

ATM 网的语音编码技术研究

邹海涛 (同济大学计算机系 200092)

戴 灵 (上海铁路局电务处 200092)

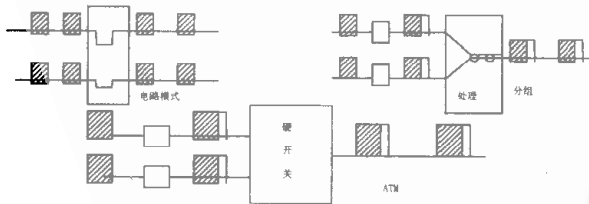
摘要:本文对 ATM 网上进行语音传输的语音编码技术作了探讨,分析了变比特率语音编码的特点和关键的问题,从理论上对各可行方案进行比较,对 ATM 网上语音传输进行展望。

关键词:ATM 语音编码 变比特率 信元丢弃 ADPCM

一、ATM 网的关键因素

1. ATM 网概况

1986 年美国 Bell Lab 和法国邮电科学院分别同时提出 ATM 技术的初框,ATM 的目标一开始即定位于在高速光纤网上传送各类多媒体业务(数据、声音、文件、图形、图像和动画、影像)。CCITT 曾建议 ATM 为 B-ISDN 的基础模式,与 X.25 分组交换(分组长度可变)相比:ATM 不采用通常的存储/转发方式,交换结点识别了地址信息后,快释放信息单元,且 ATM 简化了分组交换通信协议。简单地,可以讲 ATM 为电路模式和分组模式的组合,如下图所示:



ATM 作为一种统计时分复用技术优点为:

① 消除了固定的通路速度,可按任意数据速率传输,最高可达线路提供的总速率,使综合业务(语音、图像等)传输真正成为可能,提供的动态的传输带宽。而这里我们知道 100Mb/s 的 Ethernet 在实际工作运行中,由于网络设备数量的增加而使实际数据吞吐量将大大低于 100Mb/s。

② 将呼叫从每一呼叫有一定带宽中解放出来,允许每一呼叫所分配带宽随信元进入网络的速率而变化。

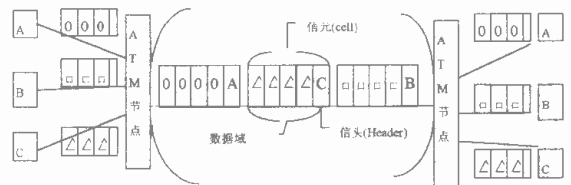
③ 对用户数据流量类型和参数变化不敏感,仅简单地将信元(cell)按路径传到指定端口,简化了通信协议。

④ 超载时,ATM 能将超载所引起的时延,按权重不

同均分于所有传输的信元上。

同时,ATM 技术带来的新问题主要表现在两个方面,一是信元时延;一是丢弃率的不稳定。都将造成业务质量的损害,这里也将主要就这两方面做一些分析。

ATM 网由信号处理节点和数字传输链路组成,如下图所示:



每个信元(cell)由 5Byte 的信头(Header)和 48Byte 的数据域(User data)组成,ATM 节点是由 ATM 多路复用器(内有一编/译码器)、信元装卸单元及信元开关和分支单元组成。

在传统的交换网中,语音每 8 个 bit 被多路复用一次,同步信号被插入 bit 流中,根据此信号线路能识别信号通道。正因如此每一个通道都被一次通话所独占,直到通话结束为止,信道的传输速率是固定不变的。

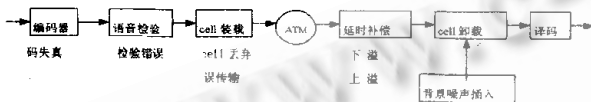
相对的,ATM 网上,信息被设计成带有信头的固定长度的信元(cell),不需选择和分类,提供了一种较灵活的传输模式,特别适用于多媒体通信,其通过使用异步时分复用技术,再加上简化的交换技术去实现不同速率的数据在网络中的传输。

传统的分组交换网从给语音信息打包上来看,同 ATM 网很相似,而传统的分组交换网上需要使用大量的软件程序所控的硬件系统来处理 and 导流。这样一来,复杂的处理系统就不能够非常高速的传输信息(特别是在信息拥挤时),这就限制了交换能力。

相对的, ATM 网络协议是非常简单的, 它不采用的存储/转发方式, 而是用一个自动路由选择器引导信息到达接收端, 允许大量信息高速通过传输链路到达目的地。这主要是由于 ATM 采用了虚链接技术, 将逻辑子网同物理子网分离, 即 ATM 首先在两个通信实体中建立通道(VC), 将路由选择和数据转发分开, 使传输中的控制较简单, 解决了路由选择瓶颈问题, 设立虚通道(VC)和虚通路(VP)两级寻址, 虚通路(VP)由两节点之间复用的一组虚通道(VC)组成, 网络的主要管理和交换功能集中在虚通路(VP)一级, 减少了网管和网控的复杂性。

2. ATM 中影响语言质量的几个参数

ATM 网的语音处理及它们其中的一些品质因素如下图所示:



首先 B-ISDN 信号一旦被分解开来, 组合成信元结构, 其中的语音质量就被降低了。另外, 因为在线路“忙”时的信元丢弃和由于信元的误传输引起的混乱和短时中断, 以及由于信元的装载和排队而引起的系统的延迟都是 ATM 的典型问题, 而这些在 STM 上就不会发生。

语音编码技术被用来压缩语音传输比特率。近来, 相对于传统的 PCM 技术, 低比特率的语音编码技术获得更多的进展。ITU-T 已经推出了 22kbit/s 的 ADPCM 和 64kbit/s 的宽带编码技术, 并已在研究 16kbit/s 的编码技术。

编码的失真将影响语音的质量, 在输出的平滑缓冲中, 上溢则引起必要信息的丢失, 下溢则引起不必要信息的增加, 而这一切在恒速率编码中是不可避免的。在 ATM 中, 由于语音信号的传输仅依赖于信元信号而不需同步信号, 所以速率可调, 当它的编码速率同传输速率相一致时, 就能获得最佳编码。

我们知道, 一个电话交谈仅 40% 时段是有语音的, 那么针对这一点, 在 ATM 中无语音的时段将被忽略, 仅对话音时段进行编码和传输, 实现低比特速率的语音传输并提高传输效率, 但由此就可能带来语音检测错误(把语音时段当作非语音时段, 或反之)。在语音的开始和结束的剪切失真也应被认真考虑。对无语音时段的压缩将导致收发端的背景噪声不同, 背景噪声的插入也应该被

要求来解决此问题。

在 ATM 网的研究中, 丢弃信元的再生是一个重要的问题。因为在线路忙时, ATM 可以通过丢弃权值低的信元来获取线路畅通, 在收端对丢弃的信元进行再生。但在较尖端的编码算法中, 当前的语音样本的解码与上一个解码的样本之间有非常紧密的联系, 所以信元丢弃则将持续地影响到语音的质量, 而曾被用在传统的 PCM 信号上的丢弃信元的再生技术已经不再适用于低速率编码的语音传输系统。

二、语音编码技术

ITU-T 的 32kb/s 的 ADPCM 和 64kb/s 的 7kHz 的音频编码方案用到 ATM 网上时, 其中的一些技术方面的要求还要再加以改善。其主要表现在:

- 对混杂的语音信号的变速率编码的能力, 以及可根据用户的要求控制语音编码速率的能力。此技术特点决定了在 ATM 网中语音编码速率的独立性。比如, ADPCM 编码算法中, 变速率的编码可以通过改变用于编码信号的比特数来实现, 即 24kb/s 与 40kb/s 的 ADPCM 分别通过 3bit 和 5bit 的量化来实现。

- 丢弃信元的再生能力。由于在低速率的编码上讨论此问题, 其信元解码的前后承接性强, 信息拥塞时, 信元丢弃会大大影响语音质量。这样, 选择一种牺牲最小的编码方案是非常重要的。

1. 信元的再生方法

首先有一点可以声明的是, 信元再生的语音质量的好坏依赖于信元所含的内容如何。一般有三种方法:

- ① 置换。即用全 0 或前一个波形替代丢弃信元的信号。

- ② 取样内插。如果在信元卸载并且恢复信号后, 信号流的丢弃是一个隔一个的出现, 则可以用内插技术实现再生。

- ③ 低字段(LSB)丢弃再生。即信息被编码为码字流, 每个码字分为两部分, 并装载到两个不同的信元中, 一为高字段, 一为低字段。当丢弃信元时, 只丢弃其中一个字段, 则可用另一字段解码。

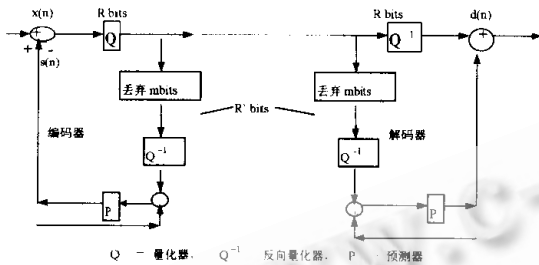
2. 采用不同信元再生方法的低速率编码

- (1) 置换技术。由于低速率的编码的码字之间有着相互承接的密切关系, 是不能用全 0 或前一个信元的码形去置换丢弃信元以获再生的。另外, 若采用此方法, 因为测到信元丢弃后, 解码器则停止解码, 进行补偿, 而编码器一侧则继续编码, 此时编码器与解码器之间不同轨,

尽管不久这种不同轨将逐步减退,但在一开始总是出现话音质量的严重下降。

(2)取样内插。用到达接收端的信元中所剩余下来的信息码形去再生被丢弃的信息,也不能用在低比特率编码的系统中,主要因为被丢弃的信元之间的自相关性很弱,造成两侧收发端“不同步”,并且内插失败(成功率不高)造成失真较大。

(3)低字段丢弃的嵌入式编码方案



当信元丢弃时,在编码器端的预测器反馈链中的量化码字是不同于传输到译码器端的码字的,即使低字段丢弃的方法引入到传统的 ADPCM 中仍有收发端的不同轨问题,引起自适应参数的不同而造成失真。

而嵌入式的编码方案可解决此问题,加图中 Rbits 长的码字信息有 mbits 的信息丢失,则此码字将回到预测反馈链中,预测器将用 $R' = R - m$ 去重构自适应信号。

现可以假设 ADPCM 码字被分成两个部分,一个为 R' bits 高字段,另一个为 mbits 低字段,这两部分被装载到不同的信元中,当信元丢弃发生时,mbits 丢失,因为译码器中输出信号由 R' bits 产生,其包含的量化噪声与丢弃的 mbits 相同,即不会产生大的失真,减少了信元丢弃所带来的负面影响,真正做到了可变比特率编码,是可行的方案。

三、语音质量的检验

由于当前没有实际的客观条件去逐个测试检验不同方案的效果如何,这里只就一些评判标准及理论推导的结果,加上自己实地听取的若干结果作一说明。

1. 检验标准

语音质量主要从两个方面来评估。一为主观等效增益(Q)用来评估话音质量的满意度,一般采用模糊数学中的方法,由五个模糊等级(优秀、好、正常、差、很差)或

4-0 数字表示,这个数值有时也称主观评测值。在实际测试中,Q 可被定义为参考信号的话音对实测话音信号的相关噪声比率。

另一为可懂度,它是通过辨别押韵字的听觉实验度量的。也可用关节值来评价,关节值是从发端发送声音与收端正确接收音素的比率。

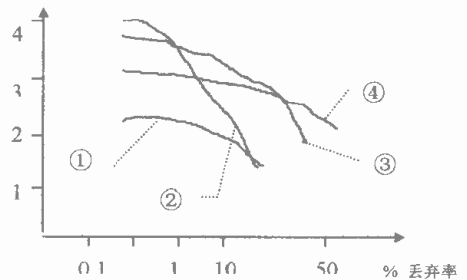
2. 测试条件

为了详细了解不同编码方案的不同语音质量的影响,可分三种编码方案比较:

- ① 64kb/s (律 - PCM)
- ② 32kb/s ADPCM(传统)
- ③ 32kb/s 嵌入式 ADPCM

另外,丢弃方式也可分两种,一种为全部的信息码字丢弃(这里指信息经编码后产生的一个码字),一种为仅丢弃低字段码字。

3. 理想测试结果



- ① 32kb/s (传统)ADPCM 低字段丢弃
- ② 64kb/s PCM 全部丢弃
- ③ 64kb/s PCM 低字段丢弃
- ④ 32kb/s 嵌入式 ADPCM 低字段丢弃

当信元丢弃率比较小时,PCM 及嵌入式 ADPCM 相差不多,但一旦丢弃率高时,相差即明显了。

参考文献

- [1] Andrew S. Tanenbaum 《Computer Networks》(Third Edition) Prentice - Hall International, Inc. 1996
- [2] UYLESS BLACK, ATM: Foundation for Broadband Networks, 清华大学出版社,1998
- [3] H. Jonathan Charo and Necdet Uzan Bellcore and Polytechnic University, "An ATM Queue Manager With Multiple Delay and Lodd Priorities", IEEE GLOBECOM P308 - 313, Vol.1 1992

(来稿时间:1998年12月)