

# 基于IXP2350的WiMAX基站MAC层研究

吴非, 吴明, 谢长生

(华中科技大学信息存储系统教育部重点实验室, 武汉 430074)

**摘要:** 全球微波互操作接入(WiMAX)基站MAC层由于协议的复杂性、不完备性和系统大量的数据吞吐量, 成为系统设计的瓶颈问题。该文结合WiMAX基站和网络处理器2个关键技术, 提出一种基于多核网络处理器的WiMAX基站MAC层的设计方案, 并给出软硬件架构, 分析了MAC层的数据流程和控制流程, 为WiMAX基站MAC层的设计提供了可行的方案。

**关键词:** 网络处理器; 宽带无线网络; WiMAX技术; 并行处理

## Research of WiMAX Base Station MAC Layer Based on IXP2350

WU Fei, WU Ming, XIE Chang-sheng

(Key Laboratory of Data Storage System, Ministry of Education, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074)

**【Abstract】** The WiMAX base stations MAC layer is becoming the system design bottleneck issue due to its protocol complexity, incompleteness and the system large data throughput. This paper contains two key technologies of WiMAX base station and the network processor, proposes a multi-core network processors based WiMAX base stations MAC layer design, gives software and hardware architecture, analyzes the MAC layer data flow and control flow, and provides a feasible solution for the WiMAX base station MAC layer design.

**【Key words】** network processor; broadband wireless network; WiMAX technology; parallel processing

### 1 概述

全球微波互操作接入(WiMAX)系统是IEEE 802.16-2004/e技术的别称。WiMAX技术涉及到2个国际组织: IEEE 802标准委员会802.16工作组和WiMAX论坛。IEEE 802.16工作组是标准的制定者, 主要针对无线城域网的物理层和MAC层制定规范和标准。该论坛提高了大众对宽频潜力的认识, 促进了供应商解决设备兼容问题, 加速了WiMAX技术的使用<sup>[1]</sup>。

从MAC层对平台的要求而言, WiMAX技术出色的性能为其带来了广泛的应用, 同时也对承载它的系统平台提出了很高的要求:

(1)大带宽带来系统高吞吐量

在802.16的标准中规定, WiMAX可使用的带宽为1.75 MHz~20 MHz。对于带宽20 MHz的基带数字处理系统, 根据Nyquist定律, 其模数转换处所用的AD和DA将都需要达到最低40 MHz的采样率<sup>[2]</sup>。同时为了正确地解调64QAM的数字信号, AD和DA的量化比特数通常不能少于12 bit。这样可以计算出系统平台的数据吞吐率将达到960 Mb/s。802.16标准同时也规定了系统可以使用MIMO技术, 如果对于使用MIMO技术的平台, 其吞吐率还会成倍地增加<sup>[2-3]</sup>。

(2)高性能要求系统强大的处理能力

802.16标准规定其在固定状态下最大数据速率可达75 Mb/s。对于一个普通的单1 GHz RISC处理器通信系统平台, 这意味着平均处理1 bit的数据必须在少于12个指令周期内完成。同时为了保证无线传输的质量, WiMAX的接收机在数据的同步和校正中还要消耗大量的资源, 这些处理的完成远不只12个指令周期。因此, 为了使系统获得足够的处理能力, WiMAX的系统平台需要多个处理核心分工并行工作。通过并行处理来提高整个系统的处理能力达到WiMAX

的性能要求。

(3)可定制需要系统灵活性

802.16-2004和802.16e的标准都还不太成熟, 都支持大量的选项。与实施所需选项有关的日常修改和不确定性都要求为网络接口、MAC、物理层和天线接口部件寻找灵活和可编程的解决方案。

因此, WiMAX宽带无线网络的基站MAC的研究和设计需要解决关键问题之一是选择合适的CPU系统以满足协议和数据流程处理的复杂性和性能要求。为了满足系统平台的要求, 本设计采用多核网络处理器作为系统研究与设计的软硬件平台。

### 2 WiMAX基站的硬件框架设计

WiMAX基站的硬件设计包括4部分:

(1)PHY通道板: 包含RF前端和DSP子系统, 实现RF信号的收发, QPSK/16QAM/64QAM的调制解调, CTC编解码, 码流均衡和正交频分多址(OFDMA)处理。

(2)FPGA: 完成PHY的DSI接口和MAC线卡的SPI3接口的转换, DSI包的交换路由选择。

(3)MAC线卡: 基于IXP2350网络处理器, 主要实现WiMAX基站的MAC功能和IPv4路由, 包括PHY SDU的发送/接收、包加解密、MAC PDU的发送/接收、ARQ解析、QoS和调度、以太网IPv4的转发。可以支持4个PHY通道板, 最大流量支持100 Mb/s。

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目(60303031); 国家“973”计划基金资助重点项目(2004CB318203)

**作者简介:** 吴非(1975-), 女, 讲师、博士, 主研方向: 网络存储, 信号处理, 无线网络技术; 吴明, 博士研究生; 谢长生, 教授、博士生导师

**收稿日期:** 2008-03-07 **E-mail:** wufei@mail.hust.edu.cn

(4)以太网交换背板：通过背板千兆通道、支持多 MAC 线卡的互联来扩充基站的处理能力。

基站的硬件框图如图 1 所示。

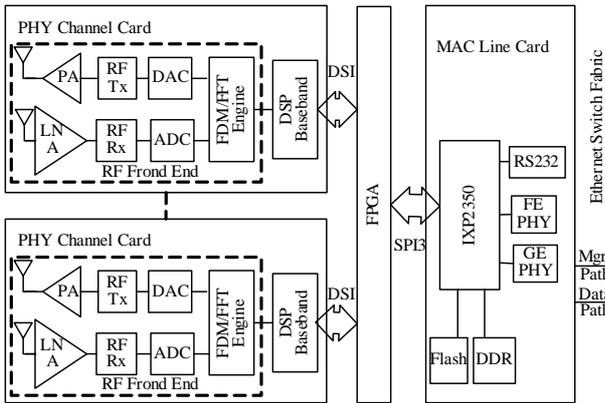


图 1 WiMAX 基站的硬件框图

目前的设计主要基于 MAC 线卡的实现，留出相应的接口来支持 PHY 通道卡的接入和背板交换功能。本原型机设计原理框图如图 2 所示。

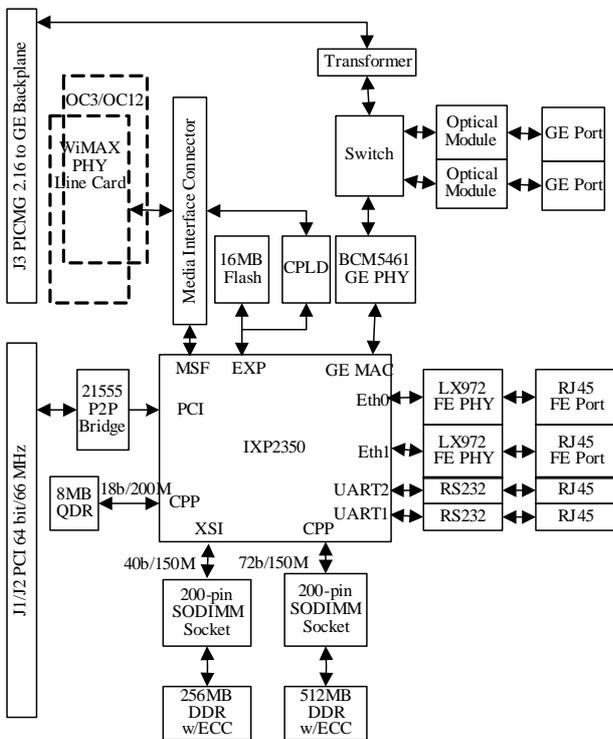


图 2 WiMAX MAC 线卡原理框图

原型机主要有：

(1)CPU 系统(IXP2350 网络处理器，DDR 内存，QDR 缓存和 Flash 存储器)：主要实现 WiMAX MAC 层和 TCP/IP 协议；

(2)以太网网络接口(2 个千兆和 2 个百兆)：千兆端口通过 PICMG 2.16 J3 接口连接到系统交换背板。百兆端口作为单板管理接口；

(3)WiMAX 物理通道线卡接口组成：配合外接的 WiMAX 物理接口完成 WiMAX 通道数据的接入。

### 3 WiMAX 基站 MAC 层的软件框架设计

#### 3.1 软件框架

该系统的 802.16 BS 软件实现了 MAC 层的数据面和控制

面的功能，数据面主要在 IXP2350 的微引擎(ME)上实现，而控制面的功能主要在 IXP2350 的 XScale 核上实现，主要包括：

(1)数据面：运行在 ME 上，用微码(microcode)实现，主要包括 MAC SDU/PDU 处理；每一帧的 MAC 管理消息的处理，例如 UL-MAP, DL-MAP, ARQ, BW requests；以及其他从 XScale 下发过来的 MAC 管理消息等。

(2)控制面：运行在 XScale 上，用 C 语言实现，主要包括微码的初始化、配置和监测、MAC 信令的处理、管理消息的处理、Intel IXA 架构的实现等。

软件的框架如图 3 所示<sup>[4]</sup>。

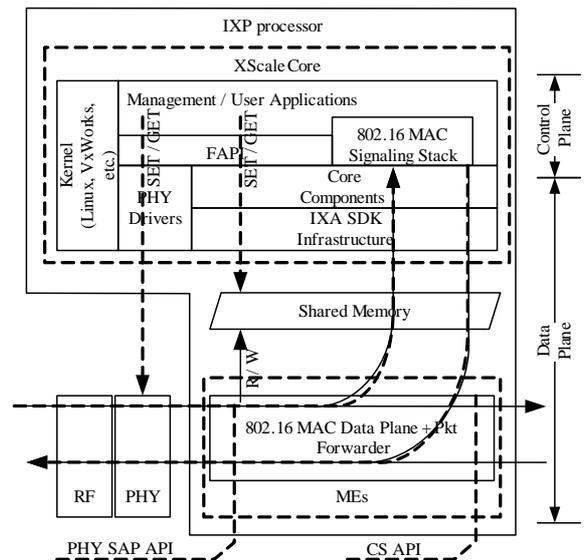


图 3 MAC 层实现的软件框架

#### 3.2 WiMAX MAC 数据层并行软件框架设计

数据层面的详细处理流程框图如图 4 所示。

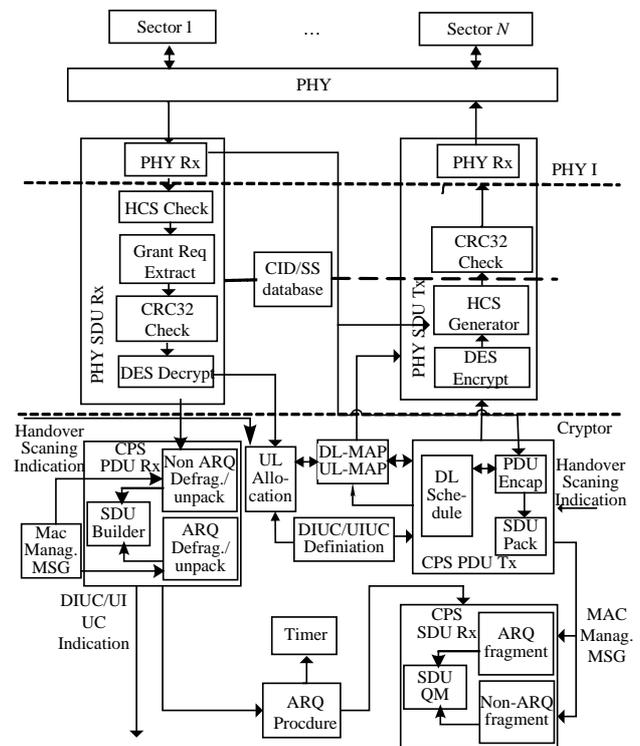


图 4 数据层面处理流程

(下转第 22 页)