

多路信号采集器的研究与开发

陶保壮,张义超,李 炜,吴建国

(安徽大学 计算机学院,安徽 合肥 230039)

摘 要:针对目前市场上的低成本、高效率多路信号采集器空缺的特点,从硬件和应用软件设计两个方面着手阐述了一个以 AT89S51 微控制器为核心器件,通过利用 Intel 8255A 扩展外围 I/O 接口芯片,采用软件方式实现对外围多路信号的采集,数据处理的结果由串口发送出;算法上利用 51 系列单片机位操作的特点和数理统计分析方法,从而可以快速方便地对采集的信号进行处理操作。最终研制出具有成本低廉、经济实用、结构简单、算法高效、功能可靠等特点的多路信号采集设备。

关键词:AT89S51;多路信号采集;统计采样;位操作

中图分类号:TP302

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2008)11-0200-04

Research and Development of Multi-Channel Signal Collector

TAO Bao-zhuang, ZHANG Yi-chao, LI Wei, WU Jian-guo

(Computer School, Anhui University, Hefei 230039, China)

Abstract: Takes AT89C51 microcontroller as the core, the collector gathers multi-channel signal by expanding peripheral I/O interface, and the processing result is sent out through serial. Having developed a low-cost, simple-structure, reliable, and efficient multi-channel signal acquisition devices by using 51-microcontroller's operating characteristics analysis and mathematical statistics.

Key words: AT89C51; multi-channel signal acquisition; statistical sampling; bit-operation

0 引 言

目前,多输入多输出(MIMO)结构已经普遍应用于嵌入式产品中,尤其在信号处理和采集方面,本产品针对目前市场上的低成本高效率的多路信号采集器的空缺,核心器件采用低成本的 51 系列单片机,通过扩展 I/O 口,用软件实现对外围信号的采集,可同时采集 128 路信号,最多可采集 256 路信号(需要考虑 128B 的可位操作 RAM 存储空间的分配)^[1]。多路信号采集器主要完成的功能有 5 点:

- (1)通过扩展 I/O 口实现对多路数字信号的数据采集;
- (2)引入外部看门狗,保证采集器可靠的工作;
- (3)使用串口进行数据的发送和接收;
- (4)利用 51 单片机位寻址的特点,快速对多路信号进行处理;

(5)根据业务需要自定义内部数据处理协议。

1 采集器整体结构

1.1 利用 8255A 扩展 I/O 口

8255A 是为 Intel 公司的微处理器配套的通用可编程并行 I/O 接口芯片。8255A 有三种基本工作方式^[2]:

- * 方式 0:基本的输入/输出;
- * 方式 1:有联络信号的输入/输出;
- * 方式 2:双向传送。

8255A 复位时,所有端口(A、B、C)均被置为基本输入模式,如果和应用系统要求不符时就必须进行编程。向 8255A 控制寄存器写入一个控制字,以确定各端口的工作模式、I/O 方向等。在本采集器中,主要的目的是扩展 I/O 口,所以采用方式 0。如图 1 所示。

8255A 为一可编程的通用接口芯片。它有三个数据端口 A、B、C,每个端口为 8 位,并均可设成输入和输出方式,但各个端口仍有差异^[2]:

端口 A(PA0~PA7):8 位数据输出锁存/缓冲器,8 位数据输入锁存器;

端口 B(PB0~PB7):8 位数据 I/O 锁存/缓冲器,8

收稿日期:2008-06-23

基金项目:安徽省自然科学基金资助计划项目(2006KJ013A);安徽大学人才建设项目

作者简介:陶保壮(1972-),男,硕士研究生,研究方向为嵌入式系统设计与应用;李 炜,副教授,硕士,研究方向为嵌入式系统、智能 EDA;吴建国,教授,博导,研究方向为中文信息处理与智能 EDA。

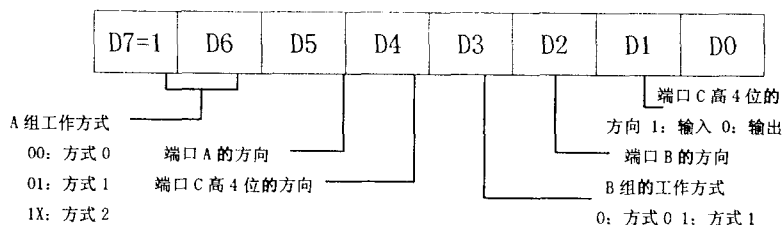


图 1 8255A 方式控制字^[2]

位数据输入缓冲器:

端口 C(PC0~PC7):8 位输出锁存/缓冲器,8 位输入缓冲器(输入时没有锁存);

在 8255A 中,除了这三个端口外,还有一个控制寄存器,用于控制 8255A 的工作方式^[1]。因此 8255A 共有 4 个端口寄存器,分别用 A0、A1 指定:

$A1=0, A0=0$, 表示访问端口 A;

A1=0, A0=1,表示访问端口 B;

$A1=1, A0=0$, 表示访问端口 C;

A1=1, A0=1,表示访问控制寄存器。

如图2所示,51单片机通过P0口与8255A的数据端口D0~D7相连,片选信号和方式控制字由51单片机的P2口控制^[3],由于篇幅所限,上图只给出了扩展一片8255A原理图,在实际使用中,根据情况需要,可以通过单片机的P1口再扩展一片8255A。

这里值得注意 3 点:

(1) 由于 51 单片机 P0 口的特点, 在实际使用中需要加上阻值为 $1\text{k}\Omega$ 的外部上拉电阻^[1];

(2)在每次对 8255A 的数据进行读写操作后,需要关闭 CS 片选信号,对 P0 口置位,再重新打开片选

信号,如果不这样做,在实际操作中,读出的高电平可能只有 1.83V 左右,导致逻辑 1 可能会变成逻辑 0, C 语言程序如下^[4]:

P2_0 = 1; //CS 为 1, 禁止 8255A

读写

P0=0xFF; //置 P0 口为高电平

P2_0=0; //CS 为 0,重新选通 825A

(3) 由于外部电路操作的时序和单片机不一致,所以在程序中,需要适当地加入延时。延时函数如下^[4]:

```
void delay(uchar x)
```

```
uchar i,j;
for(i=0;i<x;i++ ) for(j=0;j<x;j++ );
```

1.2 看门狗

看门狗定时器是一个计数器,基本功能单片机内部程序跑飞后使系统复位。看门狗计数器正常工作时自动计数,程序流程定期将其复位清零,如果系统在某处卡死或跑飞,该定时器将溢出,并将进入中断^[3]。在定时器中断中执行一些复位操作,使系统恢复正常的工作状态。

看门狗中断服务程序 C 语言代码:

```
void timer0(void) interrupt 1 using 1
```

```
//基准频率校正并喂看门狗
```

$$ETO = 0;$$
$$\text{TR0} = 0;$$

WDTRST=0x1E; //喂狗

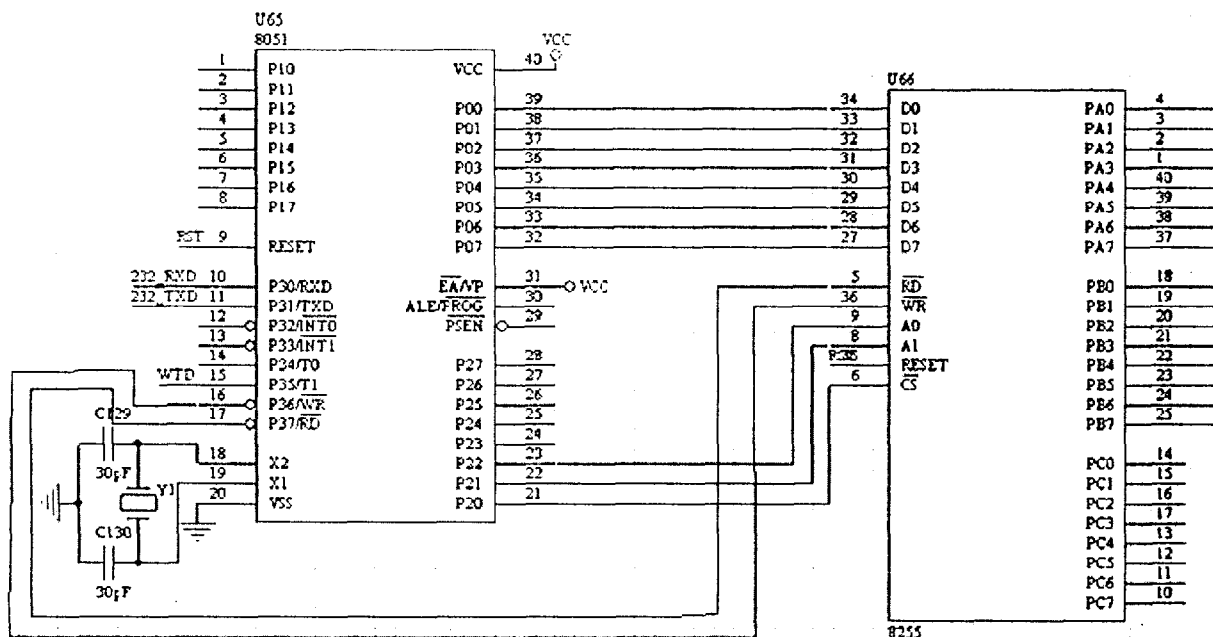


图2 8051采用8255A扩展I/O口^[1]

```

WDTRST=0xE1;
TH0=0xEA; //重新装载时钟
TL0=0x60;
TR0=1;
ET0=1;
}

```

使用中断函数需要注意的是中断函数没有参数,中断函数声明不能包含返回值,如上 void timer0(void) 的返回值和参数都为 void,如果缺省,就可能引起默认参数为整型的编译错误。编译器不允许直接对中断函数的调用等,中断函数在定时器 0 将溢出时自动调用,在其他任何处调用是没有意义的。

1.3 串口发送

串口的发送和接收原理比较简单,这里就不再详述,串口的初始化 C 程序如下:

```

void serial_init(void) // 串行通讯初始化函数,在程序开始时调用
{
    SCON=0x50; // 设置串行口控制寄存器工作方式 1,并允许接受
    PCON &= 0x7F; // 清除最高位 SMOD,该位为 baud 增倍位
    TMOD=0x21; // 设置其工作模式 2
    TH0=0x21; // T1 5ms 中断
    TL0=0x4c;
    ET0=1;
    IE=0x82;
    TH1=0xFD; // 9600baud, 11.0592 MHz xtal
    TL1=0xFD;
    TR1=1;
    TR0=1; // 开始计数
    TI=1;
}

```

串口发送程序:

```

void sendata(void)
{
    UCHAR8 temp; // 定义临时发送数据位
    for (i=0; i<Len_Data; i++)
    { // 根据数据包的长度,决定发送次数
        temp=Data<<8;
        SBUF=temp;
        while(!TI); // 空语句判断字符是否发完
        TI=0; // 清 TI
    }
}

```

2 位操作的实用技巧

多路信号采集器往往要对采集的信号进行位处理,如果采用通用数据寄存器就需要进行定位操作,这

不仅加大了宝贵 RAM 资源的开销,同时也加大了运算的复杂度^[3]。本采集器使用 DATA 区可字节、位混合寻址的 16 字节区(20H-2FH),可以快速方便地进行信号处理操作。

在使用 bdata 数据类型的时候,需要注意的是 bdata 类型变量必须定义在全局空间,用 bdata 定义的 bit 类型变量也必须定义在全局空间;bdata 存储类型和数据存储类型一样处理,除了用 bdata 声明的变量位于内部数据区的位寻址区。注意这个区域的总的大小不超过 16 个字节。C 语言源程序如下:

```

UCAHR8 OneSacnData; //一路检测数据
UINT32 bdata bOneRouteData; //一路可位寻址的 32 位数据

sbit bOrd0 = bOneRouteData ^ 0; //OneRouteData 的 0 位数据
sbit bOrd1 = bOneRouteData ^ 1; //OneRouteData 的 1 位数据

sbit 数据类型用一个指定的变量作为基地址,用位位置来得到一个实际的位地址。实际的位地址不等于特定数据类型的逻辑位地址。实际位地址 0 对应第一个字节的位地址 0。实际位地址 8 对应第二个字节的位地址 0。

```

3 数据处理协议的制定

弱点信号比较容易收到外界电磁场的干扰,需要考虑其抗干扰能力,在电路布局上充分考虑了抑制干扰源、切断干扰传播路径和提高敏感性元器件的抗干扰能力。由于多路信号采集器对信号要求比较高,除了在硬件进行优化外,在内部数据处理时,采用统计分析策略,某段时间内,当采集的有效数据达到或超过 70% 以上时,才认为信息是有效的,最大限度地保证了数据采集的有效性^[5]。

表 1 协议数据包

版本(8bit)	流水号(32bit)	IP 地址(16bit)
数据段		校验段(16bit)

在制定通信协议时,一般需要给出版本号、流水号、IP 地址、数据段、数据校验段,见表 1。版本号通知数据接收端需要采取的解析算法,版本号定义成 char 型即可;流水号加 IP 地址是协议身份的唯一标志,在接收端处理设备中是唯一的,接收端根据需要可以进行高级数据处理,如神经网络预测或数据挖掘等等。流水号一般需要 long int 类型,IP 地址可以根据需要自行设定,一般 2 个 char 字节就可以,数据段根据需要可以定义成结构体或数组或混合体,数据校验段本采集器采用累加策略,让所有的数据按 char 类型进行累加,最后取整型余数^[4]。

```
typedef struct CommunicationProtocol
```

```

}
uchar VersionEnum; //版本号
uint IdEnum; //流水号
int IpEnum; //IP 地址
uchar Data[20]; //数据段
int VerCode; //校验代码
|CP, * pCP; //通信协议的定义

```

4 结束语

多路信号采集器是一个具有多路信号并行采集、粒度计算和串行传输的信号采集和处理中间设备,介绍了采集器的整体结构、位操作编程技巧和统计采样算法思想以及协议的制定。

目前,该多路采集器广泛应用于交通信号灯信号采集器、集中控电机房无线监控器和 DCS 网络通信集

中监控器等领域,该产品具有经济、实用、高效和可靠等众多优点。

参考文献:

- [1] 曹巧媛. 单片机原理及应用[M]. 北京:电子工业出版社, 2001.
- [2] 何立民. MCS-51 系列单片机应用系统设计系统配置与接口技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2000.
- [3] 陈萌萌, 邵贝贝. 单片机系统的低功耗设计策略[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2006(3): 1-3.
- [4] Zurell K. 嵌入式系统的 C 程序设计[M]. 艾克武译. 北京:机械工业出版社, 2001.
- [5] 尧 鹏, 谢志江, 余中云. 一种高精度数据采集无线传输系统硬件设计[J]. 重庆大学学报:自然科学版, 2006(4): 9-11.

(上接第 196 页)

4 结束语

结合 DM6446 的开发经验,成功将 U-Boot 移植到 DM6446 处理器上,实现 DM6446 上电后自启,并能够正确地引导嵌入式 Linux 操作系统。该移植方式具有一定的通用性,可以广泛应用到其它的处理器和应用系统中,对嵌入式开发人员有一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 孙纪坤, 张小全. 嵌入式 Linux 系统开发技术详解——基于 ARM[M]. 北京:人民邮电出版社, 2006: 108-141.
- [2] TEXAS Instruments. TMS320DM6446 Digital Media System

- on - Chip[M]. TEXAS: TEXAS INSTRUMENTS, 2007: 21-23.

- [3] TEXAS Instruments. TMS320DM644x DMSoC DDR2 Memory Controller User's Guide[M]. TEXAS: TEXAS INSTRUMENTS, SPRUE22A, 2005: 23-57.
- [4] TEXAS Instruments. TMS320DM644x DMSoC ARM Subsystem Reference Guide [M]. TEXAS: TEXAS INSTRUMENTS, SPRUE14A, 2007: 127-138.
- [5] 毛德操, 胡系明. Linux 内核源代码情景分析(下册)[M]. 杭州:浙江大学出版社: 120-163.
- [6] 潘 浩, 马艳敏, 白 瑛, 等. Bootloader 在 AT91RM 9200 系统中的实现[J]. 微计算机信息, 2007, 23(1-2): 168-170.

(上接第 199 页)

噪声也明显减小,对光谱利用峰值拟合算法进行定量分析^[5]。以滤除干扰之后的气体透过率光谱为拟合对象,将其与数据库中的气体分子模型光谱进行拟合,在算法中通过迭代使残差的加权平方和最小,最终获得气体浓度等重要的光谱拟合结果^[6]。

4 结束语

文中对 FTIR 实测光谱进行小波分解和软阈值去噪,再通过小波合成还原得到了去噪之后的透过率光谱信号。保证了气体在不同红外吸收波段分析的准确性,使含量较低的 C₂H₄ 气体的定量分析得到了保证,提高了检测微弱气体光谱信号的灵敏度。该方法在多组分痕量气体的定量分析中得到了很好的应用,在环境气体的光学方法监测中具有一定的应用前景。

参考文献:

- [1] Jaakkola P, Tate J D. Instrumental Resolution Considerations for Fourier Transform Infrared Gas-phase Spectroscopy[J]. Appl. Spectrosc., 1997, 51(8): 1159-1169.
- [2] Berry R J, Hart B K. A Low Resolution Spectrometer for Open Path Fourier Transform Infrared Spectrometry[J]. Field Anal. Chem. Tech., 1999, 3(2): 131-138.
- [3] 赵红怡, 张常年. 数字信号处理及其 MATLAB 实现[M]. 北京:化学工业出版社, 2002.
- [4] 彭玉华. 小波变换与工程应用[M]. 北京:科学出版社, 1999.
- [5] 朱 军, 刘文清, 刘建国, 等. 基于峰值拟合算法的光谱分析[J]. 计算机技术与发展, 2006, 16(4): 125-126.
- [6] Zhu J, Liu W. Research on analyzing atmospheric transmittance based on infrared radiation measurements[J]. Proceedings of Spie, 2004, 5832(10): 83-90.