

基于 SPI 接口的温度测量系统

孔令荣

(南京理工大学泰州科技学院 电子电气工程学院, 江苏 泰州 225300)

摘要 设计了基于 SPI 接口的温度测量系统, 采用 ATmega16 单片机控制, TC72 温度传感器采集温度, 以及 1602 液晶屏进行数据显示。系统主要由温度传感器电路、LCD 液晶显示模块电路、矩阵式键盘电路、报警电路和 ATmega16 单片机控制电路 5 个模块组成。ATmega16 单片机根据 TC72 温度传感器检测到的温度, 经一定的控制算法给出控制信号, 通过 LCD 显示出检测温度的大小; 矩阵键盘可以设定上限和下限温度, 当实时温度超出设定范围时, 报警电路会发出警报, 达到温度测量和控制的目的。

关键词 单片机; SPI 接口; 温度测量

中图分类号 TP368 **文献标识码** A **文章编号** 1007-7820(2013)02-079-05

Temperature Measurement System Based on the SPI Interface

KONG Lingrong

(Department of Electronic and Electric Engineering, Taizhou Institute, Nanjing University of Science and Technology, Taizhou 225300, China)

Abstract In the temperature measurement system based on the SPI interface, the ATmega16 microcontroller is used for control, integrated temperature sensor TC72 for collecting temperature, and LCD 1602 screen for data display. The system is composed of five modules: the temperature sensor, LCD display module circuit, matrix keyboard circuit, alarm circuit and ATmega16 single-chip microcomputer control circuit. The system can achieve real-time monitoring of temperature, the temperature of upper and lower limits setting and alarm functions. The design meets the requirements of social production temperature gathering and controlling.

Keywords single-chip microcomputer; SPI interface; temperature measurement

在当今农业和工业生产过程中, 温度作为一个基本物理量起着越来越重要的作用。随着科技的发展, 人们对温度测量的要求是越来越高, 对温度测量的范围也越来越广。因此, 温度测量和控制技术具有一定的必要性。

1 硬件电路设计

系统设计硬件电路分为: 控制电路、键盘电路、传感器电路、显示电路和报警电路。AVR 单片机接收到 TC72 温度传感器检测到的温度信号后, 经过控制运算给出控制信号, 通过 LCD 显示检测温度的大小; 矩阵键盘可以设定温度上下限值, 当温度超出设定范围时, 报警电路会发出警报, 达到温度测量和控制的目的。SPI 温控系统的工作原理如图 1 所示。

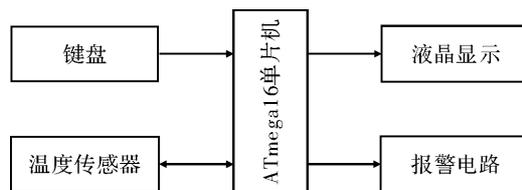


图 1 基于 SPI 接口测温系统

1.1 控制电路模块

AVR 单片机由 Atmel 公司利用 Flash 新技术, 研制的 RISC 精简指令集的高速 8 位单片机, 与 51 系列单片机相比, 在内部资源和接口方面, AVR 系列单片机更为丰富和强大。ATmega16 单片机是 AVR 单片机系列中的一种。

ATmega16 单片机是 ATmega 系列中一种高性能、低功耗的 8 位 AVR RISC 微处理器^[1]。它支持 131 条指令, 并且大多数指令只需要单时钟周期就能执行完成。因此, ATmega16 单片机的数据吞吐率可达 1 MI/S · MHz, 从而使系统在处理速度与功耗之间的矛盾得到了有效缓减。另外, ATmega16 单片机的内核不但指令集丰富而且它的通用工作寄存器达 32 个。其中运算逻辑单元与所有寄存器相连, 这样一条指令

收稿日期: 2012-07-13

作者简介: 孔令荣(1983—), 男, 讲师。研究方向: 信号及信息处理。E-mail: 642711803@qq.com

在一个时钟的周期内就可以同时访问两个独立寄存器。这种结构形式不仅提高了代码效率,而且其数据吞吐率比普通的 CISC 微控制器高 10 倍^[2]。

1.2 键盘电路模块

矩阵式键盘,由行线和列线组成,按键位于行、列的交叉点上,行、列分别连接到按键开关的两端,列线通过上拉电阻接到高电平。无按键动作时,列线处于高电平状态;有按键按下时,交点的行线和列线接通,列线电平状态将由与此列线相连的行线电平决定。行线电平如果为低,则列线电平为低;行线电平如果为高,则列线电平也为高。这一点是识别矩阵键盘按键是否被按下的关键。由于矩阵键盘中行、列线为多键公用,各按键均影响该键所在行、列的电平,所以必须将行、列线信号配合适当处理,才能确定闭合键所在的位置。矩阵式键盘节省了大量 I/O 接口,适用于按键数量较多的场合。本系统矩阵式键盘功能设计如图 2 所示。

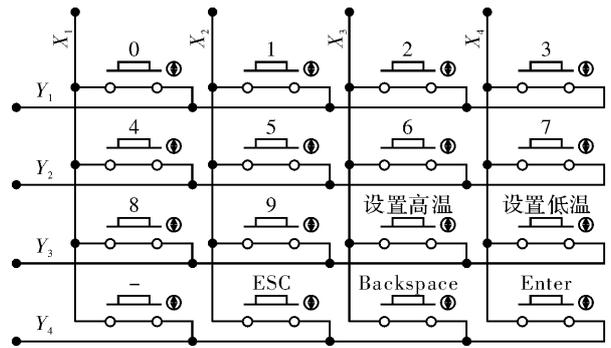


图 2 矩阵式键盘功能设计

16 键解码芯片 74C922 采用 CMOS 工艺技术制造,工作电压为 3 ~ 15 V,具有二键锁定功能,编码为三态输出,可与单片机直接连接,内部振荡器完成 4 × 4 键盘矩阵扫描,外接电容用于消抖,键盘矩阵的 4 行分别连接解码芯片 X₁ ~ X₄ 引脚,4 列分别连接 Y₁ ~ Y₄ 引脚。当有按键按下时,解码芯片的 DA 引脚向连接单片机的引脚输出高电平,同时封锁其他按键,片内锁存器将保持当前按键的 4 位编码。单片机与 74C922 的硬件连接图如图 3 所示^[3]。

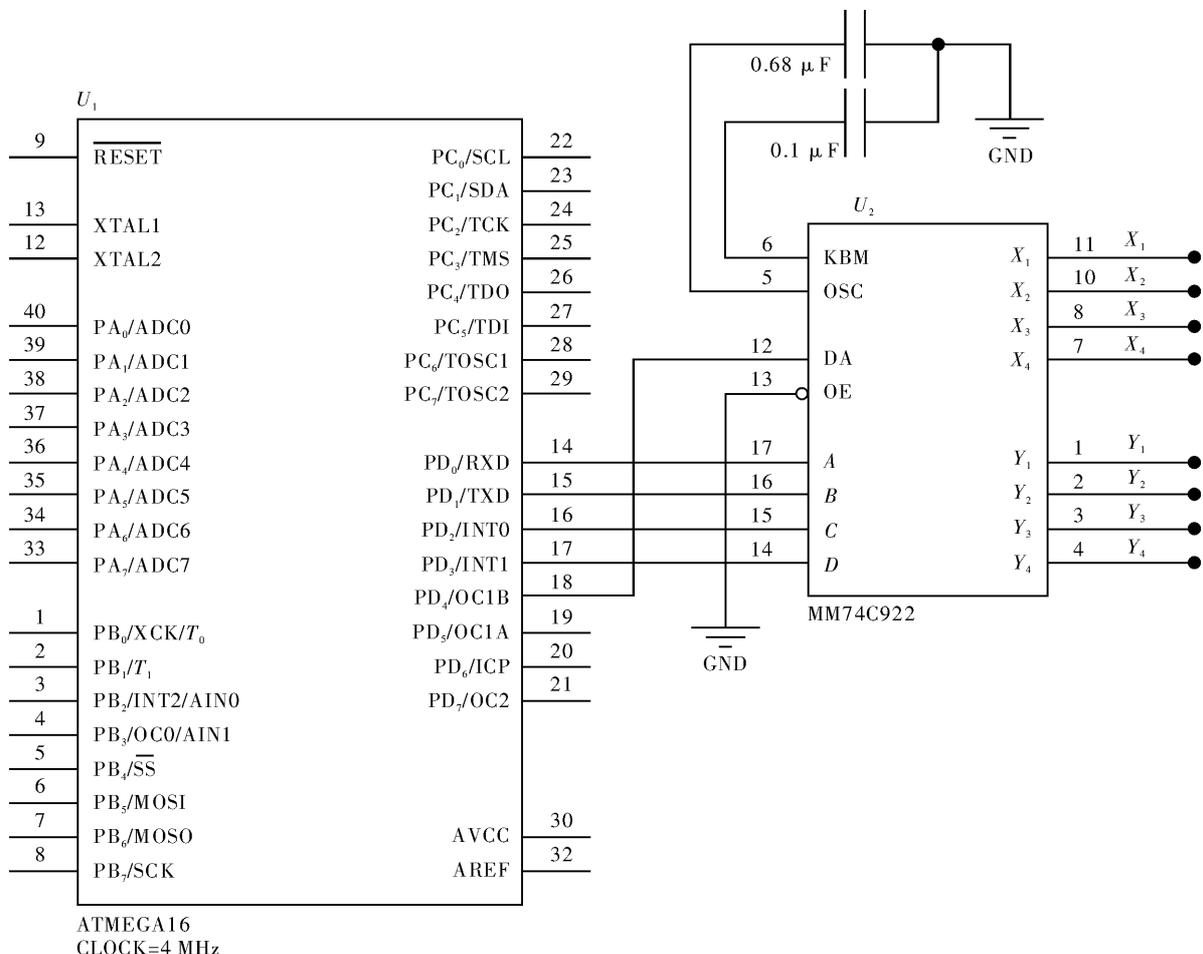


图 3 单片机与 74C922 的硬件连接图

1.3 温度传感器模块

设计使用的 TC72 温度传感器是一个数字温度传

感器,温度测量范围为 -55 ~ +125 ℃。该传感器具有一个 4 线串行接口,通过这个串行接口与单片机或

其他外围设备进行通信,并且该 TC72 接口与 SPI 协议兼容。同时在使用 TC72 时不需要附加外部电路,它可以工作于连续的温度转换模式(Continuous Conversion Mode)或单次转换模式(One - Short Mode)。在连续转换模式下,TC72 约每隔 150 ms 进行一次温度转换,并将获取的数据保存于温度寄存器中,后者在一次转化后即进入省电模式。TC72 寄存器地址如表 1 所示。

表 1 TC72 寄存器地址

| 寄存器 | 读地址 | 写地址 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 控制 | 0x00 | 0x80 | 0 | 0 | 0 | 单次 | 0 | 1 | 0 | 关断 |
| 温度低字节 | 0x01 | N/A | T_1 | T_0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 温度高字节 | 0x02 | N/A | T_9 | T_8 | T_7 | T_6 | T_5 | T_4 | T_3 | T_2 |
| 制造商 | 0x03 | N/A | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |

TC72 温度传感器 2 Byte 温度数据寄存器格式如表 2 所示。

表 2 TC72 温度传感器 2 Byte 温度数据寄存器格式

| 数位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|-----|----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 高字节 | 符号位 | 2^6 | 2^5 | 2^4 | 2^3 | 2^2 | 2^1 | 2^0 |
| 低字节 | 2^{-1} | 2^{-2} | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

1.4 LCD1602 显示模块

系统中由于要对实时温度和报警温度进行显示,因而选择 LCD1602 显示屏作为输出器件。LCD1602 字符型液晶显示屏有 16 条或 14 条引脚线,多的 2 条引脚线用于接背光电源正负极,平时使用较少。LCD1602 可以显示两行且每行 16 个字即 32 个字符,而且 LCD1602 价格便宜,其外围电路的配置简单,具有较高的性价比。LCD1602 内部的字符发生存储器存储了包括英文字母的大小写、常用的符号及阿拉伯数字等 160 个不同的点阵字符图形,其中每一个字符都对应着一个固定的代码,例如“B”的代码是 01000010B (42H),显示时模块把地址 42H 中的点阵字符图形显示出来,这样就能够看到字母“B”。单片机与 LCD1602 显示屏的硬件连接如图 4 所示。

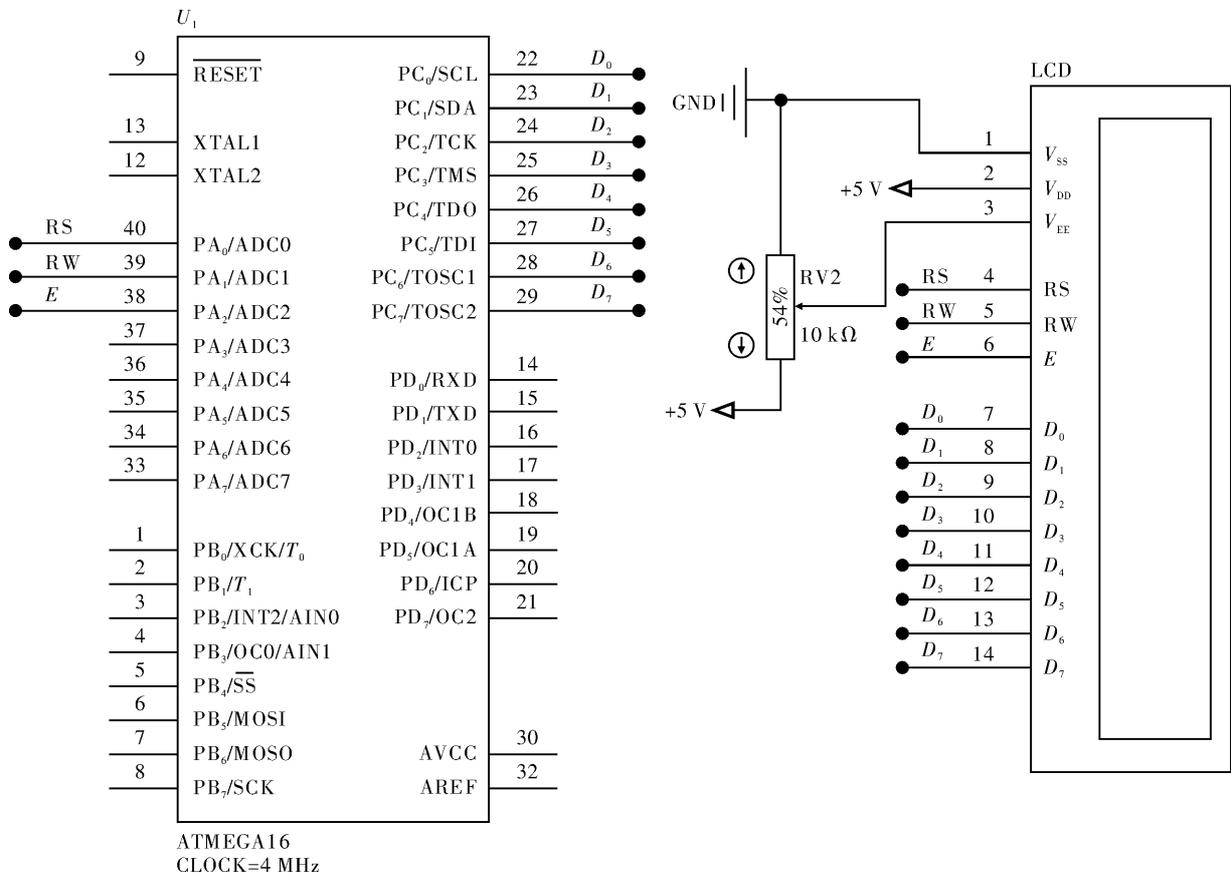


图 4 单片机与 LCD1602 显示屏硬件连线图

2 软件设计

在单片机系统中,单片机之所以处于核心地位,最

重要的原因在于单片机上能够运行强大的软件。因此可以说,硬件是设计的基础,软件是设计的关键。只有软硬件协调配合,应用系统才能良好的工作。

2.1 系统总流程图

流程图分析:当电源上电后,系统进行初始化,系统开始运行,启动 TC72 温度传感器并读取温度;若此时温度没有超出设置的报警温度,则液晶正常显示;若超出报警温度,则蜂鸣器开始报警,按 ESC 键可退出报警。液晶正常显示后,系统程序对键盘进行扫描,若有设置键按下,则开始对报警温度进行设置,设置完成后重新读取温度并显示。系统总流程图如图 5 所示。

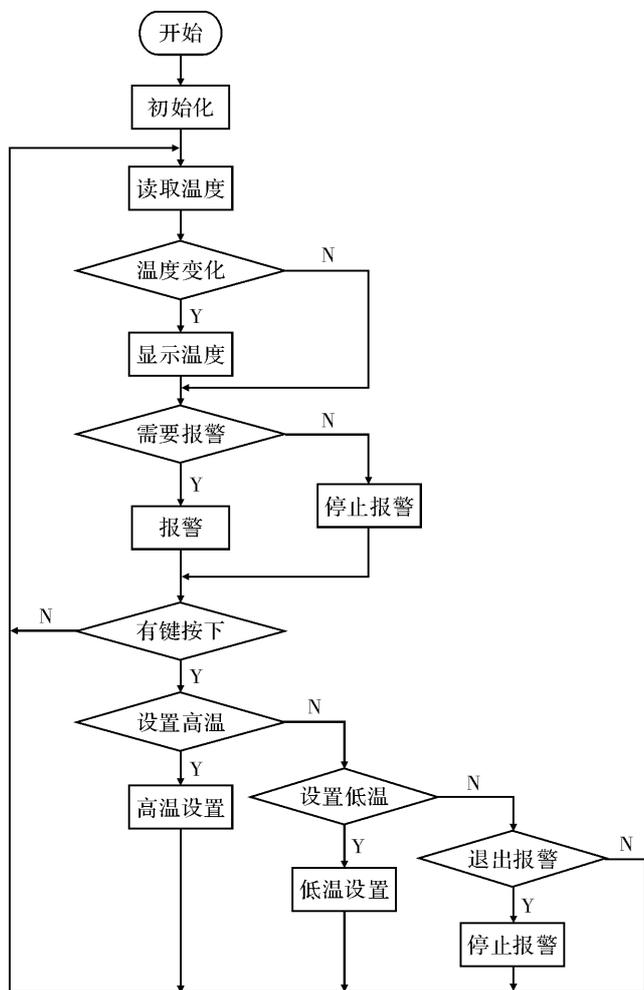


图 5 系统总流程图

2.2 键盘程序流程图

流程图分析:若有设置键按下,则进入设置温度模式;若无按键按下,则读取温度数据送入液晶屏显示。在设置模式下设置温度,完成后再送数据到液晶屏显示。键盘程序流程图如图 6 所示。

2.3 LCD 显示程序流程图

流程图分析:首先对 1602 显示屏进行初始化,然后进行忙信号检查,如果 BF = 0,则开始读取温度并写入相应的数据进行显示;如果 BF = 1,则表示模块正在进行内部操作,暂时不会接收任何数据及外部指令,直到 BF = 0 为止。LCD 显示程序流程图如图 7 所示。

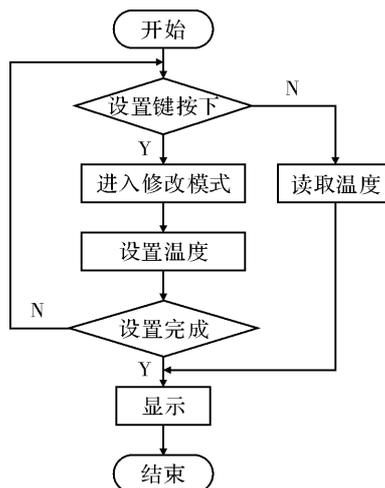


图 6 键盘程序流程图

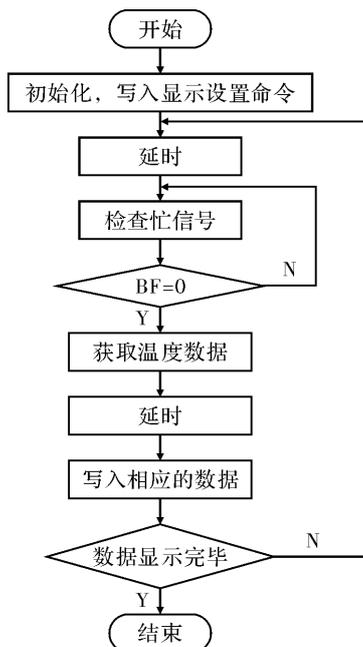


图 7 LCD 显示程序流程图

3 仿真与调试

单片机应用系统的调试主要从软件调试和硬件调试两方面入手。两种调试过程紧密相关,而非分开或孤立的,在基于 SPI 接口的温度测量系统设计中,用到了 AVR Studio 4 + Win AVR 和 Proteus ISIS 软件。

模拟调试:首先运行 AVR Studio 软件,在新建项目窗口中输入设计所用的程序,输入完成后进行编译、运行、保存。然后在 Proteus ISIS 软件中画出硬件电路图并进行电气规则检查;如果电路设计无误,选中单片机 ATmega16 并双击,在对话框中点击 Program File 按钮,找到经过 AVR Studio 软件编译生成的 hex 文件,载入后点击 OK 按钮。完成后在 Proteus ISIS 的 Debug 菜单中选择 Execute,即可运行程序。

(下转第 86 页)

象层(HAL)的调用是关键。将 Android 系统移植到其他硬件平台或在 Android 系统中添加新硬件支持时,都需要对 Android HAL 层进行移植或实现在 libhardware接口的头文件 hardware.h 中,定义了 HAL 实现过程中的 3 个通用结构体 struct hw_module_t、struct hw_module_methods_t 和 struct hw_device_t。struct hw_module_methods_t 用来表示一个模块表示方法,结构体中只包含了打开模块的函数指针。struct hw_module_t 用来定义一个硬件模块的信息,具体的硬件模块中,需要“继承”这个结构体。struct hw_device_t 用来表示一个硬件设备,在一个硬件模块中可以同时包含多个硬件设备。在一个模块的 HAL 层开发中,具体的硬件调用流程为^[7]:(1)通过 ID 得到硬件模块。(2)从硬件模块得到 hw_module_t,打开得到硬件设备 hw_device_t。(3)调用 hw_device_t 中的各个方法。(4)通过 hw_device_t 的 close 关闭设备。

Android 系统下 CAN 模块的实现在完成 SPI 总线和 MCP2515 控制器的驱动后必须实现 Android HAL 层的调用。CAN 总线的 HAL 层调用流程如图 6 所示。

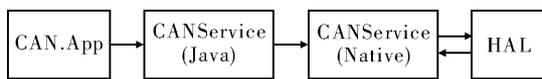


图 6 CAN 总线的 HAL 层调用流程图

编写 HAL 层使用 struct hw_module_t、struct hw_module_methods_t 和 struct hw_device_t 3 个结构体来设置对 CAN 模块的操作方法;JNI 层主要完成对 HAL 层提供的硬件操作方法的注册,JNI 通过 CAN_HARDWARE_MODULE_ID 找到对应的 stub,使 Framework 层可以使用这些方法;Service 层主要声明了 JNI 可以提供的方法,加载 libcan_runtime.so,加载时会调

(上接第 82 页)

实现功能的具体方法:按高温设置键,可调整当前温度的最高值,按 0~9 键,输入温度最高值的大小,按 Enter 键完成设置;按低温设置键,可调整当前温度最低值,按 0~9 键,可输入温度最低值大小,按 Enter 键完成设置;在进行高低温设置的过程中,可使用键盘中的 ESC、Backspace 键进行返回和删除操作。高低温设置完成后,可通过调节 TC72 温度传感器上的加减键进行实时温度调节;此时,如果调节的温度超出设置的温度范围,就会产生报警。

4 结束语

设计了一种基于 SPI 接口的温度测量系统,介绍

用 JNI 层的 JNI_OnLoad,这样 JNI 中的方法可以被 Service 调用;编写 App 应用程序,使 App 直接调用 service,完成 Android HAL 层的调用。之后将 can 文件夹放到系统 development 目录下。

配置环境变量执行 ./build/envsetup.sh。然后执行 mmm development/can 编译文件。最后,重新编译内核,生成镜像文件,下载并运行操作系统。此时,CAN 总线驱动程序将会加载,这样就实现了 Android 系统下 CAN 控制器 MCP2515 驱动程序的开发。

5 结束语

在分析 Android 驱动原理的基础上,介绍了 CAN 总线在 Android 下的实现流程,并添加了 CAN 驱动程序在嵌入式操作系统 Android 中,对其他 Android 平台非标准设备驱动程序的开发有一定的借鉴作用。

参考文献

- [1] 叶炳发. Android 操作系统移植及关键技术研究[D]. 广州:暨南大学,2010.
- [2] 阳宪慧. 现场总线技术及其应用[M]. 北京:清华大学出版社,1999.
- [3] Samsung Conpration. S5PV210[EB/OL]. (2011-05-18) [2012-08-04] <http://baike.baidu.com/view/8123492.htm>.
- [4] Microchip Conpration. 带有 SPI 接口的独立 CAN 控制器 MCP2515 [M]. USA:Microchip Technology Inc,2005.
- [5] 岳传真. Android 系统移植和应用程序开发[D]. 上海:复旦大学,2010.
- [6] 杨波,徐成,李仁发. 嵌入式 Linux 上 CAN 设备驱动程序的设计[J]. 科学技术与工程,2004,12(4):1019-1023.
- [7] 孟小华,黄宗轩. Android 系统非标准设备驱动程序设计[J]. 微型机与应用,2011,30(14):7-12.

了如何利用 AVR 单片机控制 TC72 温度传感器的新型设计方法。该设计利用单片机 C 语言,以 AVR 单片机为控制核心,通过使用具有 SPI 接口功能的 TC72 温度传感器,实现对温度进行实时监控显示和报警功能。

参考文献

- [1] 朱飞. AVR 单片机 C 语言开发入门与典型实例[M]. 北京:人民邮电出版社,2009.
- [2] 胡汉才. 高档 AVR 单片机原理及应用[M]. 北京:清华大学出版社,2008.
- [3] 杨正忠. AVR 单片机应用开发指南及实例精解[M]. 北京:中国电力出版社,2008.