

基于 TCP/IP 网际的语音/数据综合传输研究

陈富贵 (江汉石油学院信工系 434102)

胡修林 (华中理工大学电信系 430074)

摘要:在 TCP/IP 网际环境下实现语音/数据分组综合传输的研究尚不见报导。本文主要叙述了语音与数据传输的特点,提出并探讨了 TCP/IP 网际环境中分组语音交换的模型与协议以及 IP 网关综合传输语音/数据分组的几种方法。

关键词:计算机网络 时延 TCP/IP 网关 报文分组

一、问题的提出

将语音、数据、图象等业务进行综合传输,已成为计算机网络发展的方向。由于语音信号对传输实时性要求很严,一般采用电路交换方式传输,即在通话期间给语音信号分配固定的专用路由,直到通话结束。统计表明,语音信号本身有一定的突发性。在一般谈话中,有声期和无声期交替出现,有声期所占比例仅为 40% 左右,若对语音信号采用适用于突发数据通信的分组交换方式,对提高信道和交换设备的利用率,扩大分组交换网的服务,实现语音/数据同网综合传输无疑是十分有益的。关于语音分组的传输研究,过去多集中在 LAN 内进行分组交换综合试验。基于 TCP/IP 互联网和异种网之间的语音分组传输研究则尚未见报道。本文主要探讨 TCP/IP 互联网环境下 IP 网关对语音分组的处理方法和时延等问题。

二、语音信号传输特点及分组传输的关键

语音信号与数据信号对传输及交换的要求区别很大。数据信号要求传输的可靠性很高,特别是在军事、商业等方面容不得差错。但对实时性要求却不高。当前的计算机网络及各种数据通信网络主要面向数据通信,其协议设计把传输可靠性作为首要目标。而语音信号却要求有很高的实时性,对可靠性的要求则为次。当汉语语音分组丢失率达到 25% 时,语音的清晰度仅下降不到 3%,而不会影响通话。即使出现严重干扰和差错而听不清时,双方还可以通过要求重述来弥补。因此,采用原有的数据分组交换技术和协议来交换语音分组,实现语音/数据综合传输的主要问题是怎样使现有数据通信网满足语音通信的实时性要求问题。

为了保证收端语音的连续重现,可采取在收端对语音分组进行适度的延迟缓冲,使每个语音分组都达到预定的延迟值后拆包并同步重放。通过缓冲,也可以对丢失的语音分组进行检测、内插,消除或减小因分组丢失对语音重现的影响。这显然可以在一定程度上减小因线路对各语音分组延迟不均等而对语音恢复的影响。但在 TCP/IP 广域网环境中,两个计算机之

间的通信路径是动态变化的,分组之间所费的时间差别很大,基于 TCP 的面向连接的分组传输下,分组间的相对时延可在数秒范围内变化。在 TCP/IP 环境下,分组相对延迟不均将会成为影响接收端语音恢复质量的主要因素。文献[4]指出:“语音质量随着分组延时率(受到延时的分组数与分组总数之比)和相对延时长度的增加而下降,分组的相对延时不大于 10ms 时,分组延时率的最大允许值可达 35% 以上,而分组相对延时为 30ms 时,分组延时率的最大允许值仅为 14%。”可见,确保交换节点对语音分组的优先快速交换,减少分组相对时延,是实现并提高语音通信质量的关键所在。在 TCP/IP 环境下,由于 IP 的非连接性,减少语音分组相对时延,更是实现语音通信的关键之关键。

前已说明,在广域 TCP/IP 网际环境下,数据分组传输的相对时延变化很大,但如果在局部(例如校园)互联网环境下,利用 TCP/IP 的端一端通信所经过的中间节点较少,路径变化不大,若在网关上采取合适的对语音报文分组优先的策略,那么基于 TCP/IP 互联网的语音分组通信是可行的。

三、语音报文分组交换的模型与协议

1. IP 网关模型及数据处理过程

IP 网关功能在概念上跨 OSI 模型的下三层。在网际环境中,IP 网关可能与多个子网络相连。现假设有 n 个子网络,系统对每个网络接口都设有单独的输入/输出队列缓冲区。在 TCP/IP 环境中,IP 层的功能主要由 IP 进程来实现。IP 进程有 n 个网络接口,为了隔离输入/输出报文分组与 IP 进程,IP 进程通过输入/输出队列与各网络接口交换数据。其结构模型如图 1 所示。

在输入时,网络硬件产生中断,CPU 暂时挂起正常处理,转到设备驱动程序,将报文分组接收到输入报文分组队列,并重新启动网络接口硬件设备,以便可以接收其他报文分组。同时设备驱动程序还通知协议软件,有一报文分组到达,必须处理。然后从中断返回到中断发生时 CPU 正在执行的断点。由于 IP

是由单一进程与一组网络接口队列组成,为保证公平性,IP进程以循环形式查询队列,从各个队列提取报文分组,必要时进行分段匹配、封装,并选择路由,然后送到相应网络接口的输出队列,再调用设备驱动程序启动硬件发送输出队列中的报文分组。

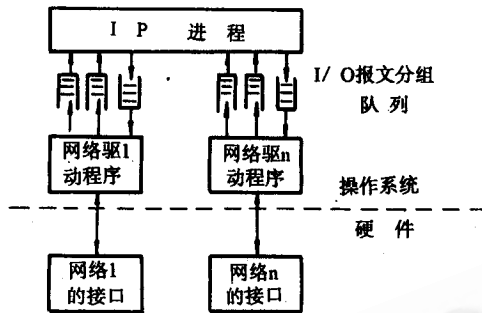


图 1

2. 语音报文分组交换与 TCP/IP 协议

由于语音信号传输的时实特点,在 TCP/IP 网际环境下,完全采用原有的数据报文交换技术和协议来交换语音报文信号,将很难保证正常通话。因此需对原有交换技术及协议进行一定的改变,以满足语音信号对时实性的要求。

(1) 简化 TCP 协议。语音通信首先必须建立连接,一旦连接建立,双方即可通话,通话完毕,要拆除连接。TCP 协议是面向连接的协议,它提供面向连接的流传输。即在实际数据传输前,必须在信源与信宿间建立一条连接,连接建立即可传送 TCP 数据,数据传送完毕要拆除连接。假如由于种种原因,连接建立不成功,则信源不会像 UDP 那样贸然向信宿端发送数据。这一点很适合语音通话过程。但 TCP 面向连接的传输是建立在不可靠的 IP 协议之上,为实现可靠流(无报文丢失,重复和失序的正确的数据序列)传输,对每一个数据报文都需要接收端确认,未确认报文被认为是出错报文。这种确认与重传机制,使 TCP/IP 付出了大量开销。这不适应语音传输实时性要求。在局部网际环境下,其低层网络技术本身具有较高的可靠性,影响语音质量的主要因素是时延。况且语音分组允许丢失率也较大,听不清时也可以要求重述来弥补。因此,这种严格的确认重传机制在传输语音报文期间可以简化掉。在语音报文传送期间,还可以不进行端一端的差错控制和流量控制(当然对新的呼叫应示忙)。

(2) 语音/数据的标识。在 TCP/IP 环境中,无论传送层采用什么技术(面向连接或非连接),网际 IP 协议都是无连接的。尽管在局部网际环境中,IP 网关数量可能较少,但要保证语音恢复的质量,必须尽量减少语音报文的时延,这就要对语音报

文分组实行优先交换。为此首先是语音/数据标识问题。这种标识可以分别在帧级和 IP 报文级进行。在链路帧上可辟出语音/数据标志(例如在以太网帧的类型域中,以某个空闲类型代码来表示语音帧,或利用帧中某些保留位来标识语音/数据),在 IP 报文中,同样存在冗余代码和保留字段,可类似地标识语音/数据报文。有了这种标识,就可以分别在链路层和 IP 层对语音报文分组实行优先的处理策略。例如,当多个网络硬件产生输入中断时,CPU 可优先响应并接收其中语音帧/报文的输入;当多个输入报文分组队列等待 IP 转发时,IP 可优先转发语音报文队列。网络硬件在发送帧时,也可优先发送语音帧。

(3) 语音报文分组交换的网关模型。前述网关模型及对数据处理过程已经说明,IP 通过输入/输出队列与网络接口交换数据。这是一种 FIFO 的单输入/输出队列结构。如果在这种基础上实现语音报文优先的插队算法,显然比较繁琐费时,不利于减少语音报文分组的交换时延。在当今的存储技术、大规模集成技术条件下,可考虑实现双输入/输出队列结构,即采用多队列结构的办法,其 IP 网关结构如图 2 所示。

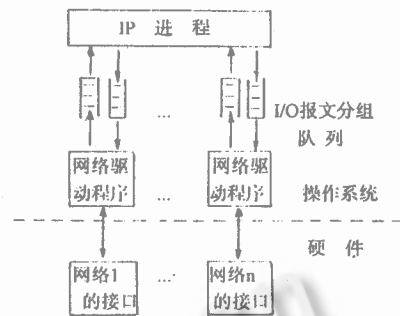


图 2

四、三种主要综合传输方案

当 IP 进程处理输入队列时,总原则是优先处理语音输入队列。当然也要照顾到数据分组的传输。如果因超时而丢弃重传的数据分组太多也会影响整个系统的传输性能。把语音队列和数据队列分列,为采用优先策略创造了条件。当语音队列都空时,全部时间都用于处理数据输入队列,反之全部时间都用于处理语音输入队列。两者都不空时则采用适当规则使语音分组优先传输。具体可采用以下服务方式来转发语音和数据分组。

1. 简单轮询转发

按固定顺序,IP 进程轮流查询各输入队列,两种队列穿插混合排定。一个队列不空,就转发一分组,再查询下一个队列,反复循环。显然这里不存在优先权。若网关与 n 个子网连接,则系统可视为一个具有 $2n$ 个输入队列的单服务员排队系统。

2. 按 K:1 优先比例输询转发

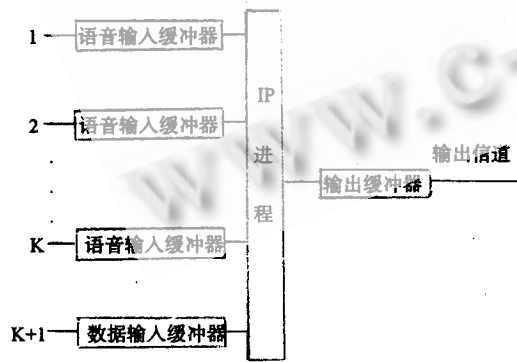


图 3

这种方式下对语音和数据输入队列分别设轮询指针, 分别按简单轮询方式转发。不过, IP 进程每轮询 K 个语音输入队

列, 才查询一个数据输入队列。这样系统逻辑上可看成一个具有 $K+1$ 个输入队列, 单服务员的排队系统。该系统的模型如图 3 所示。

3. 按语音队列队首动态优先级顺序转发

这种方式与 2 相比, 主要考虑到语音分组相对紧急程度。先将语音队列队首分组按其优先级排序, 对优先级高的队首分组优先转发。因语音分组的优先级是随机的, 所以语音队列的转发顺序是动态变化的。又因所有数据队列固定为同一个最低优先级(可视为同优先级的一个队列), 仅当语音队列都空时, 数据分组才得以转发。假定语音分组有 K 个优先级(优先级按语音分组紧急程度确定), 则可把该系统视为具有 $K+1$ 个优先级的优先级排队系统。此排队系统模型与图 3 类似, 不同之处是图中输入队列号(1, 2... $K+1$)在这里表示队列的优先级。

(来稿时间: 1996 年 12 月)