

一种基于 M odbus协议的嵌入式 工控系统人机交互的设计

元晓彬, 杨宜民, 张有松

(广东工业大学 自动化学院, 广东 广州 510090)

摘要: 随着嵌入式系统的发展及其广泛应用, 人机交互的需要越来越大. 本文在介绍了 M odbus通信协议和人机交互组成结构的基础上, 设计了基于 M odbus通信协议的嵌入式微处理器系统与 MT500系列触摸屏通信的实现方案. 该方案通信稳定可靠, 程序可移植性强, 取得了理想的效果.

关键词: 人机交互; M odbus通信协议; 嵌入式微处理器; 触摸屏

中图分类号: TP271 文献标识码: A 文章编号: 1007-7162(2008) 01-0062-04

人机交互是指通过计算机或专用微机的输入、输出设备, 以有效的方式实现人与计算机的对话. 它包括机器通过输出或显示设备给人提供有关信息或提示以及人通过输入设备给机器输入有关信息或提示两方面内容^[1]. 触摸屏作为一种新的微机输入输出设备, 是目前最直接、方便的一种人机交互方式. 通过它用户只要用手指轻轻地触摸屏上相应的图符元件就能实现对主机或微处理器输入参数或命令等操作; 同时, 系统的相关参数和命令状态也会显示在屏上. 嵌入式系统已经渗入到我们工作、生活的各个角落, 方便、快捷的人机交互成为评价一个嵌入式系统性能好坏的重要方面. 因此, 研究和设计各种微处理器系统人机交互的实现具有非常重要的现实意义和实用价值.

1 人机交互的硬件设计

工业现场环境恶劣, 各种干扰严重, 对人机界面的通信可靠性和抗干扰能力有较高的要求, 在此选用被业界广泛认可和使用的 MT500 系列触摸屏. MT500 系列触摸屏是设计与 PLC 通讯的, 不能直接与单片机或 DSP、ARM 等高性能微处理器进行通信, 但是它提供了串行通讯接口及主从通信协议用来与其他设备进行联通^[2]. 主从通信有两种方式, 一对一通信和一对多通信^[3]. 一对一通信系统的接线方式如图 1 所示, 它由触摸屏、通信线和微处理器系统组成. 一对多通信的情况请参阅 MT500 系列触摸屏的使用手册. 我们采用 RS- 485 通信方式, 将

MT500 触摸屏背面标有 “PLC[RS- 485] /PC[RS- 232] ” 九针插孔的 2、3 和 5 脚分别与嵌入式系统电路板上连接微处理器串口 RD、TD 和电路板 GND 的引出脚相连.

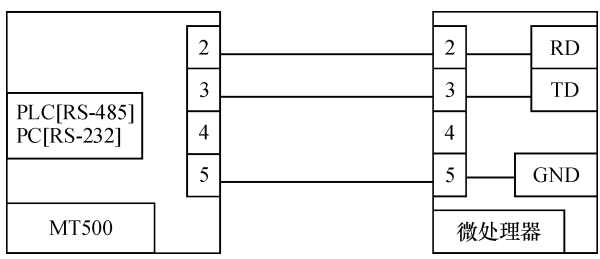


图 1 一对一接线方式

2 触摸屏软件设计

2.1 M odbus通信协议

M odbus 协议是应用于电子控制器上的一种通用语言, 通过它控制器相互之间、控制器经由网络 (例如以太网) 和其它设备之间可以通信, 它已经成为一种通用工业标准, 大部分工控系统都支持这种协议. 该协议定义了消息域格式和内容的公共格式, 使控制器能认识和使用消息结构, 而无需考虑通信网络的拓扑结构. 当一个控制器采用 MODBUS 协议访问其它设备时, 每个控制器需要知道自己的设备地址、能识别按地址发来的消息、知道如何响应来自其它设备的请求、如何侦测错误并记录等. MODBUS 通信有两种模式: RTU 模式和 ASCII 模式. 本系统采用 RTU 模式, 因为 RTU 报文中每个 8 位字节含有

两个 4 位十六进制字符, 具有较高的数据密度, 在相同的波特率下比 ASCII 模式有更高的信息交换率. 同时, RTU 报文帧包含一个对全部报文内容执行的、基于循环冗余校验 (CRC-16 方式) 算法^[4]的错误检验域, 不管报文有无奇偶校验, 均执行此检验, 从而使通信更加可靠, 误码率更低. RTU 模式的数据格式如表 1 所示.

表 1 RTU 模式下数据格式

地址	功能码	数据量	数据 1		数据 n	CRC 高字节	CRC 低字节
----	-----	-----	------	-------	------	---------	---------

在 Modbus 通信过程中任何操作都是由主节点发起, 主节点向从节点发出查询命令并处理响应, 从节点只有接到主节点的命令时才回复响应, 否则不会主动发送数据也不与其它子节点互相通信, 并且主节点在同一时刻只会发起一个 Modbus 事务处理.

Modbus 协议可能的功能代码范围是十进制的 1~255 其中有些代码适用于所有的控制器, 有些是针对某种 MODICON 控制器, 有些则是为用户保留或备用. MT500 系列触摸屏支持其中的 01~06 和 16 代码. 本系统中用到的基本代码功能为

01: 读取线圈状态, 即读取控制器中一组逻辑 bit 位的状态.

03: 读取保持寄存器, 即读取控制器中一个或多个寄存器的当前二进制值.

05: 强置单线圈, 即强置控制器中某 bit 位的值.

16: 预置多寄存器, 即把给定的二进制值装入控制器中一串连续的保持寄存器中.

2.2 触摸屏的软件编程

Easy Manager 是整套 Weiniew 500 软件的系统综合软件, 整个 Weiniew 500 系统共包含 3 个模块: EasyLoad[Up bad(上传)和 Down bad(下载)]、EasyWindow (在线模拟和离线模拟) 及 Easybuilder Easybuilder 是组态软件, 用来配置窗口页面, 一般简称 EB500 在 Easybuilder 中可以下载及在线 (或离线) 模拟, 它是通过 EasyManager 调用其它 2 个模块的方式来实现的. 在 Easybuilder 中下载、在 (离) 线模拟时并不需要打开 EasyManager 窗口, 但是必须预先设定好 EasyManager 上的相关参数 (比如通信口、通信速率等), 否则这些操作可能会不能进行.

打开 Easybuilder 软件, 根据向导新建一个工程, 设置好所需要的窗口, 并打开 [编辑] / [参数] 对话框, 设置其中的参数如图 2 所示. 然后分别打开相

应的窗口, 点击 [元件] 菜单, 放置所需的元件, 并根据设计需要利用窗口中的各种菜单来组态、润色自己的窗口画面, 例如可以添加 “动画” 元件使窗口活泼生动.

但要注意两点: 第一, 同一窗口内同一类型元件的 [设备地址] 要根据元件的 [字数] 顺序连接起来; 元件的 [字数] 应与控制器中对应寄存器的地址类型一致. 第二, 设计中用到的所有位元件和寄存器元件属性的 [读取地址] / [设备类型] 要分别设置为 0x 和 4x 以某数值输入元件为例, 其属性设置如图 3 所示.



图 2 Easybuilder 系统参数设置



图 3 数值输入元件属性设置

设计完所有窗口以后, 选择菜单 [文件] / [保存] 将工程保存到指定的位置, 工程后缀为 “.epj”; 选中 [工具] / [编译] 将弹出编译工程对话框, 按下 [编译] 按钮, 编译完成后关闭对话框; 点击 [工具] / [离线模拟], 将弹出刚刚编辑的整个触摸屏工程的模拟工程, 可以根据该模拟工程的基本功能和页面效果反复修改原始工程直到满意为止; 在经过了以上的步骤后便可以给屏通电并与之连线, 选择 [工具] / [下载] 将触摸屏工程下载到触摸屏中.

3 微处理器的软件编程

首先,要选择与触摸屏对应的串口参数. 根据触摸屏程序的参数设置,与之通信的处理器(以 Philips ARM 芯片^[5]为例)U art口初始化程序设计如下:

```
void UART1_Init( u n t l 6 w B a u d R a t e ) / 本设计中波特率 w B a u d R a t e = 9600
{
    u i n t 8 D i v T m p
    D i v T m p = 11059200 / ( 16 * w B a u d R a t e ); / 计算对应给定波特率的参数值
    U O L C R = 0 x 83 // D L A B = 1, 可设置波特率
    U O D I M = 0 x 00
    U O D L L = D i v T m p / 波特率参数设定
    U O L C R = 0 x 03 / 设定为 8 位数据深度、1 位停止位、无奇偶校验的串口模式
}
```

其次,必须注意微处理器与触摸屏地址的对应关系. V e i n V i e w 触摸屏只支持 B i t 和 W o r d 地址类型,而实际各种处理器中还有 B y t e 、 D o u b l e W o r d 等表示方法. 因此在通信时,需要在处理器和触摸屏之间进行数据变换. 如某一变量为双字类型,则它的值在通信中的数据格式为: 低地址字在前,高地址字在后;同一字中,高地址字节在前,低地址字节在后.

最后,在确定通信程序主体结构基础上编写程序. 用串口中断函数实现数据的接收和发送,并对接收到的数据进行 C R C 校验,校验通过才进行操作地址和命令码的判断. 对应不同的命令码控制器进行不同的处理,如“ 03”是将地址域中地址对应的变量值送回触摸屏显示;“ 16”则是将地址域中地址起始的变量赋以触摸屏给定值. 命令处理完成后通过发送函数向屏返回数据,结束本次通信.

C R C 校验码有两个字节,包含一个 16 位的二进制值. 它先由发送设备计算后加入到消息中,接收设备接收后重新计算收到消息的 C R C 码,并与接收到的 C R C 码相比较,如果两值相同,则校验通过. C R C 校验码的计算比较繁琐复杂,在实用程序中可通过调用简单的查表程序来实现. C R C 校验函数如下所示 (a u c h C R C H i [] 和 a u c h C R C L o [] 数组较大未列出):

```
WORD CRC16( BYTE * p u c h M s g , B Y T E u s D a t a L e n ) / 指针指向 8 位的无符号变量
{
    B Y T E u c h C R C H i = 0 x f f / 高 C R C 字节初始化
```

```
    B Y T E u c h C R C L o = 0 x f f / 低 C R C 字节初始化
    W O R D u I n d e x // C R C 循环中的索引
    w h i l e ( u s D a t a L e n - )
    {
        u I n d e x = u c h C R C H i * p u c h M s g + + ; / 计算 C R C 索引
        u c h C R C H i = u c h C R C L o ^ a u c h C R C H i [ u I n d e x ];
        // C R C 高字节查表
        u c h C R C L o = a u c h C R C L o [ u I n d e x ]; // C R C 低字节查表
    }
    r e t u r n ( u c h C R C H i < 8 | u c h C R C L o ); // C R C 校验值返回
}
```

对于 M o d b u s 功能代码的编程要根据具体命令的查询和应答格式来进行. 在此仅以 M o d b u s 功能代码 16(0 x 10) 为例进行说明. 假设触摸屏请求将从机设备 17 中的 2 个寄存器设置为预置值,起始地址为 40002,预置值为 0 x 000A 和 0 x 0102,对应其查询和应答数据如表 2 和表 3 所示. 当我们在触摸屏上触摸相应数值输入元件并输入需要的数值确认后,触摸屏将发下表 2 中的数据,通信完成后它们就被存储到了控制器中. 通信程序对其校验通过后,提取其中起始地址、寄存器个数和预置值对应的字段,然后将预置值赋予控制器中对应地址的变量(地址和变量的对应用 s w i t c h 语句实现),并根据应答数据格式向触摸屏返回表 3 中的数据. 触摸屏收到应答信号后通信结束. 其它命令的编程可根据具体格式做适当修改就可得到.

表 2 查询

QUERY	Example
Field Name	(Hex)
Slave Address	11
Function	10
Starting Address Hi	00
Starting Address Lo	01
No. of Registers Hi	00
No. of Registers Lo	02
Byte Count	04
Data Hi	00
Data Lo	0A
Data Hi	01
Data Lo	02
Error Check (LRC or CRC)	-

表 3 应答

PESPONSE	Example
Field Name	(Hex)
Slave Address	11
Function	10
Starting Address Hi	00
Starting Address Lo	01
No. of Registers Hi	00
No. of Registers Lo	02
Error Check (LRC or CRC)	-

在完成了上述一系列工作后, 便可以通过触摸屏给嵌入式工控系统输入命令或工作参数等信息, 例如触摸“速度给定”元件, 通过弹出的小键盘输入数值确认后, 系统将按该给定速度运行; 同时系统的状态参数和提示信息等也可以通过触摸屏显示出来, 例如系统的“目前产量”等, 会实时地跟踪显示。总之, 人机交互得到了较好的实现。

4 结束语

本文设计的嵌入式系统人机交互方案已经在实

际产品中应用, 且通讯稳定可靠, 受到用户的好评。同时, 本设计应用广泛、可移植性强, 在程序主体框架不变的情况下, 只须根据具体微处理器和功能的不同, 对程序和触摸屏窗口组态稍作修改就可用于各种微处理器与 MT500系列触摸屏或其它系列触摸屏的通信连接, 方便快捷, 为系统集成提供了一个新的思路和方法。

参考文献:

[1] 孟祥旭, 李学庆. 人机交互技术——原理与应用 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2004

[2] EasyBuilder500使用手册 [G]. 威纶通讯科技有限公司. 2004

[3] 沈振元, 聂志泉, 赵雪荷. 通信系统原理 [M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2004

[4] Andrew S.Tanenbaum Vrije 计算机网络 [M]. 第 4版. 北京: 清华大学出版社, 2004

[5] 周立功, 张华. 深入浅出 ARM 7-LPC213X /LPC214X (上册) [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2006

A Design of Embedded Systems HCI Based on the Modbus Communication Protocol

Q i X iao-bin, Yang Y i-m in, Zhang You-song
(Faculty of Automation, Guanglong University of Technology, Guangzhou 510090, China)

Abstract As the embedded systems develop and are widely used, more and more HCI is needed. After introducing the Modbus communication protocol and HCI structure and composition, this paper designs the communication methods between embedded microprocessors and MT500 series touchscreen, based on Modbus communication protocol. This design, whose communication is stable and reliable and program is portable, makes the desired results.

Key words HCI; Modbus communication protocol; embedded microprocessors; touchscreen