

基于 TMS320F2812 与 LabVIEW 的串口通信

戴 鹏, 刘 剑, 符 晓, 潘庆山

(中国矿业大学信息与电子学院, 徐州 221008)

摘 要: 介绍利用 TMS320F2812 数字信号处理器(DSP)的串行通信模块实现与外设间串行通信的原理, 结合实际应用给出异步串行通信的程序设计。针对电力传动控制系统数字变量不易观察的问题, 将 DSP 运算得到的数据通过 RS232 串口送至 PC。采用 LabVIEW 开发上位机软件, 无须额外增加硬件, 实现了数据的采集、显示、处理和存储。该系统还可以对数据进行 FFT 变换、谐波分析等特定的分析和处理。给出利用 DSP 产生的 4 路波形数据在 LabVIEW 下的实验波形。

关键词: 数字信号处理器; 虚拟仪器; 串行通信

Serial Communication Based on TMS320F2812 and LabVIEW

DAI Peng, LIU Jian, FU Xiao, PAN Qing-shan

(College of Information and Electronics, China University of Mining Technology, Xuzhou 221008)

【Abstract】 This paper introduces the principle of communication between the serial communication module of TMS320F2812 DSP and serial peripherals, and gives the asynchronous serial communication programming combined with actual application. According to the problem that it is hard to watch variables of power driving digital control systems, computed data by DSP are sent to PC through the serial port RS232. Thanks to using LabVIEW as the PC developing platform, data storage, data processing and data display are realized without extra hardware. Specific data analysis and processing can be achieved by the system, such as the FFT transform, harmonic analysis. Four way experimental waveforms of data generated by DSP displayed in LabVIEW are given out.

【Key words】 DSP; virtual instrument; serial communication

1 概述

随着数字控制技术的发展, 数字变量的观察在工业测控及实验室研究方面的应用越来越广泛。以往测量模拟变量多采用示波器观测。在数字控制系统中, 模拟量经 A/D 转换后变成数字变量, 在数字变量参与处理运算^[1]。电力传动控制系统的数字化趋势越来越明显, 由于其核心数字信号处理器(DSP)模拟部分的数字化, 大部分待检测的量变为数字量。使用传统的示波器检测会直接接触 DSP 电路板的 D/A 部分, 在一些场合很不方便, 在需要改变 DSP 外部或内部参数的情况下, 不便于多次测量且影响 DSP 正常工作。

本文测量波形时不再通过 D/A 转换器, 而是选择 DSP 内部处理过的数字变量。把这些数据传输到上位机上, 采用上位机软件接收变量数据, 进行处理, 以传统的模拟波形形式显示出来, 保留传统波形显示的直观形式。这样不仅具有强大的上位机图形化功能, 而且可以在线观察和修改系统中所有 DSP 的控制变量。除波形观测外, 还可以把收到的数据按一定的要求处理, 进行特定的分析, 具有很高的灵活性, 为高性能控制系统的参数测量提供了方便。

在数据传输方面, DSP 和上位机之间通过串口通信实现数据的传送。目前应用比较广泛的图形化编程软件 LabVIEW 对串口的读写提供了很多专用的函数和接口类型, 可以作为上位机软件与 DSP 配合完成数据的采集与分析^[2]。将 DSP 运算得到的数据通过 RS232 串口送至 PC, 采用 LabVIEW 开发上位机软件, 实现数据的采集、显示、处理和存储。除此之外, 还可以对数据进行特定的分析处理, 如 FFT 变换、谐波分析。这样就在不增加硬件成本的基础上实现了电力传动控

制系统中数字变量的灵活观测。

2 系统组件

系统组件包括以下 6 个部分:

- (1) 电力传动控制平台;
- (2) TMS320F2812 DSP^[3];
- (3) PC 总线、RS232 总线;
- (4) DSP 软件开发平台;
- (5) LabVIEW 软件开发平台;
- (6) DSP 的 JTAG 仿真器。

3 系统总体结构

电力传动控制系统的总体结构如图 1 所示, 主要包括 TMS320F2812 DSP、电力传动控制平台、串口转换电路、上位机硬件和软件部分。

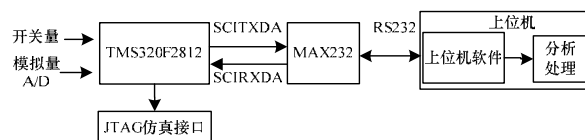


图 1 平台总体结构

电力传动平台中的模拟量经过 A/D 转换后作为通信量传输到 DSP, 经过内部数据处理后通过 SCI 传输出去。数据由上位机软件接收, 进行相关的处理和分析。TMS320F2812 可以通过 JTAG 仿真器实时地观察内部变量的变化, 还可以通

作者简介: 戴 鹏(1973 -), 男, 副教授、博士, 主研方向: 大功率交直流传动控制; 刘 剑、符 晓、潘庆山, 硕士研究生

收稿日期: 2008-07-21 E-mail: daipeng204@126.com

过在线修改实现内部数据、定标变量以及其他参数的调整。

在串行接口方面,本文采用 RS-232 标准,在电气特性上,RS-232 采用负逻辑,要求高低两信号间有较大的幅度,标准为:逻辑“1”在-5 V~-15 V 之间,逻辑“0”在+5 V~+15 V 之间,通常采用-10 V 左右为逻辑 1,+10V 左右为逻辑 0。由于 TMS320F2812 的信号输入输出为 TTL 电平,逻辑 1 为 3.3 V 左右,逻辑 0 为 0.4 V 左右,因此本文采用符合 RS-232 标准的驱动芯片 MAX232E 实现此转换。

4 系统软件设计

4.1 VISA 概述

考虑到软件的实用性和开放性,采用 VISA(Virtual Instrument Software Architecture)接口模块进行编程。VISA 是应用于仪器编程的标准 I/O 应用程序接口,是工业界通用的仪器驱动器标准应用程序接口(API),采用面向对象编程,具有很好的兼容性、扩展性和独立性。当外部设备变更时,只需要更换几个程序模块即可,很方便而且开发效率高。LABVIEW 的功能模板 Instrument I/O/VISA 中包含串行通信常用功能的模块。串口通信使用的 VISA 库中的串口通信函数如图 2 所示。



图 2 VISA 库中的串口通信函数

(1)VISA Configure Serial Port

该节点主要用于串口的初始化。主要参数意义如下:

VISA resource name: VISA 资源名称;

baud rate: 波特率;

data bits: 一帧信息中的位数,默认值为 8 位;

stop bits: 一帧信息中停止位的位数。

本文所用串口通信程序的波特率为 19 200,8 位数据位,1 位停止位。

(2)VISA Read

该节点为串口读子 VI,是本文中的主要节点,将串口中的数据读出,然后利用 LabVIEW 强大的数据处理功能对其进行分析处理。主要参数意义如下:

VISA resource name: VISA 资源名称;

byte count: 用于设置所要读的字符数。

(3) VISA Close

该节点用于将打开的 VISA 资源关闭。

4.2 DSP 软件部分

定点 DSP 运算的数据都是定点数,为了更好地支持小数的运算,经常采用 Q 格式或者 S 格式表示小数。在 TMS320F2812 DSP 的软件编程上,采用了 TI 公司的智能 Q 格式(IQmath)。它可以在 Q=1~30 之间,用 32 位的定点数方便地表示不同范围的浮点数。而且,TMS320F2812 已经将数学表固化在 BOOTROM 中,在 DSP 上电时,将数学表自动加载到 RAM 里。采用 IQmath 之后,可以直接调用相应的数学函数,大大提高了编程与运行的效率。

在实际的通信过程中,考虑到 DSP 的串行缓冲区和 PC 的缓冲区的数据位最大是 8 位,在 DSP 中,需要将待发送的

32 位定点数拆分为 4 个 8 位数,然后依次发送;在上位机收到之后,按照顺序将数据包重组,再将收到的定点数除以定标值,即可方便地转换为实际的浮点数值。DSP 软件中的数据处理函数如下:

```
void DataProcess (_iq input)
{
    Uint16 j,m,temp[4];
    for(j=0;j<4;j++)
    {
        m=(3-j)*8;
        temp[j]=(input >>m)&0x000000FF;
        ScibRegs.SCITXBUF=temp[j];
    }
}
```

在接收端 LabVIEW 的串行通信过程中,数据是以字符串的格式组成的,字符串中的每个字符实际上对应的是 ASCII 字符,所以,串口数据在传送和接收之前必须转化为 ASCII 字符串。在 LabVIEW 软件中,提供了十六进制数组转换为 ASCII 字符串的模块,用户只需编程完成十进制数据向十六进制数据的转换。

在异步通信方式下,通信双方无统一时钟同步,传送的信息以 1 个字符数据为单位,开头与结尾均有特别的位码供接收方识别。但是,实际应用中要传输的数据是由多个字节组成的。要传输的数据有多种,每一种数据都有一个变量标识和实际的数据值。在这种情况下,在 DSP 端就要对每一种数据进行打包,把变量标识和数据值组合成一个完整的数据帧,然后通过串口依次发送打包后的字节。本系统所采用的数据帧的格式如下:

起始字	标志字	校验字	数据字1	数据字2	数据字3	数据字4	停止字
-----	-----	-----	------	------	------	------	-----

本文用查询方式实现串口通信,下面是初始化和通信实现的程序。

```
void scib_fifo_init() {
    ScibRegs.SCICCR.all=0x0007;
    // 1 stop bit, No loopback
    // No parity,8 char bits,
    // async mode, idle-line protocol
    ScibRegs.SCICTL1.all=0x0003;
    // enable TX, RX, internal SCICLK,
    // Disable RX ERR, SLEEP, TXWAKE
    ScibRegs.SCICTL2.bit.TXINTENA =1;
    ScibRegs.SCICTL2.bit.RXBKINTENA =1;
    ScibRegs.SCIHBAUD =0x0000;
    ScibRegs.SCILBAUD =0x00f3;
    ScibRegs.SCICCR.bit.LOOPBKENA =0;
    // Enable loop back
    ScibRegs.SCIFFTX.all=0xC028;
    ScibRegs.SCIFFRX.all=0x0028;
    ScibRegs.SCIFFCT.all=0x00;
    ScibRegs.SCICTL1.all=0x0023;
    // Relinquish SCI from Reset
    ScibRegs.SCIFFTX.bit.TXFIFOXRESET=1;
    ScibRegs.SCIFFRX.bit.RXFIFORESET=1;
}
```

4.3 上位机串口调试软件部分

4.3.1 软件流程

软件主要包括串口初始化、读写数据、数据显示、数据保存和分析等几部分,其流程如图 3 所示。

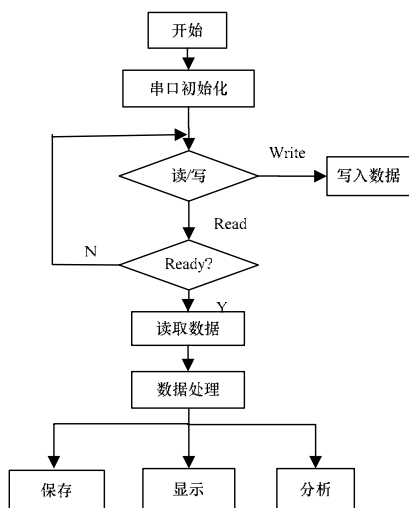


图3 串口接收数据流程

4.3.2 串口调试软件

用户可通过软件前面板方便地完成串口号的设置,如波特率、奇偶位、停止位和数据位的设置。可以将写串口窗口中的字符或数字通过串口发送。接收到的数据可以存储为.xls或.txt文件。文件保存的路径也可以由使用者随时更改^[4]。接收端 LabVIEW 软件采用 VISA 库中的函数结合其他库中的函数编写的串口数据接收部分的程序。

在数据接收程序中,因为 VISA Read 函数读取的是字符串类型的数据,所以要用 String To Byte Array 函数转换成无符号字节数组,通过 Index Array 函数取出相应的字节,然后调用图中的子程序返回需要的变量标识和数据值。子程序中利用 concentrate string 技术实现对数据帧的拆包和数据的拼接,恢复数据。

从串口传输进来的数据经过 VISA Read 节点读取到的是 ASCII 格式的字符串,要经过处理才可以显示成波形。首先要对收到的帧进行拆包处理,取出变量标识和数据值。由于数据发送时把 32 位定点数拆成 4 个 8 位定点数发送,因此在数据处理时,要把接收到的数据分成很多小组,每个小组就是由一个 32 位浮点数拆成的 4 个 8 位数据。分成数据小组后,再处理每个小组的数据,完成小组内数据的拼接。本文选用字符连接节点完成数据的拼接。

在数据处理的过程中还需要一些数据格式类型的转换,避免最后显示或分析的数据失真。VISA Read 节点接收到数据后,除了显示外还可选用文件 I/O 功能函数进行保存,以便今后调用查看。

5 实验结果

使用上述系统进行实验,从 DSP 发送采集的 4 路变量数据。上位机接收数据并进行处理,然后显示、分析。可以在界面上显示出收到的 4 路不同的数据。实验表明,整个系统具有以下特点:

(1)完成动态显示变量波形。因为数据动态地从 DSP 传输过来,所以上位机动态接收数据,并实时地处理接收到的数据,然后以波形形式显示在波形图中。

(2)定标数据的数值还原显示。对于定点运算的 DSP,为了表示较大范围的变量,需要对变量进行定标处理。串口口

传输过来的数据是定标之后的值,先除以定标值即可将数据还原显示出来。

(3)DSP 控制板内存变量的在线修改。通过 DSP 控制板内存变量的在线修改可以实现采集数据的调整和定标变量的调整,以方便程序调试和实验的进行。

(4)屏幕数据的实时读取及分析功能。界面上另外一个波形图可以提取显示 4 个变量波形中的任何一个,通过波形工具选板以及缩放和偏移量的调整,可以对提取的波形进行实时分析。

(5)保存及打开历史数据。数据保存功能使用了文件 I/O 功能函数。对生成波形的变量数据实时保存,以便今后需要时查看。

图 4 为实验中采集到的 4 路变量数据生成的波形图。其中,第 1 路为 PI 数据波形;第 2 路为一个标准的方波变量;第 3 路是正弦波;第 4 路为三角波变量的数据。经过分析,生成的波形真实完全还原了 DSP 发送的 4 路变量。其中,数据的定标部分是与 DSP 程序中数据处理部分相对应的,在 DSP 程序中对数据进行处理,在上位机部分通过数据定标进行相反的处理就可以还原数据。

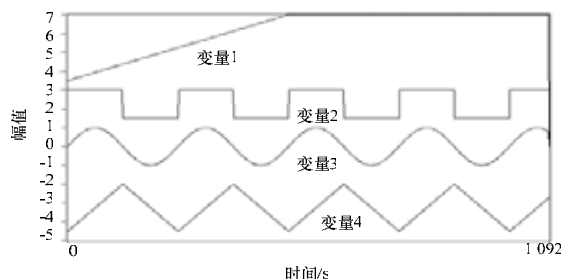


图4 实验中采集到的四路波形图

6 结束语

本文介绍的实验平台采用 DSP 作为数据发送端,通过串口与 LabVIEW 进行数据通信。实践证明,该平台具有以下特点:操作简单,界面友好,使用者完成参数设置后即可进行串口调试;功能丰富,可以读写串口数据,动态存储串口数据;可扩展性强;可移植性强;可以方便地存储数据。最后编译生成 exe 文件,可以在没有安装 labVIEW 的机器上直接运行 exe 文件,提高了使用的灵活性。

在实现以上基本功能之后,今后还可对平台进一步扩展,如硬件系统性能的提高、成本的降低、到 USB 或其他接口的扩展、软件系统功能的完善、用户界面的改进、远程网络控制等,使平台不断完善。

参考文献

- [1] 李永东. 交流电机数字控制系统[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [2] 曹永欣. 基于 DSP 与 PC 的数据采集系统[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2006.
- [3] 杨乐平, 李海涛, 肖相少, 等. LABVIEW 程序设计与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2001.
- [4] 郑波祥. 基于 LabVIEW 与 DSP 串口的数据采集系统[J]. 微机计算机信息, 2004, 20(2): 45-46.