

WiFi接口的IAD内部带宽控制策略

沈魏建¹, 赵金兰²

(1. 清华大学 自动化系, 北京 100084;

2. 桂林电子科技大学 通信与信息工程系, 广西 桂林 541004)

摘要:近年来在一些国家新出现了运营商测试大区域内部署无线局域网的情况,而在较大范围内部署WIFI网络上提供语音和数据,使用IAD(综合接入设备)能够给运营带来极大的便利。IAD其内部存在着语音和数据流量的带宽竞争关系,其控制策略在不同应用模式下尤其在加入WiFi接口后有所不同,用以保证语音质量不受到突发数据或者带宽波动较大等情况影响。介绍了带WiFi接口的综合接入设备在Wifi网络中的应用,和在产品研发过程中为解决IAD内部的语音和数据流量竞争和分流控制所采取的一系列策略,在测试环境中实施这些控制策后无论带宽竞争是在通话过程中还是先有数据流量的情况下都能实现给语音流量合理分配带宽。

关键词:因特网语音通信;综合接入设备;带宽竞争

中图分类号:TP393

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2008)12-0011-04

Introduction to Bandwidth Control Mechanism in WiFi-VoIP IAD

SHEN Wei-jian¹, ZHAO Jin-lan²

(1. Department of Automation, Tsinghua University, Beijing 100084, China;

2. Dept. of Communication and Info. Eng., Guilin Univ. of Electronic Sci. and Tech., Guilin 541004, China)

Abstract: In recent years a new trend was shown as the emergence of testing WLAN in a large area and to deploy IAD(integrated access device) can bring significant convenience to carry when trying to provide both voice and data services in this WLAN. Describes internal bandwidth control mechanism in a VoWiFi (Voice Over WiFi) IAD. IAD is designed as one of most competitive access terminals to be deployed in large scale WiFi network. Bandwidth control policies solving the bandwidth competition problems of data and voice are critical for IAD to work in WiFi environment where bandwidth may vary in a large range. And by implementing these policies in an embedded Linux based access device both voice and data traffics can occupy possible and resonable bandwidth when competition occurs.

Key words: VoIP; IAD; bandwidth competition

0 引言

WiFi相关的各类产品目前已经得到了非常普遍的应用,仅在过去的几年中其市场需求就增长了40%到60%^[1]。

综合接入设备(IAD)是一种集语音数据接入为一体的终端设备,在WiFi网络中应用的IAD,特点在于原来的上行链路变成了无线链路,从而如果运营商要提供接入服务不必依赖于某种线缆入户方式,并且在一定的范围内具有移动性。而自1999年802.11a和802.11b标准通过以来^[2,3],已经有几种VoWiFi(Voice Over WiFi)的产品出现在市场上,目前经常可以看到

的一般是指带VoIP功能的VoWiFi的路由器,或者WiFi IP电话和单口WiFi电话适配器(Telephone Adapter)。这种带电话语音接口的路由器不是综合接入设备(IAD)。这些设备尤其是带语音功能的WiFi路由器,通常是带有1到4个的FXS电话接口,这主要是因为WiFi路由器已经应用非常广泛,在这些路由器上增加VoIP的模块比较方便,容易理解和接受,对软硬件架构需要做的改动小,近年出现的典型的具有VoIP模块的WiFi路由器示意图如图1(2)所示。

在这种情况下,上行链路是ADSL,同时允许WiFi客户端进行接入,共享上行数据链路。而IAD在于从无线网络的运营的角度出发,设想这样一种设备,它带有802.11的接口,用于连接AP,而不是供WiFi客户端共享的意图;带有可供共享的局域网接口,可以提供

收稿日期:2008-06-22

作者简介:沈魏建(1976-),男,浙江龙泉人,硕士研究生,CCF会员,研究方向为多媒体通信系统。

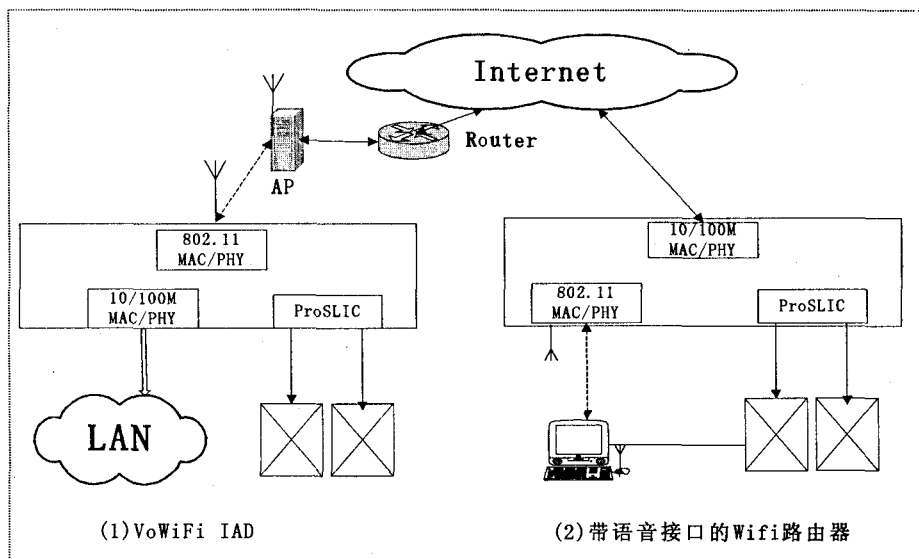


图 1 IAD 和 VoWiFi router 的比较

给多台其他网络设备的 DHCP, DNS PROXY 等功能, 同时带有 1-8 口的 FXS 或者 FXO 接口, 其示意图如图 1(1)所示。

VoWiFi IAD 具有较大的部署可能性。伴随着 WiFi 应用的发展, 室内外均采用 WiFi 进行组网运营的实践也已经展开, WiFi 过去一直以应用于小范围的“热点地区”为主^[3], 但当前 WiFi 的应用有向室外和更广阔的空间中扩展的趋向。WiFi 室外应用的发展日新月异。目前甚至有报告称现在已经进行了几百公里范围的实验, 有的大公司也开始打算构建“巨大”的 WiFi 网络^[2]。而 QoS 是 VoIP 在无线局域网中应用的一个最大问题。主要是因为 PHY/MAC 层的特性不同于有线通信。与此同时, 对于 VoWiFi 网络和设备的质量性能要求也提出了新的问题。能否进行 QoS 控制功能是 WiFi 网络能否提供 VoIP 应用的关键问题之一。而无论空口之间采用何种方式来实现改善的访问带宽并且减少了高优先等级通信的延迟, 由于无线网络容易受到干扰的特点, 加上在 IAD 本身内部 VoIP 的信令和语音包仍然存在着于其它类型的 IP 数据包的竞争, 要求 IAD 内部的流量数据竞争和分流的控制策略更加可靠, 否则会导致语音质量易受突发数据流量或者带宽不稳定的影响, 为了能够解决这个问题, 介绍在开发基于 WiFi 的 IAD 的实践过程中实现内部不同流量占用带宽控制的一些策略并给出实施前后实验结果。

1 IAD 的带宽控制策略

按照 IPQoS 总体工作流程一般可以分为: 流量控制和流量整形; 拥塞避免; 队列技术^[4]。为了达到控制相互竞争的不同流量的目的, 根据这些基本流程的思

路可以实现一些控制策略, 主要是基本策略和内部带宽竞争控制策略, 小范围内移动时的控制策略, 多接口分流的策略等, 并进行前后的对照测试。

1.1 内部带宽占用基本控制策略

一般终端设备都能支持包括语音编码, 语音活动性检测, DSCP, 甚至 CRTP (压缩 RTP) 来降低语音数据带宽。例如在考虑封装效率 η , 常见编码格式的速率和同一个 RTP 报文内打

包典型个数时候的实际码流速率可参考下列算式:

$$\eta = \frac{\text{压缩后的带宽} \times n \times \text{帧长} / 8}{[(\text{压缩后的带宽} \times n \times \text{帧长} / 8) + 40]}$$

以 G.729 为例: 典型带宽要求当打包个数为 2 时, 效率为 $(8k/8 * 2 * 0.01) / [(8k/8 * 2 * 0.01) + 40B] = 1/3$, 典型 IP 带宽要求为 $8k / (1/3) = 24k\text{bps}$ 。一般来说采用 VAD 可以降低 35% 的带宽需求^[5], 在采用这些基本方法之后, 对于语音流量本身来说媒体内容以外的额外载荷已经比较小, 减少了自身的带宽占用, 但与数据流量竞争中的时候语音质量仍然存在, WiFi 网络带宽变化、小范围内的移动等情况语音质量还是得不到保证。

1.2 内部带宽竞争以及相应的控制策略

IAD 内部带宽控制主要要考虑语音通信带宽的保证机制和尽量减轻空口链路带宽的压力; 如果两个呼叫两端的带宽可以维持在最高速率, 按照 802.11a 的最高速率 54Mbits 来算, 即使如实验环境中 AP 和 SIP 终端、FTP 服务器处于一个 10Mbits 的一个无线局域网内, 理论上可以支持的通话数量也是很大的, 但是实验表明, 并发或突发的数据流量即使在这种比较理想带宽的情况下会非常影响通话的质量, 语音质量甚至下降到难以接受。假设如下实验环境, 图中数据流量由接续在 IAD 下行局域网接口上的 PC 产生, 可采用 FTP 下载方式和上传方式。

上下行带宽受限情况下的数据与语音的竞争关系, 以如图 2 的拓扑结构进行一个测试。服务器上采用带宽限制软件, 限制为上下行分别为 1Mbits/s 和 10Mbits/s, 1M 这种情况也可以用 ADSL 连接来代替限制软件。以 1Mbits/s 时候的情况为例在只有文件下载的情况下, 文件下载流量可以稳定在 1000kbits/s

左右的速度。让 8 个 FXS 口先通话,再进行下载,这个时候,8 个 FXS 口的电话声音质量极差。

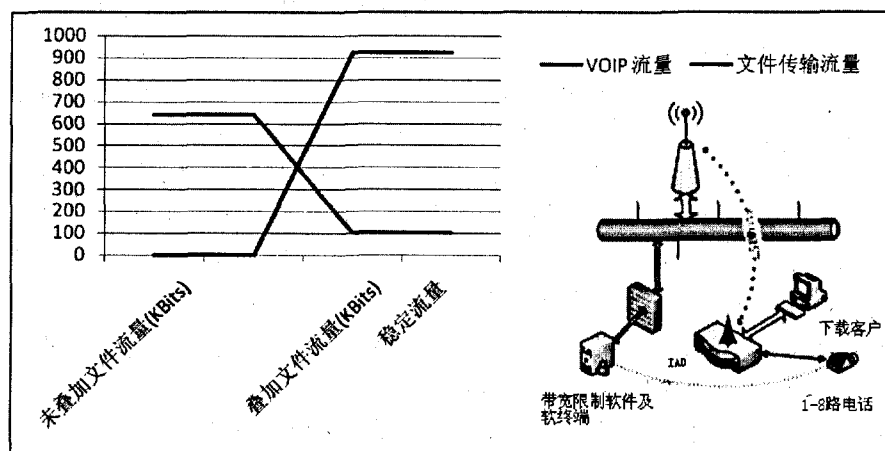


图 2 测试方案

如图 2 所示网络拓扑进行测试,随着数据流量速度一直上升,可以从 0 开始到稳定在 920kbps/s 左右:以 G. 711 为 CODEC, 8 路电话需 $8 * 80\text{kbps} = 640\text{kbps/s}$ 的带宽,而这时候实际上只能提供 100kbps/s 左右的带宽。

在 10Mbps/s 的时候也有同样的问题,数据流量占据了大部分的带宽,使语音质量变得很差,或者无法发起呼叫。表明在比较理想的带宽(限制 10M/bits)或者很小带宽范围内,为了 IAD 内部保证语音带宽,都必须采用内部不同流量的带宽控制。考虑数据流量一般主要是 TCP 数据,降低 TCP 流量的方法是可行的。降低 TCP 流量甚至降低到很低,但是不能切断,如果切断就会给一些应用程序带来麻烦。存在语音和数据带宽竞争的时候:

(1) 比较简单的一个实现就是逐次减半降低发包速度,按照倍率增长发送所需要的时间,这样实际传输速度逐次减少。

(2) 调整 TCP 窗口大小实现。TCP 通过发送方维护两个窗口来避免小容量接收方和内部拥塞,关于拥塞控制的窗口控制方法的思想是 TCP 设置三个状态参量:拥塞窗口 (cwnd)、接收窗口 (rwnd) 和慢启动阈值 (sssthresh)。cwnd 代表一个 TCP 允许发送的最大数据量,当它小于 sssthresh 时,进入慢启动阶段,窗口会成倍增大;当达到 sssthresh 时,进入拥塞避免阶段, cwnd 增加放缓,成线性增长;当接收到重复 ACK (发生了一次超时就认为网络出现拥塞), sssthresh 减到原来的一半, cwnd 重置为初始值,再次进入慢启动阶段,减少发送流量来达到减轻网络拥塞的目的。可以借用这个机制,在不用改变接收端窗口的情况下,发生超时,使得发送方错误理解为超过若干数目的数据将会使得

网络堵塞,从而把发送速度降低。

(3) 对单个、多个流或所有报文进行流量控制。对于

没有规定流量特性的报文,直接继续发送;需要进行流量控制的报文则进入分类队列处理。参考 Linux 服务器的流量控制机制,如果对于足够大内存和存储空间的 PC 服务器,安装 kernel 2.1.105 以上的 Linux 就可以较好地支持 QoS,具有强大的带宽管理功能^[6]。在 Linux 操作系统中流量控制器(TC)主要是在输出端口处建立一个队列进行流量控制,

控制的方式是基于路由,亦即基于目的 IP 地址或目的子网的网络号的流量控制,流量控制器 TC,基本的功能模块包括队列、分类和过滤器。研究一般的 LINUX 服务器的流量控制策略,发现作为 IAD 其流量规划不能按照目的端的地址或者网络去进行控制,因为如果进入实际应用,这样做需要不断地调整配置,肯定是不能满足需求的。而且出于成本的考虑,嵌入式系统的内存 RAM 和存储 FLASH 的容量很有限,参照 Linux 的做法,但必须做到只按照数据的源 IP 来控制带宽,实现 Linux 下 TC 的部分功能。

1.3 小范围内移动时的控制策略

以上方法在小范围移动的情况下,要快速判断信号的强弱变化,以及网络传输的速度变化,进行相应的控制。IAD 主要通过 RSSI 能量获得网络信号强度,还需要延迟时间来判断当前网络状况。RSSI (Received Signal Strength Index) 是指信号强度指数。

$$\text{RSSI} = \frac{\text{信号电平强度}}{\text{噪声电平强度}}$$

在 RSSI 振荡幅度变得比较大的情况下,为了灵敏反映在位移时候速度下降较大的可能趋势,如果电话还未进行通话,可按照尽量占有带宽实现,即检测到电话摘机,立刻占有足够带宽,并且把数据流量降低到最小。

1.4 多网络接口流量分流策略

在 TCP/IP 协议栈上加入对单个网卡绑定多个 IP 的方式。考虑到许多终端设备的语音和数据流量都将汇集到接入点和后续的局域网,在无线局域网内而非 IAD 与接入点本身可能存在着流量瓶颈,反过来会影响到 IAD 的 QoS。由于 IAD 一侧的 CPU 处理能力能够胜任两个接口的负荷,通过实现两个以上的外部网络接口,实现传输语音的那个网络接口为高优先级,根

据分类来路由这两种数据。

2 测试结果

综合使用基本策略和上述 RSSI 能量值和延迟侦测以及分流策略,以及当 RSSI 至摆动较大时,在电话原来挂机的情况下,启动摘机检测并自动保证带宽的策略,在距离较远的地方也可以比较快速有效地起到保证语音质量的作用。在固定情况下或者 20 米左右的办公室环境内 IAD 慢速移动,和原来的测试环境相比增加了一台服务器,共利用两台和 AP 相连的 PC 作为服务器,一台作为文件传输模拟数据流量,另一台使用 SIP 软终端和 IAD 进行语音通信,而在 IAD 无线网卡实现两个 IP 地址,一个用于语音,一个用于数据下载或上载;加入限制流量的软件模拟小带宽的应用环境。在基于 Montavista Linux 的该实验设备上和限制带宽的模拟条件下,进行类似的测试。在有限带宽 1Mbits/s 的模拟环境下,如图 3 所示,试验显示数据的流量从 0 开始到基本稳定在 400kbts/s 左右,有 600kbts/s 左右的裕量被语音通信占用。在电话进行中的突发数据流量造成的影响可以减少到很小的程度。

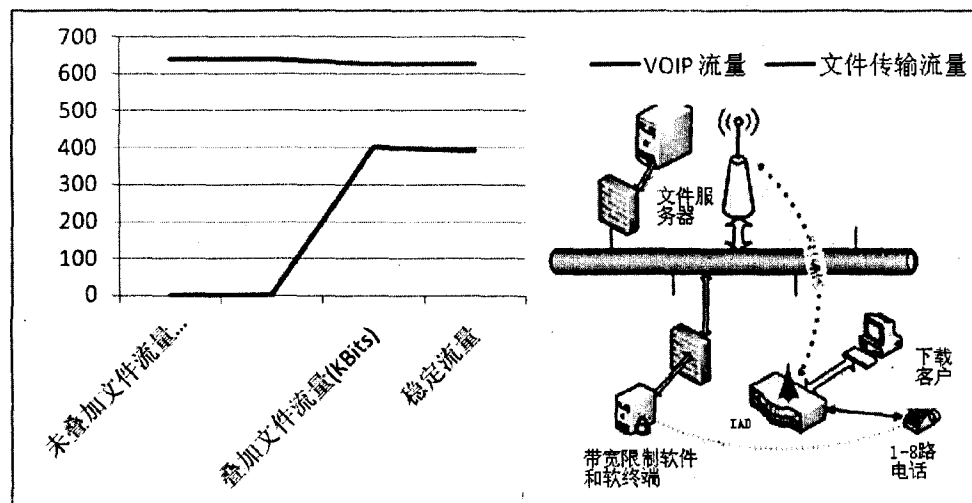


图 3 实施流量控制策略后的测试方案

3 关于 802.11e 与 IAD 内部带宽控制考虑

802.11e 增强分布式协调访问(EDCA)的访问方式扩展了 DCF 的功能,名为“混合控制信道访问”(HC-CA)的访问方式扩展了 PCF 的功能。其中 EDCA 指定了四种访问类型,每一种类型对应一类数据。每一个访问类别配置了四个参数: CWmin 为最小竞争窗口; CWmax 为最大竞争窗口; TXOP 为发送机会限制; AIFS 为仲裁帧间间隔。DCA 引入了接入分类(AC)概念,把不同优先级的服务归于不同的 AC。每一个 AC

相互独立,拥有各自的 QoS 参数集以区分不同的服务类,较高优先级的 AC 拥有较小的竞争窗口 CW(Contention Window)和较小的 AIFS。802.11e 将用于多个无线接入客户端竞争接入点信道时,按照 AC 的类型来决定优先权,是一个服务点对于一个面的空口间的协议。而 WiFi IAD 的概念在于 VOIP 流量一般产生于他自身,同时它承担着数据接入服务,该数据不是事先规划好的分类数据,WiFi IAD 下一步将按照 EDCA 制定访问类型,为合适的类型参与信道竞争做准备,而在此之前需要对流量作出一个规划策略。而由于 WiFi 网络受环境影响较大,需具有一定的可移动性,速度不稳定,对 IAD 的语音服务和数据服务的影响比较大,从而在按照 802.11e 分类数据之前最好有先行处置。

4 结束语

充分考虑 IAD 本身内部 VoIP 的信令和语音包和其它类型的 IP 数据包存在的竞争,采用灵活多样的 IAD 内部带宽控制策略,有利于无线网络空口部分流量规划与提升网络承载语音服务能力。

侧重于介绍带宽受限使用的情况下 IAD 内部的

数据语音的相互影响和竞争与分流处理等策略,对于相似类型的 WiFi 终端设备改进服务质量也具有参考价值。

参考文献:

- [1] Lau R, Khare R, Chang W Y. Service Assurance for Voice over WiFi and 3G Networks[M]. [s. l.]: Artech House, 2005:237-238.
- [2] Gast M S. 802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide[M]. [s. l.]: O'Reilly, 2002.
- [3] Prasad A R, Prasad N R. 802.11 WLANs and IP Networking[M]. [s. l.]: Artech House, 2005.
- [4] 杨勇,王雪晶. QoS 在 IP 中的研究和应用[J]. 计算机技术与发展, 2007, 17(5): 33-36.
- [5] Davidson J, Fox T. 部署 VoIP 解决方案[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003.
- [6] 向陪素, 田柯. 带宽控制技术分析及其实现[J]. 西南民族大学学报, 2003, 29(4): 406-410.