

# AAL2 分组话音复接器带宽分配算法的研究

魏立军,刘增基

(西安电子科技大学综合业务网国家重点实验室,西安 710071)

**摘 要:** 本文根据分组话音业务的特点,结合分组话音业务服务质量的要求,特别是分组丢弃概率和平均分组排队时延的要求,研究 AAL2 分组话音复接器带宽分配算法. 得出结论:对于无比特丢弃的 AAL2 分组话音复接器,按平均速率分配带宽基本上可以满足分组话音业务服务质量的要求;如果适当降低 ATM VC 的带宽利用率(例如:令  $\alpha = 0.9$ ),则可以进一步提高话音质量,获得令人满意的话音;对于带比特丢弃的 AAL2 分组话音复接器,按平均速率分配带宽,可以很好地满足分组话音业务服务质量要求,获得高质量的话音. 计算机仿真证实了上述结论是正确的.

**关键词:** ATM; AAL2; 呼叫允许控制; 分组话音; 服务质量

**中图分类号:** TN913.24 **文献标识码:** A **文章编号:** 0372-2112(2001)01-0014-05

## Bandwidth Allocation Algorithm Suitable to AAL2 Packet Voice Multiplexer

WEI Li-jun, LIU Zeng-ji

(National Key Laboratory of Integrated Service Networks, Xidian Univ., Xi'an 710071, China)

**Abstract:** This paper investigates bandwidth allocation algorithm suitable to the AAL2 packet voice multiplexer, which takes into consideration the features and quality of service of AAL2 packet voice. A conclusion is drawn that average rate bandwidth allocation can meet the requirements of AAL2 packet voice multiplexer without bit dropping. If we reduce the ATM VC (Asynchronous transfer mode; Virtual Channel) bandwidth utilization (e. g.  $\alpha = 0.9$ ), we can further improve voice quality. As far as AAL2 packet voice multiplexer with bit dropping is concerned, average rate bandwidth allocation can well meet the requirements of the quality of service of packet voice. Computer simulation results obtained are in good agreement with the conclusion.

**Key words:** asynchronous transfer mode (ATM); ATM adaptation layer type 2; call admission control; packet voice; QoS

### 1 引言

数字分组网络的高速发展,使人们对用一个综合业务网同时承载数据业务、话音业务和多媒体业务的兴趣日益浓厚. 低比特速率语音压缩编码算法以及语音静默检测与消除技术的应用,大大节约了语音传输所需的带宽,并给人们一种启示,利用分组网络有效承载压缩语音业务以取代传统的电路交换的话音业务. 与传统的电路交换的话音业务相比,在相同的输出链路速率下,用分组网络承载语音业务可以接入更多的语音呼叫:除了语音业务外,分组语音网络还能承载数据、视频等其它业务,为用户终端提供更多的业务支持. 这些优点都使得用分组网络承载语音业务成为网络研究的热点.

在分组网络技术中,ATM 是一种比较理想的承载分组语音业务的技术. 在 ATM 中,主要采用 AAL1 和 AAL2 来承载分组语音业务. 与 AAL1 相比,AAL2 既可以承载恒定比特率语音业务,也可以承载可变比特率语音业务:通过对其所承载的数字语音进行适当的压缩,对语音呼叫进行静默检测和消除,可获得低的分组时延和高的带宽利用率;并可用一条 ATM 连接支持多个用户信道,且带宽可变. AAL2 代表着用 ATM 承载

分组语音业务的发展方向.

本文根据分组话音业务的特点和服务质量要求,研究 AAL2 分组话音复接器带宽分配算法. 通过理论与计算机仿真,得出结论:对于无比特丢弃的 AAL2 分组话音复接器,按平均速率分配带宽基本上可以满足分组话音业务服务质量要求,可用于对话音质量要求不太高的场合;适当降低 ATM VC 的带宽利用率(例如:令 ATM VC 的带宽利用率为 0.9),即可进一步提高话音质量,获得令人满意的话音. 对于带比特丢弃的 AAL2 分组话音复接器,按平均速率分配带宽能很好地满足分组话音业务服务质量要求,所得的话音质量较高. 计算机仿真证实了上述结论的正确性. 本文所提出的 AAL2 分组话音复接器带宽分配算法计算简便,易于实现,可很好地应用于 AAL2 分组话音复接器呼叫允许控制中.

### 2 AAL2 分组话音复接器原理

AAL2 用于在 ATM 虚通路(ATM VC)上有效传输语音、传真和话带数据. 通过有选择地丢弃语音分组中较不重要的比特,可以缓解 AAL2 分组话音复接器的拥塞状态<sup>[1~4]</sup>.

用 AAL2 承载分组话音业务时,各路话音数据被分成一

定长度的分组,形成 AAL2 分组的话音信息域。话音信息域前加一个 3 字节的 AAL2 分组头,形成 AAL2 分组。在对话音进行分组的过程中,应采用一适当的分组占用时长  $T$ ,使得 AAL2 分组头相对于 AAL2 分组的话音信息而言开销较小;同时,又应使此分组占用时长仅为端到端时延的一小部分,以减少时延。若对话音采用 32kb/s 的 G 727 E-ADPCM<sup>[5]</sup> 编码和静默消除,且选择  $T = 5\text{ms}$ ,则 AAL2 分组的话音信息域共有 40 个采样点,每个采样点 4 比特,AAL2 话音分组长度为 23 字节。采用比特丢弃时,40 个采样点中最重要的比特放入 AAL2 分组话音信息域的第 3 块,最不重要的比特放入话音信息域的第 0 块。比较重要的比特放入第 2 块和第 1 块。因此,20 个字节长的 AAL2 分组话音信息域中,每一块为 5 个字节长。当发生拥塞时,首先丢弃块 0,其次丢弃块 1。

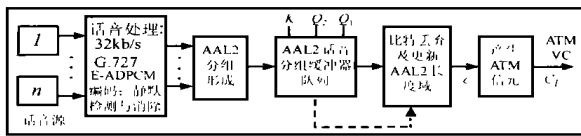


图 1 AAL2 分组话音复接器原理框图

图 1 中示出了在输出端进行比特丢弃的 AAL2 分组话音复接器的原理框图<sup>[2]</sup>。图 1 中,AAL2 分组话音复接器首先将 AAL2 话音分组放入 AAL2 话音分组缓冲器队列中进行排队,然后在 AAL2 话音分组缓冲器队列的输出端,在将话音分组放入 ATM 信元载荷域前进行比特丢弃。若分组经历了比特丢弃,则要更改 AAL2 分组头的 LI 域。

采用比特丢弃时,AAL2 话音分组缓冲器队列中的话音分组排队队长  $L_q$  与三个门限值 ( $Q_1, Q_2, K$ ) 相比较以确定如何进行比特丢弃。比特丢弃的算法示于表 1 中。

单路 AAL2 分组话音业务源模型可以用 on/off 业务源模型来表示<sup>[6]</sup>。对于 on/off 业务源模型,至少需要三个参数来描述它。这三个参数是:峰值信息发送速率(单位为比特/秒),令其为  $R_p$ ;突发期平均长度  $\bar{B} = 1/\lambda$ ,静默期的平均长度  $\bar{S} = 1/\mu$ ,单位均为秒。 $B, S$  是随机变量,服从负指数分布。以上三个参数称为业务描述符,用户在向网络提出服务质量要求的同时,必须向网络提供这些业务描述符以便网络用这些参数进行连接允许控制。对于接入 AAL2 分组话音复接器的多个 AAL2 分组话音业务源而言,它们的业务描述符相同,服务质量要求也相同。

表 1 比特丢弃算法

话音分组排队队长 ( $L_q$ )	AAL2 分组块丢弃	分组长度
低 ( $0 \leq L_q \leq Q_1$ )	无比特丢弃	23 字节
中 ( $Q_1 \leq L_q \leq Q_2$ )	丢弃第 0 块	18 字节
高 ( $Q_2 < L_q \leq K - 1$ )	丢弃第 0 块和第 1 块	13 字节
溢出 ( $L_q \geq K$ )	丢弃整个分组	0 字节

假设 ATM VC 的输出速率为  $C_L$ ,而  $C$  为 AAL2 话音分组缓冲器队列的输出速率。对于 AAL2 分组话音复接器而言,需要确定最多可以接入多少个语音源,同时可以保证每个语音源的服务质量要求得到满足。下文分析应采用何种带宽分配算法来接入 AAL2 分组话音源。

### 3 AAL2 分组话音复接器带宽分配算法的研究

令  $n$  为接入 AAL2 分组话音复接器的话音源个数。当按峰值速率分配带宽时, $C$  和  $n$  的关系为:  $C = n \times R_p$ 。按峰值速率分配带宽时,每个话音源的服务质量要求完全可以得到满足,但带宽的利用率低。因为,大约 60% 的时间,话音源处于静默期,不发送话音分组。因此,需要采用其它的带宽分配算法。

采用哪一种带宽分配算法,归根结底要依据分组话音业务的特点,满足分组话音业务服务质量要求,且所选择的带宽分配算法应尽可能简便,容易实现。

对于传统话音而言,单向端到端分组时延可为 100ms 到 150ms。因此,对于分组话音复接器而言,话音分组的时延可允许为 20ms。若扣除对话音分组的处理开销,则话音分组在缓冲器队列中的排队时延可近似认为不超过 15ms 即可<sup>[1,2]</sup>。为统一起见,令  $K$  为分组话音复接器缓冲器队列的容量,令  $L$  为 AAL2 话音分组的长度,单位为字节。当  $C$  的单位为比特/秒时,可得  $K$  的计算公式为:

$$K = \lceil \frac{r \cdot C \times 15 \times 10^{-3}}{L \times 8} \rceil \quad (1)$$

式(1)中, $\lceil x \rceil$  值为不小于  $x$  的最小整数, $K$  的单位为分组。在此条件下,话音分组在话音分组缓冲器队列中的排队时延不超过 15ms 这一服务质量指标得到满足。

不同的场合对话音质量的要求不同。一般而言,无比特丢弃的 AAL2 分组话音复接器的分组丢弃概率小于百分之一时,所得的话音质量令人满意。有待选择的带宽分配算法,在满足话音分组丢弃概率要求的同时,应尽可能多地接入 AAL2 分组话音源。用 ATM 信元承载 AAL2 话音分组时,53 字节的 ATM 信元中只有 47 个字节用来传送 AAL2 话音分组,由此可得  $C_L$  和  $C$  的关系为:

$$C = (47/53) \times C_L \quad (2)$$

对话音源进行静默检测和消除后, $n$  个话音源复接的分组到达模型,当  $n$  足够大时,可以近似为泊松流。对于无比特丢弃的 AAL2 分组话音复接器而言,每个 AAL2 分组长度固定,为  $L$  字节长,即对每个 AAL2 话音分组的处理时间相同。因此,无比特丢弃的 AAL2 分组话音复接器模型可近似为 M/D/1/K 模型。其中, $K$  为话音分组缓冲器队列的容量。为了便于分析,定义以下参数:

$L$  为 AAL2 话音分组的长度,单位为字节,本文取  $L$  为 23 字节; $K$  为 AAL2 话音分组缓冲器队列的容量,单位为分组, $K$  按式(1)取值; $L_j$  为在第  $j$  个分组服务完时系统中的分组数; $p$  为话音源处于突发期的概率; $\tau$  为一个 AAL2 话音分组的 service 时间; $T$  为分组占用时长,单位为秒; $\rho$  为到达 AAL2 分组话音复接器的 AAL2 话音分组的到达率,单位为分组/秒; $\rho = \lambda \times \tau$ ,为 ATM VC 的带宽利用率; $\rho_i$  为系统达到稳定状态时, $L_j = i$  的概率, $0 \leq i < K - 1$ ; $\rho_i = \{\rho_0, \rho_1, \dots, \rho_{K-2}, \rho_{K-1}\}$ ,是系统达到稳定状态后,队列长度概率向量; $P_L$  为分组丢弃概率;EQ 为 AAL2 话音分组缓冲器队列中的平均队列长度(按分组个数计算);EW 为平均分组排队时延。

由上面定义的参数可得

$$R_p = \frac{1}{T} \times L \times 8 \quad (3)$$

$$= (n \times p) / T \quad (4)$$

$$= (L \times 8) / C \quad (5)$$

$$= \frac{n \times p}{T} \times \frac{L \times 8}{C} = \frac{n \times p \times R_p}{C} \quad (6)$$

则可得:

$$n = C / (p \times R_p) \quad (7)$$

式(6)中,当  $\rho = 1$  时,即为按平均速率分配带宽. 值小于 1 时,ATM VC 的带宽利用率降低,接入 AAL2 分组话音复接器的话音源个数相应减小.通过调节  $\rho$  值,即可控制接入 AAL2 分组话音复接器的话音源个数,使得分组丢弃概率和平均分组排队时延满足话音服务质量要求.

令序列  $\{a_i, i > 0\}$  代表在分组服务时间  $t$  内,到达  $i$  个分组的概率. 则可得

$$a_i = \frac{e^{-\rho} (\rho)^i}{i!} = \frac{e^{-\rho} \rho^i}{i!} \quad (8)$$

由此可得马尔可夫状态转移概率矩阵  $P$  如式(9)表示.

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} 0 & 1 & 2 & \dots & K-2 & K-1 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ K-2 \\ K-1 \end{matrix} & \begin{bmatrix} a_0 & a_1 & a_2 & \dots & 1- \\ a_0 & a_1 & a_2 & \dots & 1- \\ 0 & a_0 & a_1 & \dots & 1- \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ K-2 & & a_0 & a_1 & 1- \\ K-1 & & & a_0 & 1- a_0 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (9)$$

在式(9)中,  $\rho$  代表一行中其它元素之和. 当系统达到稳定状态时,可得

$$p = \rho \quad (10)$$

在文献[2,3]可得

$$P_L = (\rho + 1) / (\rho + 1) \quad (11)$$

$$EQ = \sum_{i=1}^{K-1} i \cdot a_i \quad (12)$$

$$EW = EQ / (1 - P_L) \quad (13)$$

当带宽利用率  $\rho$  值一定时,  $P_L$  和  $EW$  的值与  $C_L$  值的大小有关. 取  $\rho$  值分别为 1 和 0.9,  $P_L$  和  $EW$  随  $C_L$  变化的情况分别示于图 2(a)和(b)中.

由图 2 可见,  $\rho = 1$ , 即按平均速率分配带宽时,随着 ATM VC 输出速率的增加,分组丢弃概率减小,平均分组排队时延变化不大,不大于 8 毫秒. 当 ATM VC 输出速率大于 800kb/s 时,分组丢弃概率小于百分之一,将  $n$  个 on-off 话音源复接的分组到达模型近似为泊松流时,存在一定误差,造成分组丢弃概率略大于理论分析值,话音质量有所降低. 但当分组丢弃概率略大于百分之一时,尽管话音质量有所降低,但此时的话音服务质量要求基本上得到满足. 因此,仍可按平均速率分配带宽,所得的话音可用于对话音质量要求不太高的场合. 为了得到较高质量的话音,则需适当降低带宽利用率. 当带宽利用率  $\rho = 0.9$  时,接入 AAL2 分组话音复接器的话音源个数为按平

均速率分配带宽时话音源个数的百分之九十. 由图 2 可以看出,此时的分组丢弃概率和平均分组排队时延与按平均速率分配带宽时相比大大降低. 当 ATM VC 输出速率大于 800kb/s 时,分组丢弃概率远小于百分之一,平均分组排队时延小于 4

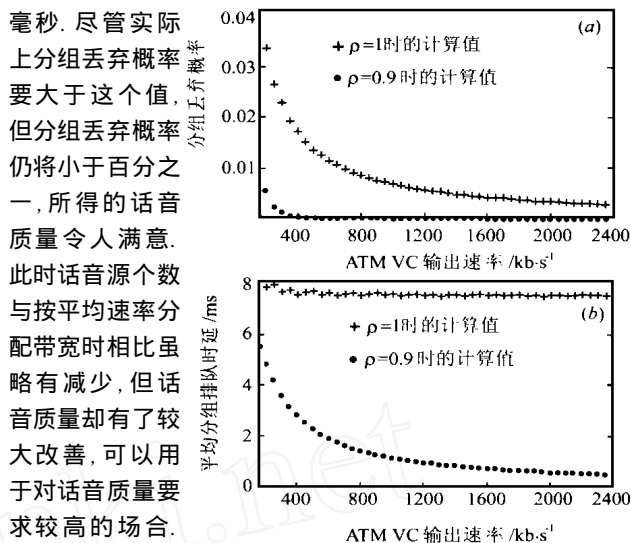


图 2 无比特丢弃时话音性能变化图. (a) 分组丢弃概率; (b) 平均分组排队时延

均速率分配带宽时,话音服务质量要求基本上得到满足. 适当降低带宽利用率,话音质量将获得进一步改善,令人满意.

为了缓解 AAL2 分组话音复接器的拥塞状态,可以有选择地丢弃话音分组中较不重要的比特. 与无比特丢弃时的分组丢弃概率和平均分组排队时延相比,采用比特丢弃后,分组丢弃概率和平均分组排队时延大大降低. 因此,按平均速率分配带宽适合于带比特丢弃的 AAL2 分组话音复接器,且所得的话音质量更高.

因为在上文的讨论中,并未涉及具体的编码和压缩方式,因此,按平均速率分配带宽具有一般性,适合于采用不同编码和压缩方式的 AAL2 分组话音,对无比特丢弃和带比特丢弃的 AAL2 分组话音复接器都适用. 下面,针对 32kb/s G.727 E-ADPCM 编码,进一步讨论按平均速率分配带宽的算法.

假定 AAL2 话音分组的分组占用时长为  $T = 5\text{ms}$ , 则 AAL2 分组为 23 字节. 在突发期中,峰值信息发送速率为  $R_p = 23 \times 8 / 0.005 = 36800$  比特/秒. 在 AAL2 分组话音复接器缓冲器队列的输入端和输出端进行比特丢弃的两种复接器性能相当,在此,只讨论在输出端进行比特丢弃的 AAL2 分组话音复接器.

在话音分组缓冲器队列的输出端进行比特丢弃的 AAL2 分组话音复接器模型可用 M/D/1/K 模型来准确表示<sup>[2]</sup>. 其中,  $D$  代表服务时间随状态改变的确定时间服务. 本文按文献[2]给出的话音分组缓冲器队列门限值的确定方法来确定  $Q_1$ 、 $Q_2$  和  $K$  值.

令  $D_4$ 、 $D_3$  和  $D_2$  分别为对 23、18 和 13 字节长的分组的服

$$D_4 = (23 \times 8) / C \quad (14)$$

$$D_3 = (18 \times 8) / C \quad (15)$$

$$D_2 = (13 \times 8) / C \quad (16)$$

按平均速率分配带宽时, 如式(4)所示,  $C$  与  $n$  的关系为:

$$C = n \times p \times R_p \quad (17)$$

$$R_p = \frac{1}{T} \times 23 \times 8 \quad (18)$$

则可得:  $D_4 = 1 \quad (19)$

$$D_3 = 18 / 23 \quad (20)$$

$$D_2 = 13 / 23 \quad (21)$$

由文献[2]可得马尔可夫状态转移概率矩阵  $P$  如下式所示.

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} 0 & 1 & 2 & \dots & Q_1 - 1 & Q_1 & Q_1 + 1 & \dots & Q_2 - 1 & Q_2 & Q_2 + 1 & \dots & K - 2 & K - 1 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ \dots \\ Q_1 - 1 \\ Q_1 \\ Q_1 + 1 \\ \dots \\ Q_2 - 1 \\ Q_2 \\ Q_2 + 1 \\ \dots \\ K - 2 \\ K - 1 \end{matrix} & \begin{bmatrix} a_0 & a_1 & a_2 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 1 - \dots \\ a_0 & a_1 & a_2 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 1 - \dots \\ 0 & a_0 & a_1 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 1 - \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_0 & a_1 & a_2 & a_3 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 1 - \dots \\ a_0 & a_1 & a_2 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 1 - \dots \\ b_0 & b_1 & b_2 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 1 - \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_0 & b_1 & b_2 & b_3 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 1 - \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_0 & b_1 & b_2 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 1 - \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_0 & c_1 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & 1 - \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_0 & 1 - c_0 & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (22)$$

其中:  $a_i = \frac{e^{-D_4(D_4)^i}}{i!} = \frac{1}{e \times i!} \quad (23)$

$$b_i = \frac{e^{-D_3(D_3)^i}}{i!} = \frac{e^{-18/23(18/23)^i}}{i!} \quad (24)$$

$$c_i = \frac{e^{-D_2(D_2)^i}}{i!} = \frac{e^{-13/23(13/23)^i}}{i!} \quad (25)$$

$$= \left\{ D_4 \begin{matrix} Q_1 \\ i=0 \end{matrix} \right\} + \left\{ D_3 \begin{matrix} Q_2 \\ i=Q_1+1 \end{matrix} \right\} + \left\{ D_2 \begin{matrix} K-1 \\ i=Q_2+1 \end{matrix} \right\} \quad (26)$$

$$= \times \quad (27)$$

分组丢弃概率和平均分组排队时延仍按公式(11)和(13)计算. 将式(23)~(25)代入马尔可夫状态转移概率矩阵, 即可求出分组丢弃概率和平均分组排队时延. 带比特丢弃的 AAL2 分组话音复接器分组丢弃概率和平均分组排队时延随 ATM VC 输出速率变化关系如图 3 中所示.

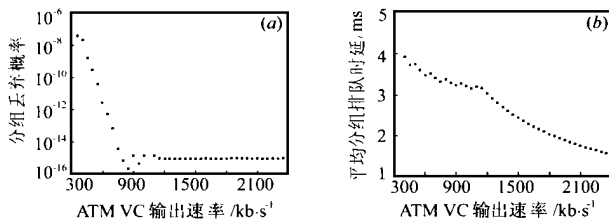


图 3 带比特丢弃时话音性能变化图.  
(a) 分组丢弃概率; (b) 平均分组排队时延

从图 3 中可看出, 按平均速率分配带宽时, 带比特丢弃的 AAL2 分组话音复接器分组丢弃概率很小, 小于 10<sup>-6</sup>, 平均分组排队时延也很小, 完全满足话音服务质量要求. 因此, 按平均速率分配带宽适合带比特丢弃的 AAL2 分组话音复接器.

### 4 计算机仿真结果

为了验证按平均速率分配带宽的有效性, 本节用 Matlab 语言编写程序, 针对无比特丢弃和在输出端进行比特丢弃这两种 AAL2 分组话音复接器, 进行计算机仿真. 仿真时, 假定

话音采用 G 727 32kb/s E-ADPCM 编码, AAL2 分组占用时长为 5ms, 则 AAL2 语音分组长度为 23 字节; 每秒钟话音源处于突发期的平均时间为 0.4 秒, 处于静默期的平均时间为 0.6 秒, 突发期与静默期服从负指数分布, 则话音源处于突发期的概率  $p = 0.4$ . 处于突发期时, 话音源每隔 5ms 产生一个 AAL2 语音分组. 对于无比特丢弃的 AAL2 分组话音复接器, 话音源数按式(7)确定. 式(7)中的  $\lambda$  值分别取 1 和 0.9, 分别对应于按平均速率分配带宽时的话音源个数和 ATM VC 带宽利用率为 0.9 时的话音源个数. 对于带比特丢弃的 AAL2 分组话音复接

表 2 仿真结果 (a) 无比特丢弃时的仿真结果

ATM VC 输出速率 (kb/s)	话音源个数 ( $\lambda = 1.0$ )	缓冲器容量 $K$ 相应于 15 毫秒 (分组)	分组丢弃概率	平均分组排队时延 (毫秒)
384	23	28	0.05364	7.4779
768	46	56	0.04260	7.4493
1152	69	84	0.03730	7.6146
1536	92	112	0.03305	7.2196
2048	123	149	0.02804	7.9951
ATM VC 输出速率 (kb/s)	话音源个数 ( $\lambda = 0.9$ )	缓冲器容量 $K$ 相应于 15 毫秒 (分组)	分组丢弃概率	平均分组排队时延 (毫秒)
384	20	28	0.02807	4.7536
768	41	56	0.01275	3.8719
1152	62	84	0.00865	3.1173
1536	83	112	0.00613	3.2351
2048	111	149	0.00440	2.3568

(b) 带比特丢弃时的仿真结果

ATM VC 输出速率 (kb/s)	话音源个数	缓冲器容量及门限值			分组丢弃概率	平均分组排队时延 (毫秒)	每个采样点平均比特数
		$Q_1$	$Q_2$	$K$			
384	23	11	21	31	$2.8999 \times 10^{-5}$	3.4036	3.5811
768	46	21	41	62	$< 10^{-6}$	2.9492	3.7181
1152	69	30	60	90	$< 10^{-6}$	2.8902	3.7492
1536	92	30	60	90	$< 10^{-6}$	2.0195	3.8168
2048	123	30	60	90	$< 10^{-6}$	1.5919	3.8306

器,语音源个数按式(17)确定.在计算机仿真中,ATM VC 的输出速率分别取 384kb/s、768kb/s、1152kb/s、1536kb/s 和 2048kb/s.仿真结果如表 2 所示.

从计算机仿真结果可以看出,对于无比特丢弃的 AAL2 分组语音复接器,按平均速率分配带宽时,当 ATM VC 输出速率大于 384kb/s 时,分组丢弃概率略大于百分之一,小于百分之六,平均分组排队时延不大于 8 毫秒.在此条件下,分组语音服务质量要求基本上得到满足,可用于对话音质量要求不太高的场合.而当  $\rho = 0.9$  时,接入 AAL2 分组语音复接器中的语音源数为按平均速率分配带宽时语音源数的百分之九十,接入的语音源个数虽然有所减小,但相应得到的分组丢弃概率和平均分组排队时延显著降低,满足分组语音服务质量要求,适合于用在对话音质量要求较高的场合.

对于带比特丢弃的 AAL2 分组语音复接器,按平均速率分配带宽时,分组丢弃概率小于  $10^{-4}$ ,平均分组排队时延小于 4 毫秒,每采样点平均比特数当 ATM VC 输出速率大于 768kb/s 时大于 3.7,此时的语音质量较高.从理论计算与仿真结果可以看出,随着 ATM VC 输出速率的增加,分组丢弃概率和平均分组排队时延降低.因此,提高 ATM VC 的输出速率(保持带宽利用率不变)有助于改善语音质量. AAL2 分组语音复接器应尽量工作在输出速率较高的场合.

## 5 讨论

选择带宽分配算法时,应在满足语音服务质量要求的前提下,尽可能多地接入语音呼叫.目前,对于语音而言,主要有两种带宽分配算法:直观分析法<sup>[6]</sup>和流体流分析法<sup>[7]</sup>.取语音分组丢弃概率为  $10^{-2}$  以及  $R_p$  为 36800 比特/秒,  $p$  为 0.4 代入以上两种带宽分配算法中,当 ATM VC 的输出速率分别取 384kb/s、768kb/s、1152kb/s、1536kb/s 和 2048kb/s 时,按直观分析法求出的语音源数分别为 12、29、47、66 和 92;按流体流分析法求出的语音源数分别为 11、22、35、49 和 70.按这两种带宽分配算法计算出的可以接入 AAL2 分组语音复接器的语音源数小于本文提出的按平均速率分配带宽所能接入的语音源数.因此,在满足语音服务质量要求前提下,本文提出的带宽分配算法明显优于文献[6,7]中所给出的两种带宽分配算法.

## 6 结束语

本文根据 AAL2 分组语音业务的特点,结合分组语音业务服务质量要求,提出并从理论上证明:对于无比特丢弃的 AAL2 分组语音复接器,按平均速率分配带宽基本上可以满足

AAL2 分组语音服务质量要求;适当降低带宽利用率(例如:令带宽利用率  $\rho = 0.9$ ),可以进一步改进语音质量,获得令人满意的语音;对于带比特丢弃的 AAL2 分组语音复接器,按平均速率分配带宽完全满足了语音服务质量要求,能获得较高质量的语音.最后,通过计算机仿真实证上述结论是正确的.本文提出的带宽分配算法可以得到低的分组丢弃概率和适中的平均分组排队时延,实现起来简便,非常适合于用在 AAL2 分组语音复接器呼叫允许控制中.最后,本文将按平均速率分配带宽法与流体流分析法和直观分析法相比较,从而可知在满足分组语音服务质量要求前提下,按平均速率分配带宽法可以接入更多的语音呼叫,优于其它两种带宽分配算法.

## 参考文献:

- [1] K. Sriram, T. G. Lyons, Y.-T. Wang. Anomalies due to delay and loss in AAL2 packet voice systems: Performance models and methods of mitigation [J]. IEEE Journal on selected areas in communications, January, 1999, 17(1): 4 - 17.
- [2] K. Sriram, Y.-T. Wang. Voice over ATM using AAL2 and bit dropping: Performance and call admission control [J]. IEEE Journal on selected areas in communications, January, 1999, 17(1): 18 - 28.
- [3] K. Sriram and D. M. Lucantoni. Traffic smoothing effects of bit dropping in a packet voice multiplexer [J]. IEEE Trans. Commun., July, 1989, 37(7): 703 - 712.
- [4] K. Sriram and W. Whitt. Characterizing superposition arrival processes in packet multiplexer for voice and data [J]. IEEE Journal on selected areas in communications, September, 1986, vol. SAC-4, 7(6): 833 - 846.
- [5] ITU-T Recommendation G.727: 5-, 4-, 3-, and 2-bits sample embedded adaptive differential pulse code modulation (ADPCM) [S]. Geneva, CH: ITU, 1990.
- [6] Misha Schwartz: Broadband Integrated Networks [M]. 北京:清华大学出版社, 1998, 26 - 32, 130 - 138.
- [7] Misha Schwartz: Broadband Integrated Networks [M]. 北京:清华大学出版社, 1998, 139 - 147.

## 作者简介:

**魏立军** 1975 年出生,现为西安电子科技大学通信与信息系统博士研究生,当前主要研究方向为综合业务网与 ATM 技术.

**刘增基** 1937 年出生,现为西安电子科技大学教授、博士生导师、综合业务网国家重点实验室主任、中国通信学会会员.当前主要从事宽带网络技术的研究.