

一种基于 AR1688 的 VOIP 语音终端的设计与实现

李苏南¹, 黄孝建¹, 林国锋²

1 北京邮电大学信息与通信工程学院, 北京 (100876)

2 深圳迪迈特科技有限公司, 深圳 (518000)

E-mail: lisunan@gmail.com

摘要: 如今, VOIP 技术在信息网络体系中越来越得到人们的重视, 它不仅是一种低成本的话音通信解决方案, 而且可以融合语音、图像和数据, 是支持各种智能业务的网络通信技术, 在 IP 网取代 PSTN 网的进程中扮演着举足轻重的角色。在 VOIP 系统中, VOIP 终端是必不可少的组成设备。本文给出了一种基于 AR1688 的 VOIP 语音终端的设计方案。文章首先介绍了整个语音终端的设计思想与电路的构造, 包括核心处理器 AR1688、网络芯片 DM9003、免提功放芯片 LM386 等芯片的介绍, 并在此基础之上的电路功能分块的设计思想和具体实现, 接下来介绍了软件的设计流程和功能分块。这种语音终端具有通话质量好, 运行稳定, 成本小等优势, 适用于公司或家庭内部的使用, 在目前市场上有较大需求。

关键词: VOIP; 语音终端; AR1688; DM9003

中图分类号: TN912.203.1; 电路

1. 引言

VOIP (Voice over IP), 中文意为“通过 IP 数据包发送实现的语音业务”, 是一种利用 Internet 作为传输载体来实现计算机与计算机、普通电话与普通电话、计算机与普通电话之间进行话音通信的技术, 它使用户可以通过互联网免费或是资费很低地传送语音、传真、视频和数据等业务^[1]。

VOIP 自诞生以来, 经过多年的技术积累, 将语音转化成 IP 包的技术变得实用和便宜; 集成电路技术的高速发展, 使得 IP 电话的核心元件数字信号处理的价格也大幅度下降。通过网关等设备组建的 VOIP 网络, 以 PSTN 作为本地用户的接入, 用 IP 网络代替了昂贵的长途传输网络, 可以大大节省通信线路的成本。成本的降低就意味着通话价格的下降, 用户可以直接受益, 从而拥有了很大的市场潜力。而近几年来, 随着科技的进一步发展, VOIP 的意义已经超越了其字面意义, 也就是说 VOIP 技术不仅指通过 IP 网络提供实时语音通信, 而且包括语音、图像和数据、支持各种智能业务的网络通信技术。

在 VOIP 系统中, VOIP 语音终端是必不可少的组成设备, 它是面向用户连接 Internet 网络, 为用户提供各种业务的用户端设备。虽然可以使用普通模拟话机当做 VOIP 语音终端使用, 但目前 VOIP 语音终端的发展方向是将语音的压缩编码、分组打包等都由终端实现, 终端直接与 Internet 相连接, 这样做的优势是实现了全 IP 通信, 可以充分利用 IP 网络的各种优势, 同时, 终端分担了网关的部分功能, 使得网络功能配置更加灵活。在本文中, 采用 AR1688 芯片设计了一款 VOIP 语音终端, 使用 DM9003 作为网络芯片, 由 RJ45 接口接入网络, 能够保证通话质量和运行的稳定性, 并且有效地控制了设计成本, 因而在市场中具有相当的竞争力。

2. VOIP 语音终端介绍

VOIP 语音终端的基本原理^[2]就是通过语音压缩设备对我们的语音进行压缩编码处理, 然后再把这些语音数据根据相关的协议进行打包, 经过 IP 网络把数据包传送到目的地后, 再把这些语音数据包串起来, 经过解压解码处理后, 恢复成原来的信号, 提供给用户, 从而达到由 IP 网络发送语音的目的。

其传输过程如图 1 所示。

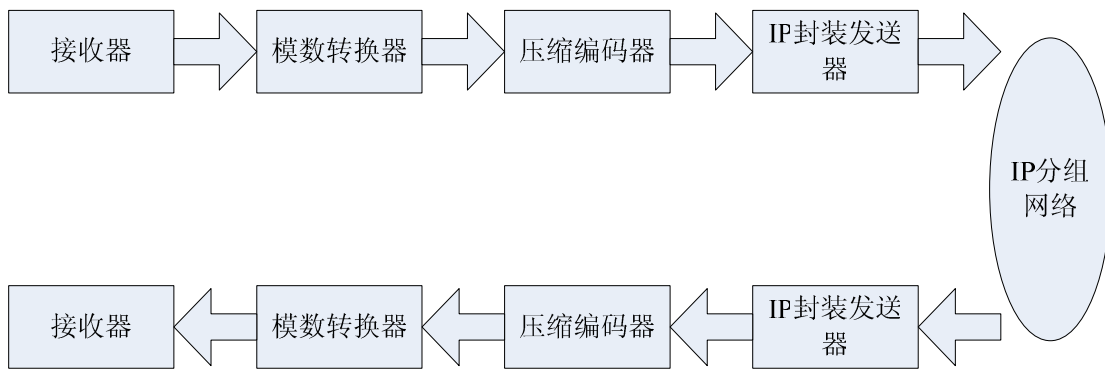


图 1 VOIP 语音终端的基本传输过程

3. 基于 AR1688 的 VOIP 语音终端的硬件电路设计

3.1. 电路基本框架设计

VOIP 语音终端需要对复杂的语音编解码算法和网络通信协议进行处理，其中语音编解码算法需要 100MIPS 的数字信号处理器（DSP），这就要求在设计中使用高性能的处理器（MCU）。同时，为了实现信息的路由处理和转发，需要在电路中使用网络芯片。另外，为了构成一个功能完备的语音终端，电路中还必须包括存储器、供电电路、键盘、显示屏、功放电路，等等。

本课题中语音终端的电路构架如图 2 所示。

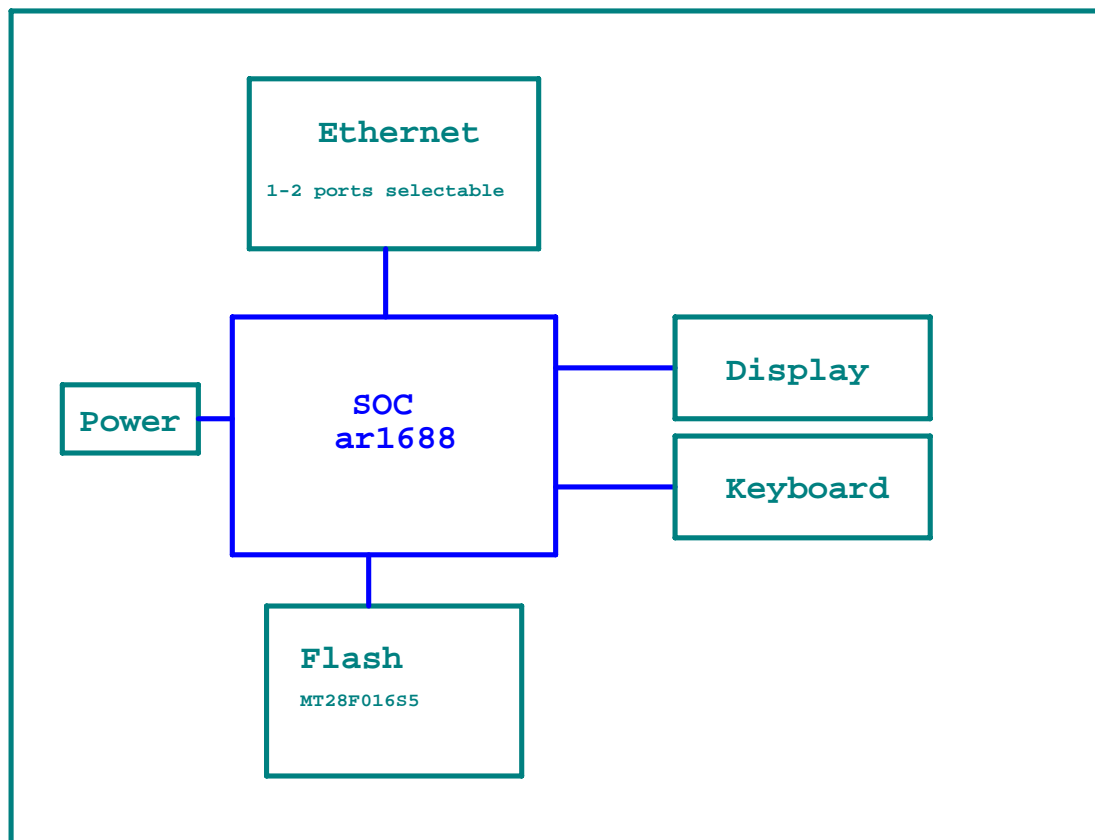
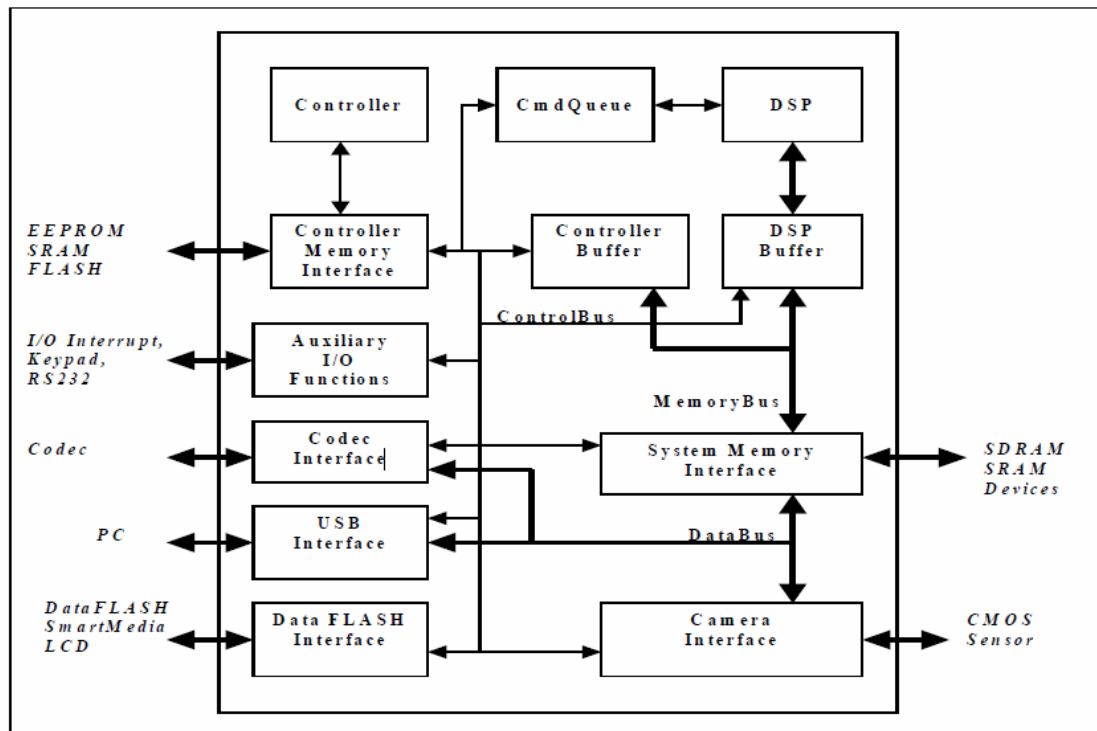


图 2 VOIP 语音终端的硬件结构框图

3.2. 结构功能电路设计

3.2.1. 处理器芯片 AR1688

该芯片是专门为小成本VoIP解决方案提供的SOC芯片，主要由一个控制芯片核和一个DSP芯片核组成，控制芯片负责通信的流程，主要包括协议栈的实现、用户输入响应和显示输出等。DSP芯片核主要负责语音编解码，DTMF产生与检测，回声抵消等与语音处理相关的内容。此外AR1688芯片还包含了片内ADC/DAC，FLASH接口，RS232接口等模块，芯片的结构框图如图3所示。



Whole-Chip Block Diagram

图3 AR1688 结构图

AR1688将两个处理器集成在一个芯片里^[3]。其中8位的MCU与Z80指令集兼容，典型运行频率24.576MHz，最高运行至60MHz；24位DSP采用Analog Device公司的ADSP2181 兼容处理器，内核运算能力可达72MIPS，将DSP作为MCU的协处理器，在内部解决了两个处理器的协调问题。在芯片内集成116KB的SRAM 存储器，无需外部扩展SDRAM，最大支持2MB外部存储器，多至4片选外部SRAM、EEPROM或FLASH。芯片内集成18bit 高质量CODEC，集成DC/DC变换提供核心电压，支持24.5776M晶振及片内PLL，支持实时时钟，包含1个UART接口、12个键位键盘接口、16个通用编程输入输出接口（GPIO），简化了系统设计，提高了系统稳定性。同时其功耗较低，具有很强的市场竞争力。

3.2.2. 存储空间设计

AR1688 芯片提供的片上内存包括16KB的数据内存、16KB的指令内存及另外84KB的可配置内存。此设计基本实现语音压缩算法G.711、G.723、G.729。由于G.729 算法运算复杂，需要大量的存储空间，此外，考虑到以后还要补充其它的语音压缩算法，因此笔者将在DSP芯片外扩展一个1M x8 bit的FLASH。并将可配置的84KB的RAM配置为数据空间。FLASH存储器在系统中通常用于存放程序代码，系统上电或复位后从此处获取指令并开始执行。片

外的FLASH存储空间不仅可作为程序执行时的存储空间，还因其可擦写、可编程的特点，便于对程序进行更新，或对程序进行修改与升级。扩展后的FLASH为MT28F016S5VG-9，访问时间为100ns。

3.2.3. 网络接口模块设计

本课题中的网络模块采用 Davicom 公司于 2008 年 6 月推出的 DM9003 芯片，该芯片内建 2 端口 10/100Mbps 以太网物理层(PHY)兼容收发组件及 2 端口交换机控制芯片(Switch)。藉由 DM9003 可将以太网络的连接性加入嵌入式系统中，微控制器不仅可经由网络发送数据，也可达成远程控制的功能，可创造高效能、低成本且精简的嵌入式网络应用。

符合 IEEE 802.3/IEEE 802.3u 协议的 DM9003 仅采用 64 引脚，在推出时号称全世界最小的 2 端口 Non-PCI 接口交换机控制芯片，可大幅减少所占 PCB 空间。除了芯片小，容易使用外，另外一个很重要的技术为 HP 授权的 Auto-MDIX，以太网端口支持双绞线正反接线自动更正(Twisted Pair Crossover Detection and Auto-Correction)，该性能可以将直接或交叉的电缆连接到设备上，免除终端用户推测的困扰。此外，内建 SRAM 网络封包缓存器，以高效率的方式进行封包的储存、检索与修改，并采用符合业界标准的 Non-PCI 并连接口，可与一般 8/16 位微控制器连接，将能够有效为嵌入式系统采用以太网连至全球各地。

另外，在将DM9003与网络接口RJ45的两对差分线进行连接时，为了避免信号在传输中由于环境因素而带来的共模干扰，需要加入一个隔离变压器来耦合信号，同时隔离初级信号与次级信号，尽量消除共模干扰。如图4所示^[4]。

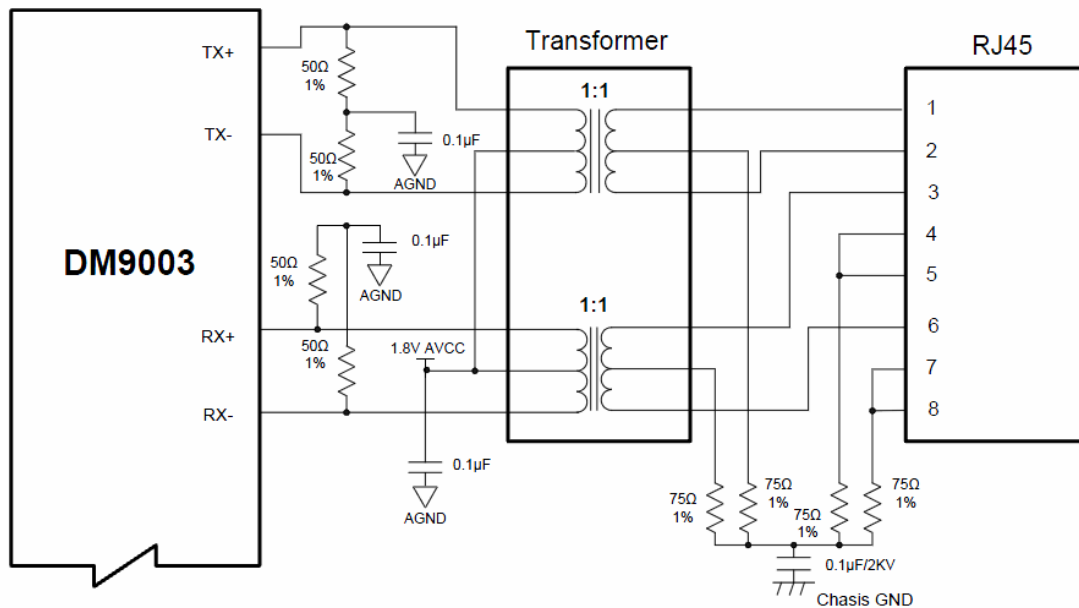


图4 DM9003与RJ45之间的耦合设计

3.2.4. 免提功放模块设计

出于对用户需求的考虑，作为功能完整的语音终端，必须在设计中包括免提功放的部分。在本课题中，在这部分采用LM386芯片。

LM386 是一种低压音频功率放大器^[5]，MSOP 8 脚封装，常用于业余性质的音响等功放装置。该芯片只需要很少的器件来构成外围电路，静态电流消耗仅为 4mA，其增益可以通过外围电路的设计在 20~200 之间变化，失真率很低，约为 0.2%。从这些特性可以看出，这种芯片非常适用于本课题中所要设计的低成本 VOIP 语音终端。

其内部工作原理图如图5所示。

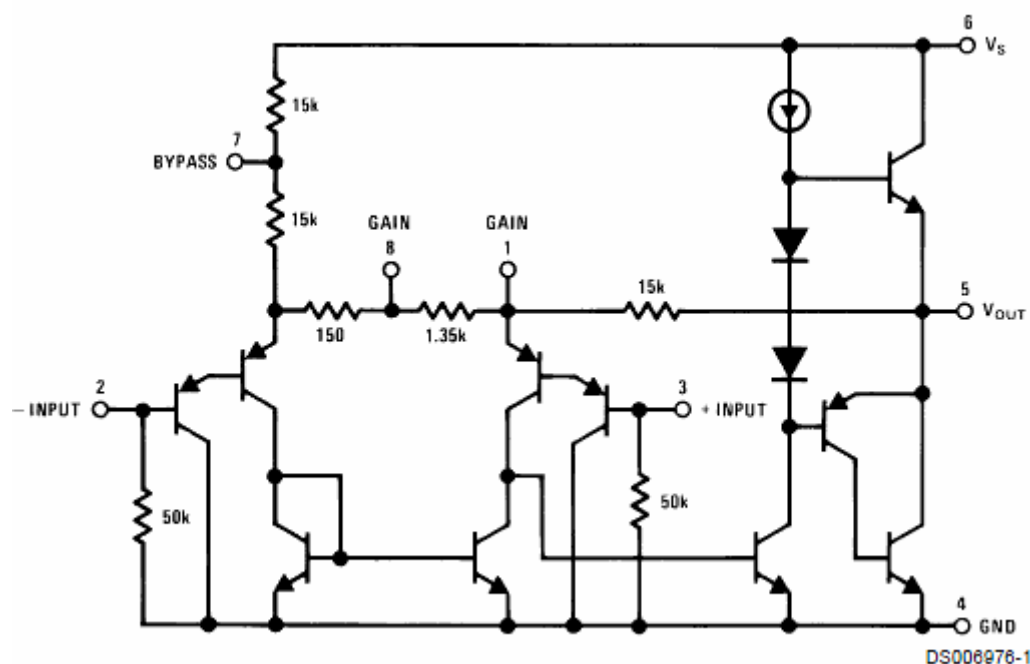


图5 LM386的内部工作原理图

如图所示，LM386共有8个管脚，从结构上分为三级，第一级为双入单出的差分放大电路，第二级为共射放大电路，第三级为OTL功放电路。其中引脚2、3分别为正反相输入；引脚4为接地；引脚6为电源；引脚5为输出，在设计中一般需要外接输出电容后再接负载；引脚7为BYPASS，如果接地则芯片停止工作，可以接控制信号作为对免提功放的控制；引脚1、8用于增益控制，当引脚1、8之间开路时，其增益为20，当引脚1、8之间外接一10 μ F电容时，对交流信号相当于开路，其增益为200，在引脚1、8之间外接电阻R时，可以控制增益在20和200之间变化。

3.2.5. 其他功能模块设计

其他功能模块包括系统供电模块，键盘模块，液晶显示屏模块，状态指示模块等等。

系统电源模块选择DC-DC变换芯片LM2575和LM1117。输入为DC9V，通过LM2575调节后，输出稳定的DC5V为LM386和MT28F016S5VG-9供电，再以DC5V为输入，通过LM2575配合适当的分压电路，输出稳定的CMOS电平DC3.3V为AR1688和DM9003供电。

对一个VOIP语音终端来说，键盘和LCD是不可缺少的部分，LCD用来显示用户的输入以及终端的状态信息，而键盘则是用户的输入设备。键盘电路和液晶显示屏电路主要是要符合各种操作功能的需求，并且与公司现有的外围接口相对应，以适应将来调试、更新和升级便利性的需要。

状态指示模块主要是设计一定数量的LED指示灯，对应相应的控制信号，以指示VOIP语音终端的工作状态，如电源、通话、静音、免提，等等。

4. VOIP语音终端的软件设计

本终端提供的功能主要有注册、呼叫建立与撤销、呼叫拒绝与语音通话等功能，其中大概可以分为两个主要部分：**SIP**信令部分和语音传输部分。在进一步的模块划分中，对于**SIP**信令的控制由用户代理（**UA**）模块来实现，在语音数据发送和接收之前，还需要用语音编解码算法对语音数据进行编码和解码，所以语音传输部分还要结合编解码算法，对于这部分的管理可以用语音会话模块来实现，另外，还要对**UA**模块和语音会话模块进行协调和管理，这部分可以由终端控制程序来实现。所以本**VOIP**终端软件由终端控制程序模块、用户代理（**UA**）模块、语音会话模块三大模块组成。各模块之间的关系可以用图6来表示。

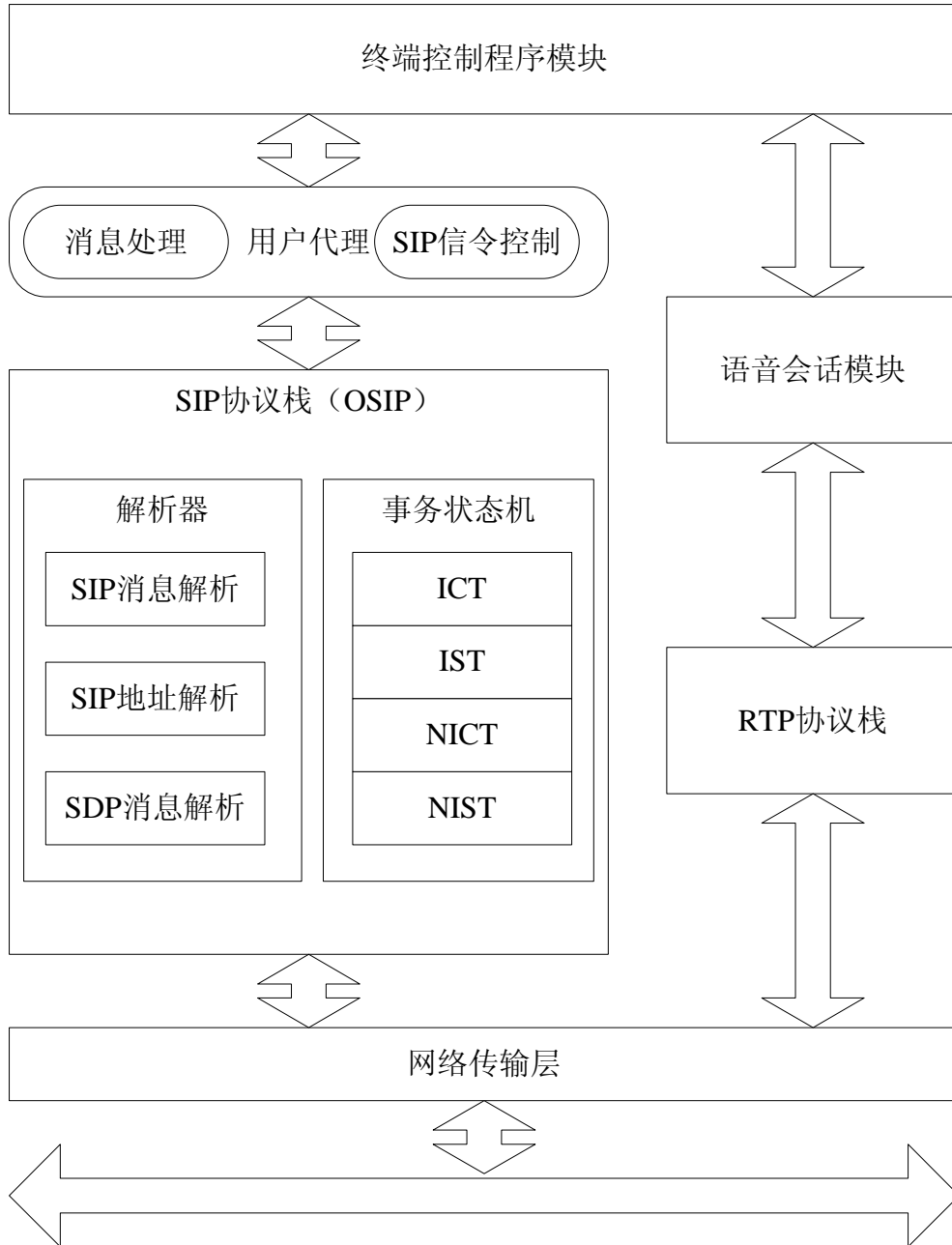


图6 VOIP语音终端的软件模块

其中，终端控制程序模块是用户代理模块和语音会话模块的协调者和管理者。同时，考虑到终端用户的客观需求，终端控制程序模块还为终端用户提供了面向功能的高级接口。

语音会话模块主要负责语音采集、语音回放、语音数据压缩/解压缩并利用RTP协议栈传输实时语音数据。

RTP协议栈主要负责实时语音数据的传输和控制。

用户代理模块主要负责SIP信令呼叫的控制。

SIP协议栈^[6]主要负责解析从网络传输层接收到的SIP消息和SDP消息，并为用户代理层(UA)提供解析出的必要数据，同时也负责为用户代理模块组装并生成将要发送的SIP消息和SDP消息。

5. 结论

本课题采用AR1688芯片，实现了VOIP语音终端的设计，该终端具有通话质量良好，运行稳定，成本低廉等技术特点。本课题的设计中对于新型网络芯片DM9003的选用，也顺应了市场和技术的发展潮流。目前本语音终端已经在深圳Digitmat公司完成测试，计划作为成熟产品投入市场。

参考文献

- [1] Uyless Black. VoIP: IP 语音技术. 温斌译. 北京: 机械工业出版社, 2000.05.
- [2] 张登银, 孙精科等. VoIP技术分析与系统设计. 北京: 人民邮电出版社, 2003
- [3] PalmMicro Communication Inc. AR1688 Datasheet V.1.0[Z]. 2006.
- [4] Davicom Semiconductor Inc. DM9003 Datasheet. 2007.
- [5] National Semiconductor Inc. LM386 Datasheet. 2000.
- [6] 秦建飞, 唐晓燕, 贾国锋. SIP 协议在VoIP 中的实现, 电力系统通信, 2005.05, Vol.27, No.163.

Design of VOIP Voice Terminal Based on AR1688

Li Sunan¹, Huang Xiaojian¹, Lin Guofeng²

1 Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing (100876)

2 Shenzhen Digitmat Tech. Co., Ltd, Shenzhen (518000)

Abstract

Today, VOIP is considered more and more important in information network system. VOIP is not just a solution for voice communication, it can also be used in mixing voice, image and video. It is a kind of network communication technology which can support a variety of smart business. It is playing a pivotal role in the progress that IP Network replace the PSTN. VOIP terminal is an essential equipment in VOIP system. In this paper the author gives a design of VOIP voice terminal based on the SOC of AR1688. First is the introduction of the design of the electronic circuit, including the introduction of IC: AR1688, DM9003 and LM386, and the division of function blocks. After that the article deals with the design and function blocks of software. This VOIP terminal has the advantages in terms of good performance, stability, low-costs, etc., can be used either in company or at home. And now there is a great market demand of this kind of VOIP terminal.

Keywords: VOIP; Voice terminal; AR1688; DM9003

作者简介: 李苏南, 男, 1984 年10 月出生, 目前为北京邮电大学信息与通信工程学院硕士研究生, 专业方向是通信与信息系统。