

无线访问固定 ATM 网络产生的问题及解决办法

The Problems Caused by Wireless Access on Fixed ATM Network and Their Solving Methods

鲁瑞华 雷开友

(西南师范大学 重庆400715)

Abstract This paper introduces the problems caused by wireless access on fixed ATM network and discusses the problem solving methods.

Keywords ATM, DLC, MAC, LLC, Terminal, Time slot, UPC/NPC, Traffic shaping

1 引言

无线网络优于有线网络最根本之点就在于它的可移动性,用户不受固定电缆、光缆、双绞线的制约。无线网络是业已建成的有线网络的无线延伸。目前,在第三代无线通信的建议和标准中,均考虑采用无线 ATM 通信技术来实现多媒体业务的综合传输与交换。下一代通信网络将是有线与无线组合的无缝连接移动多媒体通信。为了让无线节点无缝连接在固定 ATM 网络上,无线 ATM 和固定 ATM 两者必须支持同样的服务类别。因此,无线网络和固定网络的通信管理功能都需要精心设计。一方面,它们必须满足特殊的控制要求,另一方面它们必须合作从而构成一个有活力有效率的包含一切的控制框架。无线媒体的特性要求有能够应付多址访问、易出错无线信道和用户移动性的新的协议。当把无线 ATM 网络连接于固定的 ATM 网络时,需要两个网络通信和资源管理功能的适当交互作用,以便达到精确的服务质量目标。由于 ATM 技术在 B-ISDN 网络中的应用基础是高速率、低误码率光纤信道的使用,因而在无线环境下采用 ATM 技术将面临一系列特殊问题,如信道高误码率、较长的传输时延等。因此,深入研究无线访问固定 ATM 网络至关重要。

2 无线访问固定 ATM 网络所产生的问题

无线 ATM 参考模型分成无线寻址接入部分和固定网络部分,如图1所示。

无线数据链路控制(DLC)层低于 ATM 层,前者使用集中访问协议。其中基站(BS)是作为具有置于移动站内的分布输入请求的 ATM 多路转换发挥作用的。无线信道上无线资源管理与移动增强的 ATM 开关和无线 DLC(MAC 和 LLC)层中的资源管理相互配合进行。在蜂窝式网络中,作为专门无线 DLC 协议的

补充,无线 ATM 访问网络必须增加对终端和个人移动的特殊支持。在连接已经建立时,用户从一个无线单元转移到另一个无线单元,其转换协议要考虑连接的延续性。

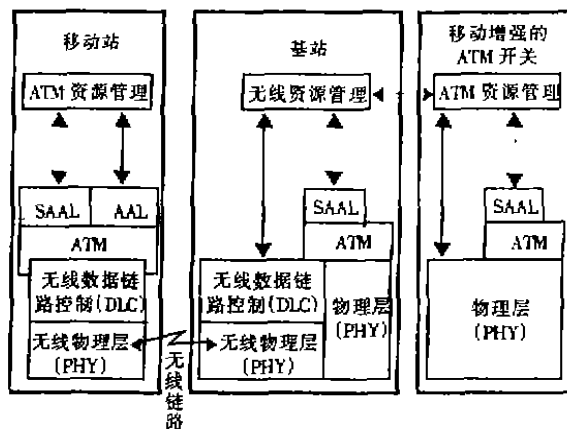


图1 无线 ATM 参考模型

无线控制功能是在不同时间量程发挥作用的。当无线媒体访问控制(MAC)和无线逻辑链路控制(LLC)协议对单元级和成组级发生作用时,在更长的时间量程直至连接寿命终结转换都是有效的,因此不同的 ATM 通信管理功能均受无线 DLC 和转换协议的影响。对这种种交互影响下面分别予以介绍。

2.1 无线 DLC 协议产生的影响

在无线 DLC 层中无线 MAC 协议是作为一个具有基站内部调度和置于移动站内的分布输入请求的 ATM 多路转换进行工作的。如果使用时分双工(TDD),补充的输入请求置于基站内,即上行链路和下行链路分享频带并且被不同的时隙分开。在大多数现有的对无线 ATM MAC 协议的建议中,只有具有大于零的请求长度的输入请求才起作用,目的在于允许

工作守恒调度和充分利用可用的带宽。为了保证协议合理有效的运作,基站内部的调度需要有关输入请求状况的准确信息,这对于置于基站请求不成问题,但是对于移动终端内部的请求则需要一个附加机制以更新状态信息。实际上,这并不难,只要有自动分段控制在专门时段发送到数据包的专门请求包(一般称为数据包)就可以做到这一点。

对这些请求时隙的访问策略可以以查询访问、随机访问或两者相结合为基础,视所用机制而定,请求包的内容、所用调度规范、可用于基站调度的请求状态信息可能是不准确的和部分已经过时的。此外,信息更新要消耗本来可用于发送数据包的有价值的传输载量。

显然,在更新频率和基站状态信息准确度之间存在一种折衷方案。因此,这种机制和调度算法会对 ATM 信元传输延迟产生很大影响并改变输入源通信分布(即增大信元延迟变化),这样,符合于通信协议的通信在终端面可能通过无线 MAC 协议变成不符合通信协议的通信。在 ATM 网络内部 UPC/NPC 功能因而可以删除 ATM 信元,如果没有事先采取专门预防措施的话。

UPC/NPC 的作用是对一个虚连接(VP 或 VC)上信息流量加以监测和控制,对违约的用户信息进行及时处理,保证网中通信的有序进行,UPC 应用于 ATM 网络入口处,即 UNI 处,NPC 应用于 ATM 网内的各节点间,即 NNI 处,UPC/NPC 也是一种基本的业务量控制方法。

UPC/NPC 对违约的信息作如下处理:若信元的 CLP=1,说明用户信息不重要,违约数据被丢弃;若 CLP=0,说明用户信息较为重要,ATM 交换机将 CLP 置 1,提高其丢弃优先级。UPC/NPC 的处理结果实际就是对违约的信元进行标记或丢弃。

无线信道引发的另一个问题是位错误概率相对高,并且错误的类型也较复杂,既存在随机错误,也存在突发错误。

数据链路控制(DLC)协议层的主要目的是为 ATM 层提供透明的传输,其作用是在信元进入到 ATM 层以前采用纠错编码技术削弱无线信道对差错率的恶化影响。即在物理层采用前向纠错控制(FEC),而在数据链路控制层采用自动重传请求(ARQ)技术来恢复 FEC 不能纠正的错误信元。

ARQ 以增加时延为代价实现所有信元都能正确传输的要求,而 FEC 以增加频率带宽的代价做到无差错传输。此外,由于无线信道的特性,在 DLC 层以下传输的信元格式会发生变化,因此在 DLC 层应完成无线 ATM 信元格式与 B-ISDN/ATM 的标准信元格式的转变,以保证良好的网络互连互通性。

另外,由于传输的异步性,交叉的几个数据包不可能在与 FEC 的组合中采用,因此 ATM 信元传输容易被突发错误损坏,而突发错误在无线通信中屡见不鲜,如果 LLC 层通过出错连接码能识别错误,ATM 信元必然会被重传。

为了保证信元序列的完整性,后被正确接收的同一个 ATM 连接的所有其他信元必须延迟到错误信元被正确接收为止。显然,这会导致增加延迟和延迟变化。信元甚至可能被反向发送。视 ARQ 协议而定,每个连接或移动终端的一个或几个 ATM 信元的接受或拒绝,必须在移动站和基站之间交换。此外上行链路方向是更为关键的部分。ARQ 信息作为请求包可以载于数据包上或分别单独发送。

接收到一个单独的数据包的 FEC 不会造成增加信元传输延迟或延迟变化,ARQ 模式甚至会进一步改变通信分布。此外,重新传输所需要的传输能力不能用于其他的数据传输,这就造成有效可用带宽的减少。在高错误概率阶段,在用高优先级发送的连接内重新传输甚至会降低其他连接的服务质量。

2.2 终端移动导致的影响

除了无线 DLC 协议产生的影响外,终端移动导致的影响必须在无线 ATM 网络发展期间予以考虑。连接建立后无线信元的变化必须用新的转换协议加以处理。为了让无缝转移进入新的无线信元,转移协议必须要能够保证转移期间信元序列的完整性和低信元损失概率。此外,成功转移的强制性的必要条件是在新的无线信元对空中接口和访问网络的固定部分内部要有足够资源可用。与现今的蜂窝式网络相比,在未来的无线 ATM 网络中一个单独的用户可以要求在总的可用带宽中得到一个重要的部分。因此,那种为达到转换目的而不考虑网络当前情况一味保留频道的观点将会导致失败。

为了(至少在一定程度上)保证转换后连接的连续性,固定网络的 CAC 应考虑用户的移动。CAC 是在呼叫建立阶段网络执行的一组操作,用以接受或拒绝一个 ATM 连接(虚通路或虚通道)。对于一个给定的呼叫来说,连接请求只有在网络具有足够的可用资源时才能被接受,这种可用资源能够按所要求的业务质量将新的连接在整个网络范围内传送,并同时保证网络中已经建立的其它连接的 QoS 不受影响。

为了提供低的连接分组概率,必须要有足够的建立新连接的能力。所需资源的多少主要取决于随时间而变化的空间用户密度。白天人们在工作单位,晚上他们倾向于呆在家里。因此,在时空量度上就有一些不断变化的用户密度的热点。这些情况可能周期性地出现或者只出现一次。对于空中接口和固定网络中资源的

保留来说这种可能性必须予以考虑。

3 解决问题的办法

为了建立无线 ATM 网络健全而高效率的总体通信管理框架,克服无线 DLC 和转换协议产生的影响,实现不同协议之间的交互作用,可采用通信控制综合的方法、UPC 一致性的实施和转移支持。

3.1 通信控制综合

ETSI BRAN 项目组目前正在研究基于时分多址/时分双工(TDMA/TDD)的 MAC 协议,即不同的连接以及上行链路和下行链路方向,用不同的时隙加以区别。几个时隙汇总到固定或可变量度的帧上。在动态集中控制 TDMA/TDD 协议中,由控制信息和 ATM 数据信息组成的帧占据信道相应的时隙。下行链路中,控制时隙和 ATM 数据时隙被复用到一个时分复用(TDM)突发信包中,而在上行链路中,控制信包以时隙 ALOHA 方式在指定帧的相应位置上发送,ATM 数据信包在无线端口控制器分配的时隙上发送,动态集中控制 TDMA/TDD 协议是动态地逐帧分配 ABR 时隙,以周期和动态组合方式分配 VBR 时隙,在新的呼叫或越区切换建立时才周期地分配 CBR 时隙。使用 TDMA/TDD 访问的无线 ATM MAC 运行的简化模型见图 2。

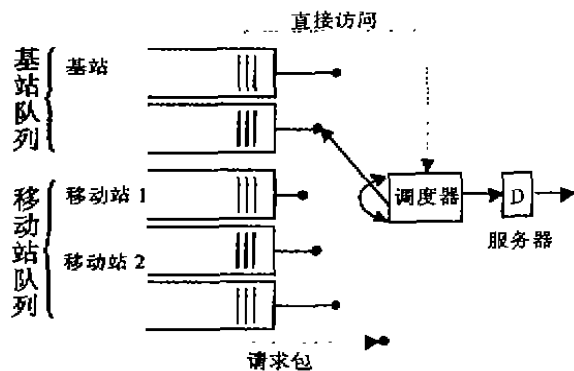


图2 使用 TDMA/TDD 的无线媒体访问控制模型

时隙由基站(BS)调度器沿帧基线分配在帧上。根据帧始端可变的队列状态信息的情况,调度器决定下一个帧时隙的分配并通过广播帧控制包通知移动站(MS)有关分配情况。反过来,各移动站在分配的时隙发送数据包。服务器(D)设计无线链路上 ATM 信元的固定服务时间。

如图2所示,调度器直接访问基站队列的状态信息,但是需要请求包更新移动站队列的状态。请求包既可以自动分段控制发送到数据包,也可以在特殊的控制间隙内发送。请求包的传输要消耗本来可以用于数

据传输的有价值的带宽。

为了有效地支持不同的服务质量,无线 ATM DLC 协议必须有如下的特性:

① 不同服务类别的隔离和综合,即来自一切服务类别的通信应简化成一个网络而同时有保证的服务的服务质量不应受到损害。

② 对部分过时的队列状态信息不敏感。

③ 在单个连接频道出错的情况下,其他连接的服务质量必须保持。

提供这些性质的关键部件是调度器。基于综合的处理机共享而又能支持特性①的几种调度策略已经被建议用于固定网络。有了这些机制,加权被赋予符合有保证的服务速率的每个连接,现已发现,在这个调度规程家族范围之外,一种自记时合理排队(SCFQ)特别适合于各 WATM MAC 协议。

3.2 UPC 一致性

如 2.1 节所述,无线 ATM DLC 协议可以改变通信的分布,因而与移动站通信协议相一致的通信可以变为非一致的通信,后者因之通过 UPC 可以导致信元删除。采用 GCRA 可以解决这个问题。ITU-T 371 建议中定义了两个等价的通用信元速率算法(GCRA),分别叫做虚调度(VS)算法和连续状态漏桶(LB)算法。对任何信元到达时间序列 $\{t_a, a \geq 1\}$,两种算法都能确定同样的信元是一致的还是不一致的,并根据判断结果采取相应的措施,如丢弃信元,给不一致的信元加注标记,或者释放连接。

在网络尚有资源可用的情况下,若检测到有不一致的信元,并不将其丢弃,而是将其 CLP(信元丢弃优先级)由 0 改为 1,以后若不遇到拥塞,则 CLP 为 1 的信元仍可到达目的地。若遇到拥塞,则将优先丢弃该类信元。若检测到某连接的不一致的信元数超过某一阈值,则该连接就变为不一致的连接,网络会采取释放措施。

用此种方法,合成通信的一致性可以达到,但仍然不能消除由 ARQ 协议造成的通信分布的变化,这样 ATM 信元的聚丛仍然会发生。

有另外两种方法支持通信与 UPC/NPC 功能的一致性。

① 业务量整形(Traffic Shaping) 是一种重要的流量控制方法。不同类型的业务具有千姿百态的流量模式,业务量整形则让用户信息来适应网络,它将各种输入的流量模式进行整形处理,如调节信元流的时延抖动,控制发送速度及顺序,改变其特性,以使得业务流穿过 UNI 时与用户—网络要求的流量特性保持一致,使得 ATM 网络更易于控制及处理各种业务。同时,由于减少了突发性因素,也可以提高网络带宽资源的利用率。业务量整形一般均在与用户直接连接的 ATM 入口节点完成,其作用主要体现在对发送峰值速率的控制上。这种方法为预防式流量控制,主要缺点

是由于整形会导致增加延迟,影响网络的效率。

②UPC/NPC 参数调整 另一种消除通信分布变化的方法是在连接设置期间建立更多许可的 UPC/NPC 参数,特别是较高的 CDVT 值,虽然这种方法易于应用,它要减少可能达到的多路增益从而导致连接成本高而资源使用效率低。此外,这种方法不能保证 UPC 的一致性而只会通过 UPC 降低信元删除的概率。为了改进这种方法,无线 ATM 访问网络 UPC/NPC 参数的时序变化必须预先设计,即根据当前无线线路质量和负载情况,全部 UPC 功能的参数要不断加以调整,这样可能成本很高。当服务是由若干个网络提供者提供时,尤其是这样。

3.3 转移支持

为了保证转移期间连接的延续性,资源必须预先保留在相邻的无线信元和访问网络内。这些资源不能被用于相邻无线信元中其它有保证的服务,因此更多的资源必须要适当地分配。为了支持此种机制有效地运作,必须给通信协议增加描述移动级别(静止、缓慢、快速)的这一部分。自然每个移动级别应分别由公共提供者负责确定,因为所要求的资源有很大的差别。此外,跟踪移动方向的移动站可以加以预报,已分布的资源也可以相应地加以修改。如果在新的无线信元中无足够的资源可以利用因而 QoS 不能得到保证,那么可

以重新商定该连接,并可以选择新的通信参数。因此,重新商定性质这样的补充参数可以加进通信协议。

增加的带宽也可以被分配在固定网络之内,为了准备移动,相邻信元存取开关之间的 VP 可以预先设置(VP_1, VP_2),通过这些 VP 存取开关从逻辑上讲是直接连接的,即使 VP 通过几个开关都是如此(VP_1)。因此,转移期间各连接的切换是由存取开关处理的,不会影响紧挨着的下一个较高的网络层级上的各个开关,给网络其他部分中的各 VP 的连接赋值完全不受移动的影响。

通过引入这些可以在 VP 层级上提供快速灵活容量储备的适当的 VP 管理功能,有功效的转移方法可以与高效的资源利用结合起来。

参考文献

- 1 Sigle R, Renger T. Fair queueing wireless ATM MAC protocols. In: Proceedings Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC'98), Boston, MA, Sep. 1998
- 2 Sigle R, Renger T. Hierarchical scheduling for wireless ATM MAC protocols. In: Proceedings Personal Wireless Communications (PWC'98), Tokyo, Japan, April 1998
- 3 Rauhala K, et al. Baseline Text for Wireless ATM Specification, WATM working group of the ATM Forum, Version 1.07, April 1998
- 4 高嘉进,李正茂,洪福明.无线局域网的技术与进展.电信科学,1996

(上接第101页)

5.3 窄扰

窄扰可由不同波长的信号互相干扰造成,也可由其它光纤上相同波长的信号干扰造成。前者可在决定信道间隔时加以考虑,并使用适当的窄带滤波器消除;后者主要发生在交换节点,需在节点内加设附加的波长选择滤波器加以消除。

5.4 WDM 光网中节点的距离

可根据发射机的输出功率和接收机的灵敏度,计算出节点间的最大距离^[1]。

5.5 其它考虑

在设计 WDM 网络时,除了对设备的考虑外,还应考虑网络的体系结构。光网的拓扑结构会影响发射机、接收机对操作波长的选择,容错和可靠性的要求会影响网络体系结构的选择,在设计广域网时应注意的一个重要问题是波长重用。

结束语 随着研究的不断展开,光网标准将为大型商用光网规划一个总体框架,并提供未来光网的蓝图。但目前有许多问题需要解决,如光网的透明性、光网的操作、管理和维护,光层保护转换、光网的横向和纵向兼容性等,这些问题的解决对光网的标准工作至关重要^[10]。

参考文献

- 1 Borella M S, et al. Optical Components for WDM Light-wave Networks. Proceedings of the IEEE, 1997, 85(8): 1274~1292
- 2 Johnson S R, Nichols V L. Advanced Optical Networking-Lucent's MONET Network Elements. Bell Labs Technical Journal, 1999, 4(1): 145~162
- 3 Senior J M, et al. Developments in Wavelength Division Multiple Access Networking. IEEE Communications Magazine, 1998, 36(12): 28~36
- 4 Chen Y, et al. Metro Optical Network. Bell Labs Technical Journal, 1999, 4(1): 163~186
- 5 Jourdan A, Renaud M. Key Building Blocks for High-Capacity WDM Photonic Transport Network. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 1998, 16(7): 1286~1297
- 6 Okamoto S. Photonic Transport Network Architecture and OADM Technologies to Create Large-Scale Robust Networks. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 1998, 16(7): 995~1007
- 7 Gerstel O, et al. Architecture for an optical Network Layer. February 1996
- 8 Maeda M W. Management and control of transparent optical networks. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 1998, 16(7): 1008~1022
- 9 Hirosh Yosi Noboru Takachia. Future Photonic Transport Networks Based on WDM Technologies. IEEE Communications Magazine, 1999, 37(2): 74~81
- 10 Guire A M, Bonenfant P. Standards: The Blueprints for Optical Network. IEEE Communications Magazine, 1998, 36(2): 68~73