

题 目： ATM技术与IP技术比较分析

院 系： 数据科学与计算机学院

专 业： 计算机技术/软件工程

学生姓名： 林文、涂雨龙

其他成员： 胡晨、龚子霄

李晓杰、林旭恒

组 号： G1

**1 绪论**

**1.1研究背景**

当今互联网技术的蓬勃发展使得人们对整个网络的要求越来越高，更高的带宽、更便捷的接入方式、更安全的数据传输等都是当下最流行的课题。网络从最初的军方、学校的应用扩展到现在几乎所有行业都能看到网络的踪影，网络技术在不断向前推进，但是时至今日网络的基本构架确定没有发生太大变化。现在我们最口中常说的互联网的底层架构基本可以理解为就是TCP/IP网络，分布于世界各地的各大互联网公司的服务器为用户提供了数不尽的便利，也创造了许多财富神话。在网络传输的思想上，计算机领域和电信领域一直持有不同看法，计算机界崇尚以端为中心，使用尽力而为的传输。电信界则认为应该以链路为中心，网路需要具有高可靠性并且更容易管理。

研究现状

基于TCP/IP协议的现代网络架构已经相当完备，在此基础之上的现代网络技术已经得到了长远的发展。曾经ATM技术也是远程网络交换技术中比较火热的，但近些年似乎比较沉寂，IP技术得到了越来越多的响应和拥戴。ATM技术自从诞生之日起经历了一波三折的道路，工业界和学术界对ATM技术的态度也经历了好几次大转弯。事实上，相较于IP技术，ATM技术确实比较受冷落，特别是在百千兆以太网诞生之后更是如此。作为迟于IP技术十多年提出的ATM技术在二十世纪八十年代因其高带宽、低延时的特定而被视为广域网领域极佳的解决方案。在九十年代初期已经有很多大公司涉入其中并推出最新的ATM设备，甚至很多人认为ATM技术将会统一公网和专用网、广域网和局域网。不过在九十年代之后，因为以太网和IP网络的无缝融合，ATM技术逐渐因部署成本高、分层操作过于复杂失去了固有的市场。但ATM并没有被淘汰，随着近二十年硬件产品的完善，ATM技术已经逐步融入到了现代网络的各个方面，早期ATM提出的诸多概念也被应用到了现代网络的很多领域。ATM技术在QoS、流量控制、拥塞控制动态带宽分配等方面的优势是IP技术所不能及的。网络的发展对IP骨干网提出了新的要求，传统网络采用路由器根据路由表进行分组转发，该方式在通过路由器时分拆次数过多，尤其是在长距离传输的网络中，中转次数会非常大导致时延过大。所以现代网络技术中提出用ATM技术来提高传输速率，IETF组织已经就IP技术与ATM技术的融合展开了很多工作。

**1.2研究课题**

本文将首先较细致分析当前IP网络和ATM网络的特点和具体传输形式，其中本文的第二版块将用于介绍IP技术，第三版块将用于介绍ATM技术。文章的最后将会就IP技术和ATM技术做一个简单比较，分析二者优点并对IP与ATM技术的融合做一些展望。

**2 IP网络**

现代IP网络技术中，数据的传输依据分组传输的策略，将原本大块的数据被拆分成多个较小的IP数据报在网络上传输。每个数据报被发送到网络上之后，每到达一个路由器时，路由器会根据路由表转发分组。各个分组到达最终目的地的路径和时间都是不同的，所有在目的节点，目的主机还需要对接收到的多个分组进行重组。

**2.1 TCP/IP模型**

说到现代网络技术，不得不提的就是TCP/IP模型。OSI的七层模型虽然更加符合软件工程的设计理念，分层也更加合理，但因为种种原因最终没能在工业界得到大面积推广。反倒是TCP/IP模型因其设计简单，能够通过更易被接受的方式抢得先机，成为实际上的网络标准。但通常我们在说提到网络模型时一般两个都会提一下，不过OSI模型更多的是在学术界，TCP/IP模型更多的是在工业界。

TCP/IP模型共分为四层，自顶向下分别是应用层、传输层、网络层以及最下面的网络访问层（相当于数据链路层+物理层）。其中应用层和网络访问层的内容我们一般不在这里着重讨论，最主要的就是传输层（包含的协议有TCP、UDP等）和互联网层（包括IP、ICMP和IGMP等）。其中IP协议主要的目的就是对IP数据报的寻路和转发，路由器在收到每个数据报时先要将其缓存下来，缓存下的数据报排列在缓存队列中，按照顺序依次被转发。转发时路由器根据生成的路由表内容将各个数据报从路由器相应的接口转发出去，直到最终数据被目的结点接收。更高等的TCP协议提供了可靠的数据传输服务，UDP则提供了不可靠的数据传输服务，这里先不展开，后面小节中会详细说明。

**2.2 地址策略**

在IP网络中，最重要的内容就是寻址策略。其中最重要的就是在链路层的MAC地址和在网络层的IP地址，两种地址分别对应与不同域中的寻址。MAC地址相互要应对于在以太网内寻址，IP地址主要用于在不同的网络间的路由，两者还是有本质差异的。

**2.2.1 MAC地址与ARP协议**

每个设备在出厂后都会分配一个独一无二的48位地址，这就是MAC地址。我们知道，当路由器根据IP地址转发IP数据报时，通过多次转发只能将数据报转发到特定的域（局域网）中，但是具体发送给哪个主机这个工作并不能做到。退一步说，即使是在一个局域网内，发送数据报的计算机如何将数据报发送到该局域网对外的路由器都是值得思考的问题。

实际上，在转发数据报的过程中，首先需要做的就是通过找到下一跳具体是发送给局域网内的路由器还是主机。当确定目的地址是在同一局域网内或是局域网外之后，就可以决定数据报的发送了。如果是目的计算机和发送方在同一个局域网内，则就将数据报发送到局域网内某个具体主机，否则就将数据报直接发送到本局域网连接到外部网络的路由器上。

当确定了要将数据发往的具体主机后，首先会检查在本机的MAC地址缓存中是否存在目的主机的MAC地址，如果存在则在链路层就将这个MAC地址写入其中，如果不在则通过广播形式寻找目的地址的MAC地址，收到ARP请求并且确认是发往本身的主机会通过响应报文包裹本机的MAC地址返回给请求主机。同样地，如果是发往本局域网内某路由器的操作也是如此。

有一点需要明确的是，在数据报从起始主机发往目的主机的同时，其源IP地址和目的IP地址是不变的，变化的仅仅是链路层的MAC地址，实际上MAC地址才是直接实现主机间传递数据的因关键因素。

**2.2.2 IP地址与IPv4**

目前IP网络中占据绝对主导地位的依旧是IPv4协议，虽然IPv6协议也在积极推行之中，但是就目前而言，市场主流依旧是IPv4，所以这里只会简要介绍下IPv4的一些内容。

首先是IP地址，在IPv4协议下，地址是32位的，但随着越来越多的设备接入，32位的地址已经不能满足需求，随之出现的NAT技术并不能完全解决这个问题，于是下一代IP协议IPv6的地址长度将会是128位的。

虽然IP地址只有短短32位，但我们依旧可以对其进行划分来表示逻辑上的用途。其中高位部分表示网络号，低位部分表示主机号。具体网络号的位数是多少可以根据网络类型来判断，比如我们日常常听说的A、B、C类网络就是用来划分网络类型的一种手段。为了路由器聚合路由的需要，也为了可以更细分网络，出现CIDR技术，在该技术下，IP地址被划分成了三个部分，分别是网络号，子网号和主机号。有了子网号，我们就可以在某个网络中继续划分出子网。

有了IP地址的概念，路由器选路就有了依据。每个网络除了具有IP地址外还有一个子网掩码，子网掩码通过和IP地址做与运算可以得到网络号，路由器在对数据报进行选路时就是通过网络号来查询路由表，以此来决定转发端口的。

但是，相比于MAC地址，需要明确的一点就是，MAC地址是设备固有属性，每个设备的MAC唯一且是固定的，但是IP地址却不具备这一属性，实际上IP地址由于稀有性，通常是接入网络时通过DHCP服务器零时分配的。但是有一点的确定的，虽然IP地址可变，但在具体的网络中，进行通信的主机的IP地址是唯一的。

**2.3 路由与转发**

IP层为了能将数据报发往目的地，会主动根据网络情况通过路由算法生成转发表，生成路转发表的过程叫做路由，将数据报从合适的端口发出的过程叫做转发。

**2.3.1 路由**

路由表有两种，一种是通过网络管理员手动通过route命令生成的静态路由，这种路由只能应对较小型的网络并且接入相对稳定的情况。更多情况下，我们采用的是动态路由协议，它用于路由器间的通信。根据路由协议作用的范围来划分，常用的路由协议可以分为域内路由协议，包括RIP和OSPF，域间路由协议包括BGP。

**2.3.1.1 RIP协议**

RIP所使用的度量是以跳计算的，直接相连的接口跳数为1。RIP协议有一个很大的特点就是在某个AS内，每个路由器会同与之相邻的路由器交换路由表，这里的路由表并不是路由表的子集，而是该节点已知的全部路由信息。RIP协议还有一个特点就是其所能接受的最大跳数是15跳，也就是说从起点到终点经过的路由器数量不能超过15个，当超过这个数量时候，就会被默认为不能到达，此时RIP跳数为16。

下面是RIP协议的route运行流程：

1. 初始化：逐一确定路由器各个正在使用的接口，如果接口被使用，则从这个接口向外发送请求报文。这些请求报文的功能是向所有与该接口相邻的路由器请求她们的路由表。若网络支持广播的话，将会以广播的形式发送这些请求报文。

2. 接受到请求：相邻的路由器接收到前一个路由器发来的请求之后，会把本路由器完整的路由表发往请求路由器。

3. 接受到响应：源路由器接受到邻近路由器的响应之后会适当更新自己的路由表，对于新的可达节点的表项，加入到路由表中。如果出现了更短的路径，则更新路由表将当前最短的路由加入其中。若有些路由已经无法到达，则删除其表项。

4. 定期选路更新：路由表除了主动请求方式外还包含定时更新方式，系统每隔半分钟就将本身全部的路由表通过广播方式传给所有相邻的路由器。

5. 触发更新：有些时候当路由器发现有些路由表表项被更新了则可以主动发送这一条更新内容而不是等到更新时间到来发送全部的路由表。

**2.3.1.2 OSPF协议**

OSPF是另一个内部网关协议，相比于RIP协议，OSFP协议在寻路时没有16个路由器的上限限制。其次，相比于采用距离向量协议的RIP协议，OSPF协议采用的是链路状态协议。在链路状态协议中，每个路由器与其相邻之间不交换距离信息（跳数），而是由该路由器主动测试与其相邻路由器的链路状态，之后将路由信息发送到其他相邻的站点，邻站又会将这些信息继续传播出去，每个路由器接收这些路由状态信息并建立起完整的路由表。

链路状态协议最大的特点就是收敛速度比较快，收敛的意思是当链路中出现故障之后可以以多快的速度稳定下来。还有一点区别就是OSPF协议使用的是IP协议来发送数据，这与使用UDP/TCP协议的RIP协议也有较大差别。

除此以外，OSPF协议还有以下一些优点：

1. OSPF可以对每个IP服务类型计算各自的路由集，这意味着对任何目的地可以有多个路由表表项，每个表项对应一个IP服务类型。

2. 给每个接口指派一个无维数的费用。可以通过吞吐率、往返时间、可靠性或其他性能进行指派。可以给每个IP服务类型指派一个单独的费用。

3. 当对同一个目的地址存在多个相同费用的路由时，OSPF在这些路由上平均分配流量。

4. OSPF支持子网：子网掩码与每个通告路由相连。

5. 路由器之间的点对点链路不需要每端之间都有IP地址，我们称之为无编号网络，这样可以节省下IP地址。

6. 采用简单的认证机制。

7. OSPF采用多播而不是广播形式，以减少不必要的OSPF系统负载。

**2.3.2 转发**

每个路由器都拥有超过一个的接口，各个接口面向不同的网络。当路由器接收到IP数据报之后，首先检查数据报目的IP地址，之后匹配路由表中最匹配的路由表项，路由表项中指明了该目的地址的转发接口号，之后会将数据报从该端口转发出去。

**3 ATM技术**

**3.1ATM的产生**

20世纪70年代出现的ISDN（Integrated Service Digital Network）,即综合服务数字网络，是一种通过单一线路发送数字语音呼叫和数据的电信标准。然而随着时间的推移以及多媒体技术的高速发展，人们对视频通话，文件传输，图像发送等通信业务需求量成倍地增长。而且随着对通信质量的需求日益增长，当时的窄带ISDN网已经完全不能达到人们需要的水准，于是在N-ISDN基础上发展而来的B-ISDN (Broadband Integrated Services Digital Network)[宽带综合业务数字网](http://baike.baidu.com/view/430153.htm" \t "_blank)应运而生。而异步传输模式ATM（Asynchronous Transfer Mode）,是宽带综合业务数字网中采用的核心技术。

**3.2传输方式概述**

**3.2.1异步传输**

网络中的传输方式有两种，一种为异步传输。这种传输方式是将比特数据分为小组传输，每个小组包含5~8位数据位。其特点在于发送方可以随时随地地进行发送比特组，而接收方需要时刻准备好接收来自发送方的数据，因为接收方也不知道什么时候会有比特组到达。这种方法实现简单，但也因为需要附加起始位与停止位而加大了开销。

**3.2.2同步传输**

与异步传输相对应的传输方式是同步传输，在接受方与发送方通过同步字符同步后，发送方可以连续发送任意多的字符。尽管同步方式中，数据传输额外开销很小，传输效率较异步传输方式高，但是其实现步骤复杂，一个错误将会导致全部字符组出现偏差。

**3.3ATM技术概述**

网络上传统的交换方式有两种：电路交换技术和分组交换技术。而异步传输模式ATM是建立在电路交换和分组交换基础上的一种新的交换技术。“实际上在20世纪80年代中期，人们就已经开始进行快速分组交换的实验，建立多种命名不相同的模型，欧洲重在图像通信把相应的技术称为异步时分复用（ATD），美国重在高速数据通信把相应的技术成为快速分组交换（FPS），国际电联经过研究，于1988年正式命名为ATM技术。推荐其为宽带综合业务数据网B-ISDN的信息传输模式。【异步传输技术ATM，涂娟】”

**3.3.1ATM信元结构**

ATM的传输单元是用其独有的固定长度的ATM信元进行数据传输，传输方式异步便使得各个信元无需周期性出现。ATM的信元长度为固定的53个字节，由信头和信息段组成。其中信头占用5个字节，包含各种控制信息。信息段占48个字节，荷载了各种不同业务的用户信息，又被称为信息净负荷。

ATM信头分为两种，一种是UNI（User Networks interface），用于用户-网络接口的信头。还有一种是NNI（Network Node Interface），用于网络节点接口的信头。信头的作用是用来实现寻址功能，包含信元的各种控制信息。而信息段则用来转载用户与业务的信息，传输的各种图像，音频，视频等数字信息经过处理后封装其中，并在接收后一并恢复。由于采用信元传输的方式，固定长度的数据格式免去了复杂的数据校验。一方面不仅大大提高了交换效率，另一方面也减少了高优先级信元的队列时延，所以ATM的交换速度较传统的网络有较大的提升。

**3.3.2ATM的逻辑连接**

ATM的逻辑连接称为虚通路连接VCC（Vitual Channel Connection），类似于X.25中的虚电路。VCC实现了网络互连两端用户之间的连接与传输能以一个可调控的固定速率，并以全双工的方式进行。

在ATM中，规定一个虚通道VPC就是一群具有相同端点的VCC，如同一个枝干与上面的叶子一样，逻辑路径由许多条逻辑通道组成。而信元就如同枝叶吸收的养分，可以汇集于同一条枝干中一起进行交换。

为了区分每个连接，ATM为每个连接都分配一个唯一的虚路径/虚通道（VPI/VCI）标识用于区别。VPI与VCI组成了信息的发送与接收地址，让发送方与接收方知道信元从何而来且去往何处。每个ATM交换机都对应一张映射表，用以记录并更新某信道建立连接时，VPI与VCI的数值，并通过VCI告诉信道该把信元发往何处。当信元到达新的交换机时，将更新信元的VPI继续发往下一个节点直到信元传输到目的地。

单条虚路径可支持的最大虚通道数量可达65536条，与此同时，每个ATM端点最多支持256条虚路径，由此可知，整个ATM理想中最多可支持256X65536=16777216个连接。

**3.3.3ATM技术的差错检验**

ATM技术通过信头中的HEC操作进行差错检测。HEC可以纠正一比特差错或检测出多位差错。当接收器接收到传输来的信元时，会对信头进行HEC操作，若最终结果为0则保留信元内容，若不为0则说明信元中存在一位或多位差错。若存在一位差错，HEC差错将可以纠正差错，否则，将舍弃整个比特组。

**3.4ATM技术的应用**

**3.4.1LANE**

LANE指的是LAN Emulation Over ATM，就是将ATM网络技术运用到LAN局域网上。

以以太网为代表的网络中，数据的传输都是通过LAN。若把ATM网上应用LANE技术，就能将各个区域的网络互联。然而对于用户来说，他们感觉不到LANE的存在。

实现LANE的核心是LANE Server，简称LES。因为以太网用的是MAC地址，ATM用的是另一种规格的地址。LES可以将来自发送端的地址请求转换为其目的地址的以太网地址并做出响应，从而通过LES地址转换把分布于ATM边缘的LANE Client之间连接起来。

**3.4.2ATM局域网**

以ATM结构为基础的局域网较传统的共享局域网具有很多优秀的长处：传输速度快，质量高，并能提供QOS服务。可以通过各种ATM接入设备，将用户接入局域网，如：集线器，网卡。

**4 IP技术ATM技术比较**

**4.1 服务质量方面**

在对于QoS的支持方面，使用ATM技术和使用IP网络技术有很大的不同。ATM技术更加符合通信领域的要求，而IP技术更符合计算机领域对于快速简便实现的诉求。首先，IP网络技术提供的服务是无连接的服务，除此以外，IP数据报的大小也没有严格的限制，这使得在各个路由器上拆解IP包时间差异很大，有时也会因为到达目的端的时间的不同造成时延抖动。而且IP网路还有个严重的问题就是，由于IP网络是基于共享网络的，所以一旦网络中用户数量增大，网络服务质量就会下降很快。相比于上面IP网络的解决方案，ATM技术首先采用了固定长度的数据段，每一个包拆包的时间相同，网络整体的抖动幅度很小。ATM技术还使用了类似TCP协议中流量控制技术，在连接建立起来之前就先确认是否能保证服务质量，不能保证服务质量的连接是不被允许的，正因如此才能更好地保证ATM的实际服务质量。

**4.2 协议简化方面**

早期的IP技术因为当时的链路质量还远远没有达到现在这种可靠性，所以采用了重传输和逐段纠错的机制，从协议的实现上来说还是比较复杂的。当然，随着现在技术的发展，链路的可靠性大大提升，甚至我们直接可以将链路理解成完全可靠的。所以上面提到的那些IP中使用的技术显然是多余的。

ATM技术也适当随着网络链路可靠性的提高做了很多调整。首先就是简化了链路中差错控制部分，在传输过程中不再去检查数据是否是完整的，使得协议的复杂度大大降低。

**4.3 是否建立连接方面**

IP协议层在TCP/IP模型中是不需要承担建立连接任务的，其主要工作在本文第二部分已经做了比较详细的描述，仅仅是根据目的地址以及路由表中的信息对数据报进行分组转发。

从技术上讲，它具有以下几大特点：一是分布式结构；二是端到端原则，保证IP主要增值功能并不是由链路完成，而是在端节点通过上层协议提供；三是IP网可以建立在任何传输通道上，这也是IP技术和互联网能够如此迅猛发展最重要的原因；四是IP网络的寻址方式遵循统一的体系，管理方便。

ATM则是使用了面向连接的接入方式，在实际传输数据前需要先建立起连接，只有建立起了从起点到终点的虚电路才能真正开始传输数据。同样地，ATM也将主要的增值服务放到了终端去完成，并没有在传输链路中逐段去进行流量控制和差错控制。ATM结合了电路交换和分组交换的优点，使得ATM在数据交换中具有统计复用、灵活高效和传输时延小、实时性好的优点。

**5 参考文献**

[1] 李津生,洪佩琳编著.下一代Internet的网络技术[M].人民邮电出版社, 2001

[2] [美][D.E.科默]DouglasE.Comer,[美][D.L.史蒂文]DavidL.Stevens著,张娟,王海译.用TCP/IP进行网际互连[M].电子工业出版社, 1998

[3] [美](D.E.科默)DouglasE.Comer著,林瑶等译.用TCP/IP进行网际互连[M].电子工业出版社, 1998

[4] 周明天,汪文勇编著.TCP/IP网络原理与技术[M].清华大学出版社, 1993

[5] 唐晖,林涛,范典,侯自强. 开展后IP技术研究发展互联网下一代[J].中国科学院院刊. 2010(01)

[6] 蔡忠见. IP协议的分析和IP技术的发展[J].渝州大学学报(自然科学版). 2002(02)

[7] 徐皑冬,王宏,杨志家. 基于以太网的工业控制网络[J]. 信息与控制. 2000(02)

[8] 杨柳青,高振平. IP交换——提高Intranet性能的利器[J].微电脑世界. 1998(19)

[9] IP交换面面观[J]. 每周电脑报. 1998(12)

[10] 盛行,毛谦. IP交换技术[J].光通信研究. 1999(02)

[11] 周旗,刘宇,朱祥华. IP交换及其技术特点[J].中国数据通讯网络. 1999(09)

[12] 刘芳,杨传厚. IP交换技术—IP与ATM的紧密结合[J].计算机与网络. 1999(05)

[13] 孔令春.试论ATM技术的产生与应用[J].科技创新导报. 2008(35)

[14] 王旃. ATM技术及应用[J].电大理工. 2007(03)

[15] 季白杨,张树人. ATM技术发展趋势及应用前景分析[J].金卡工程. 2007(10)

[16] 周屹,韩雪枫,邢传军. ATM技术特性及应用[J].交通科技与经济. 2006(05)

[17] 徐焱. ATM技术的原理与特点[J].中国科技信息. 2005(19)

[18] 沈庆伟. ATM技术及其应用前景分析[J].电脑与信息技术. 2005(06)

[19] 王纪亮,孙雷. ATM交换技术的发展前景[J].信息技术. 2005(04)

[20] 张绍友. ATM技术剖析及其应用前景[J].现代电信科技. 2004(10)