

# DSL 传输语音的技术

汪军 (广州 解放军广州通信学院 510500)

摘要: 本文介绍了 VoDSL 技术特征和 VoDSL 系统中的两种传输语音的技术并对 VoATM、VoFR、VoIP 的性能进行分析和比较。

关键词: DSL VoDSL VoATM VoFR VoIP

随着 DSL 技术的应用和发展, 在 DSL 上传输语音的技术成为研究的热点。VoDSL (Voice Over DSL) 就是将语音以数字化的形式和数据同时在 DSL 的信道内传输。虽然占用了数据业务的一部分带宽, 但可以在一对普通双绞线上同时传送多条语音业务。

## 1 VoDSL 技术特征

图 1 是 VoDSL 系统示意图, VoDSL 系统的 DSLAM 不但和 PSTN 交换机有直接接口 (如 V5.2), 而且更多的语音是通过 ATM 交换机分离, 送 VGW (Voice Gateway) 后再进入 PSTN 交换机的。目前的 VoDSL 系统通常取消了模拟话路, 因此用户端不再使用图中的分离器, 局端也不再 DSLAM 到 PSTN 交换机的接口。

### 1.1 VoDSL 的技术特征

- (1) 数字化的语音传输;
- (2) 使用语音网关 (VGW) 实现接入网和 PSTN 的连接;
- (3) 时时在线, 时时上网;
- (4) 语音和数据业务动态灵活分配。

### 1.2 VoDSL 系统中两种设备

#### 1.2.1 IAD 功能要求

IAD (Integrate Access Device), 即集成接入设备, 它的核心仍然是一个 xDSL 收发器, 并满足原来所要遵循的一切协议。IAD 将多路模拟语音在内部数字化, 并和原来网络的业务数据流集成为一条数据流。包括:

- (1) 语音设备接口;
- (2) VoATM、VoFR、VoIP 功能;

- (3) 语音处理功能;
- (4) 信令转换功能;
- (5) 网关功能。

#### 1.2.2 VGW 的功能要求

VGW (Voice Gateway), 既语音网关, 用于将数字化的语音信号和信令信号传递给市话交换机和 PSTN, 包括:

- (1) VoATM 功能;
- (2) 语音处理功能;
- (3) 信令处理功能;
- (4) 动态分配语音信道功能;
- (5) 标准的接口。

## 2 DSL 传输语音的技术

VoDSL 技术中最核心的问题, 是在 DSL 信道中传输语音数据。目前传输语音数据的技术很多, 例如 VoATM、VoFR、VoIP 等, 但它们各自都有不同的优缺点。下面将首先介绍目前 VoDSL 系统中常用的技术, 然后逐一地介绍三种不同的 VoATM、VoFR、VoIP 技术, 并对它们的性能进行分析和比较。

### 2.1 VoDSL 的语音传输技术

目前国外大多数 VoDSL 系统中, 主要使用两种 DSL 技术: 一种是 ADSL 技术, 另一种是 SDSL 技术, SDSL 技术也就是 HDSL2 技术。两种 DSL 技术的 VoDSL 系统, 受到 DSL 所使用协议的影响, 采用了不同的传输语音技术: 在以 ADSL 为基础的 VoDSL 系统中, 使用 VoATM 技术; 而在以 SDSL 为基础的 VoDSL 系统中, 则使用 VoFR 技术。

#### 2.1.1 基于 ADSL 的 VoDSL 系统

标准的 ADSL 使用 ATM 协议建立 ATU-R 和 DSLAM 的连接。虽然很多支持 RFC1483 协议的 ADSL, 可以通过以太网包的形式和 DSLAM 通信。但是 ADSL 系统最好的传输协议栈还是 IP over PPP over ATM, 而 ADSL 的 DSLAM 和公网的接口则固定使用 ATM 协议。因此在这种 VoDSL 系统中, 传输语音既可以使用 VoATM, 也可以使用 VoIP。由 ATM 论坛推荐的 VoATM 标准是 LES-ALL2 (Loop Emulation Service Using AAL2), 这种技术的协议栈如图 2 所示。

使用 VoATM 技术时, 语音数据和网络数据被分配在不同的 VCC (Virtual Channel Connection 即虚通道链接) 中, ATM 交换机对每个 ATM

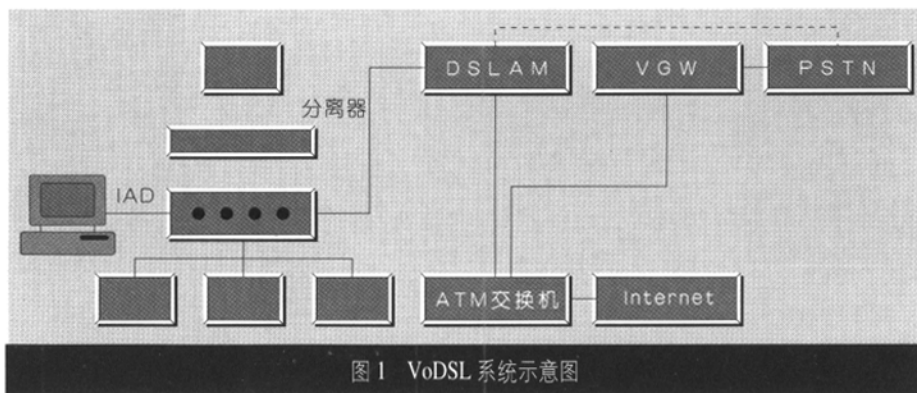


图 1 VoDSL 系统示意图

信元的 VCC 标识进行检测,在此基础上将语音数据分发到语音网关,网络数据分发到公网。如果 ADSL 系统使用 VoIP + IP over ATM 技术,网络数据 IP 包和语音数据 IP 包在打入 ATM 信元后,将使用相同的 VCC 标识。故在 ATM 交换机区分语音数据和网络数据时,需要先将多个 ATM 信元拼接成一个完整的 IP 包,再按照不同用途分发数据。所以 VoIP 将比 VoATM 效率低得多。

## 2.1.2 基于 SDSL 的 VoDSL 系统

SDSL 使用帧中继作为 IAD 和 DSLAM 之间的传输协议;但是 DSLAM 和公网以及 VGW 之间仍是 ATM 协议。所以在 SDSL 系统的 DSLAM 中,需要有 Frame-to-Cell 的功能,来完成帧中继的数据帧和 ATM 信元之间的格式转换,这在 FR 的协议中定义为 FRF.8。

虽然帧中继中有传输语音的协议规定 FRF.

12,但是语音数据的传输要通过很多复杂的格式转换;而且最终 DSLAM 输出的语音格式是 FRF.12 格式,只能使用基于 FR 的 VGW,无法和通用的基于 ATM 信元的 VGW 互通。所以在基于 SDSL 的 VoDSL 网络中,很少使用 VoFR 技术传输语音。

IP 包也可以通过 IP over FR 技术在 SDSL 网络上传输,而且 IP 包对于 Frame-to-Cell 过程是透明的,所以实际系统多采用 VoIP + IPoFR 的技术进行语音传输。这种技术使用的协议栈如图 3 所示,这种技术传输语音数据也是一个繁琐的过程,而且效率比较低。但由于 IP 的通用性比较好,从而可以使 SDSL 系统和通用的 VGW 互通。而且由于使用了 RTP 协议,还可以和网络电话互通。

## 3 VoATM、VoFR、VoIP 技术

### 3.1 VoATM 技术

#### 3.1.1 电路仿真技术

电路仿真 (Circuit Emulation) 是在 ATM 设计初期,专门针对语音数据传输制定的技术。它使用 AAL1 协议,可以实现多路固定速率的语音数据传输。这种技术用于传输固定的 T1/E1 和 T3/E3 的语音数据。虽然电路仿真技术可以实现多路语音数据复用在一个 VCC,满足 VoDSL 的基本条件,但是它无法满足很多其他的关键要求:

- (1) 它只能传输固定速率的数据流,而不能实现 VoDSL 中动态分配语音信道的功能;
- (2) 它不支持静默检测,所以会造成信道的浪费;
- (3) 它不能支持压缩和非压缩的语音数据混合传输。由于以上问题,电路仿真不适合作为 VoDSL 的语音传输技术。

#### 3.1.2 环路仿真技术

环路仿真技术 (Loop Emulation) 是 ATM 论坛 1999 年命名的一种技术,目的是规范 ATM 对 VoDSL 的各种支持。这个技术的工作小组被称为 "Loop Emulation Service Using AAL2", 即 "LES-AAL2"。这种技术的核心思想是使用 ATM 的适配层 AAL2,作为语音数据流到 ATM 信元的映射,AAL2 协议本身就是为传输实时多媒体数据包而设计的;它为不同的实时数据包(如语音数据包、视频数据包)定义了不同的包头,包头包括数据长度、信道表示、数据编码类型等等,AAL2 的这些特点为 VoDSL 传输语音提供了良好的基础。

使用环路仿真技术传输语音数据的数据流程,如图 2 所示,可以看出,语音数据从 IAD 到 VGW 的过程简单明了,而且 DSLAM 输出的数据可以和 ATM 交换机以及 VGW 设备互通,ATM 交换机只要分析 ATM 信元,就可以区分出语音

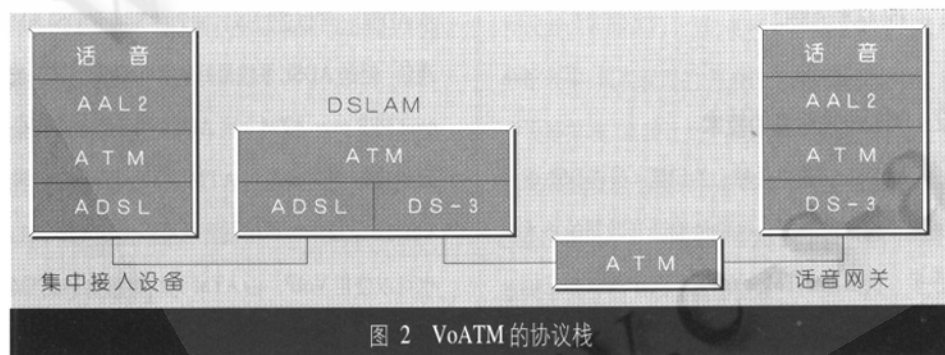


图 2 VoATM 的协议栈

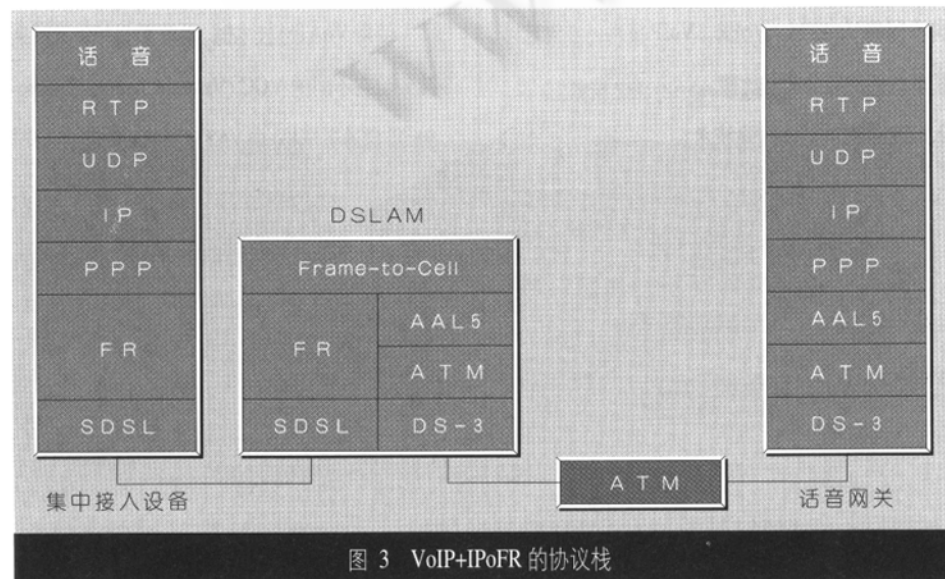


图 3 VoIP+IPoFR 的协议栈

数据和网络数据。

### 3.2 VoFR 技术

VoFR (Voice over FramRelay) 是指语音数据在帧中继的网络中传输。由于SDSL的用户端和局端设备都是基于帧中继协议的, 所以VoFR也是VoDSL系统需要采用的一种技术。基于帧中继的DSLAM和公网之间的传输仍然采用ATM协议, 所以在DSLAM内部, 要进行帧中继的数据帧到ATM信元的转换, 称之为“Frame-to-Cell”过程。这个过程在帧中继论坛中有专门的协议说明, 即FRF.8, 它详细规定了一个帧中继的负载如何映射到一个ATM ALL2的负载中。ALL2是ATM协议中专门为传输包模式数据的适配层, 它将数据包负载加入ATM信元中, 并在其后添加一个ALL2的后缀。根据语音数据在IAD处映射方法的不同, VoFR可分为以下两种类型。

#### 3.2.1 基于FRF.12协议的VoFR

在用户端, 语音数据在帧中继中的传输可以遵循FRF.12协议。它是帧中继论坛专为VoFR制定的协议, 其中详细地规定了如何将实时的语音数据流映射到FRF.12帧中。VoFR过程的协议栈, 如图4所示。在VGW端最终得到的语音数据是FRF.12格式, 所以要求VGW内部必须支持FRF.12协议。由于普通的基于ATM协议的DSLAM只支持AAL2格式的语音数据, 所以基于FRF.12协议的VoFR会出现系统兼容性的问题。

#### 3.2.2 基于AAL2格式的VoFR

VoFR可以在用户端采用AAL2的数据格式映射语音数据, 而不使用FRF.12协议, 如图5所示。在这种模式下, IAD将语音数据按照AAL2的格式形成数据包, 并作为一个帧中继的负载帧传输。在DSLAM中, Frame-to-Cell过程将一个AAL2数据包映射到一个或多个ATM信元中。由于FRF.8协议使用AAL5适配层, 所以在AAL2

数据包的尾部会添加AAL5的协议后缀。当一个AAL2的数据包大小合适时, 可以保证AAL2包十AAL5后缀恰好映射在一个ATM信元中。

此时VGW收到的ATM信元结构是AAL2包十AAL5后缀。只要在VGW软件上改变配置, 使其可以忽略掉AAL5后缀, 就可以认为语音数据的格式是AAL2的格式。这样便能够保证基于ATM协议的DSLAM和VoFR之间的兼容性, 所以基于AAL2格式的VoFR技术更适合基于帧中继的VoDSL网络的语音传输。

### 3.3 VoIP

IP协议是目前网络通信中最流行和最广泛的协议, VoIP技术共有两种实现方法: 一种是使用RTP协议作为语音数据的映射方法, 另一种是使用IP Trunking作为语音数据的映射方法。

#### 3.3.1 基于RTP协议的VoIP

RTP (Real Time Protocol) 即实时传输协议, 是广泛应用于网络电话 (Internet Phone) 中的传输协议。它的底层传输层协议是IP协议族中的用户数据报协议 (UDP)。VoIP技术可以采用

RTP, 作为语音数据到IP包的映射标准。它的结构如图3所示。VoIP的映射过程大致是: RTP协议为一个语音数据包提供编码标识、序列号、时间戳等头数据, 以确保语音数据可以在接收端实时同步地恢复出来; UDP协议为语音应用提供网络通信的端口, 然后使用IP协议为数据提供源IP地址和目的IP地址。

(1) 基于RTP的VoIP的优势。基于RTP的VoIP技术结构简单, 层次清晰, 非常适合当前基于IP的网络和通信市场。这种技术还可以实现VoDSL语音数据和Internet Phone之间的互通, 进一步增强语音业务和数据业务的集成度。因此从表面上看, 这种技术是一种非常合理的选择。

(2) 基于RTP的VoIP的缺陷。实际上, 基于RTP的VoIP有几个严重的缺陷, 其中最严重的一点是带宽利用率太低。VoDSL的一个重要特点是带宽利用率很高。它通过语音压缩、静默探测等方法, 可减小语音数据占有的带宽。但由于RTP协议本身的缺陷, 使得这种VoIP技术在传输语音时, 会带来巨大的带宽浪费。主要是因

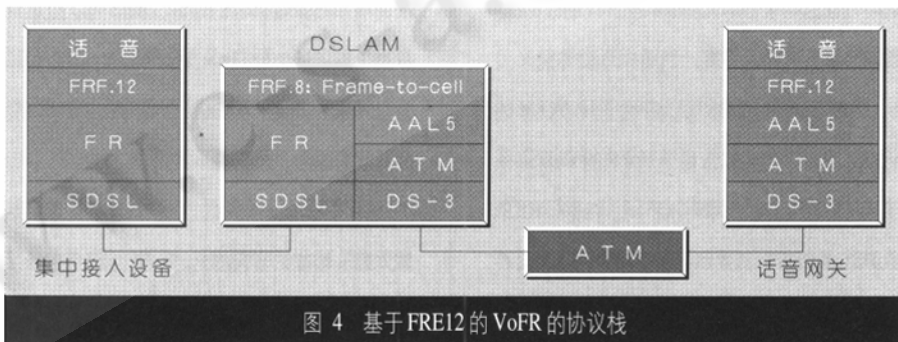


图4 基于FRF.12的VoFR的协议栈

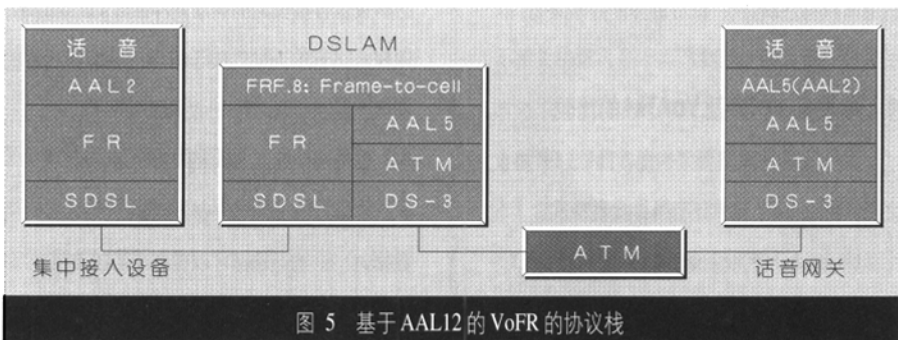


图5 基于AAL2的VoFR的协议栈

为这种语音映射方式会产生大量的数据头,因此,基于 RTP 的 VoIP 技术实际上并不实用。

### 3.3.2 基于 IP Trunking 的 VoIP

基于 RTP 的 VoIP 技术效率较低的根本原因在于各层协议的数据头太冗长。针对这个问题的一种解决方案,是被称为 IP Trunking 技术,或者称为复用 RTP 技术。这是一种专用于 VoDSL 系统中的 VoIP 技术,因为在 VoDSL 系统中, IAD 设备和 DSLAM 设备之间的数据传输是点对点的,因此可以使用简化的数据头结构。

IP Trunking 技术仍然使用 RTP 协议和 UDP 协议,不同的是它在一个 RTP 数据包中包含多个语音信道的语音数据,并为每个信道的数据加入两个字节的长度和信道标识码。一个 RTP 包中所有信道的语音数据公用一个 RTP 头。IP Trunking 技术支持静默探测,所以每个语音信道中的数据都是来自正在通话的电话。

当用户端只使用一路电话时, IP Trunking 技术和上述的基于 RTP 的 VoIP 技术很类似,而且效率更低。但是当 IAD 端使用多路电话时,多路语音数据共享一定长度的某些协议的数据头,所以效率会有很大提高。

IP Trunking 技术可以应用于 IPoATM 的 VoDSL 系统,也可以应用于 VoFR 的 VoDSL 系统,它们的带宽利用率有所不同。在基于 RF 的 VoDSL 系统中,其效率接近直接采用 AAL2 传输语音的效率;而在基于 ATM 的 VoDSL 系统中,它的效率与 IAD 端当前激活电话(正在通话的电话)的数目有关,数目越多则效率越高。

## 4 VoIP 与 VoFR 及 VoATM 的比较

由于 IP 传输最终要架构在 ATM 或 FR 协议之上,所以 VoIP 技术还有两种实现模式:

(1) 在 IAD 使用同一个 ATM 或 FR 的 VCC,用于传输语音数据和网络数据;

(2) 在 IAD 使用两个 ATM 或 FR 的 VCC,分别传输语音数据和网络数据。

从表面上看,VoIP 应该是最通用的技术,但是根据前面深层次的分析,VoIP 实际上存在很多问题,并不太适合 VoDSL 系统。除了带宽利用率之外,VoIP 它还存在其他三个问题:

① 系统安全问题;

② 语音质量问题;

③ 系统管理问题。下面针对 VoIP 的两种实现方式,分别讨论其中存在的三个问题。

### 4.1 使用同一个 VCC 的 VoIP

(1) 当语音数据和网络数据同时在一个 VCC 中传输时,VoDSL 系统的安全问题会很突出,因为当两种业务混合时,网络黑客可以利用数据欺骗的手段,非法使用某种业务,这就使用户在使用服务时,要进行更严格和繁琐的用户密码验证,从而使服务器的负担大大增加。

(2) 数据和语音在同一个 VCC 中传输时,语音的质量可能会受到影响,因为很可能有一个大的网络数据包在一段时间内堵塞了 DSL 链路,从而增加语音数据包的延时。虽然可以指定 IP 数据包的服务类型 (ToS: Type of Service),使语音数据包有更高的优先级,但目前关于 ToS 的标准并没有成形,所以并不实用。

(3) 根据前面的介绍,大的数据包可能会阻塞网络,增加语音包的延时,因为 IP 包的长度不定,所以语音包的延时也就不能确定,这种延时的变化称为抖动 (Jitter)。为此,VGW 服务器必需设置容量较大的抖动缓冲器 (Jitter Buffer),以保证语音的连续性关于抖动的影响和相应的措施,可以参考 RTP 协议 RFC1889。

### 4.2 使用两个独立 VCC 的 VoIP

当 VoIP 使用两个 VCC 分别传输语音和网络数据时,上述问题都可以得到相当的改善。

(1) 因为语音和网络数据分离传输,所以安

全问题变得比较单纯,因为只要数据进入一个 VCC 通道,它就不可能再进入另一个服务的网络,所以用户的验证只需在每个服务内部进行。

(2) 由于数据包通过单独的 VCC 传输,而每个语音包的长度都是固定的,所以不会出现大数据包阻塞网络的情况,语音的延迟较小,并且固定。

但是这种方式需要网络运营商为每个 IAD 设备分配两个 VCC,这必然带来成本的提高。虽然 VoATM 和 VoFR 技术同样是为每个 IAD 分配两个 VCC,但它们提供的服务质量和安全性却比 VoIP 好的多,而且带宽利用率更高。

## 5 结束语

VoDSL 系统中,使用两种技术,一种是 ADSL;另一种是 SDSL 即 HDSL2。ADSL 使用 ATM 技术;SDSL 使用 FR 技术。由于 IP 协议可以架构在以太网、ATM 和帧中继等多种网络之上,因此不管是基于 ATM 的 VoDSL,还是基于 FR 的 VoDSL,都可以使用 IPoATM 和 IPoRF 技术,以 IP 包的形式传输数据,但是由于 IP 协议在实时性方面存在先天性缺陷,对于实时性高的业务不能满足 QoS。通过以上比较,真正适合的技术仍然是基于 ALL2 协议的 VoATM 以及基于 ALL2 数据格式的 VoFR。 ■



### 参考资料

- 1 Masteing Voice Over DSL:Network Architecture. CopperCom Inc.,2000.
- 2 Paradyne's Voice over DSL Solutions. Paradyne Inc.
- 3 Voice over DSL:The Key to Next generation Voice/Data Services. Alcatel Inc.,2000.
- 4 Discover Voice Over DSL 2000.Lucent Inc.,2000.
- 5 龙腾, John M.Cioffi, 刘峰编, xDSL 技术与应用, 电子工业出版社, 2002年3月。