

基于嵌入式系统的以太网 语音通信系统设计

王福刚, 曾 兵, 葛良全, 奚大顺

(成都理工大学 核技术与自动化工程学院, 四川 成都 610059)

摘要: 应用嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OSII}$ 设计了基于以太网的实时语音通信系统, 系统由语音接口、网络接口、存储系统、键盘及显示等模块组成。语音接口模块采用 UDA1341TS 芯片与语方数据接口相连, 实现了音频数据的输入/输出; 网络接口采用 RTL8019AS 芯片为控制器。 $\mu\text{C}/\text{OSII}$ 的移植主要改写了 3 个文件(OS-CPU.H、OS-CPU-A.ASM、OS-CO-C.C); 网卡驱动程序主要是对 RTL8019AS 芯片复位、初始化; 给出了以太网数据收/发子程序。

关键词: 语音系统; 嵌入式系统; IIS 接口; 嵌入式实时操作系统

中图分类号: TP 391.42

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2006)11-0098-03

随着信息技术尤其是计算机多媒体技术与网络技术的飞速发展, 对网络传输语音的需求越来越大。通用设备由于体积相对较大, 不利于一些场合的使用, 而嵌入式系统凭其简洁、高效的特点, 得到了计算机和信息等产业的普遍认可。为此, 本文设计了一种基于嵌入式的语音系统, 可通过以太网方便地进行语音通信。

1 系统概述

本系统以 Samsung 公司的先进的精简指令机 ARM(Advanced RISC Machines)处理器 S3C 44B0 X (以下简称 44B0)为核心, 其内含一个 ARM 7TDMI RISC 处理器核, 特别适于对功耗敏感的场所, 且价格低廉。片内集成了多个外围功能模块, 目前广泛应用于手持设备、通信设备、网络及调制解调设备等领域。其主要外设: 外部存储控制器; 8 KByte 高速缓存; 液晶显示器控制器, 可直接控制各种灰度/256 色液晶显示器(LCD)屏; 2 通道通用异步接收/发送器(UART), 兼容 Irda1.0 规范; I2C 和串行数字音频总线(IIS)接口; 71 个通用 I/O 端口和 8 个外部中断; 5 路脉宽调制(PWM)定时器和 1 路内部定时器; 8 路 10 位 ADC; 2 路通用 DMA(ZDMA)和 2 路桥 DMA(BDMA); 具有电源控制器、看门狗和实时时钟^①。

系统主要包括: 语音接口模块、网络接口模块、存储系统、键盘及显示模块等部分, 结构如图 1 所示。

系统采用嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OSII}$ 进行管理, 连入网络并启动任务后, 44B0 将话筒传入的数据经暂存后再将其打成 IP 包, 由以太网接口发送

到网络, 同时解析接收到的语音包并由耳机送出, 实现实时语音通信^[1]。

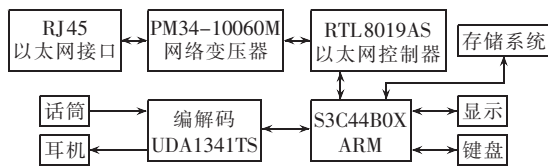


图 1 系统结构框图

Fig.1 The system structure

2 硬件接口电路

系统的硬件电路主要由语音接口及与网络接口组成。

2.1 语音接口

将 44B0 的 IIS 即音频数据接口与音频芯片统一数据读取 UDA1341TS 相连, 即可实现音频数据的输入与输出, 接口电路如图 2 所示(图中只画出输入输出与控制部分)。

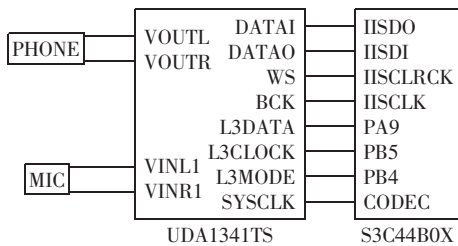


图 2 语音接口电路

Fig.2 The voice interface circuit

IIS 是一种串行总线技术, 是 Philips 和 Sony 公司等共同推出的接口标准, 主要用于数字音频处理设备, 如便携式激光光盘(CD)等。由于其音频数据

① Samsung Semiconductor. S3C44B0X RISC microprocessor datasheet. <http://www.Samsung.com>, 2003.

与时钟信号分离,避免了时钟带来的抖动问题,因此系统不再需要消除抖动的器件。

音频芯片 UDA1341TS 是 Philips 公司生产的音频数字编解码器,可将立体声模拟信号转化为数字信号,也可将数字信号转化成模拟信号,并可用可编程增益控制(PGA)和自动增益控制(AGC)对模拟信号处理。对于数字信号,该芯片还提供了数字信号处理(DSP)功能。微控制器通过 L3 总线对数字音频处理参数及系统控制参数等进行配置,由于 44B0 没有 L3 总线接口,因此需要由通用 I/O 口进行模拟。

本系统要求话筒与耳机同时工作,即 IIS 接口工作在发送/接收模式下。因 44B0 的 IIS 接口只有 1 个直接存储器存取(DMA)请求源,所以在此模式下,只能一个通道(发送或接收)用 DMA 方式传输,另一个通道用普通模式传输,以实现同时接收和发送数据。

2.2 网络接口

目前,市面上有许多以太网控制器,RealTek 公司生产的 RTL8019AS(以下简称 8019AS)以其性能优良、价格低廉和兼容性好等特点占有较大市场份额。本系统的网络接口部分就是以该芯片为控制器,接口电路如图 3 所示。

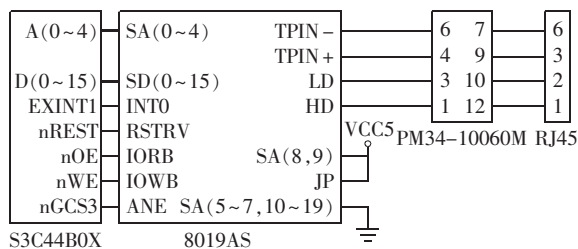


图 3 以太网接口电路

Fig.3 The Ethernet interface circuit

8019AS 主要性能如下:

- 符合 Ethernet II 与 IEEE 802.3 标准,兼容性好,开发的软件容易移植;
- 全双工,收发可同时达到 10 Mbit/s,3 种节电模式,自动检测多种传输介质;
- 内置 16 KByte 的 SRAM 作收、发缓冲,降低对主处理器的速度要求;
- 支持非屏蔽双绞线(UTP)、连接单元接口(AUI)、同轴电缆接口(BNC)自动检测及对 10 BaseT 拓扑结构的极性自动修正;
- 可选的 EEPROM 的接口^①;
- 内部包含远程 DMA 通道和本地 DMA 通道,本地 DMA 完成控制器与网线的数据交换;远程 DMA 完成主处理器与网卡的数据交换;收、发数据只需对远程 DMA 操作。

8019AS 有 3 种工作方式:跳线方式;即插即用方式;免跳线方式。通常网卡的物理地址是复位时从 93C46(EEPROM)中读出并写入其 PROM(第 0 页 RAM)中的。嵌入式系统中,出于成本及减少连线的

考虑一般不使用 93C46,因此需要网卡工作于跳线方式。8019AS 的工作方式由第 65 脚 JP 决定,当 JP 为高电平时为跳线方式,此时网卡的 I/O 基址由 IOS0~IOS3 引脚共同决定。由于没有了 93C46,网卡的物理地址就要由程序自行设置,并写入到 8019AS 的 PAR0~PAR5 中。但要注意此地址不要与网络上其他网卡的物理地址相冲突。

3 系统软件设计

软件设计主要包括操作系统移植(实现多任务的管理)及编写任务程序(实现具体的控制任务)^[2]。

3.1 μ C/OS 实时操作系统的移植

μ C/OS 是一种开放源码的嵌入式实时操作系统,是一个可移植、可裁减、可固化的占先式多任务操作系统,已被应用到多种微处理器上,其大部分源码是由 ANSI C 语言编写的^[3]。

移植工作要对以下几个文件进行改写^[4-5]。

a. OS_CPU.H 文件。定义 10 种与编译器相关的数据类型;定义栈的增长方向;定义使能、禁止中断宏及 OS_TASK_SW 宏。

b. OS_CPU_A.ASM 文件。改写 4 个汇编函数:OSStartHighRdy()、OSIntCtxSw()、OSCtxSw()、OSTickISR()^[6-7]。

c. OS_COU_C.C 文件。改写 6 个 C 函数:OSTaskCreatHook()、OSTaskDelHook()、OSTaskSwhook()、OSTaskStatHook()、OSTimeTickHook()、OSTaskStkLimit(),其中前 5 个函数主要用于扩展 μ C/OS 功能,必须被声明但不必包含任何代码。真正需要修改的只有 OSTaskStkLimit()函数。

3.2 网卡驱动程序

3.2.1 复位 RTL8019AS

对 8019AS 的 RSTDRV 引脚加以长于 800 ns 的高电平,可以实现对 8019AS 的复位。推荐在高电平后延时 100 ms,然后拉低,再延时 100 ms 以确保完全复位。

对网卡硬件复位后,再对 8019AS 的复位端口进行任意的读、写操作,使其热复位。可以确保 8019AS 完全复位;也可以了解 8019AS 是否工作正常。热复位要使用偶地址的复位端口,因为有些兼容的网卡不支持奇地址的复位^[8]。

3.2.2 初始化 RTL8019AS

初始化过程主要是对 8019AS 的工作寄存器进行配置^[9],以使其正常工作,在此不详述。

3.2.3 以太网数据收、发

接收数据时,程序通过判断 CURR-1 与 BNR 是否相等来判断接收缓冲区内是否有数据,如果有首先得到 NIC 信息头,解析出数据的长度,再将数据

① Realtek Semi-Conductor Co. Ltd. RTL8019AS RealPNP specification. <http://www.realtek.com.tw>, 2000.

接收到内存。

发送数据时,先将内存中数据按帧格式封装^[10],然后启动远程 DMA 将数据写入发送缓冲区,再启动本地 DMA 将数据发送到网上。

数据收发程序如下:

```
void poll_etherne(WORD dtype)
{ WORD len;CONFIGE *cp;
  static BYTE ebuff[MAXFRAMEC];
  cp=&configs[dtype & NETNUM_MASK];
  if(cp->ebase) /* If Ether card in use ... */
  { /* Set card I/O address */
    ebase = cp->ebase;
    /* Clear interrupt flag */
    outnic(ISR,0x01);
    /* Receive */
    while ((len=get_etherne(cp->dtype,ebuff))>0)
    { /* Store frames in buff */
      receive_upcall(cp->dtype,ebuff,len);
    } /* Transmit */
    while (! (innic(CMDR)&0x04) &&
      /* While NIC ready & frame avail */
      (len=transmit_upcall(cp->dtype,ebuff,
MAXFRAME))>0)
    { /* ... transmit frame */
      put_etherne(cp->dtype,ebuff,len); }
  } }
```

4 结语

本文设计了一种嵌入式语音系统,可以实现在以太网上的实时语音通信。为了提高系统的实时性和可靠性,选用 $\mu\text{C}/\text{OS II}$ 作为嵌入式平台的实时操作系统。该系统样机已经完成,通过调试取得了满意的效果,在局域网尤其是规模较大的局域网中具有很好的应用和发展前景。

参考文献:

- [1] 毛君,徐广明,罗丁. 一种高性能 IP 电话语音终端硬件设计[J]. 微计算机信息,2004,20(11):94-95.

MAO Jun,XU Guang-ming,LUO Ding. The design of a kind of high-performance IP telephone pronunciation terminal hardware [J]. Control & Automation,2004,20(11):94-95.

- [2] 罗蕾. 嵌入式实时操作系统及应用开发[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2005.
- [3] LABROSSE J J. 嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS II}$ [M]. 邵贝贝,译. 北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [4] 王田苗. 嵌入式系统设计与实例开发——基于 ARM 微处理器与 $\mu\text{C}/\text{OS II}$ 实时操作系统[M]. 北京:清华大学出版社,2002.
- [5] 谢兵森,陈演平. 嵌入式以太网终端在网络通信中的应用研究[J]. 上海船舶运输科学研究所学报,2005,28(1):20-31.
- XIE Bing-sen,CHEN Yan-ping. Research on the application of embedded Ethernet terminals in network communication [J]. Journal Ssri,2005,28(1):20-31.
- [6] 杜春雷. ARM 体系结构与编程[M]. 北京:清华大学出版社,2003.
- [7] 马忠梅,马广云,徐慧英,等. ARM 嵌入式处理器结构与应用基础[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [8] 胥静. 嵌入式系统设计与开发实例详解[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2005.
- [9] 王颖,陈朝阳,陈敏. 基于 DSP 的以太网通信系统设计[J]. 计算机与数字工程,2004,32(6):51-54.
- WANG Ying,CHEN Chao-yang,CHEN Min. Design of Ethernet communication system based on DSP [J]. Computer & Digital Engineering,2004,32(6):51-54.
- [10] WRIGHT G R,STEVENS W R. TCP/IP 详解 卷 2: 实现[M]. 陆雪莹,蒋慧,译. 北京:机械工业出版社,2000.
- [11] LEWIS D W. 嵌入式软件基础——C 语言与汇编的融合[M]. 陈宗斌,译. 北京:高等教育出版社,2005.
- [12] SIMON D E. 嵌入式系统软件教程[M]. 陈向群,译. 北京:机械工业出版社,2005.
- [13] SLOSS A N,SYMES D,WRIGHT C. 嵌入式系统开发: 软件设计与应用[M]. 沈建华,译. 北京:北京航空航天大学出版社,2005.

(责任编辑: 汪仪珍)

作者简介:

王福刚(1972-),男,黑龙江牡丹江人,工程师,硕士研究生,主要研究方向为嵌入式系统开发与应用(E-mail:wfg_163@163.com);

曾 兵(1971-),男,重庆人,副教授,博士研究生,主要从事测控设备的研究及教学工作;

葛良全(1962-),男,安徽安庆人,教授,博士研究生导师,主要从事核地球物理及核测控设备等的教学及研究工作;

奚大顺(1943-),男,四川成都人,教授,主要从事电子通信及嵌入式系统的研究与教学工作。

Design of Ethernet-based voice communication system applying embedded system

WANG Fu-gang,ZENG Bing,GE Liang-quan,XI Da-shun

(College of Nuclear Technology and Automation Engineering,
Chengdu University of Technology,Chengdu 610059,China)

Abstract: A real-time voice communication system based on Ethernet is designed by using the embedded RTOS(Real-Time Operating System) $\mu\text{C}/\text{OS II}$. The system consists of different modules, such as voice interface,web interface,memory system,keyboard and display. The voice interface module uses UDA1341TS chip to connect with the language data interface and realize the input/output of the audio-data. The web interace uses RTL8019AS chip as its controller. The transplant of $\mu\text{C}/\text{OS II}$ mainly changes three files:OS _CPU.H,OS _CPU _A.ASM,OS _CO _C.C. The driver of network card mainly resets and initializes the UDA1341TS chip. A subprogram of data receiving/transmitting via Ethernet is provided. The demo system has completed with good commissioning results.

Key words: voice system; embedded system; IIS interface; embedded RTOS