

包交换系统中的一种 DSI 算法¹

兰巨龙 黄河 邬江兴

(国家数字交换工程技术研究中心 郑州 450002)

摘 要 该文将数字语音插空 (DSI) 技术应用于包交换系统中, 给出了一种高效传输语音信号的实现方案。在话音信道中采用 DSI 技术可获得不少于两倍的插空增益, 而各种包交换系统对信源速率变化的适应性又使得 DSI 的实现非常容易, 多路语音信号经 DSI 处理后送入包交换系统传输可显著提高通信线路的利用率。理论分析和计算机模拟结果验证了该方案的良好性能。

关键词 数字语音插空, 数字电路倍增设备, 包交换, ATM, Voice over ATM

中图分类号 TN911.72, TN912.3

1 引 言

随着通信技术的迅速发展, 传统的电路交换方式将逐渐被各种包交换方式所取代。包交换方式由于其能适应各种固定速率和可变速率业务, 实现线路的动态统计复用等突出优点而在传输数据业务方面得到了广泛应用。另一方面, 话音业务和话带数据业务仍是所有业务的主体, 并且这种状态还会持续一段时间, 所以研究如何高效率、高质量地将话带业务接入到宽待网络具有现实意义^[1-5]。本文探讨了将多路话音业务采用数字语音插空 (DSI)^[6-9] 技术进行静音压缩后在包交换系统中传输的实现方案。静音压缩时, 对信令及 ISDN (Integrated Services Digital Network) 数据透明传输, 对话音及 MODEM (Modulator-Demodulator) 数据进行静音检测并压缩。高灵敏度检测器保证了最小的剪音, 同时加入了滤波装置以减小误测率; 采用门限检测自适应措施使检测器工作在最佳状态; 自适应噪声插入及适当的悬挂时间保证了接收端恢复的话音自然度不受影响; 而经过压缩后的数字语音作为 VBR 业务接入到包交换系统传输时, 则可保证良好的动态负载能力, 不仅提高了线路的利用率, 而且降低了设备复杂度, 与传统的数字电路倍增设备 (DCME)^[10] 相比, 大大降低了成本。

2 包交换系统中实现 DSI 技术的基本原理

在话音通信过程中, 通常是一方讲话, 另一方听话而不发声。另外, 讲话一方也有停顿, 通信双方实际讲话的时间 (活动期) 在整个通话过程中只占 30%~40%^[10], 对于多条输入数字电话线路 (集群帧), 如果将各个时隙的信号只在活动期将信号传送到对方, 不发声时不予传送, 便可提高线路利用率, 增加系统的通信容量, 这就是 DSI 技术的基本原理。对于采用 MODEM 调制的话带数据业务 (如传真), 往往是一方发送数据, 而另一方只发一些确认信号, 有大量的空闲时间, 同样可采用 DSI 技术提高线路利用率。电路交换系统中采用 DSI 技术时, 由于话音信号处于活动期或非活动期是随机的, 静音压缩后信号的速率不再是一个恒定值, 为保证输出速率的恒定, 传统的数字电路倍增设备必须进行动态负载控制, 在带宽增益和话音质量之间进行折衷, 需牺牲一些带宽增益, 而且静音处理复杂。而包交换系统可传输可变比特率 (VBR) 业务, 不需要 DSI 进行动态负载控制, 可明显降低 DSI 的复杂度, 获得理想的带宽增益。DSI 进行静音压缩时, 一套 DSI 设备可对集群帧各个时隙同时进行静音检测, 相对于单路处理可明显降低成本。本文提出的方案是首先采用一套 DSI 设备对输入的 1024 (可少于 1024) 时隙集群帧

¹ 1999-04-05 收到, 2000-08-28 定稿

进行静音压缩, 压缩后的数据送入包交换系统中传输, 在保证话音质量的前提下, 显著提高了线路的传输效率。

在发送端, DSI 通过信令获得需要透明传输的业务在集群帧上的位置(时隙号), 对非占用时隙不传输任何内容; 而对占用时隙中禁止压缩的业务透明传输; 对话音或经过 MODEM 调制的话带数据进行静音压缩。图 1 为对一路话音进行处理的静音检测状态转移图。DSI 对每个时隙的 L 个采样值进行比较判决, L 个采样值中有多于 $I(0 \leq I < L)$ 个采样值高于检测门限时, 判断为该路信号出现一次激活, 否则为出现一次静音。 I/L 和图中的 K 决定了静音检测器的灵敏度, K 越小、 I/L 越小, 灵敏度越高, 但抗干扰能力越差。

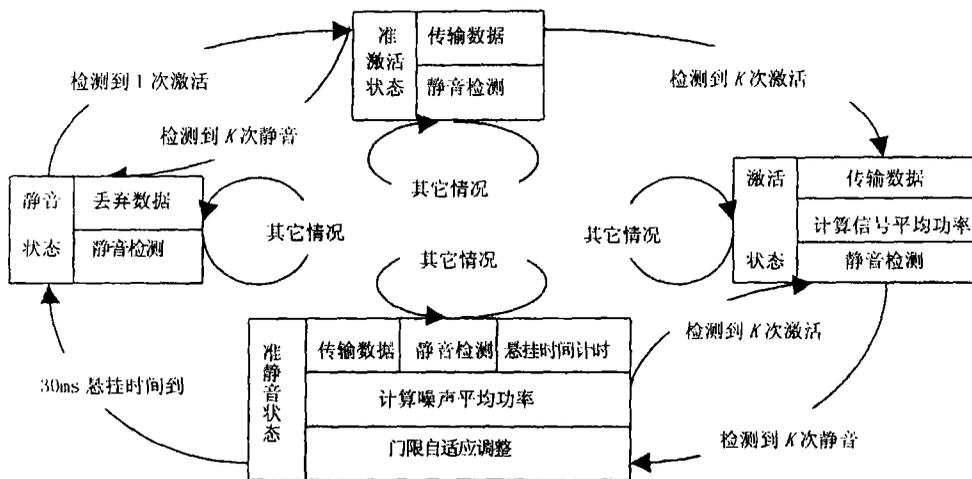


图 1 静音检测状态转移图

DSI 将各时隙的信号状态分为 4 种: 激活状态、准激活状态、静音状态和准静音状态。(1) 在激活状态, 透明地传输该话路在集群帧中所占的时隙号和 L 字节数据, 同时计算信号的平均功率, 并对该路话音进行静音检测。若连续检测到 K 次静音, 则认为该路信号已没有声音需要传输, 由激活状态转移到准静音状态, 否则维持激活状态不变。(2) 当转移到准静音状态时, 该话路虽然处于非活动期, 为了保持话音的自然度, 仍然继续传输该路信号 30ms(悬挂时间)^[6,9], 所以启动悬挂时间计时器进行 30ms 计时, 同时继续进行静音检测。若连续检测到 K 次激活, 则返回激活状态。若计时器计到 30ms 时未检测到连续的 K 次激活, 则转移到静音状态。另外, 此时可计算该话路的背景噪声平均功率, 并根据此噪声平均功率和在激活状态计算的信号平均功率对静音检测的门限进行动态调整, 以达到最佳检测效果。然后, 根据 ITU-T G.763 建议标准, 将背景噪声平均功率用 3bit 数据表示, 传送到接收端。(3) 在静音状态, 丢弃该话路的 L 字节数据, 同时进行静音检测。只要检测到一次激活, 该时隙便由静音状态转为准激活状态, 否则维持静音状态不变。这一措施是为了减小静音处理对信号的剪音。(4) 在准激活状态, 透明传输该路信号, 同时继续进行静音检测。若连续检测到 K 次静音, 则退回到静音状态; 若连续检测到 K 次激活, 则转为激活状态; 这一措施是为了防止误测。由上述分析可知, 当某话路处于静音状态时, 数据被丢弃; 在激活与准激活状态时, 将 L 字节话音信号和 $\lceil \log_2 M \rceil$ bit (M 为集群帧包含的时隙数, $\lceil x \rceil$ 为大于或等于 x 的最小整数) 时隙号传送到接收端; 而在准静音状态, 除了传送话音信号和时隙号外, 另外将 3bit 背景噪声平均功率传送到接收端。

根据 ITU-T 建议 G.763、G.712 和 V.2 关于标准电话线路上的信号平均功率和噪声平均功率确定各路信号的初始检测门限值。但实际线路上的信号和噪声平均功率可能会偏离规定值,

而且随时间变化, 所以 DSI 根据计算出的各路信号平均功率和背景噪声功率, 动态调整检测门限, 以获得最佳检测效果, 而门限调整的速度是可控制的。

在接收端, 话音业务恢复电路必须将由包交换系统传来的数据恢复成集群帧信号。对处于非静音状态的话路, 根据传来的时隙号, 将相应的 L 字节数据依序逐字节装入接收端 L 个 PCM 集群帧的相应时隙中, 将携带背景噪声平均功率的 3bit 数据存储在噪声功率存储器内。对处于静音状态的话路, 没有任何数据传送过来, 首先从噪声功率存储器中取出发送端在准静音状态传来的背景噪声平均功率, 形成相同平均功率的连续白噪声, 填充到集群帧中该路话音的相应时隙。

图 1 的静音检测方案的剪音发生在由静音状态向准激活状态转移过程中, 最大剪音为 1 个话音采样间隔。对 PCM 数字话音信号, 最大剪音为 0.125ms。对于话音业务, 完全满足大于 50ms 的剪音的概率 < 2% 的要求^[6]。该剪音限制与准静音状态 30ms 的悬挂时间能够保证话音业务的自然度。

对 MODEM 数据业务, 传统 DCME 设备采用 DSI 结合自适应差分脉码调制 (ADPCM) 技术提高带宽利用率。由于 ADPCM 不能保证 9600bps 以上 MODEM 数据业务的性能, 因而必须识别话音与 MODEM 数据, 并对 MODEM 数据业务采用特殊的 5bit 编码或透明传输。而我们设计的语音压缩方案仅进行静音检测, 无 PCM 到 ADPCM 转换, 所以平均功率高于门限电平的信号均无失真地传送到接收端。对 MODEM 数据业务, 根据 CCITT 建议 V.2, 一旦建立连接, 即使无数据发送时也有载波传送。一般信号的平均功率在 -20dBm_0 以上, 而图 1 中检测激活与静音的门限为 $-40 \sim -30\text{dBm}_0$ ^[6], 所以 DSI 对 MODEM 数据业务的影响主要体现在通信起始时 (此时为连接建立和同步时期) 的剪音。我们设计的静音检测方案剪音非常之小, 当载频为 1800Hz 时, 只有不到半个周期的剪音, 不会影响通信起始时的同步和连接的建立。所以该静音压缩方案不会影响 MODEM 数据的传输。

3 系统性能分析

对 64kbit/s 的 PCM 话音信号, DSI 插空增益约为 2.5。静音处理后采用不同的适配方式接入包交换系统时, 得到不同的时延和效率特性 (这里指的是 DSI 处理和打包的综合时延与效率)。

以话音信号接入 53 字节定长包 (信元) 的 ATM 系统为例, 采用 AAL1^[11] 适配时, 每信元可传送 47 字节数据, 一路话音适配到一个 ATM 信元, 则打包时延长 $\tau = 8 \times 47 / 64 = 5.875\text{ms}$ ^[1]。若信元不装满, 每信元适配 L_1 字节数据, 则时延 $\tau = 0.125 \times L_1 (\text{ms})$ 。但适配效率为 $\eta = L_1 / 53$ (例如 $L_1 = 6$, $\tau = 0.75\text{ms}$, 则 $\eta = 11.3\%$)。这种每个信元适配一路话音的方式很难同时得到良好的时延和效率特性。通过后面的分析可知, 在 ATM 系统中, 要得到信元适配时延和效率的良好折衷, AAL2 是较为理想的适配方式。

在 AAL2 适配方式中, 根据 ITU-T I.363.2, 48 字节的 ATM 信元净荷分割为固定长度或可变长度的微信元, 称为 CPS 分组。每个 CPS 分组带有其逻辑链路标识和长度标识。AAL2 分为业务特定会聚子层 (SSCS) 和公共部分子层 (CPS)。CPS 的适配过程如图 2 所示。图 3 给出了 AAL2 CPS 分组头和 CPS 协议数据单元 (CPS-PDU) 起始域的定义格式^[12]。

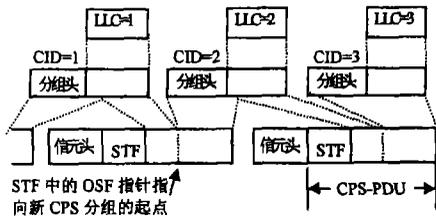


图 2 AAL2 CPS 适配过程
注: LLC: 逻辑链路连接; STF: 起始域;
CID: 连接标识

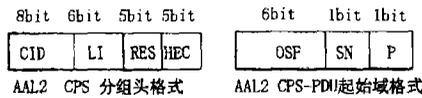


图 3 AAL2 CPS 分组头和 CPS-PDU 起始域定义格式
注: CID: 连接标识; LI: 长度标识; RES: 保留位;
HEC: 分组头错误检测; OSF: 偏移域指针;
P: 奇偶校验位; SN: 信元序号计数

由图 2 可见, AAL2 适配层协议可以在一个 ATM 连接上实现多个逻辑链路连接 (LLC) 的复用。由于一个 CPS 分组可能会跨越信元边界, 在 CPS-PDU 的起始域中设置了一个偏移域指针 (OSF), 用来指示当前信元中第一个完整分组的起始位置。集群帧采用 AAL2 适配时, 由于时延特性的要求, CPS 分组长度必须固定, 因而 CPS 分组头中 LI 可做其他用途。为了装配最多 $M = 1024$ 时隙的集群帧, 需 10bit CID 码, 但 ITU-TL363.2 中给出的 CID 只有 8bit, 可用 8bit CID 和 5bit LI 合起来来传送 10bit 时隙号标志和 3bit 背景噪声平均功率。由于 DSI 一次检测一个话路的 L 个样值, 为减少总时延, 一个 AAL2 CPS 分组净荷域长度也为 L 字节, 等待时延为 $\tau = 0.125 \times L(\text{ms})$ 。DSI 和 AAL2 适配的总时延为等待时延、DSI 处理时延与 AAL2 装配时延之和。

下面分析集群帧信号经过 DSI 处理和 AAL2 适配后的时延和效率。设 ATM 网络有 N 个业务接入点 (N_1, N_2, \dots, N_N), 每业务接入点接入 1 个集群帧, 每个集群帧有 M 个时隙 (4M 个话路经过了四比一的集线器形成 M 时隙的集群帧), 每个话路的话务量为 a (Erlang), 且等概到达 N 个业务接入点之一 (包括本地业务接入点), 则 N_i 到达 N_j 的话务量为 $A = a \times 4 \times M / N$ (Erlang), N_i 有 k 个话路到达 N_j 的概率为

$$P_k(a) = \frac{A^k}{k!} / \sum_{i=0}^M \frac{A^i}{i!} \tag{1}$$

如果禁止压缩业务在所有话路中所占的比例为 γ , 允许压缩的话路在静音处理后, 插空增益 $IG=2.5$, 即 60% 的话路处于静音状态, 则这 k 路话音经 DSI 处理和 AAL2 适配后的比特率为

$$R_k(\gamma) = \left[\frac{[\gamma k + 0.4k(1-\gamma)](L+3)}{47} \right] \times 53 \times 8 / (125L) \text{ (Mbit/s)} \tag{2}$$

其中 $[x]$ 为大于或等于 x 的最小整数。

由业务接入点 N_i 到达其它 $N-1$ 个业务接入点的速率总和的统计平均值为

$$R(a, \gamma) = (N-1) \sum_{k=0}^M R_k(\gamma) P_k(a) \tag{3}$$

根据式 (1), (2) 和 (3) 式, 在 $M=1024, N=4, L=6$, 不同 γ 时的信元比特率 $R(a, \gamma)$ 如图 4 中实线所示。DSI 每次对 L 个样值进行判决, 等待时延为 $0.125L = 0.75\text{ms}$, 采用硬件实现的 DSI 处理时延为 0.75ms , AAL2 适配由于不再需要等待, 时延很小, 总的打包时延约为 $\tau = 1.5\text{ms}$ 。当 $\gamma = 0.1, a = 0.1$ Erlang 时, $R(0.1, 0.1) = 17.24(\text{Mbit/s})$, 由此可见, 由于利用了

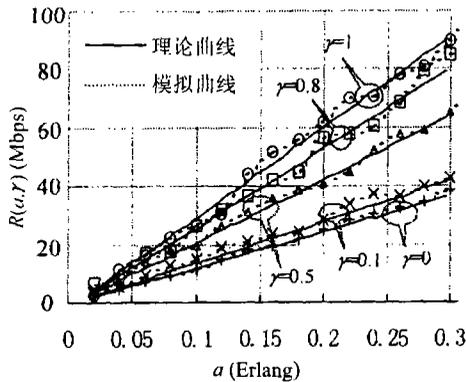


图 4 不同 γ 时 R 与 a 的关系曲线

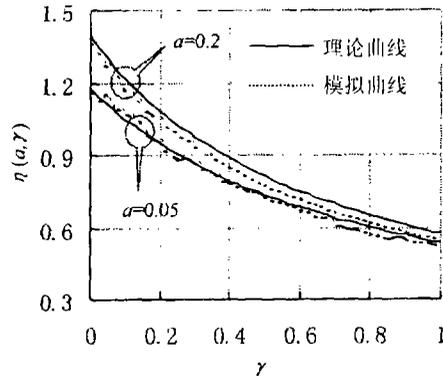


图 5 不同 a 时 η 与 γ 的关系曲线

数字语音插空技术和包交换的统计复用特性, 用平均速率为 17Mbit/s 的 VBR 业务即可传送 65Mbit/s 的集群话路信号。 $\gamma = 1$ 时相当于无 DSI 部分, 此时的平均速率 $R(0.1, 1) = 34.76$ Mbit/s。

经 DSI 和 AAL2 适配后的效率为

$$\eta(a, \gamma) = \frac{\text{信源平均比特率 } R_i(a)}{\text{经 DSI 和信元装配后的平均比特率 } R(a, \gamma)} = \frac{(N-1) \sum_{k=0}^M kL \times P_k(a)}{R(a, \gamma)} \quad (4)$$

仍以 $M = 1024, L = 6, N = 4$ 为例, 在单路业务量 $a = 0.05, 0.1$ 和 0.2 时, 总效率 η 随禁止压缩业务的比例 γ 的变化曲线如图 5 实线所示。由图可见, η 随 γ 的增加而单调下降, 且随话务量 a 的增加而增大, 但 $a \geq 0.05$ 时, a 对 η 影响不大。当 $a = 0.2$ Erlang 时, 随着 γ 的增加, η 从 1.38 单调下降至 0.56。可见, 若没有 DSI ($\gamma = 1$), AAL2 的适配效率仅为 0.58, 采用 DSI 后, 效率得到明显提高。如 $a = 0.2$ Erlang, $\gamma = 0.1$ 时, DSI 的插空增益 $IG(a, \gamma) = \eta(a, 0.1) / \eta(a, 1) = 2.11$ 。低于 2.5 是因为静音压缩后需要传送的信息量减少, 使得装不满的信元比例增加了。

下面具体地分析带宽利用情况。对经过四比一集线器的 1024 时隙集群帧, 若采用普通电路交换方式传输, 则需要不低于 65Mbit/s 传输带宽; 而经 DSI 处理后送入 ATM 网络作为 VBR 业务传输, 在 $N = 4, L = 6, \gamma = 0.1$ 时, 若单路业务量 $a = 0.1$ 和 $a = 0.2$ 时, 分别需要 17.24Mbit/s 和 32.63Mbit/s 的平均带宽。DSI 的高效率和包交换统计复用的优点在这里得到了充分体现。图 6 实线计算出了生成信元后的比特率超过某一带宽 B 的概率, 以 $\gamma = 0.1, a = 0.1$ Erlang 为例, 若要求由于带宽不足造成信元丢失的概率小于 1×10^{-6} , 则以 25Mbit/s 的固定带宽足以传输经 DSI 处理后形成的信元, 同样要求下, $\gamma = 0.1, a = 0.2$ Erlang 时, $B = 44$ Mbit/s; 若无 DSI, $a = 0.1$ Erlang 和 0.2 Erlang 时要求的固定带宽分别为 52 和 92Mbit/s。这意味着, 即使采用永久虚通道 (PVP) 的固定带宽传输经 DSI 处理的话音, 也可节约大量信道资源。

在其它能够保证传输时延的定长或不定长包交换系统中传输集群话路信号时, 仍然可以将经 DSI 压缩后的数据首先打成一个子包, 再装入包交换系统要求的包格式进行传输。同 ATM 传输一样, DSI 和打包时延为 $\tau \approx 0.125 \times L(\text{ms}) + \text{DSI 处理时延}$ 。仍采用上述 DSI, 则集群帧中时隙数不超过 1024 时的 DSI 和打包时延为

$$\tau \approx 0.75 + 0.125 \times L(\text{ms}) \quad (5)$$

下面分析定长包交换系统的效率。设包长为 L_P ，包头长度为 L_{PH} ，子包包头长度为 L_{SPH} ，子包净荷长度和 DSI 每次处理样值数 L 相同，则当集群帧中有 M 个时隙， N 个业务接入点，禁止静音压缩话路的比例为 γ 时，业务接入点 N_i 有 k 个话路到达 N_j 的概率由 (1) 式给出，则这 k 路话音经 DSI 处理和打包后的比特率为

$$R_k(\gamma) = \left[\frac{[k\gamma + 0.4(1-\gamma)](L + L_{SPH})}{L_P - L_{PH}} \right] \times L_P \times 8 / (125L) \quad (\text{Mbit/s}) \quad (6)$$

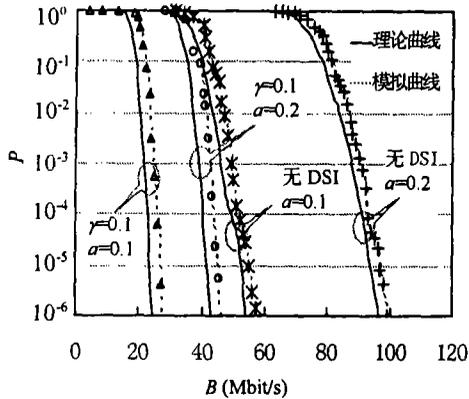
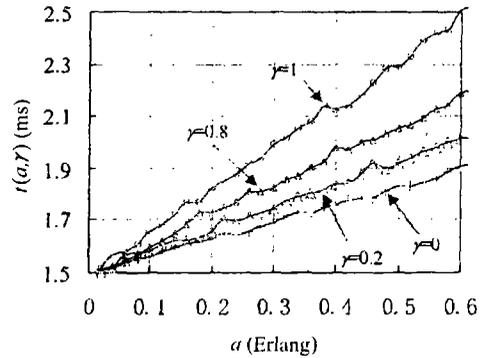
业务接入点 N_i 上 M 个时隙打包后的平均速率为 $R(a, \gamma)$ ，则 DSI 和打包后的总效率为

$$\eta(a, \gamma) = \frac{R_i(a)}{R(a, \gamma)} = \frac{\sum_{k=0}^M k L P_k(a)}{\sum_{k=0}^M R_k(\gamma) P_k(a)} \quad (7)$$

可见，总效率由集群帧中的时隙数 M 、包长 L_P 、包头长度 L_{PH} 、子包包头长度 L_{SPH} 、子包净荷长度 L 、单路业务量 a 和非压缩话路的比例 γ 共同决定，但一般情况下，DSI 处理增益 IG 大于 2。考虑包交换的统计复用后，线路利用率会大大提高。

4 计算机模拟与电路实现

在理论分析的基础上，为了验证该算法的有效性，我们在与理论分析相同的条件下对多路话音接入 ATM 网络的各项性能进行了计算机模拟。设各个接入节点接入 ATM 网络的带宽为 $C = 48.384 \text{ Mbps}$ ，单路话音业务的到达服从泊松分布，持续时间服从指数分布，每隔 0.75 ms 进行一次静音检测，这样最大剪音为 0.125 ms 。AAL2 微信元之长度为 $L = 9$ 字节，微信元之净荷为 6 字节，所以 DSI 与打包时延之和为 $0.75 + 6 \times 0.125 = 1.5 \text{ ms}$ 。并设插空增益 $IG = 2.5$ ，则在单路话音业务量 a 、禁止静音压缩话路的比例为 γ 时的话音业务经过 DSI 后打成信元的比特率、DSI 和打包的总效率、信元比特率超过某一带宽 B 的概率如图 4, 5, 6 中虚线所示。比较图 4, 5, 6 中的理论计算与模拟曲线发现，计算机模拟结果与理论分析的结果非常接近，由此验证了上述分析结果的正确性，即在 ATM 网络的话音接入系统中采用 DSI 技术可提高带宽利用率一倍以上，显著节约传输带宽。图 7 给出了在 $C = 48.384 \text{ Mbps}$ 带宽上传输 1024 路话音业务时进行 DSI 处理、打包与信元排队的总时延 τ 与 a, γ 之间的关系曲线，在 $a \leq 0.1$ 时， $\tau \leq 1.65 \text{ ms}$ ； $a \leq 0.2$ 时， $\tau \leq 1.85 \text{ ms}$ 。图 5 与图 7 的计算机模拟结果进一步表明，在 ATM 网络中传输话音业务时采用 DSI 技术可显著提高传输带宽的利用率，而其代价是 0.75 ms 的 DSI 处理时延，这一代价在采用 AAL2 适配方式时不会影响话音质量，因为在 $a \leq 0.2$ 时，最大接入时延不超过 1.85 ms 。由此可见，在 ATM 网络中传输话音业务时，采用静音检测技术与 AAL2 适配方式可获得高传输效率与低接入时延的良好折衷。

图 6 信元比特率超过带宽 B 的概率图 7 不同 α 、 γ 时 DSI、打包与排队时延之和 τ 的模拟曲线

计算机模拟结果验证了本文提出的算法的优越性能, 为了验证其可实现性, 我们在实验室环境下, 将上述 DSI 算法应用于 ATM 话音接入系统中进行了实验。由于必须实时完成 DSI 的复杂运算, 我们采用硬件实现静音检测、AAL2 适配、接收端的自适应噪声插入和集群帧形成, 采取了并行算法和波形存储噪声源以减少运算时间。发送端用一片 ALTERA 公司的 FPGA EPF10K50ETC144 完成 DSI 运算, 可以在 0.75ms 的时间内实现 1024 时隙集群话路信号的静音处理, 由于 DSI 不需要考虑动态负载控制, 电路得以简化。经 DSI 压缩后的数据存入 FIFO 中, 再用一片 FPGA EPF10K50ETC144 实现 AAL2 适配, 生成信元送入 ATM 网络。接收端用一片 FPGA EPF10K50EQC240-3 和双端口 RAM, EPROM 共同完成噪声插入和集群帧形成的功能。实验结果验证了该方案传送话音与 MODEM 数据业务的可行性, 主观评价话音质量时难以分辨经过 DSI 处理和未经 DSI 处理的话音。

5 结束语

本文给出了一种在包交换系统中采用静音压缩技术传输话音信号的实现方案。该方案不仅提高了线路利用率, 而且电路简单, 易于实现。每一个 DSI 设备可处理多达 1024 时隙的集群话路信号, 与传统电路交换系统中的 DCME 设备相比, 处理能力大大增强。由于 DSI 处理后的数据送入包交换系统传输, 避免了传统 DCME 由于动态负载控制带来的难以实现和性能下降的缺点。对定长包交换的特例——ATM 系统的时延与效率特性进行了详细分析与计算机模拟, 理论分析与计算机模拟结果显示, 在 ATM 网络中传输话音业务时, 采用 DSI 技术可提高带宽利用率一倍以上, 其代价是 0.75ms 的 DSI 处理时延。电路实验验证了该方案的可行性。DSI 保证了 PCM 数据在活动期的完整性, 而且该方案剪音很小, 如果经 DSI 处理后的数据再采用其它语音压缩措施进一步压缩后送入包交换系统传输, 则可获得相当可观的压缩比。

参 考 文 献

- [1] 肖丹, 郭雷, 程时端, ATM 话音通信技术, 电信科学, 1997, 13(2), 44-48.
- [2] B. Petri, S. D. Schwetje, D. Telekom, Narrowband ISDN and broadband ISDN service and network interworking, IEEE Communication Magazine, 1996, 34(6), 84-89.
- [3] K. Sriram, R. S. McKinney, M. H. Sherif, Voice packetization and compression in broad-band ATM networks, IEEE J. on Select. Areas Commun., 1991, SAC-9(3), 294-304.
- [4] I. Robin, K. K. Chang, Voice quality control under dynamic encoding algorithms in ATM networks, Computer Networks and ISDN Systems, 1997, 29(3), 343-355.

- [5] D. M. alley, I. Y. kim, A. Atkinson, Audio services for an asynchronous transfer mode network, Bell Lab. Techn. J., 1995, 3(7), 80-91.
- [6] ITU-T 建议 G.763, 1994.
- [7] 吕海寰, 等, 卫星通信系统 (修订本), 北京, 人民邮电出版社, 1994, 253-271.
- [8] J. Pieselky, New trend in digital circuit multiplication technology, International Journal of Satellite Communication, 1990, 8(6), 454-458.
- [9] 杨涛, 吕晶, 数字话路倍增技术, 通信技术与发展, 1997, 3, 31-33.
- [10] 金玉兰, 译, 国际通信网络中的高效语音、数据传输技术, 电信技术研究, 1991, 1, 1, 77-82.
- [11] ITU-T Draft Recommendation I.363.2, 1997.
- [12] 马丁·德·普瑞克著, 程时端, 刘斌译, 异步传递方式-宽带 ISDN 技术, 北京, 人民邮电出版社, 1996 年 7 月, 132-134.

A DIGITAL SPEECH INTERPOLATION ALGORITHM FOR THE PACKET SWITCHING SYSTEM

Lan Julong Huang He Wu Jiangxing

(National Digital Switching System Eng. & Tech. Research Center, Zhengzhou 450002, China)

Abstract This paper presents an efficient algorithm for voice over packet switching system using the digital speech interpolation (DSI) technique. More than twice of the interpolation gain (IG) can be obtained by applying DSI to the voice channel. The adaptability of the packet switching networks to the source rate makes it easy for DSI to be realized. The combination of DSI and the packet switching system can significantly save the transmission bandwidth of the multiple voice channels. Theoretical and simulation results show the good performances of the algorithm.

Key words DSI, DCME, Packet switching, ATM, Voice over ATM

兰巨龙: 男, 1962 年生, 博士生, 主要研究方向为宽带网络中的带宽分配及实时调度算法。
黄 河: 男, 1973 年生, 硕士, 从事宽带通信网方向的研究。
邬江兴: 男, 1953 年生, 教授, 博士生导师, 从事通信与计算机网络方向的研究。