

数据传输模式

ATM

B-ISDN

97

DLE网络

DTM

62-66

## 一种新型的数据传输模式——DTM

A New Transfer Mode——DTM

王莉 戴逸民

TN913.24

TP393.1

(中国科学技术大学电子工程与信息科学系 合肥230027)

**Abstract** DTM, Dynamic synchronous Transfer Mode, is a broadband network architecture based on circuit switching augmented with dynamic reallocation of time slots. DTM provides a service based on multicast, multirate channels with short set-up delay. DTM supports applications with real-time QoS requirements as well as applications characterized by bursty, asynchronous traffic. DTM fully utilizes the almost capacity of optical fibres and simplifies the processing of nodes. This paper introduced the basic principles of DTM and the interconnection with now existing network.

**Keywords** Dynamic synchronous Transfer Mode (DTM), Time slots, Multicast, Multirate, Circuit switching, Packed switching

## 1 引言

通信业务的多样化对网络上的数据传输提出了新的要求。下一代的网络不仅需要支持传统的电信业务,还需要支持快速增长的 Internet 业务。网络必须能支持各类综合业务,如文件传输、E-mail 等非实时业务,和语音、高保真声音和视频等实时信息服务。电信网通过基于时分复用的电路交换技术提供同步的实时通信,计算机网络通过基于存储转发的分组交换技术提供异步通信能力。寻找一种统一的支持两种传送对象的技术首先导致了 ATM 的出现,它在传输方面采用了统计复用的方法——异步时分复接,在交换方面采用了一种改进的分组交换技术——快速分组交换技术。虽然 ATM 结合了分组交换和电路交换的优点,目前已经成为宽带综合业务 B-ISDN 的理想传输模式,但是 ATM 在流量管理方面出现的一些问题,使 ATM 不可能很好地处理那些需要高 QoS 的实时服务。IP over ATM 和 ATM 的 LAN 仿真技术侧重于网络的互联,着眼于现有网络层应用软件的无缝移植,而隐藏了 ATM 自身的一些优点。因此 ATM 网络实际上被简单地用于缓解传输带宽的瓶颈问题,而不能为现有网络层协议及上层应用提供任何真正的 QoS 支持。

另外 IP 业务量的不断增大和对实时性业务的需求,迫使人们设计一种既能支持实时业务又能支持具

有突发性特征的非实时业务,且不需要复杂流量控制的传送模式。这样 DTM 就应运而生。

DTM (Dynamic synchronous Transfer Mode) 即动态同步传输模式,是一种基于电路交换并配合动态时隙 (Time Slot) 分配带宽的宽带网络结构,可以提供基于多点传输、多速率选择和短建立延迟信道上的业务需求。另外,以前网络的传输瓶颈在于带宽,而光纤技术的发展克服了传输容量不够的问题,使现在网络的瓶颈转移到了交换节点,因此需要通过一种新的交换方式来提高节点的处理能力。DTM 技术采用了电路交换的思想,直接依赖于光纤容量的物理媒介,摒弃了 ATM 复杂的流量管理算法,简化了原来缓冲存储转发的节点处理方法,使得 DTM 成为一种新型的高速交换和传输技术。

## 2 DTM 的基本原理

## 2.1 DTM 的特点

DTM 基于电路交换技术,又综合了动态资源分配的分组交换技术,结合了同步和异步不同的优点。我们先简单地介绍一下两类基本的网络交换技术:电路交换技术和分组交换技术。

电路交换技术能实现各个建立连接的信道彼此隔离,互不影响,并保证一定的传输容量,这样可以提供服务质量的保证。同时控制信令和路由信令仅在电路

王莉 博士生,研究方向:高比特率调制解调器及多媒体网络通信技术。戴逸民 教授,长期从事通讯设备研制。

连接建立和结束时需要、通讯过程中传输的都是数据载荷,因而控制开销小。缺点是一般为点-点的通信,不容易实现多点通信,另外不论传输信息的长短,都要建立连接,占用信道,降低了连接的利用率,不能够根据需要动态分配信道。

分组交换技术可以处理网络中的突发性的随机业务流,数据流被分成标准的包,包含地址、大小、纠错信息和数据载荷。每个包具有相对独立的传送特点,这样传输开销就大。分组交换又可以分为两类:非连接的和面向连接的。IP 是非连接的技术,各个包都是独立传输的,所经过的路由可能不一样,因而到达目的点时包的次序可能也不能保持,对传输实时性业务有困难。ATM 是面向连接的技术,网络中的一条通道对应的是一条逻辑信道或是虚通路,在通讯的开始就被建立起一定的虚通道和虚通路,在各节点处由包头所带的

通道标识符来识别判断下一目的,但是为保证一定的 QoS 需要复杂的流量控制算法,这是因为在分组交换的网络中,每个节点处都有排队等待处理的排队序列,一旦进入的包速率大于流出的包速率,就会产生拥塞现象,因此为了支持实时业务,节点处就不得不采取一定的措施,如设置缓冲等复杂的控制机制,来避免拥塞,但是这样就增加了节点处的处理工作量,又限制了更高的传输速率,使节点成为传输中的瓶颈。

DTM 有效地解决了上述这些矛盾,基于电路交换和时分复用的系统,可以保证每个主机一定的带宽传输有效的数据,同时又类似于 ATM,可以动态地分配带宽,这意味着网络可以支持可变速率的业务和按需分配。DTM 采用了和同步数字体系(SDH)和同步光纤网(SONET)一样的帧结构,但不同的是 DTM 可以动态地分配资源。这几种网络技术可以用图1来概括。

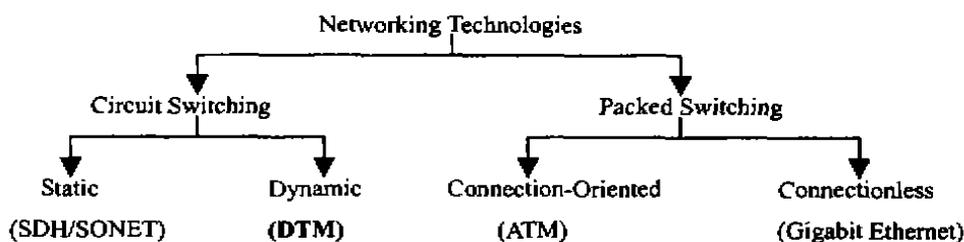


图1 网络技术的分类

从上面分析可以看出 DTM 的特点在于:

(1)大规模提高传输速率。当前的传输设备已经用了10Gbps 的光纤,DTM 是基于电路交换的,因而只是简单的硬件功能而无需数据处理和缓冲,利用光纤传输的波分复用技术可以在一条光纤中传输几条并行的数据流,从而可以建立起好几百 Gigabit 的交换结构。

(2)高服务质量。电路交换的特点可以保证通道间物理上的独立性,使不同的服务相互间不受影响,另外,同步网络也将保证网络不会发生拥塞。

(3)高利用率。电路交换有较小的包头开销,使 DTM 网络的信令和帧头开销仅同关联的节点数目有关,一般只有1~2%,另外,对于静态的同步结构 SDH/SONET,信道容量的步进很大,如从155Mbps 上升到 622Mbps,再就到 2.418Gpbs,而 DTM 是以 512Kbps 为步进增加容量的,这样信道的利用率更高。

(4)简单的网管。一方面交换和传输结合为一体,减少了设备的管理,另一方面,根据业务需要可以重新分配资源,这种自治结构简化了网络设计和手工配置的过程。第三方面,信令协议和资源管理允许在端-端之间建立信道,这样就不用人工逐段地配置了。

## 2.2 DTM 的基本原理

DTM 是针对具备多址接入能力的单向介质设计的,这种介质是指链路容量能够被所有节点所共享的介质。DTM 可以采用多种拓扑结构:环形、折叠总线、点到点、双总线。通常 DTM 采用的是一种双环结构的形式,如果其中一条断链的话可以进行自动恢复,在链路上可以接入任意数目的节点,这些节点分成两种:接入节点(Access nodes)和交换节点(Switch nodes)。如图2所示的是一种带有一个交换节点的双环形网络结构。接入节点可以向外连接光链路,交换节点是连接两/三条 DTM 链路的。

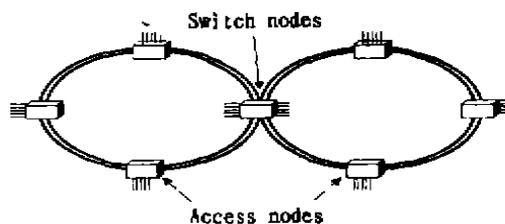


图2 由交换节点连接的双环 DTM 链路

DTM 是基于时分复用(TDM)的系统,它将整个光纤的容量划分成固定的 125μs 长的帧,帧周期就是

8kHz。帧再进一步划分成若干个64bit长度的时隙。125μs的帧结构和64bit的时隙使DTM可以适合于数字语音、PDH和ISDN的传输。每个帧包含的时隙的数目决定于比特率。假如比特率为B=2Gbps,一个帧内所含的时隙数目n为:

$$n = 2\text{Gbps} \times 125\mu\text{s} / 64\text{bit} \approx 3900 \text{ 个}$$

DTM的通信是基于信道概念的,一个信道是由一个发送者到其他任意数目的接收方的时隙集合,信道的容量决定了通信的能力,取决于所分配给该信道的时隙数目。一个时隙对应多少的信道容量呢?假设光纤的总容量为Bbps,一个时隙对应Xbps,一个帧含n个时隙,那么有:  $X \times n = B$ , 而  $n = B \times 125\mu\text{s} / 64\text{bit}$ , 所以可以得到:

$$X = B \times 64\text{bit} / (B \times 125\mu\text{s}) = 512\text{kbps}$$

因此帧中的一个时隙对应于512kbps的传输容量。若分配10个时隙给一个信道,则可以建立一个5Mbps的通信链路,由此可以看出DTM的通信能力是以512kbps为步进增加的,DTM的数据复用格式如图3所示。

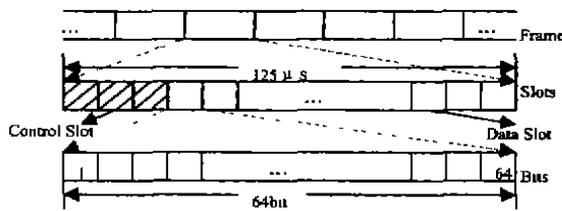


图3 DTM的复用格式

DTM帧中的每个时隙又分为数据时隙和控制时隙两类。如上图所示,阴影部分的时隙是控制时隙,其

他部分是数据时隙,在每个时间点上,不是控制时隙就是数据时隙,两者之间可以转换。

### 2.3 DTM的时隙分配

系统初始化时候,根据预定的分配原则,将时隙分配给链路上的各节点,这样每个节点都拥有属于自己的一些时隙,这些时隙在每个帧中占据着固定的时隙位置,每个节点对属于自己的时隙拥有写的权利,每个节点至少对一个控制时隙有写的权利,可以用来发送控制信息给其他节点。是否发送控制信息依赖于:该节点服务的用户请求;对来源于其他节点的控制信息的响应;自动地响应网络管理的要求,控制信息在整个容量中只占很小的一部分,数据时隙占绝大部分,并且数据时隙是纯数据载荷,不含其他包头信息。另外对于链路上存在的空闲时隙,在网络运行过程中,其所属关系可以在各节点间动态地改变。

当某节点存在空闲时隙的时候,DTM根据用户需要对时隙进行分配。当一节点收到某个用户的请求,需要建立N个时隙的信道,该节点首先检查属于自己的空闲时隙M有多少,如果  $M \geq N$  满足需要,就立刻发送建立信道的控制信息给下一级。否则,若  $M < N$ ,则该节点将从链路上的其他最接近它的节点处请求多余的  $(N-M)$  个时隙。在每个节点处都保存着一张状态表,表上记录其他节点空闲时隙的信息。这样,该节点就可以从状态表中查找决定可以向哪一个节点发送请求得到所需的多余时隙。为保证及时更新各节点的状态表,每个节点都要定期发送自己局部时隙的状态信息。如果没有足够的时隙可以分配的话,节点就拒绝该用户的请求,等待有足够空闲的时隙再建立连接。通过这种时隙分配的方法,DTM可以满足对不同速率

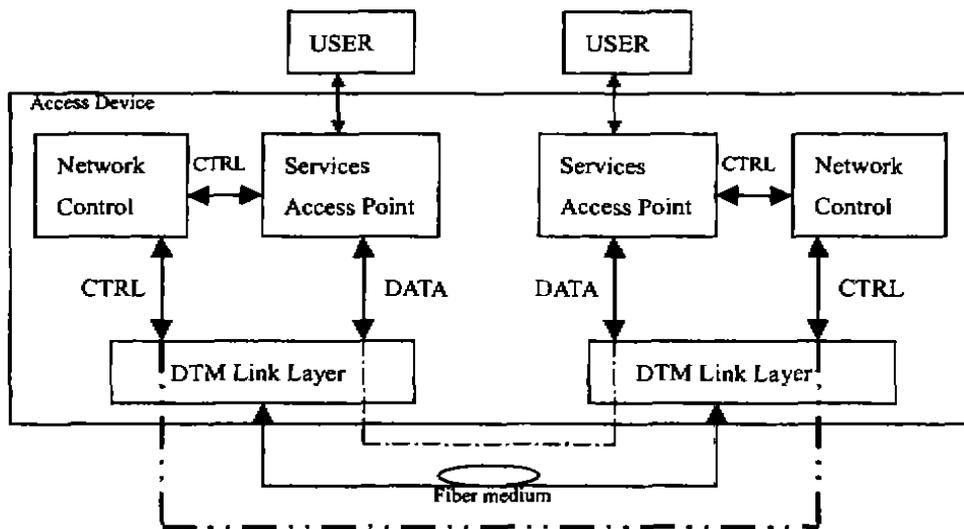


图4 数据和控制信息的流程图

要求的业务需要。

## 2.4 DTM 信道的建立

在每个节点处有一个网络控制器用来处理节点间的信令,这个信令是由控制时隙完成的,用于信道管理和时隙预留,如图4所示的是控制信息和数据信息交换的流图,当一个DTM用户想建立一次通信时,它将发送“创建(Create)”的原语给网络控制单元,网络控制单元分配所需的带宽后发送“通知(Announce)”信息给接收方。网络单元同时在DTM链路上建立起一条信道的链路表并回送“指示(Indication)”原语,指示发方用户所需的信道容量(即每帧所需的时隙数目)已经分配好,发方用户可以等待接收方的确认信息也可以在收到指示信息后直接发送数据。当数据传输完毕时,用户端再发一个拆卸(Remove)信息给接收方,提示系统可以关闭该信道,释放所分配的时隙,重新再分配。真正的数据传输只需要网络来处理,而无需缓冲等其他处理单元,因而可以保证高速率和高服务质量。这种通过分配时隙建立的信道具有以下几个特点:

(1)简单性。从发送到接收直接建立一条信道,双向的信道就建立两条这样的信道,各自有自己的方向和信道容量,这样很容易实现不对称的通讯方式。

(2)多速率等级。由于信道是由任意数目的时隙组成的,因此信道的容量是以512kbps为单位增加的,直到线路的物理容量为止。

(3)多播(Multicast)传输。传统的电路交换是点-点的信道,DTM由于共享介质可以使一条信道可以有多个接收者,控制信息可以仅有一个接收节点的地址,也可以有多个组的地址,甚至是全部节点的广播地址,因此很容易实现点-点,点-多点的多目传输和广播传输,并且这种多播传输的信道可以跨多级跳跃,即跨越几个交换节点(多跳)。

(4)自适应地协商速率。各个信道的带宽可以通过增加/删除一些时隙来自适应地改变,这种改变甚至在数据传输过程中也可以动态做到,因而可以自适应地变换速率。为创建一条信道,时隙必须在发送者和沿途其他节点上都分配好。交换节点对信道的交换是通过将相应的时隙由入端总线复制到出端总线。在一个共享介质上,整个比特流不是全部进入一个节点进行处理的,相反每个节点是用一种加-减(add-drop)的方式来访问比特流的。只有那些被预定了相应目标节点地址的时隙才会进入该节点,其他的都将简单地通过,同样,该节点也只能对某些预分配好的时隙进行写操作,将数据加入比特流。

(5)同步的交换能力。DTM通过交换节点把多条链路连接起来扩展成DTM网络。通过增加交换节点的数目,系统可以平滑地增加容量,并且这种交换是同

步的,不需要缓冲等处理。因此对于信道而言,交换延迟是恒定的。对于多跳信道的延迟和单个总线的延迟接近,只是前者稍大一些而已。

## 3 DTM 的应用

DTM网络可以直接用于面向应用的场合,也可以作为承载高层协议(如ATM、IP等)的网络传输层。有几种业务流可以和DTM网络很好地结合,如:IP over DTM;DTM Local area network(LAN) Emulation;PDH transport;SDH/SONET tunneling。

IP业务量是目前增长速率最快的一类,现存的处理Internet业务的方案中,最常用的是IP over ATM或IP over SDH/SONET,但是利用ATM是一种非常复杂的解决方法,网络体系结构复杂、传输效率低、开销大(达20%~30%);而直接在SDH/SONET上传输IP包,称为POS(Packet Over SDH/SONET)虽然减少了传输开销,但潜在的缺点是由于静态的网络等级结构导致的信道利用率低下,并且网络容量和拥塞控制能力差。DTM具有SDH/SONET的低复杂性和低开销,克服了其静态结构的不足,增加了信令和交换,体现了ATM的一些特点,提供了动态有效的网络连接,DTM目前提供了两种方法来传输IP业务流:IPOD和DLE。

### 3.1 IP over DTM(IPOD)

IPOD是充分利用DTM网络通过逐跳(hop-by-hop)或直通(shortcuts)方式来传输IP业务流的技术。IPOD强调在DTM上直接跑IP包,如果需要的话,可以类似地加入对其他协议的支持。为了更好地统一IP无连接服务和DTM高带宽数据的传输能力,IPOD既支持逐跳的路由也支持收发方直接建立信道的方法,致使IPOD具有更好地传输实时业务的能力。IPOD与MPOA(Multiprotocol over ATM)相似,但是MPOA建立于仿真LAN的概念上,IPOD不需要加入LAN的网络,由于DTM和ATM细节上的不同,IPOD和MPOA在细节上也有很大差别。IPOD系统在DTM网络上建立了一个逻辑路由体系,而不必和底层的物理链路匹配。

图5所示的是一个IPOD网络的例子,由一系列的路由器连接成一个全网状结构。所有的信道已经静态地配置好了,但是每个信道分配的容量可以通过管理接口或某种自动估测机制进行改变,IP路由协议在所有路由器中寻找最短的路径。对于小的网络,有较少的路由器,可以建立一个完全的网络结构,但是当网络中的路由器增大时,只能建立部分的网状结构,当网络更大时,可以建立几个部分的网络结构,然后通过位于不同网孔中的路由器来连接。对于每个点都有多条路

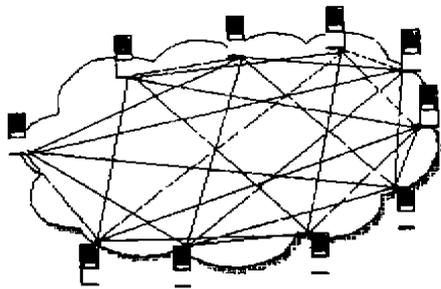


图5 IPOD 网络结构

径可以选择,不会在某一点产生拥塞。

### 3.2 DTM 的 LAN 仿真(DLE)

DLE 是在 DTM 网络上建立虚拟 LAN,使 DTM 网络能接入以太网的节点。DTM LAN 仿真允许 DTM 被用作不同以太网段的桥接手段,包是根据以太网帧头的目的地址在 DTM 网上转发的。它允许形成一个虚拟的以太网,好象各个以太网段的节点都连接在一个以太网域内。它们能够在不同的以太网段上通过 DTM 连接,或者直接通过 DTM 网卡连接到 DTM 上,对所有的节点,DLE 是完全透明的。DLE 在功能上与 ATM 论坛的 LAN 仿真(LANE)相似,但在具体细节上有不同。

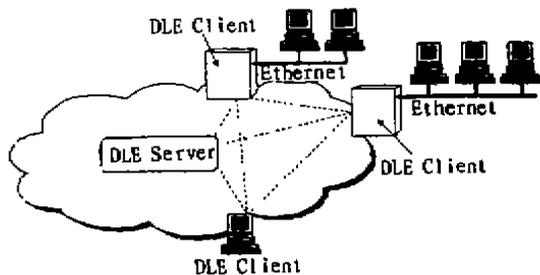


图6 DLE 网络的示例

如图6所示,每个 DLE 段包括一个 DLE 服务器(DLES)和几个客户机(DLECs),每个高速以太网关 FEG 有一个 DLECs,DLE 段中每个直接连接到 DTM 的节点有一个 DLECs。所有相连接的节点都不需要通过路由器。

DLES 提供地址以太网地址到 DTM 地址到 DLECs 的地址解析,处理 DLE 段上的广播和多播传输业务。

不同的 DLE 段之间是通过 IPOD 路由器互联的。IPOD 路由器用作充当 DLE 段的宽带路由器,建立或接受来自于或到达 DLE 段上节点的直通业务。

## 4 DTM 的前景

在过去的几年里,网络的带宽以10的速度在增长。密集型波分复用(DWDM)技术成为光纤传输的主流方法。即使 DWDM 设备仅使用很少的一部分波长,也可以足够满足将来的带宽需要,致使网络的瓶颈从传输容量的限制转移到了网络节点的处理能力。

DTM 网络技术充分利用了作为物理传输媒介光纤的传输容量,其目的就在于减少网络的复杂性并提供对带宽的全面访问和控制,因而成为一种可行的能够提供高带宽和高服务质量的通信技术。

DMT 技术从1990年萌芽,经过在实验室的开发和测试,1999年1月份刚刚出现了 DTM 的第一代商用交换机产品,这是 DTM 的开发者—Net Insight 公司的产品。网络经营者们利用 DTM 可以有效地为终端用户提供实时多媒体服务。因此,DTM 对社会服务所产生的影响将是巨大的,这种影响现在也许还没有得到广泛验证,但是我们可以想象一下,实时音频和视频的传输将极大地改变传统知识和信息传播的途径,它所提供的交互式的视频和音频信息对我们的生活和娱乐方式都有重大影响。

但是,作为一种新的技术,DTM 的协议、接口等还未标准化,在应用中,现有的产品还不能真正达到光纤带宽所能提供的速率,依然存在一些问题有待解决,因此 DTM 技术还需要更深入的研究和讨论。由于在国内这方面的研究还只是初步阶段,因而这对于国内的通信工作者们更是一种巨大的挑战。

### 参考文献

- 1 Claffy K C, et al. A parameterizable methodology for Internet traffic flow profiling. IEEE J. on Selected Areas in Comm., 1995, 13(8): 1481~1494
- 2 ATM Forum, Technical Committee. LAN Emulation Over ATM-Version 1.0 af -lane-0021. 0000, Jan. 1995
- 3 Thompson K, et al. Wide-Area Internet Traffic Patterns and Characteristics. IEEE Network, 1997(Nov./Dec.)
- 4 Kahn L. Introduction to DTM. Net Insight AB, 1998
- 5 Sjödin G. An algorithm for handling slot allocation in DTM. In: Proc. of the 4<sup>th</sup> MultiG Workshop. Stockholm, 1992
- 6 Gauffin L, et al. Multi-gigabit networking based on DTM. Computer Networks and ISDN Systems, 1992, 24(2)
- 7 Bohm C, et al. Fast Circuit Switching for the Next Generation of High Performance Networks. IEEE J. on Selected Areas in Comm., 1996, 14(2): 298~305