

基于单片机的IDE硬盘控制的研究与设计

Research and Design of IDE Hard Disk based on Single Processor

李家星 苗长云 李鸿强

(天津工业大学信息与通信工程学院 300160)

摘要: 本文提出了一种用单片机扩展8255来控制IDE硬盘的方法,并给出了完整的硬件和软件设计方案,详细讨论并成功解决了控制过程中所遇到的问题,较好的实现了对硬盘的存取操作。

关键词: 单片机 IDE 接口

Research and Design of IDE Harddisk Control based on Single Processor

Li,Jiaying Miao,Changyun Li,Hongqiang

(School of information and communication of Tianjin Polytechnic University ,Tianjin 300160)

Abstract: This paper comes up with a kind of method that single processor controls IDE hard disk by 8255,and circumstantiates the designs for the hard and the soft. Moreover, this paper discusses problems in course of controlling, then provides the solutions. So we can accomplish access operation for IDE hard disk.

Keywords: Single Processor IDE Interface

1. 概述

近年来作为数据存储介质的硬盘,其接口智能化程度越来越高,容量不断增大,反而体积在变小,并可脱离系统主机,控制起来比较方便,已经受到人们的普遍重视。现今,在许多以单片机为核心的持续数据采集存储应用系统中,数据存储是一项关键技术,因此,若能将脱机高速大容量硬盘应用到此类系统中,则可提高读写速度、降低单位成本、具有很大优势。但是,硬盘读写是一个复杂的过程,它涉及到硬盘的接口方式、寻址方式、控制寄存器模型等。这样以来,我们就急需找到一种方案,占用较少的单片机资源,却能比较方便的控制硬盘.本文通过 8255^[1]对单片机进行I/O扩展,驱动IDE硬盘,成功的解决了上述问题,从而使硬盘可以应用到许多智能系统中。

2. 系统硬件结构

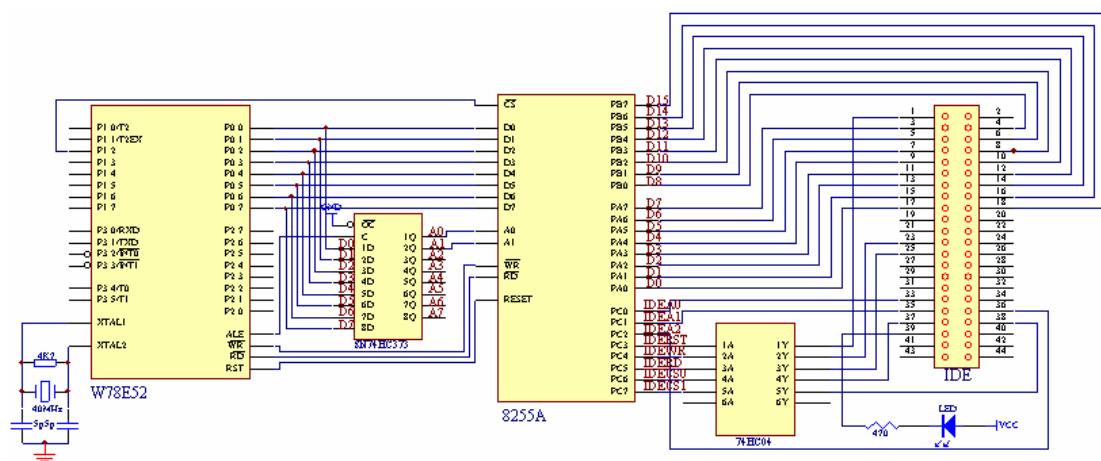


图1 系统原理图

如图 1 所示, 本系统由单片机 (W78E52)、地址锁存器 (74HC373)、8255、施密特反向器 (74HC04)、IDE 硬盘驱动器组成。单片机通过 8 位数据总线、A0、A1、CS、WR、RD 与 8255 相连。单片机将 8255 作为 I/O 口扩展, 8255 的端口 A 和端口 B 与 IDE 接口的 16 位数据线相连; 端口 C 产生 IDE 总线的控制信号。IDE 接口的 DASP 脚所接的 LED 作为指示灯, 类似 PC 机, 当硬盘忙时, 指示灯亮。

IDE^{[2][5]}接口是将ST506控制器集成到驱动器中, 从处理器角度看, IDE接口可被描述成一系列I/O端口----一组8/16位的I/O端口, 两根片选线 (CS1FX和CS3FX), 读写控制线 (RD和WR), 三根地址线 (DA0, DA1, DA2) 和一个中断请求 (INTRQ) 以及用来设置数据传输模式的控制线。IDE接口在硬盘的存取采用16位数据总线方式。在ATA^[3]标准中, IDE接口对硬盘的输入输出操作均是通过对相应寄存器的读写来实现的, 这些端

口寄存器统称为命令块寄存器, 是由片选线和地址线进行统一编址的, 其功能如表1所示:

表 1 IDE硬盘驱动器中端口寄存器功能及地址分配

地址选择					寄存器名及其功能		
CS1FX	CS3FX	DA2	DA1	DA0	读操作	写操作	
1	0	0	0	0	数据寄存器	数据寄存器	16
1	0	0	0	1	错误寄存器	特性寄存器	8
1	0	0	1	0	扇区计数器	扇区计数器	8
1	0	0	1	1	扇区号寄存器	扇区号寄存器	8
1	0	1	0	0	柱面号寄存器 (低字节)	柱面号寄存器 (低字节)	8
1	0	1	0	1	柱面号寄存器 (高字节)	柱面号寄存器 (高字节)	8
1	0	1	1	0	驱动器/磁头寄存器	驱动器/磁头寄存器	8
1	0	1	1	1	状态寄存器	命令寄存器	8

系统使用PIO模式。该模式采用高速的数据块I/O, 以扇区为单位, 用中断请求方式与CPU进行批量数据交换。通常情况下, 在扇区读写操作时, 每次按16位长度通过内部的高速PIO数据寄存器进行传输, 每传输一扇区数据就产生一次中断。

系统不能直接用 8255 的输出控制 IDE 接口, 是由于 8255 有一个不良特性: 当切换芯片 I/O 口的输入/输出模式时, 将重新复位所有的引脚状态, 当然也包括所有的输出信号。这对于作为数据总线的信号影响不大, 但对控制信号却有不小的冲击, 尤其是它会将 IDE 接口的复位线使能 (IDE 的控制引脚都是低电平有效), 这样就不能正常控制硬盘。因此, 本系统通过 74HC04 将 8255 的控制端口接到 IDE 接口上。此时, 当 8255 改变 I/O 口的工作模式时, 所有的

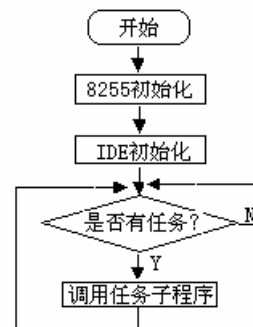


图2 主程序流程图

输出全部复位为“0”，经 74HC04 后所有的控制信号被拉成高电平，IDE 驱动器就不会处于使能状态。

3. 系统软件设计

本系统的软件设计采用程序结构化和功能模块化的设计方法，以便于此设计具有良好的可移植性。系统软件包括主程序和任务子程序。任务子程序由读扇区 (Read_sector)，写扇区 (Write_sector)，错误处理 (Process_error)，逻辑块地址写 (wr_lba)，IDE读 (ide_rd)，IDE写 (ide_wr)等组成。主程序流程图如图2所示：

单片机上电后对8255以及IDE驱动器进行初始化，并不停查询键盘，以判断是否有任务到达，如有任务，则根据命令进入到相应任务子程序。在进入任务子程序之前，必须先检测IDE驱动器的状态，IDE驱动器的状态寄存器如表2所示：

表 2 状态寄存器

符号	位	功能描述	真值
BSY	D7	驱动器忙	1
DRDY	D6	驱动器准备好	1
DWF	D5	驱动器写失败	1
DSC	D4	寻道结束	1
DRQ	D3	请求服务。IDE希望经数据寄存器与CPU交换一字数据	1
CORR	D2	ECC校验错误	1
IDX	D1	收到索引信号	1
ERR	D0	命令执行出错	1

在PIO^[4]工作模式下，向硬盘发出命令前，必须先检测驱动器是否忙 (BSY)。如果在规定时间内硬盘驱动器一直忙碌，置超时错，否则表示硬盘驱动器空闲，可接受命令，对硬盘进行相应操作。IDE接口通过两个协议来执行命令：PI协议 (读扇区)和PO协议 (写扇区)。

3.1 读扇区操作

处理器在接收到读扇区的命令后，首先调用ide_rd线程，将8255数据线端口配置成输入模式，然后读出IDE的状态，查询硬盘是否准备好 (DRDY=1?)；若准备好则调用wr_lba线程，把逻辑块地址写入到相应寄存器；调用ide_wr线程，将8255数据线端口配置成输出模式，把命令代码写入命令寄存器，读扇区命令开始执行。此时对驱动器状态寄存器的BSY位置1，同时将硬盘上指定扇区上的数据送入扇区缓冲区。当扇区缓冲区准备好时，置位DRQ位，清除BSY位，发中断请求INTRQ信号。

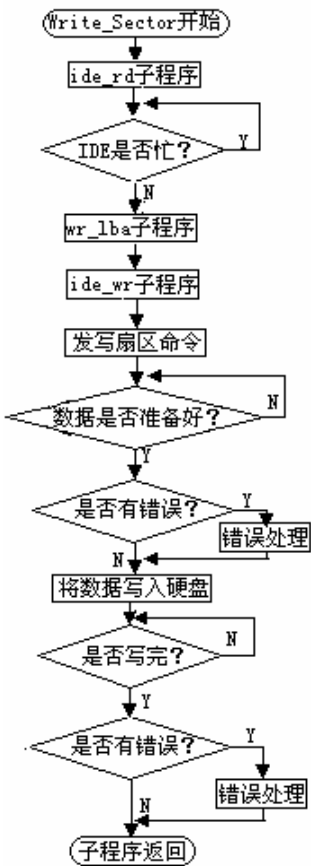


图4 写扇区子程序流程图

而后处理器读取状态寄存器，若DRQ=1，则将扇区缓冲区中的数据读走，完毕后，驱动器置BSY，准备读下一个扇区，直到请求的扇区全部读完。

在读的过程中查询状态寄存器的ERR位，若有错误产生，则跳入错误处理子程序。

其程序流程图如图3：

3.2 写扇区操作

如图4所示，处理器在接收到写扇区的命令后，读IDE的状态，查询硬盘是否准备好 (DRDY=1?)；若准备好则把逻辑块地址写入到相应寄存器，告之所需要操作的扇区；将写扇区命令代码写入命令寄存器，同时驱动器设置状态寄存器的DRQ位，表示准备好接收数据，处理器通过数据寄存器将数据写入扇区缓冲区，当扇区缓冲区添满后，驱动器清除DRQ位，并置位BSY。

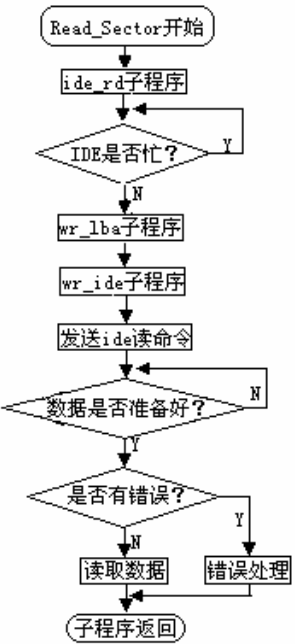


图3 读扇区子程序流程图

驱动器将扇区缓冲区中的数据写入硬盘，当写盘结束，清除BSY位，发中断请求信号INTRQ，CPU接收到中断信号后，读驱动器状态寄存器，同时将中断信号INTRQ清除。而后处理器读取状态寄存器，若DRQ=1，则将扇区缓冲区中的数据读走，完毕后，驱动器置BSY，准备读下一个扇区，直到请求的扇区全部读完。

在写的过程中查询状态寄存器的ERR位，若有错误产生，则跳入错误处理子程序。

3.3 逻辑块寻址操作

IDE 可以用两种方法来寻址即物理寻址方式（CHS）和逻辑寻找方式（LBA）。由于 LAB 是将物理参数转换成线性地址，对用户来说驱动器是有由连续数据块（扇区）组成的存储介质，不需要知道驱动器的磁头、磁道等参数。因此，本系统采用 LBA，其与 CHS 影射关系为：

$$\text{LBA} = (\text{柱面号} * \text{磁头数} + \text{磁头号}) * \text{扇区数} + \text{扇区编号} - 1$$

在该操作中，处理器根据上述映射关系通过写 4 个字节 LBA 地址分别向磁头号寄存器、柱面号高字节寄存器、柱面号低字节寄存器以及起始扇区号寄存器写入数据，以得出需要操作的扇区。

3.4 ide_rd 线程和 ide_wr 线程

处理器通过 ide_rd 线程和 ide_wr 线程，设置 8255 工作模式，对 IDE 硬盘的寄存器进行读写操作，控制 IDE 读写周期。

读周期（ide_rd）：

ide_rd:

```
push acc
mov dptr, #cfg8255
mov a, #rd_ide_8255
movx @dptr, a                ; 配置8255的 工作方式为读模式
mov dptr, #ide_8255_ctl
pop acc
movx @dptr, a                ; 选中所需寄存器
orl a, #ide_rd_line
movx @dptr, a                ; 使能读引脚
mov dptr, #ide_8255_msb
clr a
movc a, @a+dptr              ; 读寄存器高字节
mov r3, a
mov dptr, #ide_8255_lsb
clr a
movc a, @a+dptr              ; 读寄存器低字节
mov r2, a
mov dptr, #ide_8255_ctl
clr a
movx @dptr, a                ; 将控制端口复位
ret                           ; 子程序返回
```

写周期（ide_wr）：

写周期与读周期类似，首先将8255配置为写模式，选中所所要操作寄存器，将寄存器高8位和低8位数据分别送到端口A、B，激活IDE总线的写信号；写完毕，通过复位端口的相应

位清除IDE总线的写信号。

3.5 错误处理操作

在对硬盘读写操作时，需要查询状态寄存器的 ERR 位，判断是否有错。若有错，查询 IDE 的错误寄存器，判断错误类型，进行相应的错误处理：在写扇区操作中，当检测到坏扇区（BBK）错误时，跳过并标记坏扇区，重新分配扇区；在读写操作中，如果没有发现 0 磁道，将调用驱动器重校命令来使驱动器从错误中恢复出来；在读扇区过程中，若发生错误，驱动器将重读出错扇区，若仍有错误，操作将被终止。

4. 结束语

本系统提出了一种单片机控制硬盘的方法，能够比较简洁方便对硬盘进行读写等操作，并成功的应用实际产品中，具有良好的可靠性和稳定性，可以应用到许多要求大容量数据存储的系统中，并可取得了良好的社会效益。

参考文献

- [1]. 李华 MCS—51 系列单片机实用接口技术[M] 北京 北京航空航天大学出版社 1993 P98-120
- [2]. 陈利学 孙彪 赵玉连 微机总线与接口设计[M] 成都 电子科技大学出版社 1988 P45-90
- [3]. AT Attachment with Packet Interface Extension (ATA/ATAPI-5) ANSI NCITS 1998 P317
- [4]. Maury Wright. Disk Drivers at 40 Lean . Mean Storage Machines .1996 P41
- [5]. 徐厚俊 IDE 接口和 IDE 硬盘驱动器 新浪潮 1996 P17

作者简介：李家星(1979~)女，汉族，黑龙江省齐齐哈尔市人，在读硕士研究生，研究专业为计算机通信。苗长云(1962~)男，汉族，山东阳谷人，教授，天津工业大学计算机通信学院院长、硕士生导师、天津大学在读博士，主要研究方向为计算机通信。

电话：02224586306

email:lillyjiaxing@eyou.com

地址：天津市河东区程林庄路 63 号天津工业大学 195#

邮编：300160