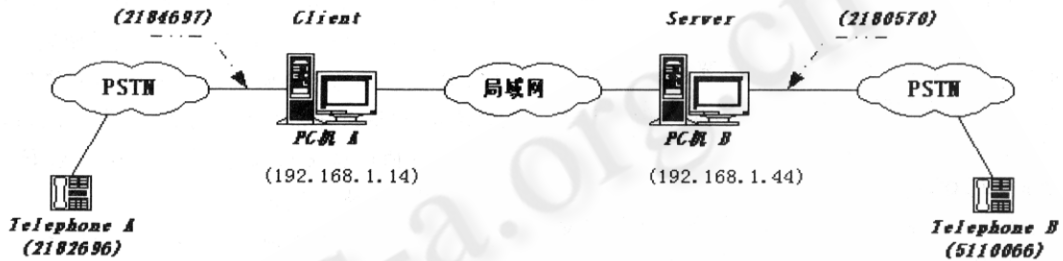


图 2 VOIP 网关系统的实现方案图

如果某电话用户 A (如其号码为: 2182696) 要与另一电话用户 B (如其号码为: 5110066) 通话, 通话过程可以按以下步骤完成:

- (1) 用户先拨打 PC 机 A 所接的电话号码 2184697;
- (2) PC 机 A 获得振铃信号后摘机, 并向用户 A 发出语音提示信号;
- (3) 用户 A 听到语音提示后输入被叫用户 B 的号码 5110066, (如果有按键错误按“*”重新拨号, 拨号完成后按“#”);
- (4) PC 机 A 获得电话号码后, 通过数据库检索, 查得该号码所在的 PC 机 B 的 IP 地址;
- (5) PC 机 A 与 PC 机 B 以 Client /Server 方式建立起信令通信连接;
- (6) PC 机 B 从 PC 机 A 获得用户 B 的电话号码, 向用户 B 拨号;
- (7) PC 机 B 检测用户 B 是否忙音, 如果忙音则通过 PC 机 A 告诉用户 A;
- (8) 如果用户 B 接听电话, PC 机 B 就与 PC 机 A 建立起语音通信连接。

3.2 功能兑现与系统管理

要兑现上述方案, 我们分别设计了 Client 和 Server 两个子程序, 需要用户 A 呼叫用户 B 时, PC 机 A 和 PC 机 B 分别运行 Client、Server 子程序就可以了。

当然, 我们所开发的 VOIP 网关不仅可以实现用户 A 呼叫用户 B, 还可以实现用户 B 呼叫用户 A, 而且可以实现多方呼叫以及多个网关并行工作的系统集成。为了实现这种

3.1 实现方案

我们实验室开发 VOIP 网关系统的实现方案如图 2 所示, 在两台 PC 机上都安装有以太网卡和 TW4DIP 语音卡, 其中, 以太网卡接入实验室的局域网, 语音卡各有一个端口接入 PSTN 电话网。PC 机 A 的 IP 地址为 192.168.1.14, 电话线号码为 2184697; PC 机 B 的 IP 地址为 192.168.1.44, 电话线号码为 2180570。

系统集成的稳定运行, 我们采用代理机制来实现简单网络管理协议 (SNMP) 的系统管理功能。

4 结语

本文详细地分析了 VOIP 通信的核心技术, 并且应用自己开发的一个实例来对 VOIP 技术进行实际应用与验证。总的来说, 我们所开发的 VOIP 网关不仅具备一定的科研参考价值, 而且还具有相当的市场应用前景。当然, VOIP 技术日新月异, 出现了很多新的趋势, 如 IPv6 以及移动 IPv6 技术与 VOIP 相结合, 增加通信保密性等。这些都是我们对现有方案的研究改进方向。

参考文献

- 1 Postel. J., Editor. RFC791: IP: Internet Protocol. 1981(9)。
- 2 林晓鹏、吕迎阳、郭东辉, 基于 Internet 语音通信的技术问题分析, 计算机工程与应用, 2002(18)。
- 3 王琦、马跃、喻炜, VOIP 中为保证语音质量所采用的关键技术, 中国数据通信, 2002(2)。
- 4 糜正琨, IP 网络电话技术, 人民邮电出版社, 2002。
- 5 Handley M. RFC2454: SIP: Session Initiation Protocol. 1999(3)。
- 6 杨家海、任宪坤、王沛瑜, 网络管理原理与实现技术, 清华大学出版社, 2000。