

# AAL2 分组话音系统信元装配时延的研究<sup>1</sup>

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** 该文研究将 AAL2 分组填入 ATM 信元载荷域时的信元装配时延, 得出结论: ATM 信元装配时延由话音源编码速率、分组占用时长以及接入 AAL2 分组话音复接器中的话音源个数确定。当话音源编码速率较低, 接入 AAL2 分组话音复接器中的话音源数较小时, 信元装配时延可能很大, 需要设置定时器以限制信元装配时延, 例如当话音源编码速率为 8kb/s 时, 可令定时器的取值为 3ms; 当话音源编码速率为 32kb/s 时, 若分组占用时长为 5ms, 一般无需使用定时器。

**关键词** 分组话音, ATM, AAL2, 服务质量

**中图分类号** TN916.1

## 1 引言

为了有效承载低比特率对时延敏感的应用业务, ITU-T 和 ATM 论坛推出了 AAL2 协议。AAL2 可将来自不同用户的话音和数据信息, 分别形成 AAL2 分组, 复接在一条 ATM 虚通路 (ATM VC) 上, 完成用一条 ATM 连接支持多个用户信道的功能。AAL2 可在话音呼叫的静默期和通话完毕时释放带宽资源, 并能对单个呼叫进行路由和交换, 且每个用户的带宽可变, 带宽利用率高, 因而用 AAL2 承载话音业务大大提高了网络资源的利用率。此外, 由于承载多路话音和数据时, 只用建立一条 ATM 连接, 因而大大降低了网络管理的复杂度。AAL2 代表着用 ATM 承载话音业务的发展方向<sup>[1-5]</sup>。

AAL2 在承载低比特率实时应用业务上的优势, 使得 AAL2 可用在有线网络中, 在话音专用小交换机 (PBX) 之间的中继线上用 AAL2 对传统的 64kb/s 的话音进行适配, 以节约带宽资源。AAL2 另一个典型应用是用在第三代移动通信系统中<sup>[3]</sup>。第三代移动通信系统要求建立一个面向连接的有严格服务质量 (QoS) 控制能力的接入网。目前, 最适合这一要求的技术是 AAL2。与其它 ATM 适配层技术相比, AAL2 既能满足所承载业务的服务质量要求, 又能获得高效的资源利用率。

在 AAL2 分组话音系统中, AAL2 分组话音复接器负责将来自不同话音源的 AAL2 分组填入 ATM 信元中, 完成多路话音数据复接到一条 ATM VC 上的功能。由于话音对时延很敏感, 为了确保 AAL2 话音分组传送时延要求得到满足, 需要限制将 AAL2 分组填入 ATM 信元载荷域中形成 ATM 信元的信元装配时延。本文第 2 节研究影响 ATM 信元装配时延的因素。而后在第 3 节和第 4 节中分别研究话音源编码速率为 8kb/s 和 32kb/s 时的信元装配时延。第 5 节讨论 ATM 信元采用部分填充时的信元装配时延。第 6 节对全文作出小结。

## 2 影响信元装配时延的因素

当信元采用完全填充时, 信元中的额外开销由 ATM 信元头, STF (Start Field) 域以及 AAL2 分组头产生。令 AAL2 分组信息域的长度为  $L$ , 单位为字节, 则 ATM 信元中的额外开销的计算公式为

$$\text{额外开销} = 1 - (47/53)L/(L + 3) \quad (1)$$

经过静音检测与消除处理后, 在静默期, 话音源不产生话音分组; 在突发期, 话音源每隔固定的分组占用时长周期性地产生话音分组。来自不同话音源的 AAL2 分组到达 AAL2 分组

<sup>1</sup> 2001-06-27 收到, 2001-12-27 改回

语音复接设备的时间不同,因而将 AAL2 分组填入 ATM 信元载荷域中形成 ATM 信元所等待的时间不同。用 AAL2 分组填充 ATM 信元载荷域时,在突发期中,等待下一个 AAL2 分组填入 ATM 信元载荷域最多需要等待一个分组占用时长;而如果一个 ATM 信元已经部分填充了 AAL2 分组而所有的话音源都进入了静默期,则有可能要等待较长时间才能填充完 ATM 信元载荷域,造成端到端分组传送时延大幅度增加,语音质量下降。

影响信元装配时延的因素主要有 3 个: 话音源编码速率, 分组占用时长, 接入 AAL2 分组语音复接器中的话音源数。

当话音源编码速率和分组占用时长一定时, 装配完一个 ATM 信元所需的 AAL2 分组数一定。此时, 接入 AAL2 分组语音复接器中的话音源数目越多, 则在单位时间内到达 AAL2 分组语音复接器的 AAL2 分组数越多, 相邻的两个 AAL2 分组之间的时间间隔也就越小, 相应的信元装配时延也就越小。当接入大量的话音源时, 相邻两个 AAL2 分组之间的时间间隔很小, 受分组占用时长和话音源进入静默期的影响很小, 此时, 即使不设置定时器, 信元装配时延也很小。而当话音源较少时, 信元装配时延受分组占用时长和静默期的影响严重, 需要设置定时器以限制信元装配时延。

当话音源编码速率和接入 AAL2 分组语音复接器中的话音源个数一定时, 如果分组占用时长增加, 则 AAL2 分组长度增加, 额外开销减小, 同时, 填充完一个 ATM 信元载荷域所需的 AAL2 分组数减少, 这使得信元装配时延有减小的趋势; 但由于分组占用时长增加, 每个话音源在单位时间内产生的 AAL2 分组数减少, 所有话音源在单位时间内产生的 AAL2 分组数相应减少, 分组间隔增大, 相应的信元装配时延有增加的趋势。这两种趋势有所抵消。因此, 当话音源编码速率和接入 AAL2 分组语音复接器的话音源个数一定时, 不同的分组占用时长对信元装配时延的影响不大, 尤其是当话音源个数较多时, 不同分组占用时长所对应的信元装配时延几乎相等。

当分组占用时长和接入 AAL2 分组语音复接器中的话音源个数一定时, 如果话音源编码速率较高, 则 AAL2 分组长度增大, AAL2 分组的额外开销减小。虽然在单位时间内, 话音源产生的 AAL2 分组数目未增加, 相应的分组间隔不变, 但由于 AAL2 分组长度增加, 填充一个 ATM 信元载荷域所需的 AAL2 分组数目减少, 相应的信元装配时延减小。

当话音源数较小, 话音源编码速率较低时, 需要设置一个定时器 (Timer) 以限制最大信元装配时延。当 ATM 信元载荷域中开始填入 AAL2 分组时, 启动定时器, 如果在定时器限制的短时间内能填充完 ATM 信元载荷域, 则立即传送此 ATM 信元, 否则将剩余的 ATM 信元载荷域填充 0bit 后发送。设计定时器时, 如果定时器值较大, 则部分填充的 ATM 信元数减少, 相应的额外开销减少, 但信元装配时延增加, 不利于提高语音质量; 如果定时器的值太小, 则部分填充的 ATM 信元数增加, 额外开销很大, 浪费带宽资源。因此, 确定定时器时, 不但要考虑信元装配时延, 而且要考虑额外开销所占比例。

在进行计算机仿真时, 令  $N_{AAL2}$  为产生的 AAL2 分组总数,  $N_{ATM}$  为装配好的 ATM 信元总数, 采用定时器所产生的额外开销计算公式为

$$\text{额外开销} = (N_{ATM} \times 53 - N_{AAL2} \times L) / (N_{ATM} \times 53) \quad (2)$$

下文研究当话音源采用不同的编码速率时, 信元装配时延与定时器的确定方法。

### 3 话音源编码速率为 8kb/s 时的信元装配时延

对于一个典型的话音源而言, 话音源处于突发期的平均时间为 0.4s, 处于静默期的平均时间为 0.6s, 突发期与静默期服从负指数分布。处于突发期时, 话音源每隔一个分组占用时长产生一个 AAL2 语音分组。

当话音源采用 8kb/s 的 G.729 编码时, 令分组占用时长分别为 10ms 和 20ms, 则相应的 AAL2 分组长度分别为 13byte 和 23byte。当 ATM 信元采用完全填充时, ATM 信元的额外

开销分别为

$$\text{额外开销}_{10\text{ms}} = 1 - 47/53 \times 10/13 = 0.3179 = 31.79\% \quad (3)$$

$$\text{额外开销}_{20\text{ms}} = 1 - 47/53 \times 20/13 = 0.2289 = 22.89\% \quad (4)$$

对于话音源编码速率为 8kb/s 的情况, 当不采用定时器时, ATM 信元平均装配时延的仿

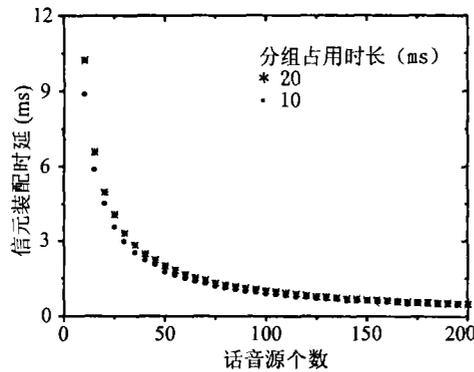


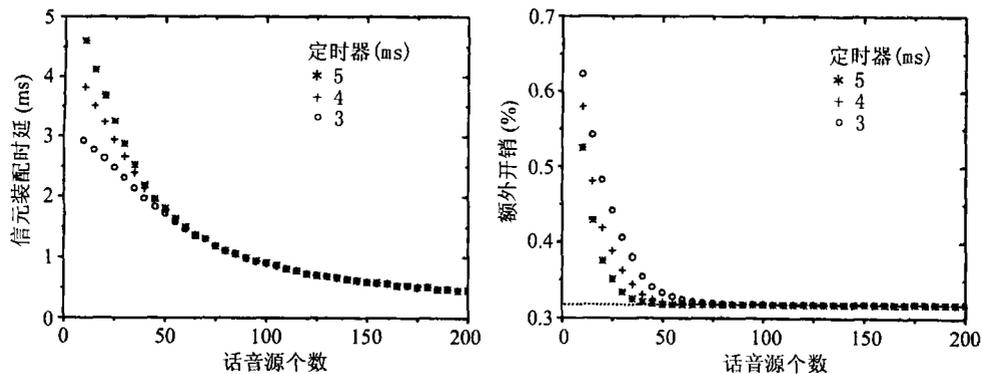
图 1 无定时器时的平均信元装配时延

真结果如图 1 所示。图 1 中, \* 为分组占用时长为 20ms 的仿真结果; • 为分组占用时长为 10ms 的仿真结果。

从图 1 可以看出, 当话音源个数较少时, 信元装配时延很大, 超过 5ms, 随着话音源个数的增加, 信元装配时延逐渐减小。因此, 需要设置定时器以限制话音源个数较小时的信元装配时延。从图 1 还可以看出, 当话音源个数相同时, 两种分组占用时长所对应的信元装配时延相近, 这与前文的分析一致。

对于传统语音而言, 单向端到端分组传送时延的允许值可为 100ms 到 150ms。对于 AAL2 分组语音复接器而言, 语音分组的时延可允许为 20ms, 而语音分组在语音分组缓冲器中的排队时延可认为不超过 15ms 左右即可, 于是信元装配时延不应超过 5ms。为此, 定时器的值分别设为 5ms, 4ms 和 3ms, 定时器的取值不同时, 相应的 ATM 信元装配时延不同, 额外开销也不同。

图 2(a) 和 2(b) 分别示出了话音源编码速率为 8kb/s, 分组占用时长为 10ms 时, 平均信元装配时延和额外开销的仿真结果; 图 3(a) 和 3(b) 中分别示出了话音源编码速率为 8kb/s, 分组占用时长为 20ms 时, 平均信元装配时延和额外开销的仿真结果。在图 2 和图 3 中, \* 为定时器在 5ms 的仿真结果, + 为定时器在 4ms 的仿真结果, ○ 为定时器在 3ms 的仿真结果。图 2(b) 和图 3(b) 中, 虚线代表 ATM 信元完全填充时的额外开销所占比例。



(a) 信元装配时延

(b) 额外开销所占比例

图 2 分组占用时长为 10ms 的仿真结果

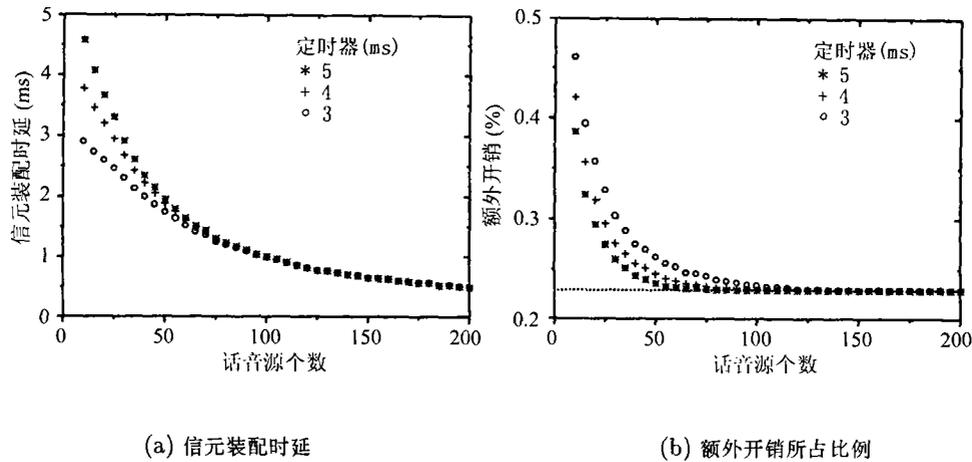


图3 分组占用时长为 20ms 的仿真结果

从图 2 和图 3 可以看出, 采用了定时器后, 当接入 AAL2 分组语音复接器中的语音源数较小时, 信元装配时延大大减小。定时器的值为 5ms 时, 信元装配时延较大, 但额外开销较小; 而当定时器的值为 3ms 时, 信元装配时延较小, 最多比定时器为 5ms 时小将近 2ms, 但额外开销比定时器的值为 5ms 的情况大, 最大多出 10%。考虑到具体实现时, 应尽量减少信元装配时延, 因此, 可令定时器的值为 3ms。此时, 额外开销比定时器为 5ms 的情况最多高出约 10%, 但信元装配时延减小了近 2ms。

此外, 从图 2 可以看出, 当接入 AAL2 分组语音复接器中的语音源数超过 50 时, 定时器取不同的值, 信元装配时延基本相同, 与不采用定时器时的信元装配时延基本相等。此时可取消定时器, 以便将额外开销降至最低。

而在图 3 中, 分组占用时长为 20ms, 当接入 AAL2 分组语音复接器中的语音源数超过 80 时, 定时器取不同的值, 信元装配时延基本相同, 与不采用定时器时的信元装配时延基本相等。此时可取消定时器, 以便将额外开销降至最小。

当语音源个数较多时, 取消定时器, 可以大大降低实现的复杂度。

#### 4 语音源编码速率为 32kb/s 时的信元装配时延

设置定时器是为了防止当语音源个数较小时信元装配时延过大。但当语音源编码速率较高时, 尽管接入 AAL2 分组语音复接器中的语音源个数较小, 但语音源在单位时间内产生的 AAL2 分组可很快填充完一个 ATM 信元载荷域, 相应的信元装配时延较小, 此时, 不必设置定时器。

本节, 作者研究当语音源采用 32kb/s 编码速率时信元的装配时延。令分组占用时长为 5ms, 则 AAL2 分组长度为 23byte。当 ATM 信元采用完全填充时, ATM 信元的额外开销为

$$\text{额外开销} = 1 - 47/53 \times 20/23 = 0.2289 = 22.89\% \quad (5)$$

图 4(a) 和 4(b) 分别示出了语音源编码速率为 32kb/s, 分组占用时长为 5ms 时的信元装配时延和额外开销所占比例的仿真结果, 其中, \* 为无定时器时的仿真结果, + 为定时器取值 4ms 的仿真结果, o 为定时器取值 3ms 的仿真结果。图 4(b) 中虚线代表 ATM 信元采用完全填充时额外开销所占比例。

从图 4(a) 可以看出, 无定时器时的信元装配时延和采用定时器时的信元装配时延相比差别很小。这是因为对于 32kb/s 的语音源编码而言, 当分组占用时长为 5ms 时, AAL2 分组长度为 23byte, 装配完一个 ATM 信元所需的 AAL2 分组数较少; 同时, 由于分组占用时长仅为 5ms, 在单位时间内语音源产生的 AAL2 分组数较多, 因此, 即便接入 AAL2 分组语音复接器

中的话音源个数较小, 信元装配时延也较低。此时, 设置定时器所取得的效果很小, 但额外开销较大, 实现复杂度增加。对于 32 kb/s 的话音源编码, 当分组占用时长为 5 ms 时, 可以取消定时器。

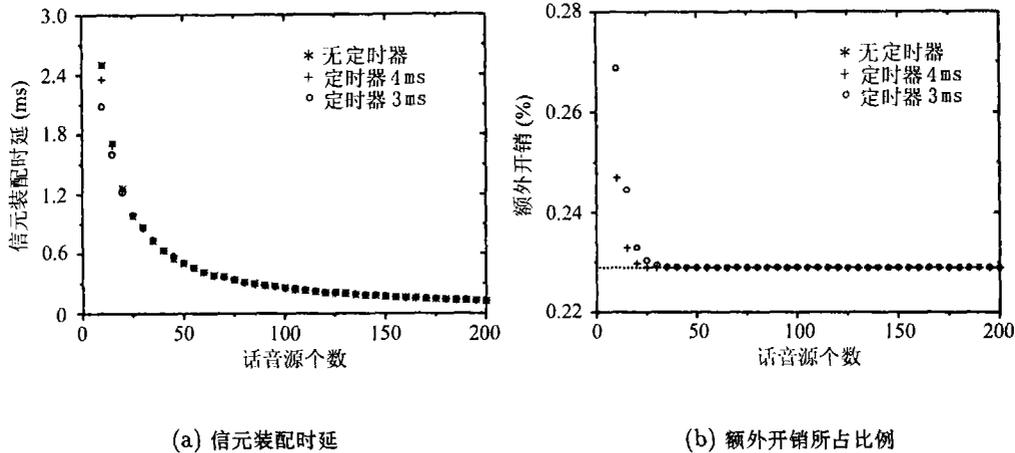


图 4 话音源编码速率为 32kb/s 时的仿真结果

## 5 讨论

从上文的讨论中可以看出, 当接入 AAL2 分组语音复接器中的话音源数较小时, 相邻两个 AAL2 分组之间的时间间隔较大, 而且由于 AAL2 分组的长度与 ATM 信元载荷域的长度并不匹配, 当 ATM 信元载荷域中已经部分填充了 AAL2 分组时, 为了填充完较少的字节以形成一个完整的 ATM 信元, 往往需要等待一个新的 AAL2 分组到达, 这大大增加了信元装配时延。

为了减小信元装配时延并简化实现, 可以根据 AAL2 分组长度, 适当设定 ATM 信元载荷域中填充的 AAL2 分组数, 当 ATM 信元载荷域中已经填充完绝大部分数据后, 不再等待新的 AAL2 分组到达, 发送部分填充的 ATM 信元。

在上文的讨论中, 当话音源编码速率为 32kb/s 且分组占用时长为 5ms 时, AAL2 分组为 23byte。假定 ATM 信元载荷域中只顺序填充 2 个 AAL2 分组, 长为 46byte, ATM 信元载荷域最后一个字节填充 0bit 发送。此时额外开销增加, 但信元装配时延有所降低。信元装配时

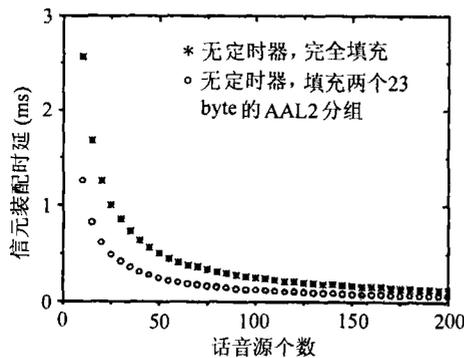


图 5 话音源编码速率为 32kb/s 时的信元装配时延

延的仿真结果如图 5 所示。图 5 中, \* 为不采用定时器且完全填充 ATM 信元载荷域时的仿真结果, o 为不采用定时器且一个 ATM 信元载荷域中只顺序填充两个 23byte 的 AAL2 分组时的仿真结果。

从图 5 中可以看出, 与完全填充 ATM 信元载荷域时的信元装配时延相比, 当 ATM 信元只顺序填充 2 个 23 byte 的 AAL2 分组时, 信元装配时延大大降低。这有利于提高语音质量。此时的额外开销为

$$\text{额外开销} = 1 - 46/53 \times 20/23 = 0.2453 = 24.53\%$$

(6)

这样处理虽然引入一定开销,但与完全填充 ATM 信元相比此开销增加很小,而且这样做减少了信元装配时延并简化了实现的复杂程度。例如,STF 域中的 OSF 值可以直接设定,只对 STF 中的序号(SN)和校验(P)值进行动态设置。接收端设备收到 ATM 信元时,由于没有任何 AAL2 分组横跨两个 ATM 信元载荷域,因此,可从 ATM 信元中立刻恢复出完整的 AAL2 分组,无需等待下一个 ATM 信元到达,因而 AAL2 分组的端到端分组传送时延减小。

## 6 结 束 语

为了有效承载低比特率对时延敏感的应用义务,ITU-T 和 ATM 论坛推出了 AAL2 协议。AAL2 用于在 ATM VC 上有效传输语音、传真以及话带数据,并可通过在一条 ATM 连接上复接多路语音和数据分组来提高网络资源的利用率。本文研究 AAL2 分组填入 ATM 信元载荷域时的信元装配时延,得出结论:信元载荷域装配时延由语音源编码速率、分组占用时长以及接入分组语音复接器中的语音源个数确定。当语音源编码速率较低,语音源数较少时,信元装配时延很大,需要设置定时器以限制信元装配时延。对于语音源编码速率为 8kb/s 的情况,可令定时器的取值为 3ms;当分组占用时长为 10ms,而语音源数超过 50 时,可以取消定时器,而当分组占用时长为 20ms,语音源数超过 80 时,即可取消定时器。对于语音源编码速率为 32kb/s 的情况,若分组占用时长为 5ms,无需使用定时器。

## 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, IEEE J. on Selected Areas in Communications, 1999, 17(1), 4-17.
- [2] K. Sriram, Y. T. Wang, Voice over ATM using AAL2 and bit dropping: Performance and call admission control, IEEE J. on Selected Areas in Communications, 1999, 17(1), 18-28.
- [3] G. Eneroth, *et al.*, Applying ATM/AAL2 as switching technology in third-generation mobile access networks, IEEE Communications Magazine, 1999, 37(6), 112-122.
- [4] af-vtoa-0113.000, ATM trunking using AAL2 for narrowband services, Feb. 1999.
- [5] ITU-T Recommendation I.363.2, B-ISDN ATM adaptation layer type 2 specification, Feb. 1997.

## STUDY ON THE CELL ASSEMBLY DELAY IN THE AAL2 PACKET VOICE SYSTEM

Wei Lijun    Liu Zengji

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

**Abstract** This paper investigates the issues related to the cell assembly delay induced by filling AAL2 packets from different users into the payloads of ATM cells. A conclusion is drawn that the cell assembly delay is affected by the voice coding rate, voice packetization interval and the number of voice sources multiplexed. When the number of voice sources multiplexed is small and voice is compressed to a low bit rate, a timer is needed to limit the cell assembly delay. Timer can be set at 3ms if voice is compressed using 8kb/s G.729. When voice is compressed using 32kb/s G.726 with a voice packetization interval of 5ms, it is unnecessary to use the timer.

**Key words** Packet voice, Asynchronous Transfer Mode(ATM), ATM Adaptation Layer Type 2(AAL2), Quality of service

魏立军: 男, 1975 年生, 博士生, 当前主要研究方向为综合业务网与 ATM 技术。

刘增基: 男, 1937 年生, 教授、博士生导师、综合业务网国家重点实验室主任、中国通信学会会士。当前主要从事宽带通信网的研究。