

学校编码: 10384

分类号 _____ 密级 _____

学 号: 200430002

UDC _____

基于 SIP 协议综合通信终端的设计与实现

黄宁成

指导教师

陈辉煌 教授
石江宏 博士

厦门大学

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于 SIP 协议综合通信终端的设计与实现

Design and Implementation of Integrate Communication Terminal Based on SIP

黄 宁 成

指导教师姓名: 陈 辉 煌 教 授

石 江 宏 博 士

专 业 名 称: 通 信 与 信 息 系 统

论 文 提 交 日 期: 2 0 0 7 年 5 月

论 文 答 辩 时 间: 2 0 0 7 年 5 月

学 位 授 予 日 期: 2 0 0 7 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2007 年 5 月

厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

1. 保密（ ），在 年解密后适用本授权书。
2. 不保密（√）

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名： 日期： 年 月 日

导师签名： 日期： 年 月 日

摘要

随着分组交换技术和计算机技术的发展,软交换将逐渐取代电路交换成为电信网络的未来。在软交换环境下,电信网络除了提供传统的语音业务还应该能够提供视频、数据和智能等业务,但这也对新一代电信网络下的用户通信终端提出新的要求。新一代网络环境下,用户通信终端应能够接入到分组网络,与软交换网络组件进行信令交互,接受软交换网络提供的各种数字业务。

本文基于软交换网络对用户通信终端的需求,设计并实现一款基于 SIP 协议的桌面综合通信终端。该终端主要实现一个 IP 可视电话的功能,它使用 SIP 协议实现终端与网络的信令交互,RTP 协议实现媒体的实时传输。论文在深入分析讨论 SIP 网络的通信理论和关键技术的基础上,对终端的软硬件设计过程做详细的论述。

论文的理论部分深入分析 SIP 协议,对 SIP 的网络实体、SIP 协议的分层结构、SIP 消息的组成结构,会话建立过程,媒体协商机制以及 SIP 终端在通信过程所用到的几个关键技术:信令技术、音视频编解码技术、媒体实时传输技术和 QoS 保证技术做了详细的介绍。

论文的重点部分主要是终端的嵌入式系统设计。该部分采取设计方法与设计实现并重的原则,硬件设计以 XScale PXA270 处理器为核心,按照电源系统,核心系统和外设接口的设计步骤详述了硬件平台的构建。软件设计阐述软件平台的搭建和应用软件设计。软件平台搭建,重点介绍 Linux 操作系统的选择和移植,并根据 Linux 操作系统特点讨论驱动程序设计和根文件系统的选择。应用软件的设计是在软件平台的基础上进行的,它提出模块化的设计思想,对应用软件进行模块划分,采取底层核心协议加上层外包的设计方法解决了协议栈模块协议功能复杂性和上层接口简单性的矛盾。在媒体传输的实时性方面,针对媒体编解码算法的关键环节,提出如何使用 IPP 库来提高媒体编解码模块编解码效率的设计方案。此外根据应用软件各模块间的逻辑关系,设计主控模块来协调和控制其它模块,实现整个应用软件系统的协同工作。

论文对设计完成的整机系统从软件结构、互通性、性能和可靠性四个方面作了详尽的测试。测试结果表明系统软件具有较好的鲁棒性,互通性,在通信

质量方面系统能达到一个良好的语音通信效果和一个可以接受视频通信效果。

关键词：IP 可视电话；嵌入式 Linux；SIP 协议

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

With development of Packet Switching and computer technology, softswitch will gradually replace circuitswitch and become the future of telecommunication network. In the softswitch environment, telecommunication net can provide not only voice service, but also video、 data and intelligent services. This will give out new requirements for users' terminals. In new generation net, users' terminals must be able to access into Packet net, exchange signal with component of softswitch and receive all kinds of digital services provided by softswitch net.

The paper designed and realized a kind of desktop terminal base on SIP protocol to satisfy the requirement of softswitch net. The terminal mainly realized IP video phone function. It used SIP protocol to exchange signal with softswitch network, used RTP to realize media stream real time transmission. The lecture first analysed and discussed the communication theory of SIP network and key technologies then discussed detailed process of terminal's software and hardware design.

In theory part, paper lucubrated SIP protocol and discussed detailedly entities of SIP network、 layered structure of SIP protocol、 structure of SIP message、 process of session building、 mechanism of media negotiation and several other key technologies used by SIP terminal: signal、 media codec、 RTP and QoS.

The paper's key chapters were focused on embedded system design of the terminal. Here it not only emphasized on realization of design but also design method. In these chapters, lecture first introduced design method simply then introduced whole process of software and hardware design detailedly. Hardware design which put XScale PXA270 processor as its core described the constructing hardware platform according to power system、 core system and peripheral interface these three design steps. Software design can divide into two stages. First stage named constructing software platform is foundation of second stage, which contained Linux kernel porting, driver program design and root filesystem's building. Second stage named application design could be divided into five modules which were main control module、 SIP stack、 RTP stack、 media codec and media device control. Paper designed

these five modules according to function of their definition、relationship of each other and Linux its own property.

Paper make test for the terminal in the end. There were two kinds test, one for terminal communicating with other components in network, another for quality of terminal's communication. The test results revealed that terminal communicated well with other network components and its voice quality is good but video quality is common.

Keywords: IP Video Phone; Embedded Linux; SIP

目录

第 1 章 绪论	1
1.1 课题的背景与意义	1
1.2 论文的主要工作	2
1.3 论文的组织结构	2
第 2 章 SIP 通信理论及关键技术	4
2.1 基于 SIP 的 VOIP 技术	4
2.1.1 IP 电话基本原理	4
2.1.2 IP 电话的信令技术	4
2.2 SIP 网络组成	5
2.2.1 用户代理	6
2.2.2 代理服务器	6
2.2.3 重定向服务器	6
2.2.4 注册服务器	6
2.3 SIP 协议简介	7
2.3.1 SIP 协议分层	7
2.3.2 SIP 消息结构	8
2.3.3 SIP 请求消息	8
2.3.4 SIP 响应消息	10
2.3.5 SIP 基本呼叫流程	11
2.3.6 SIP 媒体协商机制	13
2.4 SIP 通信的其它关键技术	14
2.4.1 媒体编解码技术	15
2.4.2 实时传输技术	17
2.4.3 QoS 保证技术	19
第 3 章 SIP 嵌入式终端硬件设计	21
3.1 硬件总体设计	21

3.1.1	系统需求.....	21
3.1.2	硬件设计流程.....	21
3.1.3	硬件整体框架.....	22
3.2	PXA270 处理器简介.....	23
3.3	系统电源管理.....	25
3.3.1	系统电源分级.....	25
3.3.2	CPU 电源管理.....	25
3.4	最小系统设计.....	28
3.4.1	系统时钟.....	28
3.4.2	系统复位电路.....	29
3.4.3	SDRAM 存储电路.....	30
3.4.4	Flash 存储电路.....	32
3.5	各外设接口电路设计.....	33
3.5.1	以太网卡电路.....	33
3.5.2	AC'97 声卡与触摸屏接口电路.....	34
第 4 章	SIP 嵌入式终端软件平台搭建.....	36
4.1	Linux 操作系统的选择与移植.....	36
4.1.1	Linux 内核的选择.....	36
4.1.2	Linux 内核的移植.....	37
4.2	设备驱动程序的设计与实现.....	38
4.2.1	声卡驱动设计.....	38
4.2.2	触摸屏驱动设计.....	41
4.3	根文件系统的选择.....	43
第 5 章	SIP 嵌入式终端应用软件设计.....	44
5.1	系统软件总体设计.....	44
5.1.1	系统软件需求.....	44
5.1.2	软件设计方法.....	44
5.1.3	应用软件架构.....	45
5.2	主控模块.....	46

5.3 SIP 协议栈模块	47
5.3.1 模块结构.....	47
5.3.2 核心协议栈构建.....	47
5.3.3 UA 外围框架设计.....	50
5.4 RTP 协议栈模块	53
5.4.1 功能定义.....	53
5.4.2 协议栈的构建.....	53
5.5 媒体编解码模块	55
5.5.1 功能定义.....	55
5.5.2 性能优化.....	56
5.6 媒体控制模块	58
第 6 章 系统测试	59
6.1 测试环境.....	59
6.2 测试内容和过程.....	59
6.3 测试结论.....	62
第 7 章 总结和展望	63
7.1 总结.....	63
7.2 展望.....	64
参考文献	65
攻读学位期间发表论文及从事项目	68
致谢	69

Contents

Chapter 1 Exordium	1
1.1 Background	1
1.2 The Main Job of the Paper	2
1.3 The Framework of the Paper	2
Chapter 2 SIP Theory and Key Technology	4
2.1 VOIP Technology	4
2.1.1 Principle of IP Phone	4
2.1.2 Signal Technology of IP Phone.....	4
2.2 Component of SIP Network	5
2.2.1 User Agent	6
2.2.2 Agent Server	6
2.2.3 Redirect Server.....	6
2.2.4 Registration Server.....	6
2.3 SIP Protocol Introduction	7
2.3.1 SIP Protocol Layer	7
2.3.2 SIP Messgae Structure	8
2.3.3 SIP Request Message	8
2.3.4 SIP Respond Messgae.....	10
2.3.5 SIP Basic Calling Process	11
2.3.6 SIP Media Negotiation.....	13
2.4 Other Key Technology	14
2.4.1 Media Codec	15
2.4.2 RTP Technology	17
2.4.3 QoS Technology.....	19
Chapter 3 SIP Embedded Terminal Hardware Design	21
3.1 Hardware General Design	21

3.1.1	System Demand	21
3.1.2	Hardware Design Flow	21
3.1.3	The Framework of Hardware	22
3.2	PXA270 Processor Introduction.....	23
3.3	Power Manage	25
3.3.1	System Power Hiberarchy.....	25
3.3.2	CPU Power Manage.....	25
3.4	Core System Design.....	28
3.4.1	System Clock	28
3.4.2	System Reset Circuit.....	29
3.4.3	SDRAM Circuit	30
3.4.4	Flash Circuit.....	32
3.5	Peripheral Interface Design.....	33
3.5.1	Ethernet Card	33
3.5.2	AC'97Sound and Touch Screen Interface.....	34
Chapter 4	SIP Embedde Terminal Software Platform	36
4.1	The Selection and Porting of Linux	36
4.1.1	Selection of Linux Kernel.....	36
4.1.2	Porting of Linux Kernel	37
4.2	Design and Implementation of Driver	38
4.2.1	Sound Card Driver	38
4.2.2	Touch Screen Driver	41
4.3	Selection of Root Filesystem	43
Chapter 5	SIP Embedde Terminal Application	44
5.1	Software General Design	44
5.1.1	Software Demand.....	44
5.1.2	Application Design Method	44
5.1.3	The Framework of Application.....	45
5.2	Main Control Module.....	46

5.3 SIP Stack Module	47
5.3.1 Module Structure.....	47
5.3.2 Core Stack Building.....	47
5.3.3 UA Framework Design.....	50
5.4 RTP Stack Module	53
5.4.1 Function Definition.....	53
5.4.2 Stack Building.....	53
5.5 Media Codec Module	55
5.5.1 Function Definition.....	55
5.5.2 Performance Optimization.....	56
5.6 Media Control Module	58
Chapter 6 System Test	59
6.1 Test Environment	59
6.2 Test Content and Process	59
6.3 Test Conclusion	62
Chapter 7 Sum-up and Prospect	63
7.1 Sum-up	63
7.2 Prospect	64
Reference	65
Papers Published During Studying Master	68
Thanks	69

厦门大学博硕士学位论文摘要库

第1章 绪论

1.1 课题的背景与意义

21 世纪有两项技术深刻影响着人们的信息生活：软交换技术和嵌入式技术。软交换技术企图融合所有的电信网络，使用分组网络承载现在所有的电信业务并新增新业务，它的目的是要建立一个全 IP 网络。软交换将以更低的资费为民众提供更丰富的业务。具体说在软交换环境下用户除了可以享受现有电路交换的语音通信业务外，还可以享受视频、数据以及智能业务。

人们在憧憬软交换带来种种美好的信息体验的同时也将意识到一个问题：我们拿什么来接受软交换网络带来的新业务。显然用户是通过通信终端来使用电信网所提供的业务，这意味着软交换也将给桌面通信终端的发展带来一场革命。传统的桌面终端是我们最为熟悉的电话机。它的功能单一，只能提供模拟信号的发送接收，更无法接收数字业务。这种终端因无法满足电信网不断增加的业务需求而逐渐被淘汰。软交换环境下新一代桌面通信终端必须能够接入分组网络，它除了能提供传统通信终端的通信功能外，必须能够与软交换网络信令交互，具备一些的多媒体特性，接受一些数据业务同时具备一定的智能特性。

嵌入式技术的发展，为这种智能桌面通信终端的产生提供了条件。嵌入式系统是资源受限的计算机，它具有计算机的一般特点，拥有中央处理器、存储设备、输入输出设备。这使得嵌入式系统天生具备数据处理和计算机网络通信的优势。嵌入式系统硬件配以强大的嵌入式操作系统和丰富的协议栈功能使它可以很好满足新一代桌面通信终端的信令处理，音视频编解码，实时传输的需要。此外嵌入式系统体积小、低功耗、功能专一，具备长期在线的特性进一步奠定了它在新一代桌面通信终端中的地位。

本文采用嵌入式技术，以 Intel 公司的嵌入式处理器 XScale PXA270 和嵌入式 Linux 操作系统为软硬件平台，设计一款基于 SIP 协议的综合通信终端。该终端主要实现一个 IP 可视电话（IP Video Phone）的功能，它使用 SIP 协议作为终端与软交换网络的信令交互协议。通过 SIP 信令的交互来实现通信链路的建立，从而实现 SIP 网络中终端-终端，终端-PC 的音视频通信。此外通过 VOIP 网关该设备也可以具备终端与 PSTN 网络普通电话机通信的能力。研究该设备一方面是

对软交换环境下桌面通信终端的一次尝试，另一方面可以通过该设备的通信试验，测试和研究还在不断完善中的 SIP 信令协议。

1.2 论文的主要工作

本文首先深入研究了 SIP 协议，介绍 SIP 通信的基本理论，包括 SIP 的网络实体、SIP 协议的分层结构、SIP 消息的组成结构，会话建立过程，媒体协商机制以及 SIP 终端在通信过程所用到的几个关键技术：信令技术、音视频编解码技术、媒体实时传输技术和 QoS 保证技术。

在理论分析的基础上，论文接着根据 IP 可视电话和 SIP 协议的特点，对该桌面终端的硬件和软件分别作针对性的设计，这是本文工作的重点。硬件部分以 PXA270 处理器为核心根据系统需求，设计系统的核心电路和外围接口电路。软件部分做了两个工作：嵌入式软件平台的搭建和应用软件的设计。软件平台的搭建主要是针对系统的硬件，有针对性进行 Linux 内核移植以及各接口设备驱动的设计。应用软件的设计主要设计一个 SIP 的用户代理 (UA)，通过这个 UA 实现终端高层功能如会话建立，媒体协商以致最终实现终端媒体流的实时通信。在该部分论文介绍软件分层设计思想，并由底向上介绍 SIP 协议栈的构建、RTP 协议栈的构建、音频和视频编解码器的构建和高层用户事务端 (TU) 的设计。

在软硬件设计的基础上，论文对设备进行通信测试。在该部分论文首先介绍测试环境的搭建，然后设计测试用例，根据测试用例对终端的各项性能指标进行测试，并对结果做了记录和简单的分析。论文结尾还对课题作了总结和展望。

1.3 论文的组织结构

本文的内容可分为 7 个章节，其内容如下：

第一章 绪论，介绍课题的背景和研究这项课题的主要目的，并对论文的主要工作和论文的组织结构作了阐述。

第二章 SIP 通信理论基础及关键技术，该章在深入研究 SIP (session initial protocol) 初始化会话协议的基础上，对课题的背景理论作了介绍。主要介绍 SIP 网络的通信实体，SIP 协议的分层，SIP 消息结构，SIP 会话建立机制，媒体协商机制以及终端通信所用到的关键技术。这一章的目的是为后面终端软件的设计奠定理论基础。

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库