

局域网

ATM网络

标准化

(15)

网络协议

计算机科学1998 Vol.25 No.3

61-65

# ATM 网络技术的标准化、服务及在局域环境中的应用

The Standardization of ATM Network Technology and Its Serves and Application in LAN

洪志浩 钱华林

(中国科学院计算机网络信息中心 北京100080)

TP393.1

**摘要** From the point of view of application, in this article, we present a brief overview on ATM standardization and the current progress, describe ATM serves. Finally come to discuss the reality of ATM technology in applications, especially in LAN environments.

**关键词** ATM standardization, Protocol architecture, Network services, LAN applications

## 1 ATM 网络技术的标准化工作

ATM 网络技术的标准化对于加速 ATM 网络技术的实现、保证 ATM 网络产品的开放性、从而保证和增强 ATM 网络服务对终端用户的价值意义重大。ATM 网络技术的标准主要由 ITU-T (国际电信联盟下设的电信标准化机构),即以以前的 CCITT 进行颁布。ITU-T 是由140多个国家的政府部门所组成的国际标准化组织,从事电信标准化工作。致力于 ATM 网络技术标准化的主要的国际组织还有 ATM 论坛(ATM Forum)和 IETF (Internet Engineering Task Force)。IETF 是为 Internet 制定标准的组织,在 ATM 网络技术标准化方面,IETF 正着手制定 ATM 在 Internet 上实现的标准,目前代表性的工作则是 ATM 论坛和 IETF 联合制定的 MPOA (Multiprotocol Over-ATM) 协议标准。

1990年,ITU-T 制定了一个关于 ATM 网络技术的重要标准—ATM 基本信元的定义,即采用53字节长度作为 ATM 传输的信元长度。

此后,ITU-T 发布了几十种有关 ATM 网络技术的标准,包括 ATM 服务描述,用以把各种服务映射成 ATM 信元的适配层协议、协议参考模型、接口、传输控制和资源管理等等。

为了加速 ATM 标准的实现,进一步促进 ATM 的标准化工作以及加强工业界在 ATM 技术方面的协作,Cisco 和 Northern Telecom 等四家公司于1991年联合发起成立了一个国际联盟 ATM 论坛。虽然 ATM 论坛不是一个标准化组织,但在发展 ATM 标准化方面与 ITU-T 和 IETF 紧密结合。ATM 论坛

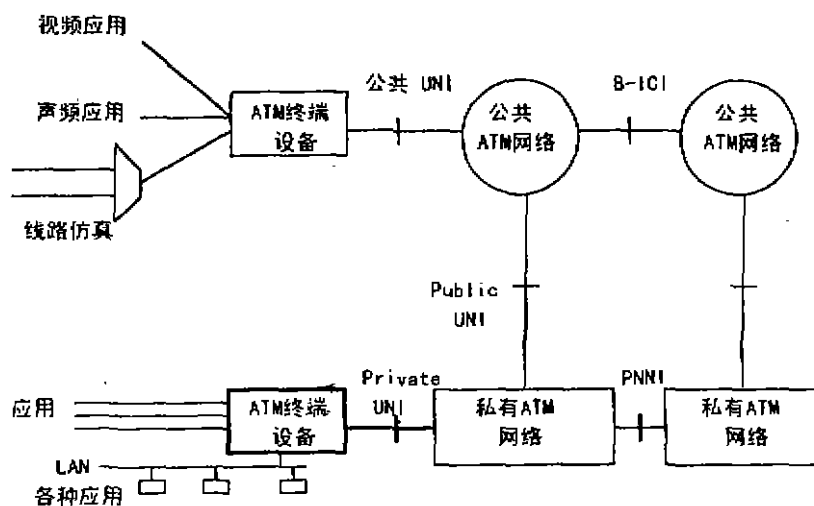


图1 ATM 网络结构

从1991年不到10个成员,到现在已经发展到超过700个成员,他们分别来自各网络设备制造商、服务提供商、软件公司,还有政府组织、科研机构 and 大学。

ATM 网络技术的标准化过程中,各种网络接口的标准化及其实现是非常重要的,决定了 ATM 网络技术全面应用的到来。图1给出 ATM 网络体系结构各种不同的接口界面。

图1中 UNI 为用户和网络之间的接口标准;PNNI 为私有网络和私有网络之间接口的标准;B-ICI 为公共 ATM 网络之间的宽带接口标准。

如图1所示,在 ATM 网络结构中,ATM 网络的组成元素可分为三类:

交换机类:公共 ATM 网络交换机,私有 ATM 网络交换机

接口类:Public UNI, Private UNI, PNNI, B-ICI

用户端:ATM 终端设备、视频、音频、线路仿真、LAN 仿真及其它应用。

在 ATM 论坛里,遵循着一种2/3的大多数原则对各种制定的标准投票通过,UNI 标准是一个非常基本的标准,在其之上建立各种接口标准和应用标准。ATM 论坛分为多个工作组,各个工作组致力于不同领域的标准化工作,这些工作组及其标准化工作的详细描述见文[2]。在文[3]中,ATM 论坛详尽地列出了各种已经完成的 ATM 标准和正在进行的标准化工作中各种有待完成的标准。

在理解 ATM 论坛制订的标准的时候,不可忘记 ATM 论坛本身并不是一个制订标准的组织,而是以设备制造商为核心的联盟,论坛所制订的标准可以理解为制造商之间在实现 ATM 技术上的合作协议。在 ATM 论坛不断推出各种标准的同时,一些国际标准化组织,如 ITU-T, ISO 等并不注定将来会采纳 ATM 论坛所制定的标准。

## 2 ATM 网络支持的服务

在对 ATM 网络技术的宣传中,往往给人一种错觉,以为 ATM 网络能够提供目前我们所知的各种网络服务,而且现在就能提供,还具有提供未来新提出的服务的能力。这种错觉容易使我们缺乏对 ATM 提供的服务有确切的了解。

### 2.1 ATM 服务的定义

在定义 ATM 网络的服务时,有三个参数非常重要:比特率(可变或不可变),连接方式(无连接或是面向连接的)和时间补偿(对信元的延迟是否敏

感)。这三个参数的组合有八种,其中四种对 ATM 网络是有意义的服务类型,这就是 ITU-T 的标准中定义的四类 ATM 网络服务:

A 类服务:即常说的 CBR (Constant Bit Rate),这种服务要求一定的传输速率,面向连接,对 CDV (Cell Delay Variation)敏感,其典型应用是对各种通信线路的线路仿真。

B 类服务:称之为 VBR (Variable Bit Rate) 服务,其典型的应用是用来传送一般经过压缩的音频、视频应用,这类应用要求可变速率,面向连接且对信令延迟的变化特别敏感。

C 类服务:这种服务主要用来定义面向连接的数据服务,可变速率,对信令延迟变化的要求不高。

D 类服务:这种服务用来定义无连接的数据服务,可变速率,对信令延迟变化的要求不高。ATM 网络本身是一种面向连接的网络,这种无连接数据服务在 ATM 网络中是通过定义其中一种连接为无连接的方式来实现的。

除了上面所述的四类 ITU-T 文档中定义的 ATM 服务之外,ATM 论坛建议了两种新的服务类型“X 类服务”和“Y 类服务”。这两种服务类型都是属于可变速率、面向连接,对信令延迟变化不敏感的服务。

X 类服务:又称之为 UBR (Unassigned Bit Rate) 服务,这种服务实际上是一种信元中继(ATM 论坛术语为 CRS)。这时 ATM 网络接口要接收的数据流已经是 ATM 信元,而不需要 ATM 适配层(AAL)。这种不需要 AAL 层功能的 AAL 层有时称之为 AAL-0 类型。UBR 服务中,ATM 网络对接收到的信元不作任何事情,所以也没有 QoS 服务质量控制。例如 ATM 集线器、路由器和直接可以生成 ATM 信元的一些应用。

Y 类服务:又称之为 ABR (Available Bit Rate) 服务,指 ATM 网络在有 QoS 要求的应用之外还有剩余的网络带宽时,ABR 的信元一到来就在网络中传输出去。

### 2.2 ATM 服务实现的协议模型

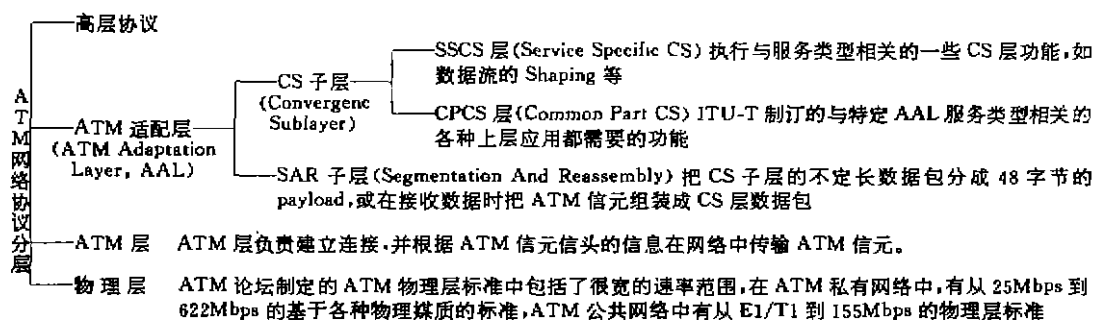
在 ITU-T 早期制订的标准中,各种服务类型与 ATM 协议模型中的 AAL 层有着简单的对应关系, A 类=AAL-1, B 类=AAL-2, C 类=AAL-3, D 类=AAL-4,但现在各种服务类型与具体的 AAL

的种类并没有固定的对应关系,它们只是服务与提供服务的关系,只要有实现的途径,各种 AAL 都可能提供可以在其上实现的服务类型。例如,在 AAL-5 上既可实现有连接的视频应用,也可实现无连接的数据服务。

现在 ITU-T 标准中去掉了单独的 AAL-3 子层,代之以 AAL-3/4 子层,这样省去了用 AAL-3 传送有连接的数据服务时信元的信头中的额外消耗。ATM 论坛还新定义了 AAL-5 子层,又称为 SEAL(Simple and Efficient Adaptation Layer)子层。

在 AAL-5 子层上之应用的研究及其标准化工作是目目前 ATM 研究的一个重点,特别是在局域网应用领域,甚至有人建议在 AAL-5 上实现所有的 ATM 网络服务,从而取消其他的 AAL 子层,这种建议当然不可能成为现实,但反映了 AAL 层与其对应的上层服务之间的复杂关系以及目前有关 ATM 应用研究的趋势。

2.2.1 ATM 网络协议层的功能。与 OSI 七层协议模型相类似,ATM 协议的功能也是分层实现的。如下所示:



2.2.2 ATM 服务类型与协议结构。ATM 协议分层与 ATM 服务类型之间的对应关系如图2所示。要注意各列中所示服务或应用,如前所述只是 AAL

层的典型应用或 ATM 协议最初定义的目标,并不是一种固定的对应。在这个图中我们也可以具体地看出 ATM 协议与应用的标准化情况。

| 服务类型      | A               | B                          | C                     | Y         | X             | D            |               |
|-----------|-----------------|----------------------------|-----------------------|-----------|---------------|--------------|---------------|
|           | 固定比特率           | 可 变 比 特 率                  |                       |           |               |              |               |
| 定义服务的三个参数 | 无 连 接           |                            |                       |           |               | 面向连接         |               |
|           | 对延迟变化敏感         |                            | 对延迟变化不敏感              |           |               |              |               |
| 高层协议      | ANY             | ANY                        | Frame Relay<br>TCP/IP | ANY       | 待实现           | SIP-3<br>及其他 |               |
| 典型应用      | 线路仿真            | 压缩过的音频<br>视频应用             | 面向边缘的<br>数据服务         | ABR<br>应用 | Cell<br>Relay | 无连接的<br>数据服务 |               |
| A         |                 |                            |                       |           |               |              |               |
| A         | SSCS            | 1位帧起始 tag                  | (待定义)                 | 如 FR-SSCS | (待定义)         | 不存在          | 如 CLNS(SIP-3) |
| L         | CPCS            | AAL-1                      | AAL-2                 | AAL-5     |               | AAL-0        | AAL-3/4       |
| 层         |                 | (待标准化)                     |                       |           |               |              |               |
|           | SAR 子层          | 这一子层对 ATM 信元分段和重装,各类服务功能一样 |                       |           |               |              |               |
|           | ATM 层(加上5字节的信头) |                            |                       |           |               |              |               |
|           | 物 理 层           |                            |                       |           |               |              |               |

图2 ATM 服务类型与协议结构

从图2中可以看出,ATM 应用的数据流在适配层的各子层分别按照相应的协议加上信头和信尾,然后在 SAR 子层进行分段和重装,在 ATM 层再加上5字节的 ATM 信头。在 SAR 子层中的48字节的

用户信息,称为 Payload,除个别适配层外,这48字节的 Payload 中包含了一些上层协议的控制信息,AAL-3/4中的附加信息为最多,效率最低,而 AAL-5中,少数信元有附加信息,其他信元全部是48字

节的用户应用信息,详细的说明见文[4]。这48字节的用户 Payload 在 ATM 层加上5字节的信头组成53字节的 ATM 信元。

在图2中还可以看出,ATM 协议和应用在许多方面确实还不成熟,但对于一些传统的通信和网络服务,ATM 网络技术是完全支持的。在选择网络技术时,应具体对建网的目的加以分析。目前,数据服务仍然是 ATM 网络的主要功能,可以说在一些充分利用 ATM 网络技术优异性能的应用发展成熟以前,价格因素是选择 ATM 网络技术与否的重要因素。

### 3 ATM 网络的应用

#### 3.1 ATM 网络应用概述

建网的最终目的是为了向终端用户提供各种应用服务。一般的终端用户从 ATM 网络的宣传中,容易得到一种印象,就是 ATM 网络可以提供目前网络上的各种服务,而且还具有能够提供未来可能出现的网络应用服务的能力,从而取代其他的连网技术。但实际上并不是这样的,首先 ATM 网络还远没有实现其上定义的服务,应用上一些关键的协议不成熟,而且由于价格因素,也不会因为 ATM 可以取代其他网络,ATM 就一定能够作到这样。ATM 网络可能提供的应用服务归纳为:□信元中继(CRS)□帧中继(FRBS)□无连接的网络服务(如 CLNAP/SPPS/CBDS)□LAN 仿真(LANE)□多媒体应用(AMS)□线路仿真(CES)。其中 CRS 用在把各个基于信元交换的 ATM 集线器或路由器连起来以及其他生成 ATM 信元的应用接口;FRBS 是将 ATM 网络用作帧中继网的主干网,提供给用户的仍然是熟悉的可变长度数据包接口;CLNAP(Connectionless Network Access Protocol)是 ITU-T 针对用于美国的 SMDS(Switched Multimegabit Network Service)标准和欧洲的 CBDS(Connectionless Broadband Data Service)标准而制定的一种无连接协议标准。

除了上面列出的应用外,ATM 网络有可能提供更多的应用。但在现阶段,即使是上面列出的这些应用,对于 ATM 网络技术的研究来说已经是较高的要求了。实际上目前建设的大多数 ATM 私有网络,能够提供给用户的应用,只有一、两种。这是目前 ATM 应用的实际情形。

#### 3.2 ATM 网络技术在局域环境的应用

虽然 ATM 网络技术最初是从广域网的应用研

究开始的,但它的发展与 LAN 的关系十分密切。LAN 设备制造商迫于 LAN 带宽的压力,最先把 ATM 整个协议堆应用于 LAN,从而推动了 ATM 技术及应用的发展。另一方面,ATM 技术在 LAN 的应用也消除了 LAN 和 WAN 的界限,为 ATM 网络的应用开创了更加广阔的前景。

传统的网络技术,如大家比较熟悉的以太网或令牌环网结构中,计算资源分散,这样的分布环境对单个服务器的带宽要求大于对干线带宽的要求,所以传统 LAN 的流量模式大体上是80/20,即80%属于工作组,20%属于 LAN 主干上的流量。目前这种流量模式随着服务器集中化的趋势而被打破,功能强大的服务器集中一处,必然对 LAN 主干带宽增加了压力,解决这个问题的办法就是要增加 LAN 主干的带宽。

在选择 LAN 主干技术的时候,在价格适度的条件下,应该说带宽越宽越好,随着网络应用中的流量模式的转变,高速局域网技术越来越受到人们的重视,如快速以太网、FDDI、千兆以太网和 ATM 技术。但是在选择网络技术时,带宽管理也是一个非常重要的因素,否则就造成带宽的浪费。ATM 技术无疑在这方面有优势。与100Mbps 和1Gbps 的以太网不同,ATM 具有良好的扩展性能,并且能够保证 QoS 服务质量控制。

另外,ATM 本身也可以作为区域网络,不仅可以作为区域网络的骨干网,还可以直接延伸到用户设备,如常见的25M 和155M 的 ATM 桌面系统。当然,由于缺少应用,高层网络协议的互操作性较差,目前 ATM 局域网络还处于一个完善的过程,其在局域网络的应用主要还是数据传输,与传统网络技术相比并无优势可言。但是 ATM 能够集数据、声音、视频等应用于一身,这是由 ATM 本身的特性所决定的,虽然离实现有一段距离,但说明 ATM 在 LAN 上的应用有着美好的前景。

目前 ATM 在 LAN 上的应用主要是在 ATM 的 AAL 层上(AAL-5或 AAL-3/4,不同的制造商实现上有所不同,有的支持 AAL-0)实现的 TCP/IP 应用。ATM 与传统区域网络之间的根本差别是:ATM 从本质上是面向连接的,为了使通信双方能彼此交换信息,必须先经由 ATM 交换机把虚通道建立起来;而传统区域网络是介质共享方式的,并不需事先建立连接。

在 ATM 上实现 IP 有两种方法:一是由 ATM 直接向网络层提供服务,在 ATM 的 AAL 层上实现 IP 协议,这种方法是 IP-OVER-ATM 方式,它的好处是不必考虑链路层。但是网络层协议除了 IP 之外还有很多种,如果都要在 ATM 的 AAL 层实现,势必针对一种协议就要设计一层接口界面。目前 ATM 论坛的 MPOA(Multiprotocol Over ATM)工作组在这方面已经取得进展,在 97 年的 4 月份最后投票表决通过 MPOA 协议,即直接在 ATM 协议堆上实现 IP、IPX 和 CLNP 等协议。

另一种做法是在传统局域网的 MAC 子层实现与 ATM 网络的接口,即在 ATM 的 AAL 层上实现一层虚拟的 MAC 层,这就是所说的“ATM 局域网”,这个虚拟的 MAC 层界面就是局域网仿真协议(LAN Emulation;LANE)。这样不但传统的 MAC 层以上的网络协议可以不做任何改动就在 ATM 上运行,而且还可以提供透明的桥接功能,把传统的局域网和 ATM 网络利用网桥连接起来。实际上,桥接能力是 LANE 的一个重要组成部分。如文[6]中用 FORE 系统公司的 LAX-20(ATM 到以太网网桥)连接 ATM 网和以太网,在运行 LANE 时实现 ATM 网和传统以太网透明的通信。这时 ATM 网络可以看作是一种局域网的连网技术,而不仅仅是局域网的骨干网。

有关 IP-OVER-ATM 和 LANE 技术的实现可见文[7]和[1]。在连网的实践中,ATM 在局域环境的应用还有许多方面要加以注意:

(1)在 ATM 和传统 LAN 技术共存的局域网环境中如何配置路由和交换,以在充分利用 ATM 的带宽和子网的管理上采取一个折中的方案,一般在较大的局网中,骨干网络选用传统的快速 LAN 技术,而在子网中用 ATM 交换技术;在较小的局域网中可以用 ATM 交换方式作为骨干网,这一点上并无具有说服力的解决方案。ATM 技术的低层网络协议具有较好的互操作性,而高层协议的互操作性较差,一般要求在 ATM 网络上开发自己的应用。在网络管理方面,ATM 制造商结合传统的局网网管技术

在一定程度上有所实现,但离 ATM 网络管理标准还非常遥远,所以在建 ATM 网络时,要注意选择网管方案。

(2)在 ATM 协议结构中我们还看到 AAL-2 子层还处于研究阶段,VBR 应用的实现更是未来的事情。

(3)目前已有基于 AAL-5、在 25Mbps 的 ATM 桌面系统实现的视频应用,但视频应用并不是 ATM 的专利,经过压缩的视频应用对带宽的要求并不是太高,传统的 10M 以太网就可以胜任,目前在 Internet/Intranet 环境有多种视频应用系统。

以上这些方面限制了 ATM 网络技术在局域环境中的应用,但正是由于 ATM 技术的这些不完善之处以及 ATM 本身的潜力,使越来越多的人参与 ATM 在局域环境应用技术的研究和应用开发,总之,在现阶段建立 ATM 的研究网络是比较合适的,且以 ATM 论坛通过 MPOA 协议为标志,交换和路由技术的结合和发展,在 LAN 环境中应用 ATM 技术正逐步成熟起来。

#### 参考文献

- [1] Kai-Yeung Siu, Raj Jain, A Brief Overview of ATM, Protocol Layers, LAN Emulation, and Traffic Management, Computer Communication Review, April, 1995
- [2] ATM Forum Progress Report, <http://www.forum.com/>
- [3] ATM Forum Spec Watch, <http://www.atmforum.com/>
- [4] Walter J. Goralski, Introduction to ATM Networking, McGraw-Hill, Inc, 1995
- [5] 粘浩挺,如何在现有网络上架构 ATM 网络,网络与通信,台湾,1995 年 5 月
- [6] ForeRunner ESA-200 ATM EISA BUS Adapter for Silicon Graphics User's Manual, FORE Systems, Inc, 1996
- [7] M. Laubach, Classical IP and ARP Over ATM, RFC 1577, Hewlett-Packard Laboratories, Jan. 1994