

“纵海杯”

东南大学第二届嵌入式系统设计大赛 获奖作品设计报告

Admiral Cup Southeast University
Embedded System Design Contest
Portfolio of Outstanding Works

凌 明 缪 卫 史先强◎主编



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

“纵海杯”

东南大学第二届嵌入式系统设计大赛 获奖作品设计报告

Admiral Cup Southeast University
Embedded System Design Contest
Portfolio of Outstanding Works

凌 明 缪 卫 史先强◎主编



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

内容提要

嵌入式系统已经成为当前 IT 产业界一个非常热门的话题。嵌入式人才培养的重要性已经是各个高等院校的共识,而实践动手能力的培养则是嵌入式人才培养过程中一个非常需要的环节。

本书是以“纵海杯”东南大学第二届嵌入式系统设计大赛中各获奖参赛队提交的设计报告为基础汇编而成。按照大赛的组别(本科生组和研究生组)和获奖等级组织章节。

书中所展示的获奖作品或创意十足、或技术先进,通过对优秀作品的展示,希望能为嵌入式系统学习和教学提供一些基本的参考。

图书在版编目(CIP)数据

“纵海杯”东南大学第二届嵌入式系统设计大赛获奖
作品设计报告/凌明,缪卫,史先强主编. —南京:东南
大学出版社,2010. 1

ISBN 978-7-5641-2048-1

I. 纵… II. ①凌…②缪…③史… III. 微型计
算机—系统设计 IV. TP360.21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 016915 号

“纵海杯”东南大学第二届嵌入式系统设计大赛获奖作品设计报告

出版发行 东南大学出版社
社 址 南京市四牌楼 2 号 (邮编 210096)
责任编辑 王全祥
责任印制 张文礼
经 销 江苏省新华书店
印 刷 南京玉河印刷厂
开 本 889×1194 毫米 1/16
印 张 18.25
字 数 490 千字
印 数 1—3000 册
版 次 2009 年 12 月第 1 版
印 次 2009 年 12 月第 1 次印刷
定 价 42.00 元

(东大版图书如有印装质量问题,可直接向读者服务部调换。电话:025-83792328)

“纵海杯”东南大学第二届嵌入式系统设计大赛 组织委员会

主 任:堵国樑

副主任:凌 明 徐 悦 裴 峰

委 员:胡仁杰 朱 为 张圣清 汤勇明 方 霞
黄少珉 戚隆宁 奚社新

秘 书:史先强 缪 卫

“纵海杯”东南大学第二届嵌入式系统设计大赛 顾问委员会名单

时龙兴(国家 ASIC 中心)

宋健健(南京大学)

叶 崧(金陵科技学院)

李久贤(吴健雄学院)

孟 桥(信息科学与工程学院)

黄学良(电气工程学院)

翟玉庆(计算机科学与工程学院)

孟正大(自动化学院)

况迎辉(仪器科学与工程学院)

单晓峰(校团委)

前 言

随着信息化技术的发展,嵌入式系统已经成为当前 IT 产业界一个非常热门的话题。嵌入式人才培养的重要性已经是各个高等院校的共识,而实践动手能力的培养则是嵌入式人才培养过程中一个非常需要的环节。为促进东南大学嵌入式系统教学开展的深度和广度,培养学生的实践创新意识与科研动手能力、团队协作的人文精神和理论联系实际的学风,加强自主知识产权芯片 SEP4020 嵌入式处理器的应用推广,在第一届成功举办的基础之上举办了此次大赛。

“‘纵海杯’东南大学第二届嵌入式系统设计大赛”是由东南大学教务处、东南大学研究生院、上海纵海电子科技有限公司主办的,面向东南大学本科生和研究生的大型科技类大赛。为了增进技术的交流与合作,我们还邀请了江苏省内十余所高校参与大赛。大赛旨在进一步丰富广大嵌入式系统爱好者学习嵌入式系统的方法和途径,增进学术交流,更有效地培养学生的综合素质和创新能力,进而推动东南大学乃至全国嵌入式系统教学体系改革与创新。

为推广东南大学第二届嵌入式系统设计大赛的成果,组委会以各获奖参赛队提交的设计报告为基础,汇编了《“纵海杯”东南大学第二届嵌入式系统设计大赛获奖作品设计报告》。通过对优秀作品的展示,希望能为嵌入式系统学习和教学提供一些基本的参考。也希望嵌入式系统爱好者在学习的过程中不断提出自己的宝贵意见和不同看法,您可以通过嵌入式系统爱好者论坛(www.armfans.net)与我们交流,愿我们在交流中共同进步。

本次大赛由东南大学电子科学与工程学院承办,并得到了上海纵海电子科技有限公司(赞助商)、“嵌入式系统爱好者论坛(www.armfans.net)”(大赛发布媒体和技术交流平台),东南大学教务处、研究生院各位领导老师以及十几所兄弟院校相关老师的大力协助和支持,在此一并表示衷心的感谢!

“纵海杯”东南大学第二届嵌入式系统设计大赛组委会

2009 年 12 月

目 录

特等奖作品

Motion Control Mp3 Player	李仁林	蓝渊明	张楠楠(3)
---------------------------------	-----	-----	----------

本科组一等奖作品

多终端网络信息服务系统	谢 震	曹 飞	杨林成(9)
电子导游	裴玉伟	季振宇	何 儒(19)
基于 SEP4020 的图书馆书目检索终端			王 伦(30)

本科组二等奖作品

基于嵌入式的英语学习宝典	李 悦	苏 雅	冼顺欣(39)
基于多种通信方式的校园互联节能管理系统	黄 杰	靳文杰	向 上(48)
基于 SEP4020 的触摸式公园导游图	朱明哲	陈 锐	李 明(55)
校区地图查询系统	郭 飞	唐小川	王缤笛(70)
商场自助服务系统	李 勤	沈艳萍	何海玲(77)
基于 SEP4020 及 ZigBee 的无线交通警示系统	陆 翔	任 刚	曹 行(89)
全方位目标跟踪仪	钱 蕾	成 羽	张齐东(96)
网络电话机	吴辰夏	曲 超	张节弥(101)
自充电“傻瓜式”机器人清洁工	苏 涛	芮造杰	孙鸿贤(105)

本科组三等奖作品

电子菜单	燕震宇	刘 臻	李 帅(113)
基于 SEP4020 的智能掌上英语学习机	陈 龙	徐小龙	张腾翔(120)
三自由度机械爪		查 汀	鲍磊磊(127)
基于数据库的智能旅游查询系统	韩兆宇	朱 黔	蒋鹏程(131)
智能超市购物指南系统	蒋 妹	俞 露	马 璐(140)
超市导购仪	陈璋雯	杨晓岚	朱一杰(142)
基于 WEB 的嵌入式家庭监控系统	梁文卓	孟玉静	陈泓舟(148)
校园进出自动门控系统		万兆伦	吴云生(157)
基于嵌入式 WEB 服务的远程家居监控系统	吴光铨	胡臣建	王 波(164)
远程环境监测系统	王朝阳	张 宁	李 康(173)
NanoTube 存储示波器	赵 阳	姚保城	鲍星鑫(182)

小型无线通信网络	席义立	黄韶宇	李今宋(190)
----------------	-----	-----	----------

研究生组一等奖作品

基于 SEP4020 的远程监控摄像头	刘颖骁	顾俊辉	季 晶(201)
---------------------------	-----	-----	----------

研究生组二等奖作品

基于 SEP4020 的网络与 GPRS 集成通讯平台	冯 冬	龙新辉	张 亮(211)
基于 SEP4020 的电费综合自助服务系统	夏纯全	李诗诗	杨晓东(218)

研究生组三等奖作品

基于红外无线通信的音频播放系统设计	牛 丹	孔祥伟	陈朝明(231)
远程家居控制系统	张振飞	刘记参	孙 远(238)
基于图像的目标识别系统	张兆年	林 涛	(245)
远程自助售货系统	何翌成	马效东	李欣娟(254)
基于 SEP4020 的智能自助点餐系统	赵 曦	吴微微	(261)
基于 arm 嵌入式系统的智能家居控制系统	周海生	吴晓晨	魏晓佩(273)

附 录

附录 I UB4020MBT 嵌入式系统开发平台—基于 SEP4020 嵌入式微处理器	(280)
附录 II “纵海杯”东南大学第二届嵌入式系统设计大赛获奖名单	(281)

特等奖作品

Motion Control Mp3 Player

李仁林 蓝渊明 张楠楠

1 设计概要

动作识别是一个很热门的话题,苹果公司继推出具有轰动效应的多点触控技术后又筹备申请自己的动作识别专利。动作的识别简单地说就是利用加速度传感器,检测在空间上的速度变化,通过算法,提取动作,在很多方面都有应用。比如 Wii,手机感应游戏,四桨飞行器等。但是目前很少甚至没有将其用在 MP3 控制上的。可以看出当今的电子产品的一大潮流就是用动作控制。试想一下一个没有任何触摸、机械按键的 MP3,只要你前后左右的晃动就能进行所有最基本的控制操作,既灵动又时尚,这应当是一种全新的操作体验。

本作品分析了当今社会电子产品的潮流趋势,详细地阐述了利用 SEP4020 开发板等已有的硬件、软件资源来设计一款可以通过动作控制完成换曲、暂停、播放、停止功能的 MP3。提出了在设计过程中所遇到的问题并给出了相应的解决办法,并且对将来如何提高该 MP3 的性能提出了建议。

2 系统方案

2.1 硬件平台

以 UB4020MBT(V1.1)开发板为主要硬件平台,板载 SEP4020 主控芯片,内部集成:

- 8/16 位 SRAM/NOR FLASH 接口,16 位 SDRAM 接口;
- 硬件 NAND FLASH 控制器,支持 NAND FLASH 自启动,支持软件/硬件 ECC;
- 10 M/100 M 自适应以太网 MAC,支持 RMII 接口;
- 64 K Byte 高速片上 SRAM;
- USB1.1 Device,全速 12 Mbps;
- 支持 I2S 音频接口;
- 支持 MMC/SD 卡;
- LCD 控制器,支持 640×480×16 位 TFT 彩屏和 STN 黑白、灰度屏;
- RTC,支持日历功能/WatchDog,支持后备电源;
- 10 通道 TIMER,支持捕获、外部时钟驱动和 MATCH OUT;
- 4 通道 PWM,支持高速 GPIO;
- 4 通道 UART,均支持红外;
- 2 通道 SSI,支持 SPI 和 Microwire 协议;
- 2 通道 SmartCard 接口,兼容 ISO 7816 协议;
- 支持最多 97 个 GPIO,14 个外部中断;
- 支持链表 DMA 传输和外部 DMA 传输;
- 片上 DPLL,支持多种功耗模式:IDLE、SLOW、NORMAL、SLEEP;

项目包括四大方面:动作捕捉、动作判断、MP3 控制与播放。

2.2 动作捕捉

人从开始做一个动作到动作结束一定会有加速度的产生,所以我们可以检测伴随着动作产生的加速度的大小和方向来判断人做了什么动作。要测量加速度的大小我们就需要一个加速度传感器,将所得到的加速度以模拟量的形式表示,我们最终使用了 freescale 公司的 MMA7620 三轴加速度传感器。接下来就是将传感器所得到的模拟量通过一个 AD 转换模块转换成数字信号,从而方便后面的计算。但是我们通过查找资料发现,如果单方面的使用一个 AD 变换器,将我们从加速度传感器中得到的电压信号转换成为数字信号并达到精度要求,成本将会很高。现有很多的单片机中已经集成了 AD 转换模块,并且整个单片机的价格要低于单买单个三通道 AD 转换芯片。更为可观的是,我们可以利用单片机本身的处理功能对 AD 转换所得到的数字信号进行处理,预判动作。而且单片机中集成了很多的通信协议,简单而健壮,从而可以减轻核心板的负担和整个项目的开发难度。我们最终选择了 freescale 公司的 MC9S08QG8 单片机。它集成的八通道 9bit AD 转换模块。正好和我们使用的三轴加速度传感器的三通道输出相匹配,体积也很小,适用于便携设备。

以下是手持部分的原理图,包括单片机和传感器。

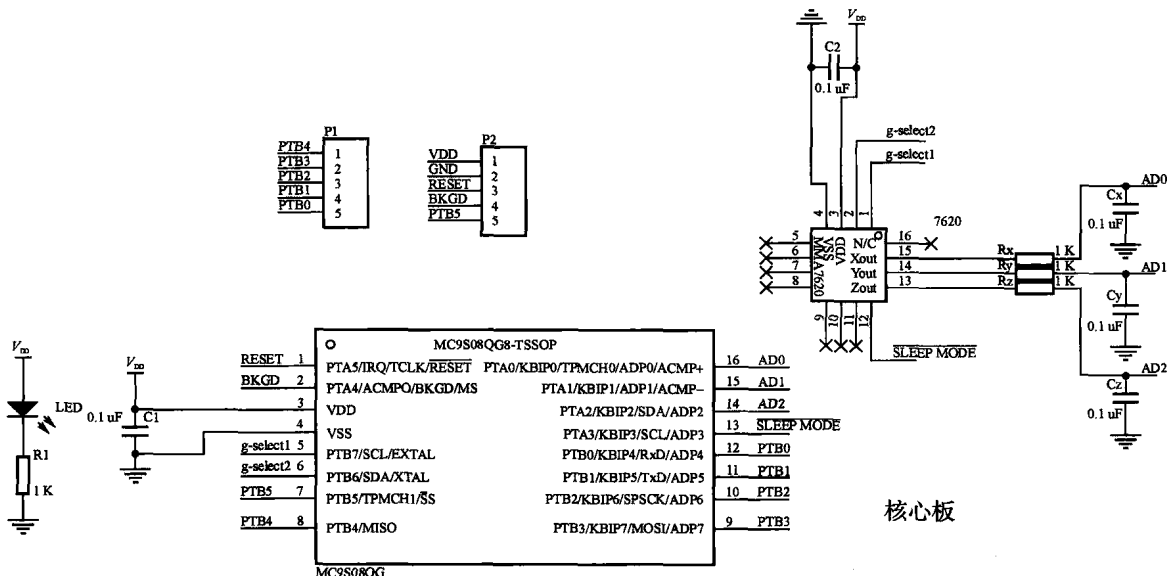


图 1

PTA0、PTA1、PTA2:输入;分别接三向加速度传感器的 x、y、z 端口输出,读取加速度传感器的 x、y、z 轴的模拟数据。

PTA3:输出;接三向加速度传感器的 Sleep 引脚用于使传感器处于休眠状态从而降低功耗和锁定,避免运动时的干扰。

PTB0:输入;作为串口接收脚,用于接收从核心板传来的命令。

PTB1:输出;作为串口发送脚,用于向核心板发送由加速度传感器所测的经过单片机处理后所得到的动作信息。

PTB6、PTB7:输出;接加速度传感器的 gselect 引脚,从而控制加速度传感器的灵敏度。

2.3 动作判断

利用 freescale 公司的 FreeMASTER 软件,我们很方便地进行程序在线调试,方便的查看程序所有全局变量,具体软件和使用方法查询 freescale 官方网站。以下得到的数据均使用为 FreeMASTER 软件,以时间和 AD 转换值为坐标绘图得到。

每次每个方向采样 20 个数据,由于第一个数据的可靠性比较大,所以我们采用每组数据的第一个数据作为比较依据。经过多次测试,当 x 方向的数值小于 80 时,为右转动作,x 方向的数值大于 170 时,为左转动作;y 方向的数值小于 70 时,为向上抬得动作,y 方向的数值大于 160 时,为向下压的动作。虽然以上能表示一个人的动作,但由于人的动作时间相对单片机处理分析速度,差别还是太大,往往人的一个动作,分析判别后处理成同一个动作连续进行。为了解决这个问题,使单片机和人同步,我们记录下上上次和上次的动作,根据上几次的动作对当前动作进行过滤。思想很简单,如果连续几个相同的动作,就判断一次动作,不相同则切换。动作切换必然带有前后动作的变化,记忆之前的动作就可以实现,这样既不多判,也不少判。当然我们的判别方法还很简陋,更加精确的算法有待商榷。图 2 为右摇时 AD 转换器所得到的结果。图 3 为前后左右摆动数据。

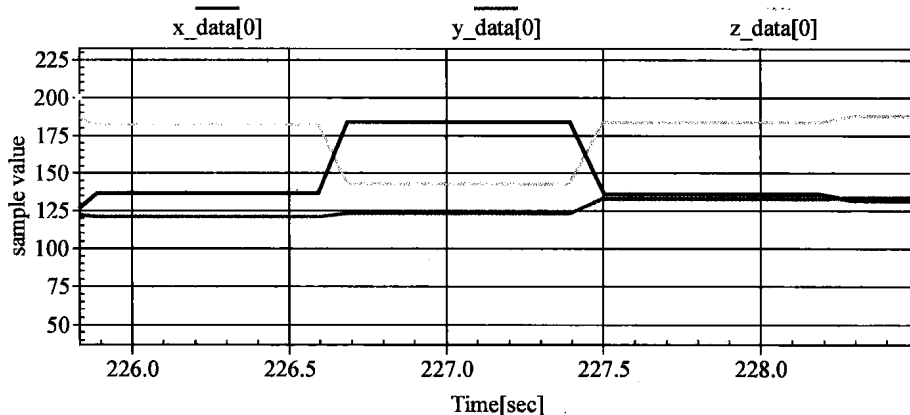


图 2

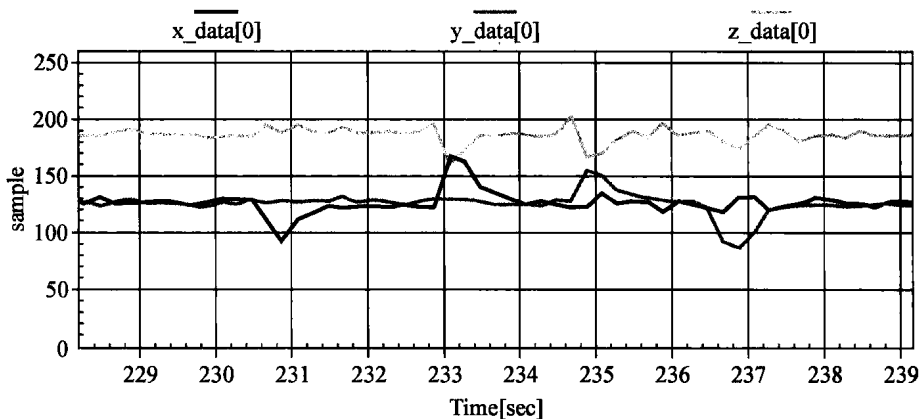


图 3

在判别动作后,通过串口通信协议,发送双方约定的动作 ID,具体见表 1。

表 1

动作定义	动作代码	宏定义
左摇	0x4C	LEFT
右摇	0x52	RIGHT
下摇	0x44	DOWN
上摇	0x55	UP
无动作	0x00	NO_ACTION

通过串口协议,核心板也可以对传感器和单片机进行一定的控制,包括传感器灵敏度调节,锁定休眠功能,使得后期的测试开发更加的方便。

2.4 MP3 控制

本项目以 LINUX 操作系统为平台,良好的系统可定制、可移植性,使得在其在嵌入式领域占有重要的地位。LINUX 有很多好的进程通信机制,如内存共享、管道、多线程、信号等,最终我们选择了信号作为控制通信的桥梁。利用 LINUX 内部完整的串口驱动程序,我们可以很轻松地通过在串口的软中断接收程序中发射信号给指定的程序,也就是播放器程序。然后播放器程序接收并判断信号类型,给相应控制全局变量赋相应的控制值,使得我们的介入控制变得可能。控制使用的是播放器自带的机制,更加的稳定可靠。我们使用的 MP3 播放软件是 madplay,其默认的控制是通过终端键盘来实现的。在我们设计时为了达到用动作产生的信号量来控制播放同时不去大量修改 madplay 的程序源码,我们截断播放器与键盘的联系,与串口连接上,使得我们基本不用修改上层的机制就能够控制整个播放器的动作。

具体系统移植和需要的源代码软件包详见 www.armfans.net。

2.5 MP3 播放

我们没有必要,也没有精力与能力去编写一个 MP3 播放器程序。但是如上,我们很巧妙的选择播放器程序,避开了一系列的难题,最后项目得以实现。可以说我们的控制用的很巧妙,我们利用 MP3 自带的控制机制,通过巧妙的修改创造自己动作控制。开始的时候我们上网搜寻了很多的 LINUX 播放器,由于我们的特殊需要(基于终端控制台的控制是我们考虑的重点,控制台是最好的控制平台!!),很多都被淘汰了,最终又回到了 madplay 上,它基于控制台的控制方法,使得我们“有机可乘”。播放器有丰富的快捷键功能,在用命令行播放 MP3 文件时,可利用键盘来控制播放,具体有如下快捷键:P(暂停播放) S(停止播放) F(下一首) B(上一首) + (音量增大) - (音量减小)。这些控制功能足以满足我们的传感器操作目的。

在以上之余我们还编写了 miniGUI 程序,扩展触摸屏硬件,实现播放器的触摸,动作双模控制。在一般情况下使用动作控制,在运动情况下锁定传感器,使用触摸控制。我想这应该是最后的趋势,miniGUI 程序编写不再赘述,触摸屏驱动可在 armfans 网站得到。但以上方案在效果上有点欠缺。SEP4020 本来是定位在工控领域的控制器,我们这次冒昧将其使用在多媒体方面,有点勉强。

3 系统优化

我们优化了 LINUX 系统,在开机自动挂载 SD 卡,使用 shell 脚本,自动的在指定文件夹搜寻歌曲,生成播放列表,然后启动播放程序,实现程序的自启动和系统的专用

4 结束

在此项目中,我们虽然实现了自己的想法,在软件和硬件成本方面还欠缺考虑,没有到达产品级别,仅供学习。

参考文献

- [1] 《unix environment programing》
- [2] 《Serial Programming HOWTO》 Gary Frerking
- [3] SEP4020 LINUX 参考手册 南京博芯电子有限公司

本科组一等奖作品

多终端网络信息服务系统

谢 震 曹 飞 杨林成

1 设计概述

本作品是一款基于 SEP4020 的多终端网络信息服务系统,可以实现各客户端与服务器之间的信息交互。本作品扩展性强,稍加改动可应用于多种场合,诸如楼宇信息公告,公园游览导航等。本次大赛将之应用于物流管理平台,使用 LCD 显示屏作为客户端的输出设备,客户端使用输入设备输入物品条形码,并与服务器端进行信息交互,获取物品信息,并将其显示在 LCD 显示屏上。

2 作品简介

本作品使用基于 SEP4020 的嵌入式系统开发平台 UB4020MB_Lite 作为服务器,搭建 LINUX 嵌入式操作系统,移植嵌入式 WEB 服务器 BOA,通过以太网,以网页形式与客户端进行信息交互。由于使用嵌入式 WEB 服务器 BOA 技术,通过网络浏览器以网页形式进行信息交互,所以各客户端可以使用 PC 机,也可以使用带有网络浏览器功能的嵌入式系统,如本次大赛的开发平台 UB4020MB_Lite,我们搭建了 LINUX 嵌入式操作系统,使用 miniGUI 创建用户交互界面,并移植了嵌入式网络浏览器 eDillo。

输入设备我们使用的是基于 SEP4020 的嵌入式系统开发平台 UB4020EVB,实现从数字摄像头获取 256 阶灰度图像,将采集的图像在 VGA 显示器上显示,并识别图像上的二维条形码,将得到的条形码信息通过串口发送给客户端。

系统方案框图如下:

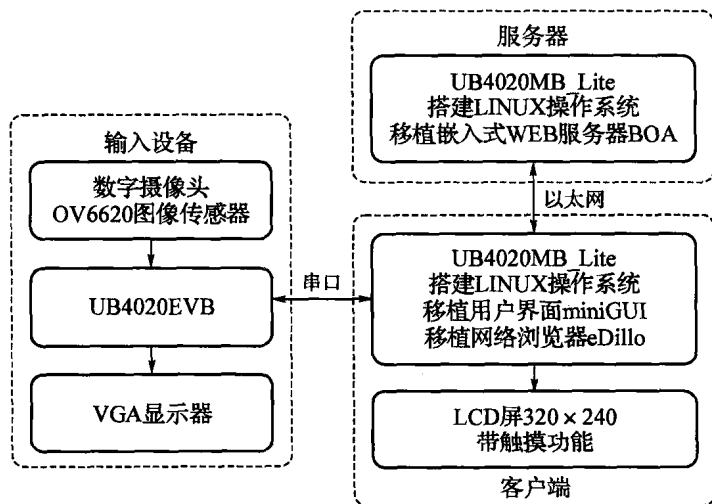


图 1 系统方案框图

3 系统方案

SEP4020 由东南大学国家专用集成电路系统工程技术研究中心设计,使用 0.18 um 标准 CMOS 的工艺设计,内嵌 ASIX CORE(32 位 RISC 内核,兼容 ARM720T,带 8KB 指令数据 Cache 和全功能 MMU),采用冯·诺依曼结构,考虑到 SEP4020 芯片中集成各种功能包括:

- (1) 8/16 位 SRAM/NOR FLASH 接口,16 位 SDRAM 接口
- (2) 10 M/100 M 自适应以太网 MAC,支持 RMII 接口
- (3) 64 K Byte 高速片上 SRAM
- (4) 支持 MMC/SD 卡
- (5) LCD 控制器,支持 640×480×16 位 TFT 彩屏和 STN 黑白、灰度屏
- (6) 4 通道 UART,均支持红外

同时本次大赛开发平台 UB4020MB_Lite 使用 SEP4020 为核心,对相关外围电路进行了有效的扩展,相关功能实现方便。

3.1 服务器端

3.1.1 嵌入式操作系统

SEP4020 内嵌 ASIX CORE,32 位 RISC 内核,兼容 ARM720T,带 8 KB 指令数据 Cache 和全功能内存管理单元(MMU),基于段(section)和页(page)的存储器访问,其中页支持 4KB 的小页和 64 KB 的大页,支持基于域的内存保护,可以运行完整的 LINUX 操作系统。

3.1.2 网络接口

随着技术的发展,嵌入式微处理器实现了高度整合,越来越多的功能模块集成在一个芯片中。此时,各个微处理器之间的通信也越来越迫切。在有效利用串口、并口等数据接口的同时,如何实现更广泛的以太网内数据传输成为设计的重点。为了实现这个目的,SEP4020 内建 ETHERNET MAC 控制器,以实现微处理器在以太网或局域网内的通信功能。该 MAC 控制器支持全双工、半双工模式下的 10 Mbps 和 100 Mbps 自适应传输,同时支持独立地址、多地址和广播地址的地址模式,可配置实现数据帧和控制帧的接受和响应。

3.1.3 嵌入式 WEB 服务器

嵌入式系统已经大量应用于各种场合,网络技术的发展使嵌入式系统的网络功能日益完善。在测控领域里,常常需要远程查询被测控对象的实时状态,或进行某种控制操作,采用服务器—浏览器进行工作的嵌入式系统,可以仅通过浏览器就完成所有的测控任务而不依赖于其他客户端程序,具有简单网络服务器功能的嵌入式系统可以方便地提供这种功能。

BOA 是一款单任务的 HTTP 服务器,与其他传统的 WEB 服务器不同的是当有连接请求到来时,它并不为每个连接单独创建进程,也不通过复制自身进程来处理多链接,而是通过建立 HTTP 请求列表来处理多路 HTTP 连接请求,同时它只为 CGI 程序创建新的进程,这样就在最大程度上节省了系统资源,这对嵌入式系统来说至关重要。同时它还具有自动生成目录、自动解压文件等功能,因此,BOA 具有很高的 HTTP 请求处理速度和效率,在嵌入式系统中具有很高的应用价值。

综上,本作品使用基于 SEP4020 的嵌入式系统开发平台 UB4020MB_Lite 作为服务器,搭建 LINUX 嵌入式操作系统,移植嵌入式 WEB 服务器 BOA,通过以太网,以网页形式与客户端进行信息交互。