

基于 Intel IXP425 的家庭综合接入网关的设计

赵胜颖, 金心宇

(浙江大学信息与电子工程学系, 杭州 310027)

摘要:通过对家庭网络及家庭网关的研究和探讨以及对运营商需求的分析,设计了一种基于 Intel 网络处理器 IXP425,适合目前运营商推广的家庭综合接入网关。介绍了系统的总体方案及软硬件架构,同时给出了关键模块的设计。

关键词:家庭网络;家庭网关;网络处理器;综合接入

Design of Multi-access Residential Gateway Based on Intel IXP425

ZHAO Shengying, JIN Xinyu

(Department of Information and Electronic, Zhejiang University, Hangzhou 310027)

Abstract This paper researches and discusses the home network and residential gateway, and analyzes the requirement from operator A multi-access residential gateway, Intel network processor IXP425 based system, is designed for telecom operator to spread. Complete solution and hardware/software architecture of system are described and the key module design is presented.

Key words Home network; Residential gateway; Network processor; Multi-access

随着宽带网络市场的发展,围绕家庭提供信息服务成为运营商今后的战略目标。在家庭中,简单的Web访问将不再是家庭唯一的多媒体应用^[1],可视电话、IPTV、互动游戏、VoD点播,以及如安防监控、远程抄表等涉及控制的各种新业务将逐渐走入家庭,如何通过一种可行的方式将这些业务引入个人家庭是目前面临的问题,而家庭网关则是这些业务引入家庭必须的设备,是家庭网络的核心和关键。

本文针对运营商的需求,提出了一种基于 Intel 网络处理器 IXP425 的家庭综合接入网关。

1 家庭网关

将各种新业务引入家庭,构建一个宽带接入、内部互联、内容共享的家庭网络是关键,家庭网络是信息化在家庭的集中体现,是网络技术延伸到家庭的必然结果。在通信领域,家庭网络被定义为数字家庭通过家庭网关将公共网络功能和应用延伸到家庭,并以可灵活配置的家庭智能布线系统为基础或者构筑无线环境,连接各种信息终端,提供集成的语音、数据、多媒体、控制和管理等功能,达到信息在家庭内部终端与外部公网及家庭内部终端之间的充分流通和共享。从家庭网络的定义可知,一个可为运营商和业务提供商灵活配置的家庭网关是家庭网络的核心^[2],家庭网关是面向家庭用户的智能接入设备,以它为中心建立家庭网络,并在多个设备间共享Internet网络连接,同时为用户提供安全的通信、娱乐、存储一体化功能的设备。作为家庭网络的核心,家庭网关在家庭中起到总控、协调所有设备的作用,并对用户提供统一、方便的使用界面。家庭网关应该具备3个方面的功能:接入功能,业务实现功能以及管理功能。

2 家庭综合接入网关设计

2.1 系统整体概述

通过上述对家庭网关功能的分析研究,同时结合目前各大运营商的应用需求^[3],设计了家庭综合接入网关,系统框图如图1所示。

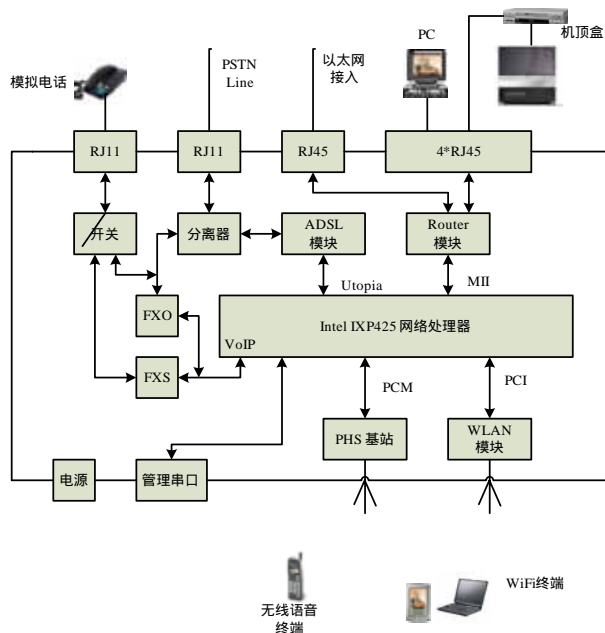


图1 家庭综合接入网关模块

家庭综合接入网关能为用户提供ADSL和以太网两种宽带接入方式,同时为家庭内部终端提供了多种接入方式:以太网有线接入,PSTN有线接入,PHS无线接入和WiFi无线接入。用户可以通过网关提供的4个有线以太网接口,支持PC机、机顶盒等的应用;用户可以通过网关提供的PHS和WiFi无线接口,实现PHS和WiFi的无线私网覆盖应用,同时用户可以通过网关实现PSTN和VoIP两种语音通话;家庭综合接入网关设计了逃生口,在网关掉电的情况下仍可通过PSTN提供语音通道。

作者简介:赵胜颖(1969-),女,高工,主研方向:宽带接入技术及应用;金心宇,教授

收稿日期:2006-06-27 **E-mail:** zhaosy@utstar.com

2.2 家庭综合接入网关硬件电路设计

家庭综合接入网关集成的功能较多,硬件设计相对复杂,由于 WiFi、LAN 等模块在技术上已经很成熟,因此本文只对关键的硬件设计部分作描述。

(1)核心芯片 IXP425 网络处理器^[4]

IXP425 是一款 Intel 专门为满足最后一 km 应用需求而设计的网络处理器,兼容了 Intel StrongARM Verdion5TE 的指令集架构,采用了 0.18um 半导体工艺技术。处理器拥有充分的“处理器空间”和独特的分布式处理架构,该架构由 Intel XScale core 和 3 个网络处理引擎(NPE)组成,同时集成了多个功能模块,作为综合接入家庭网关的核心,IXP425 管理了系统中所有的 LAN、WAN 和语音的连接。

(2)50M ADSL 宽带接入模块电路设计

目前的 ADSL 接入产品虽然能够满足大多数上网的要求,但随着宽带接入市场的逐渐升温,视频点播、流媒体、交互式游戏及网上音视频通信等多媒体业务的发展,对上网速率及接入稳定性提出了更高的要求,因此家庭综合接入网关选用了 Conexant 基于 G.span+ 的 50M ADSL 芯片组^[5]来实现 ADSL 接入功能。ADSL 数据通过 Utopia 接口传递到网络处理器 IXP425,Host 接口则为网络处理器对它的控制口。

理论上,由于在下行方向采用了 4 倍频技术,将下行传输频带扩展为 138KHz ~ 3.75MHz,使下行传输速度高达 50Mb/s;上行传输带宽也从 25KHz ~ 138KHz 扩展为 25KHz ~ 276KHz,使上行速率由 1Mb/s 提高到 3Mb/s;同时允许 DMT 调制中每个子载波编码比特大于 15,传输距离可达 7km。

在实际的设计中,由于数据传输速率越高,模拟线路上的信号质量就越容易受外围元器件参数、PCB 板上的走线及电源处理的影响,而且家庭综合接入网关中,高速 ADSL、WiFi、PHS 和 VoIP 功能在同一块 PCB 板上实现,任何一点处理不好,都会干扰高速 ADSL 而导致丢包、误码率增加。为了消除各类干扰,保证 ADSL 的信号质量,获得稳定的速率,设计中采取了系列措施:WiFi 3.3V 电源单独供电;模拟混合(hybrid)电路中采用 Film 和 NPO 电容;在 PLL 电源脚、模拟前端(AFE)的 ADC 和 DAC 参考电源脚用磁珠防止低频噪声的干扰;布局时电源器件远离敏感的模拟电路,如模拟前端(AFE)、模拟混合电路(Hybrid)及接收滤波电路;数字、模拟、隔离电路采用了图 2 所示的布局。经过上述设计处理后,实际 ADSL 性能达到了理论所要求的性能。

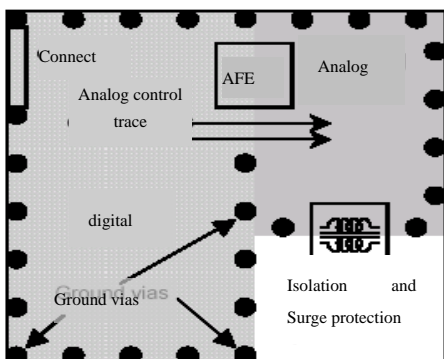


图 2 数字、模拟及隔离保护电路布局

(3)语音部分的电路设计

在未来的通信类业务中,媒体类型多种多样,但语音业务仍然是目前最重要的业务之一,而 VoIP 将是未来语音通信的重点。家庭综合接入网关语音部分电路较复杂,网关设计

了 PSTN 和 VoIP 两个语音接入通道,语音信号流如图 3 所示,当 VoIP 功能开启时,IP 语音包从 ADSL 接口送入到 IXP425,经过 DSR(DSP software release)处理后,由 HSS 接口通过 SLIC 电路送到模拟电话机,或者通过 PHS 基站发送到由家庭综合接入网关 PHS 信号覆盖下的 PHS 小灵通手机;当 VoIP 功能关闭时,PSTN 语音信号送入 FXO 口,由 HSS 接口通过 SLIC 电路送到模拟电话机,或通过 PHS 基站发送到由家庭综合接入网关 PHS 信号覆盖下的 PHS 小灵通手机;当该网关断电时,通过继电器的常闭触点将 PSTN 信号直接连接到模拟电话机。

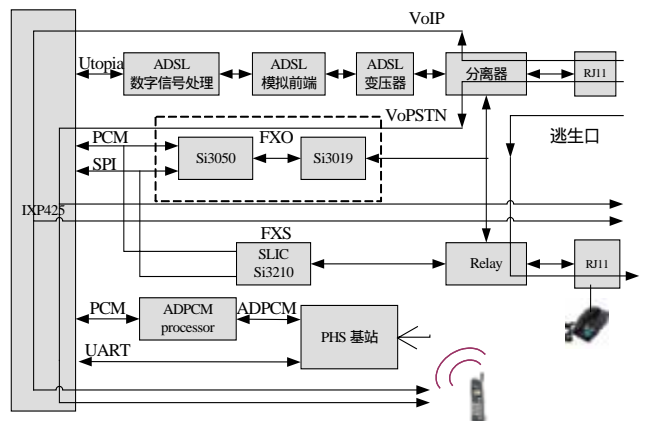


图 3 家庭综合接入网关语音信号流

家庭综合接入网关语音部分的设计中选用了 Silicon Laboratories 公司的 ProSLIC™ Si3210 和 DAA Si3050/Si3019 来实现 FXS 接口和 FXO 接口,这是一种非常成熟和普遍的应用,接口中的参数通过 SPI 口进行配置。

PHS 基站模块中基带处理电路选用了符合 RCR STD-28 标准的 AKM 公司大规模集成电路 AK2495,完成 1/4 相移的 QPSK 调制、TMDA-TDD 帧处理、射频单元控制、通用 I/O 和控制处理器等功能;射频电路模块选用了 PHS 小灵通手机上的通用模块。在设计中,由于基带集成电路输出的语音信号是 32kbps 的 ADPCM 信号无法与网络处理器的 HSS 接口直接连接,用 National Semiconductor 公司的 ADPCM 处理器 TP11362 对 ADPCM 信号作了转换,PHS 基站送出的 ADPCM 信号被转换成 2Mbps 的 PCM 信号后,送入 IXP425 的 HSS 接口,再由 IXP425 中运行的 DSR 完成 VoIP 的功能,基站和网络处理器之间的控制则通过 UART 高速口实现。通过家庭综合接入网关,使模拟电话语音和由家庭综合接入网关 PHS 信号覆盖下的 PHS 小灵通手机语音融合在了一起,实现了小灵通在没有公网覆盖的区域通过 PSTN 网络传递语音信号的功能。

家庭综合接入网关设计中利用了继电器的常闭端实现了逃生口的功能,当网关调电时,继电器的常闭端将电话机直接与 PSTN 线连通,保证用户仍能接听或拨打电话。

2.3 家庭综合接入网关软件设计

家庭综合接入网关的软件设计较为复杂,有关 PHS 空中接口及参数配置部分的软件都在 AKM2495 中实现,网络处理器 IXP425 中则运行主控程序,主控程序的软件基本架构如图 4 所示,主要由 3 部分组成: BSP,嵌入式操作系统和应用程序,其中应用程序中语音处理流程、路由功能、网桥功能、包处理流程、QoS 算法和防火墙等是网关软件的关键设计。由于在应用中,语音将是最重要的业务之一,因此本文将着重说明软件中语音处理流程和语音 QoS 的策略。

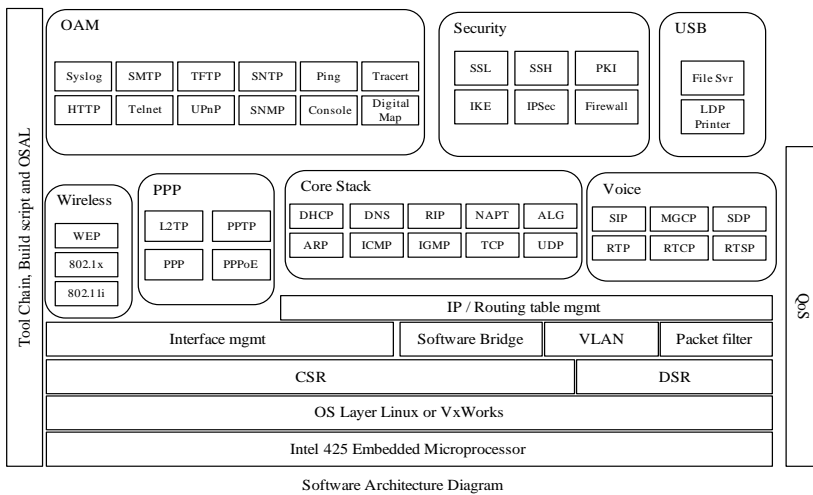


图 3 软件架构设计

(1) 语音处理流程

家庭综合接入网关软件设计中，语音处理流程如图 5 所示，从网络侧进来的语音包在 CSR 模块将根据目的 IP 地址及端口号等信息被分检出来，如果是需要送 DSR 模块处理的语音包，则该包被直接送往 RTP 模块，由 RTP 模块送往 DSR 模块做进一步的处理；如果是送往 LAN 口上的语音终端的语音包，则该类语音包如数据包一样逐层处理，在 IP 层被转送至 LAN 网络上的语音终端；本地话机产生的语音包在经 DSR 模块处理后交给 RTP 模块，RTP 模块封装后逐层向下传递，完成相应处理，同应用层的数据包处理一致，语音包会被放置到高优先级的发队列中。

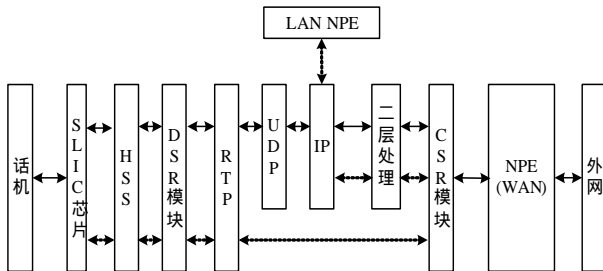


图 5 语音处理流程

DSR 是运行于 IXP425 Xscale 核中的一个软件模块，代替语音 DSP 完成各种语音信号处理，包括语音编解码(G.711, G.723, G.729 等)、回音消除、Tone 音产生及检测等功能。

(2) 语音 QoS 设计策略

在家庭网络中允许提供话音、数据和多媒体等多种业务，而不同的业务对网络有不同的要求，为了能提供与 PSTN 网络可比拟的语音质量，该网关提供了丰富的 QoS 机制。

家庭综合接入网关利用 IP 报文头的 TOS 字段将报文分类

[6]，对于承载 VoIP 语音的 IP 报文，将 ToS 的值为 0b1000，即标识为最小延时的数据报文；在报文分类后，网关采用优先队列技术 PQ，对不同属性的报文分成 4 个优先级，将其中的语音报文分配到高优先级的队列，属于较高优先级队列的报文将会得到优先发送，使得关键业务报文能够得到优先处理；然后根据报文的优先级，通过 RED 算法，有选择地从特定的 TCP 流中丢弃数据包，降低占用带宽高的普通数据流，避免网络拥塞对语音质量的影响。

为保证语音质量和语音通道的畅通，软件设计中，通过计算 RTT 来获得单向传输延迟，判断网络的拥塞状态，从而决定是否切换成 PSTN 语音通道。TCP 在建链过程中，会有 3 次握手的过程，网关将主动发起 TCP 建链请求，如果对端支持相应的应用协议，会回应这个 TCP 建链请求，从而完成 RTT 的测量过程。网关在发送用于检测 RTT 的请求报文的同时，启动一个定时器，超时时间为 500ms，如果网关发送的用于检测 RTT 的请求报文或者对端网关返回的请求报文丢失，定时器超时，单向传输延迟过大，说明当前的网络拥塞比较严重，网关将切换到 PSTN 方式为用户提供语音业务。

过程中，会有 3 次握手的过程，网关将主动发起 TCP 建链请求，如果对端支持相应的应用协议，会回应这个 TCP 建链请求，从而完成 RTT 的测量过程。网关在发送用于检测 RTT 的请求报文的同时，启动一个定时器，超时时间为 500ms，如果网关发送的用于检测 RTT 的请求报文或者对端网关返回的请求报文丢失，定时器超时，单向传输延迟过大，说明当前的网络拥塞比较严重，网关将切换到 PSTN 方式为用户提供语音业务。

3 结论

基于 Intel IXP425 网络处理器的家庭综合接入网关，支持 ADSL 和以太网两种宽带接入方式，同时适合网通和电信两大运营商的需求，提供了 VoIP 功能，而且为家庭终端设备提供了丰富的接入方式，尤其是 PHS 接入的实现，为用户在室内增设了 PHS 私网覆盖，能使电信运营商最大限度地解决小灵通公网信号覆盖不好的问题，随着宽带接入的普及和家庭网络的兴起，以及中国电信家庭网关规范的即将推出，家庭网关将会有很好的市场前景。

参考文献

- 敖立. 家庭网络的最新发展技术[Z]. 2004. <http://www.cttl.com.cn>.
- 刘述, 孙明俊. 家庭网关在家庭网络中的作用与功能[Z]. 2005. <http://www.viewpoint.cttl.com.cn>.
- 中国电信集团公司. 家庭网关技术要求 - 总体要求[Z]. 2005-10.
- Intel IXP4XX Product Line of Network Processors Datasheet (252479-001)[Z]. 2003.
- Argon 550 Chip Set Data Sheet(DO-403164-DS)[Z]. 2003.
- Almquist P. Type of Service in the Internet Protocol Suite[S]. RFC1349, 1992.

(上接第 252 页)

参考文献

- 王昭顺, 王沁, 曲英杰. 可重构计算机体系结构[J]. 北京科技大学学报, 2001, 23(4): 386-388.
- Katsoulakis K, Arslan T, Kirkham T, et al. A Low-power Reconfigurable Datapath for Advanced Speech Coding Algorithms[C]//Proceedings of the 19th IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium. 2005.
- Oruklu E, Cardoso G, Sanie J. Reconfigurable Architecture for

Ultrasonic Signal Compression[C]//Proc. of ICASSP'05. 2005.

- Denk T C, Nicol C J, Larsson P, et al. Reconfigurable Hardware for Efficient Implementation of Programmable FIR Filters[C]//Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, New York. 1998.
- 李军林, 崔慧娟, 杜松, 等. 0.8Kbps 高质量声码器算法[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2003, 43(1): 12-15.
- 王沁. VLIW 体系结构微处理器设计考虑[J]. 微计算机信息, 1999, 15(5): 6-7.