

89-92 固定 ATM 网络中的通信管理

Traffic Management in Fixed ATM Network

鲁瑞华 雷开友
(西南师范大学 重庆 400715)

TP393

Abstract The paper introduces traffic management in fixed ATM networks based on the concept of a service architecture and traffic contracts, and emphasises an important role of traffic management in providing differentiated quality of service and supporting the integration of a variety of broadband service within a common ATM network.

Keywords ATM, Traffic management, Service architecture

1 引言

在21世纪中,世界经济竞争的焦点将是信息领域的竞争,信息领域竞争的胜负不仅取决于信息技术的掌握,而且更取决于信息高速通信网络的建设及其应用水平的高低。

传统的通信网络传递信息,主要采用两种形式:一是电路交换,二是分组交换。电路交换的不足是带宽的浪费,分组交换的短处是系统延迟的不确定性。今天我们面临着两种主要的通信趋势:宽带多媒体通信和移动通信,为了适应新形势的需要,一种兼有电路交换和

分组交换优点的传输方式已于1989年产生,这就是异步传输方式 ATM 技术,它已被国际电信联盟-电信标准部 ITU-T 确定为传输语音、图像、数据和多媒体信息的新工具。

ATM 技术是一种快速的数据分组交换技术,它能在一个单一的主体网络上携带多种信息媒体,进行多种通信业务。近年来,ATM 技术在局域网上的成功应用以及在广域网上体现出的强大功能,均说明了它巨大的优越性。

ATM 对 QoS 的支持最终体现在以一定的网络资源保证不同业务的正常开展。ATM 网络的智能化管

理后利用第 k 最短路算法进行求解,当求得启发式费用第 i ($1 \leq i \leq q$) 小的路时,检查该条路线的六项指标(式(6)),如果该条路线的六项指标全部满足,则该条路线被作为一个性能较好的可行解。如果 q 条路线中无一满足约束条件,则问题无解,此时可与用户协商。 q 的取值由该算法的用户决定。从式(7)可以看出,启发式费用与节点可用 CPU 资源量、可用缓冲区资源量和边的可用带宽资源量成反比,因此该启发式算法鼓励通过轻载节点与轻载边建立路由,这样既有助于满足资源需求,也有助于满足延迟、出错率指标的要求,还有助于网络负载平衡。

4.3 基于 QoS 的启发式路由选择算法

步0 初始化,由该算法的用户指定 q 值, $i=0$ 。

步1 $i=i+1$,如 $i \leq q$,转步2,否则,无解,与用户协商。

步2 如果 $i=1$,以启发式费用最小为目标,用 Dijkstra 算法求启发式费用最小路,转步3;否则,以启发

式费用最小为目标,用第 k 最短路算法求启发式费用第 i 小的路,转步3。

步3 验证启发式费用第 i 小的路上的各项指标是否满足,若是,输出结果,算法结束;否则,转步1。

这个算法的复杂性为 $O(i \cdot n^3)$ 。

参考文献

- 1 Guerin R, Peris V. Quality-of-service in packet networks: basic mechanisms and directions. *Computer Networks*, 1999, 31(1-2): 169~189
- 2 王兴伟,等. 分布式多媒体系统服务质量管理实现支持机制. *软件学报*, 1998, 9(5): 350~353
- 3 Huitema C. *Routing in the Internet*. Prentice Hall, 1995
- 4 Wang Zheng, Crowcroft J. Quality-of-service routing for supporting multimedia applications. *IEEE JSAC*, 1996, 14(7): 1228~1233
- 5 Vogel R, et al. QoS-based routing of multimedia streams in computer networks. *IEEE JSAC*, 1996, 14(7): 1235~1243
- 6 谢政, 李建平. *网络算法与复杂性理论*. 长沙: 国防科技大学出版社, 1995. 5
- 7 王兴伟. 分布式多媒体系统服务质量管理与组通信机制的研究. [博士论文]. 东北大学信息学院, 1998

理体现在能够区分不同的业务,并根据用户申请采用各种业务量控制与管理手段(如 CAC、UPC/NPC、优先级控制、业务量整形、丢包控制、反馈控制等)有效地保证不同特点的用户共享 ATM 网络资源。

通信管理在通用 ATM 网络内部对于保证不同的服务质量和支持各种宽带综合服务有着重要的作用,因此深入研究固定 ATM 网络的通信管理具有迫切的现实意义。

2 固定 ATM 网络中的通信管理

固定 ATM 网络中的通信管理是基于服务结构和通信协议的一个概念,该概念将在下面加以说明。对为实现这一概念所要求的一套通信管理功能我们也将作一介绍。

2.1 ATM 服务结构

支持和综合 ATM 网络不同的服务(如声音、图像、数据)要求在 ATM 层次有特殊的协议和服务模式。为了支持标准的宽带服务,同时保证传输资源高效使用,ATM 规定了几个服务类别,分别满足不同的网络传输要求。这些服务类别包括 CBR、VBR、ABR 及 UBR,分别介绍如下。

1) CBR 业务速率恒定,其突发度为 1,用峰值信元速率(PCR)即可表征,要求网络根据该参数预留带宽。CBR 为时延敏感业务,CBR 连接有实时约束,即在实时应用中需要非常严格地限制信元传输的时延和信元传输时延的变化,同时要求较低的信元丢失率(CLR)。CBR 应用在需要固定带宽的连接场合。在整个连接期间参数值 PCR 都需要得到满足,在任何时间信元都以 PCR 或低于 PCR 的速率在网上传输。

为了提供严格的网络性能保证以具有稳定比特率(CBR)连接,所要求的资源要预先对连接寿命作好分配。

2) VBR 业务具有突发性,可用峰值信元速率(PCR)、持续信元速率(SCR)和最大突发尺寸(MBS)加以表征。rt-VBR 为时延敏感业务,要求网络保证其最大信元传输时延(CTD)和信元传输时延的变化(CDV)指标,nrt-VBR 则无时延方面的要求。在通信过程中 VBR 业务的比特率随时间而变化。如图 1 所示,在图 1 中,信号 $s(t)$ 的突发持续时间为 T ,峰值速率 $S = \max s(t)$,平均速率为 $E[s(t)] = \frac{1}{T} \int_0^T s(t) dt$,突发度 $B = S/E[s(t)]$

改变比特率的时间的应用由可变比特率(VBR)服务类别加以支持。在连接建立阶段,这种应用必须能够提供有关连接平均值和峰值信元速率的信息。由于 VBR 服务具有得到保证的服务质量,必须采用预防

性的资源分配。当分配资源可能导致更有效的资源使用时,VBR 连接的信元速率变化必须加以注意。视同步需求而定,VBR 可以进一步分为实时(rt)和非实时(nrt)两个亚类。

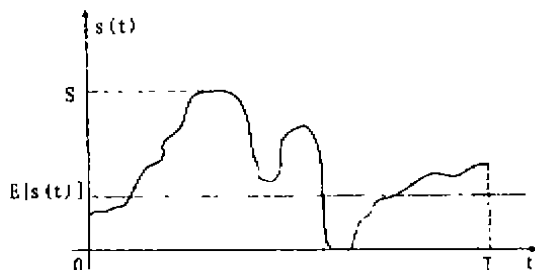


图1 VBR 业务的比特率随时间波动

3) ABR 业务保证最低信元速率,因此除 PCR 外,还需约定最小信元速率(MCR),对于以 MCR 传输的信息,ATM 网络保证其传输的可靠性。为了无实时约束应用和使资源能够适应于当前自由网络,有效比特率(ABR)服务类别业已作出规定。ABR 协议允许对备用资源进行快速访问。此外,在连接设置期间最低保证信元速率是有明确规定的。因此,信元速率是由有保证部分和灵活部分组成并且受峰值信元速率约束的。

4) UBR 业务属于“尽力型”业务,QoS 级别最低,信息源与 ATM 网络间只约定 PCR,但在带宽分配、传输时延、传输可靠性方面均无保证。

未定比特率(UBR)服务对应用不提供任何保证。UBR 连接可以使用未被其他服务类别连接使用的任何备用资源。通常对 UBR 连接都不作资源显式分配。因此,UBR 连接对资源分配的优先权级别最低。

表1 ATM 服务类别分类

	CBR	rt-VBR	nrt-VBR	ABR	UBR
同步	实时	实时	非实时	非实时	非实时
信元速率	固定	可变	可变	可变	可变
服务质量模式	有保证的	有保证的	有保证的	弹性的	最佳效果
资源分配	预防性的	预防性的	预防性的	反应性的	无

以上服务类别具有以下特点:同步需求、信元速率可变、服务质量模式和资源分配战略(见表1)。

一个类似的服务体系结构已由 ITU-T 规定。该 ITU-T 体系结构是基于所谓 ATM 传送能力(确定的比特率(DBR)、统计比特率(SBR)、有效比特率(ABR)和 ATM 组传送(ABT),有关 ITU-T 概念的进一步的说明参见有关资料。

为了提供多样化的 ATM 服务,在连接设置期间

必须要达成各种协议,这些协议包括在通信合同中(见图2),而此合同是由用户和网络在标准化用户网络接口 UNI 谈判达成的并且由下面描述的几个部分组成。

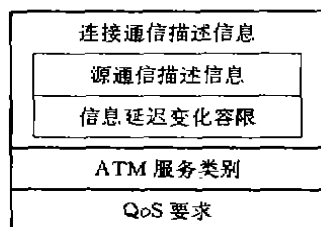


图2 通信合同的组成部分

连接通信描述信息由源通信描述信息和信元延迟变化容限构成。源通信描述信息包括一张有全部通信参数的表并描述通信分布的特征。这些参数均能被网络和应用理解并且易于测量。现在峰值信元速率(PCR)、持续信元速率(SCR)、最大突发尺寸(MBS)和最低信元速率(MCR)参数均已标准化。PCR 参数是一切通信合同的一部分,而 SCR 和 MBS 只用于 VBR 连接。MBS 参数指明可以发送到 PCR 的 ATM 信元的最大数量。MCR 参数用于 ABR 连接并且指明 ABR 信元速率有保证的部分。信元延迟变化容限(CDVT)参数也是连接通信描述信息的一部分,它描述应用可以超过公开声明的 PCR 多少和多久。

作为连接通信描述信息的补充,常用服务类别和需要的服务质量必须借助于标准化的 ATM 层次网络性能参数加以说明。这些参数是信元丢失率(CLR)、信元传送延迟(CTD)、信元延迟变化(CDV)。网络性能目标只能对符合规定的连接通信描述信息的那部分通信才是有保证的。对不符合规定的连接通信描述信息的那部分,信元的处理可以单独加以规定。每个 ATM 服务类别的通信和网络性能参数概括在表2中。

2.2 通信管理功能

通信管理功能是直接或间接影响 ATM 网络中信元流量的机制或协议,其任务是支持不同的 ATM 服务类别(见表1)并用最小的网络资源成果保证商定的网络性能目标。通信管理框架可以进一步细分为通信控制和拥塞控制部分。通信控制功能可以避免网络过载情况,而拥塞控制功能把这种情况的影响、强度、持续时间和分布减少到最低限度。过载情况通常既是由于统计多路转换作用也是由于不正确的网络元件运作所致。

ATM 通信流量的动态变化从信元级(微秒)到小时级甚至季节级波动。因此,存在作用于不同时间量程的不同通信管理功能。全部功能一起构成一个分级通信管理框架,其长期控制功能是基于短期控制功能的

(见图3)。所描述的大部分功能是用一般的形式描述的,不管算法和协议的实现。只有用法参数控制(UPC)和协议是标准化的,此外,UPC 功能和连接接纳控制(CAC)功能是强制性的,其他一切都是可以选择的。

表2 通信和网络性能参数

	CBR	rt-VBR	nrt-VBR	ABR	UBR
通信参数	PCR	PCR SCR MBS	PCR SCR MBS	PCR MCR	(PCR)
网络性能参数	CLR CTD CDV	CLR CTD CDV	CLR CTD CDV		

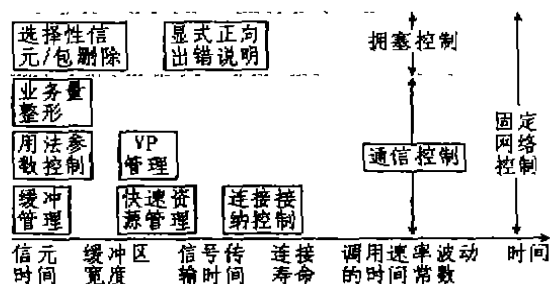


图3 通信管理功能分级

2.2.1 连接接纳控制(CAC) CAC 是通信管理框架的中枢部分,它基于通信参数、所选择的服务类别和服务质量要求,决定一个新的连接可否设置,即一个 ATM 交换机一旦收到用户建立虚连接的申请,它将执行 CAC,根据现有的网络资源使用情况及用户对 QoS 的要求,决定接收或拒绝该申请。若 ATM 网络尚有足够的资源用以接收新的申请,则新申请被接收,否则被拒绝。CAC 一个非常简单的解释是建立在用于 CBR 连接的峰值信元速率分配基础之上的。显然这种策略对于 VBR 是效率很低的,因为潜在的统计多路转换增益不可能发挥出来,特别是对于强突发通信来说,这会导致浪费很有价值的网络资源。等效信元速率能够被计算出来,它受限于 SCR 和 PCR 参数。必须考虑到各种现已存在的和新的连接的通信及网络性能参数,显然,在高统计多路转换增益和低信元丢失率之间存在一个折衷。对于 ABR 连接而言,只有 MCR 的资源必须加以分配,对于 UBR 来说则无资源需要保留。

2.2.2 用法参数控制(UPC)和网络参数控制(NPC) 一般是通过 CAC 和 ATM 网络与用户达成协议,根据用户的 QoS 要求,分配相应的网络资源。然而在实际通信过程中,用户难免违约,向网内发送过量的信息,从而给其他用户的正常通信造成困难。UPC/

NPC 的作用正是监测和控制虚连接(VP 或 VC)上的信息流量,对不遵守协议的信息进行及时处理,使网中通信得以有序地进行。UPC 应用于 ATM 网络入口即 UNI 处,NPC 应用于 ATM 网内各个节点即 NNI 处。

UPC/NPC 对违约信息通常是这样处理的:如果信元的 CLP=1,则表明该信息不重要,将其丢弃即可;如果信息的 CLP=0,则表明该信息比较重要,ATM 交换机将此信息的 CLP 置于1,即提高其丢弃优先级。UPC/NPC 作这样处理,实际上就是对违约信息加以标记或者丢弃。

若应用所发送的是与连接通信描述信息不相符合的通信量,则该网络不可能提供在此同一网络内多路化的其他相符合的通信量所享有的服务质量保证,因此对一切连接的通信参数都必须加以监控,这一点用一般信元速率算法(GCRA)即可做到。GCRA 是基于漏桶机制,该机制允许监控器有一个带容限值的速率参数。这样,PCR 和 CDVT 以及 SCR 和 MBS 参数分别被 GCRA 监控,不符合的信元可以被丢弃或者给以较低的优先级。通信参数在 UNI 或网络节点接口(NNI)受到监控。相应的功能因此分别标志为用法参数控制(UPC)和网络参数控制(NPC)。

值得注意的是,UPC 只对信元流量进行计数,而不进行缓存或排队。在实际应用中对不同的业务(CBR/VBR/UBR/ABR)实现不同的 UPC。

2.2.3 业务量整形 业务量整形可用于 UNI 或 NNI 接口以改变信元流量分布。用户不可能预先知道应用产生的信元流量的准确通信参数。由于他不想因为保留太多的带宽而大量增加开支,他可以寻求在连接期内某些时段非常小的 PCR。业务量整形可用于延迟那些与通信合同不相符合的信元直至它们变成与通信合同相符合的为止。此功能可以设置在用户接口或 UNI 的网络接口。在网络内部业务量整形可以用于消除由于异步多路转换而造成的信息量分布的变化。

2.2.4 多优先级控制 CAC 和 UPC 并不能彻底解决 ATM 网络的拥塞问题。为了有效控制网内信息流量,ATM 网络实际上大都采用多优先级的控制方法,即采用一定的排队机制,将不同性质的业务(CBR/NBR/UBR/ABR)置于不同发送优先级的缓存队列里发送,做到业务分流。在同一队列中,按重要程度对用户信息加以区分,在网络拥塞时首先有选择地丢弃那些不重要的信息。

缓冲管理在支持和综合不同服务类别中起着重要作用。它包括缓冲区的划分和保留以及处理缓冲队列内部信元的各种功能。基于加权合理排列的各种策略,作为 ATM 服务类别种种可能的方法,在 ATM 协议中已经进行过讨论。为了防止过载,信元缓冲可以在

ATM 信元头设1位从而表明应用必须降低其速率。此外,专门的信元和包剔除方案可能用以提高网络吞吐量。

2.3.5 快速网络资源管理(FRM) 快速网络资源管理也是 B-ISDN 中业务量控制的一种重要形式,通常对一些强突发数据包传送业务和一些用户到用户的综合数据业务实施网络资源预订服务。虚通道控制在 FRM 中起着相当重要的作用。

数据通信往往具有很高的信元速率变化,因此常常是突发通信。此外,它允许较高的转移延迟和延迟变化,但要求很低的出错率,因为出错率高导致数据包重发。就有保证的服务而言,使用同样的服务类别是不可取的。为了支持数据通信的特殊需求,各种快速资源管理协议得到了发展。其基本思想是,只有真正需要资源时才为连接保证资源,而在不需要资源时将其送回其它连接。在连接设置期间,只有通过网络的线路才是确定的。通过发送特别资源管理(RM)信元,发送者在网络节点上沿所选择的路线保留缓冲区及/或带宽。因所用协议不同,此种保留在连接寿命期内可以有所变化。允许对发送速率快速和连续自适应的自适应机制为 ATM 论坛规定的 ABR 协议。在该协议中发送者周期性地插入具有许可信元速率(ACR)的 RM 信元。在控制回路中,在通往接收者路上的一切节点均可以降低这个速率并可以将 RM 信元送回发送者那里。另一个 FRM 协议是 ABT,它已由 ITU-T 加以标准化。

虚通道(VP)概念允许不同服务类别的逻辑分离因而能够简化 CAC,其主要缺陷是可能达到的多路转换增益比较低,即一条 VP 满负载因而此 VP 上新的连接请求必然遭到拒绝,尽管在此 VP 所属的链路上有备用载量。为了避免这种情况从而增加总吞吐量,VP 管理力图优化分配给每条 VP 的载量并使 VP 网络配置适应于当前通信负载情况。

研究表明,如果突发连接的持续周期大于协议信号的往返时延,则快速预订协议对统计复用方法是非常有效的。快速资源管理的关键是设计高效的快速预订协议。

参考文献

- 1 李一蕾,等.窄带 ATM 通信网.电信科学,1997,13(2)
- 2 张淦芝,等.ATM 网络技术的特点和应用.电子展望与决策,1998(5)
- 3 白军锋,等.ATM 视频传输中信元丢失的分析与对策.电信科学,1999(10)
- 4 ATM Forum. Traffic Management Specification Version 4.0, AF-TM-0056, ATM Forum Technical Committee, April 1996
- 5 ITU-T. B-ISDN ATM Layer Cell Transfer Performance, Recommendation 1. 356. Geneva, Switzerland, October 1996
- 6 ITU-T. Traffic Control and Congestion Control in B-ISDN, Recommendation 1. 371. Geneva, Switzerland, August 1999