



基于 USB 总线的实时数据采集

世帝科学仪器公司 (北京 100085) 陈景娜 袁宝峰

随着现代测量技术的发展,数据采集仪器的硬件和软件都有了很大的进步。目前比较通用的是安装在工业控制计算机里的采集板卡,一般通过 ISA 或 PCI 总线与计算机进行通信。随着笔记本电脑的普及,便携式数据采集系统得到了越来越多的应用。通用串行总线(USB)接口具有易安装、易扩展等特点,而且 USB2.0 标准的接口支持高达 480MB/s 的数据传输速率,完全满足数据采集的要求。软件方面,可视化开发软件 VisualC++ 的出现,为软件开发提供了强大的图形界面功能,使得对数据采集进行图形化处理更为方便,开发出来的应用程序具有良好的人机交互功能。本文采用美国微软公司推出的 Visual C++ 为软件开发工具,采用系统定时器进行图形的刷新,实现动态显示的效果。利用 Windows 多线程编程的特点实现数据采集和数据处理同时进行。

1. 硬件环境

数据采集器选用的是北京优采测控技术有限公司的 UA302 型 A/D 采集器,它是一种 USB 总线

数据采集产品,可与带有 USB 接口的各种台式计算机、笔记本电脑、工控机连接构成高性能的数据采集测量系统。该产品首次安装时需安装驱动程序,以后连接系统会自动驱动,实现即插即用。A/D 分辨率是 16bit;有两种模拟信号输入方式:16 路双端输入和 32 路单端输入;提供程控增益(1、2、4、8、16),扩大输入信号的动态范围;有定时器触发和软件触发两种触发方式;带有 32kB 的 FIFO 存储器,可连续大数据量采集。

下面对实时数据采集程序中涉及的函数进行简单的说明。

(1) HANDLE _stdcall OpenUA300 ()

该函数用于打开 UA302 设备,取得设备句柄,对 UA302 操作时,首先执行该函数。

(2) HANDLE _stdcall CloseUA300(HANDLE husb)

该函数用于关闭 UA302 设备。husb 为打开设备时得到的设备句柄(以下同此)。

(3) void _stdcall minit2 (HANDLE husb, short fcb, short chn, unsigned short fcode, short gain)

则加工出合格零件。

4. 利用刀补值可控制尺寸精度

因刀具直径的输入值具有小数点后 2~4 位的精度,故可控制轮廓尺寸精度。

二、巧用固定循环指令

在数控铣床加工中,某些加工动作已经典型化。例如,钻孔、镗孔的动作是:定位、快速引进、工件进给、快速退回等,这样一系列典型的加工动作已经预先编程序,存储在内存中,可用包含 G 代码的一个程序段调用,从而简化了编程工作。如 G99 G81 X10.0 Y-10.0 Z-22.0 R-98.0 F150,即可完成一个孔的加工。

(收稿日期:20030508)

上例中,假如现在用 $\phi 8\text{mm}$ 立铣刀来加工,我们只需把刀具参数库中 1 号位置的刀具半径改为 4 即可。

3. 简化半精加工程序

有意识地改变刀具半径补偿值,可用同一程序、同一刀具、不同的切削余量完成粗精加工。在上例中,工序安排如下:粗加工→半精加工→精加工,精加工余量为 0.5mm。粗加工已经完成,现在可以用上面的程序来完成半精加工、精加工。具体过程是这样的:①把刀具参数库中 1 号位置的刀具半径输入为 3.5mm,然后调用程序进行加工,加工完成以后,在工件的表面均匀地留下了 0.5mm 的余量。②把刀具参数库中 1 号位置的刀具半径输入为 3mm,然后调用程序进行精加工,



该函数用于第二种方式多点(但通道或多通道)数据采集的初始化,连续采集多点数据时执行此函数。各输入参数含意如下:

fch: 首输入通道号(0-31)。

chn: 通道数(1-32)。多通道采集时,采集通道应连续,采集通道由首通道号和通道数决定。单通道采集时,通道数为1。

fcode: 频率码 = 6 000 000 (Hz) / 采样频率 (Hz)。

gain: 放大倍数代码(放大倍数 = 2^{gain})。

(4) void _stdcall readdata2 (HANDLE husb, short* addat, long leng)

该函数用于第二种方式多点连续(单通道或多通道)数据采集。在执行 minit2 后,可多次调用改函数读取数据,只要间隔不是太长,数据将是连续的。输入输出参数含意如下。

leng: 采样数据的总点数,需是 32 的倍数。

只要数据数组开的足够大,可以一次采集几十兆字节以上的数据。

addat: 数据数组。采集数据存放于数据数组。

(5) void _stdcall endread2 (HANDLE husb)

该函数用于关闭第二种方式多点数据采集,在第二种方式多点数据采集结束时继续执行。

2. 数据采集程序

我们首先利用 VisualC++ 创建一个 MFC 工程。在编写数据采集程序前,首先要将 UA302 的库函数 ua300.lib 添加到 Project→Settings 中的 Link 选项卡下的文本框中。同时将连接应用程序 ua300.dll 复制到我们创建的工程目录下。然后将动态连接库所需的头文件 ua300.h 添加到数据采集函数所在的源程序中。由于数据处理及图形的动态显示要占用 CPU 比较长的时间,所以需要利用 Windows 多任务处理的特性创建多线程应用程序。主线程和辅助线程的通信一方面采用全局变量,另一方面采用辅助线程向主线程发送消息来实现。在该数据采集程序中辅助线程要向主线程发送开始示波和停止示波两个消息。为此我们首先在采集程序的头文件中定义两个消息。

```
const WM_STARTSW = WM_USER + 100;
```

```
const WM_ENDSW = WM_USER + 101;
```

然后在消息映射中加入下列语句,注意加在 AFX_MSG 的后面和 DECLARE_MESSAGE_

MAP 的前面。

```
afx_msg LONG OnStartsw ( WPARAM  
wParam, LPARAM lParam);
```

```
afx_msg LONG OnEndsw ( WPARAM  
wParam, LPARAM lParam);
```

然后在相应类的源程序中,加入下列消息映射语句,位置在 AFX_MSG_MAP 之后。

```
ON_MESSAGE ( WM_STARTSW,  
OnStartsw)
```

```
ON_MESSAGE ( WM_ENDSW, OnEndsw)
```

下面是数据采集源程序的部分相关内容。

```
#include "ua300.h" //包含数据采集器各种函数的头文件
short int addat [1024]; //存放采集来的数据数组(二进制)
int flag; //数据开始采集和停止采集判断标志
HANDLE husb; //定义数据采集器的句柄
UINT ThreadProc (LPVOID param) //进行数据采集的辅助线程

{
    husb = OpenUA300 (); //打开设备,得到句柄 minit2
    (husb, 0, 1, 6000, 0); //第二种多点采集初始化,通道号 0,
    通道数 1, 采样频率 1000Hz, 增益放大倍数 1
    while (flag) //连续多点采集的循环判断
    {
        readdata2 (husb, addat, 1024); //第二种方式多点
        采集, 采集 1024 个点
        ::PostMessage ( (HWND) param, WM_STARTSW, 0,
        0); //辅助线程向主线程发送开始示波消息
        endread2 (husb); //关闭第二种多点采集方式
        CloseUA300 (husb); //关闭设备
        ::PostMessage ( (HWND) param, WM_ENDSW, 0, 0); //
        辅助线程向主线程发送停止示波消息 return 0;
    }
    void CDxc::OnStart () //开始进行数据采集消息函数
    {
        flag = 1; //将判断标志设为 1, 开始循环
        HWND hWnd = GetSafeHwnd ();
        AfxBeginThread ( ThreadProc, h Wnd, THREAD_
        PRIORITY_NORMAL); //调用多线程函数,启动辅助线程
    }
    void CDxc::OnStop () //停止数据采集消息函数
    {
        flag = 0; //将判断标志设为 0, 跳出循环
    }
}
```

3. 动态示波程序

通过 VisualC++ 编程在 Windows 下实现的动态示波程序,实际上是一张张图片在快速刷新情况下的视觉效果。刷新的频率通过定时器来实现。系统定时器用 SetTimer 和 KillTimer 函数来设置和删除一个定时器,编程非常简单。其定时精度为 55ms,也就是说图形每秒可以刷新 18 次,这基本上能够满足动态示波的要求。数据采集要花费的时间远比图形刷新所需的时间长,所以图形每刷新一次向前推进的点数要小于数据采集的点数。为了保

证图形的连贯性我们建立两个数组,当第一个数组的部分点退出后,第二个数组的相应点能及时补充。这样我们看到的波形会比实际的波形慢。采集数据的更新通过辅助线程向主线程发送的消息函数来实现。

```
LONG CDxc::OnStartsw ( WPARAM wParam, LPARAM lParam) //开始示波函数
{
    for (int i=0; i<1024; i++)
    {
        dat[i] = (double) (addat[i]*10/32768);
        //将采集的二进制数据转换为对应的电压值
        m_dxc.m_fData[1][i] = m_dxc.m_Data[1][i]; //将第二个数组的数据传递给第一个数组
        m_dxc.m_Data[1][i] = dat[i];
        //将新采集的数据传递给第二个数组
        SetTimer (1, 55, NULL); //设置图形刷新时间 return 0;
    }
    LONG CDxc::OnEndsw ( WPARAM wParam, LPARAM lParam) //停止示波函数
    {
        KillTimer (1); //删除系统定时器
        return 0;
    }
    void CDxc::On Timer (UINT nIDEvent)
    //调用时间函数实现图形刷新
    {
        m_dxc.Invalidate ();
        m_dxc.current += 58; //定义图形移动的步长
        CDialog::OnTimer (nIDEvent);
    }
}
```

在编写绘图程序前,我们先定义一个基于Cstatic的类Cstatic Thread。然后在Class Wizard中定义该类的消息 WM_PAINT 的处理函数 OnPaint()。在此函数中添加绘图函数。另外还要自己定义一个用于显示图形的类 CMYPic,此处不再详细介绍。

```
CRect rt;
CMYPic pic; //定义显示图形类的对象
pic.Init (&dc, rt.Width (), rt.Height ()); //获得图形显
```

示区域的大小

```
CDC *pMemDC = pic. GetpMemDC (); //获得设备描述表
CPen myPen; //定义画图的画笔
myPen. CreatePen (PS_SOLID, 1, RGB (255, 255, 0));
//定义画笔颜色和线型
pMemDC-> SelectObject (&myPen); //获得画笔
if (current >= 1024) //将第二个数组赋值给第一个数组,实现循环衔接
{
    current = 1024;
}
if (current < 0)
{
    current += Total;
}
int h = (int) (-m_fData[1][current]*0.375*rt.Height () + 0.45*rt.Height () - 5);
pMemDC-> MoveTo (50, h); //定义画图的初始位置
for (int i=1; i<1024; i++) //绘制图形
{
    double x, y; //定义绘图的两个坐标
    x = i* (rt.Width () - 70.0) / Total + 50.0;
    if (i+current >= Total) //超出范围用第二个数组的数值
    {
        y = (-m_Data[1][i+current-1024]*0.375*rt.Height () + 0.45*rt.Height () - 5);
    }
    else //不超出范围用第一个数组的数值
    {
        y = (-m_fData[1][i+current]*0.375*rt.Height () + 0.45*rt.Height () - 5);
    }
    pic.Display (rt); //显示图形
}
```

4. 总结

对信号发生器产生的正弦波,应用上述方法获得了很好的示波动画效果。这种数字示波器适合于低频信号的示波。我们在采样频率 10kHz、信号频率 2kHz 的情况下仍能获得比较好的示波效果。如果采用定时精度达 1ms 的多媒体定时器,对程序进行适当的修改,则可以实现更高频率信号的示波。图 1 是试验中得到的波形,其中信号频率为 47Hz,采样频率为 2000Hz,示波时间为 0.1s。

(收稿日期:20030825)

《机械工人》(热加工)2003 年第 10 期要目

发挥名展效应 构筑交流平台

不会忘记我们的责任——系列报道之二 焊接与切割篇

凯尔达——迎来二次创业的春天——访中国凯尔达电焊机有限公司

“金桥”焊材 风雨兼程 18 载——访天津市金桥焊材集团有限公司

《机械工人》杂志与焊接切割界新老客户

共谋发展 共创品牌 为制造业创造价值

迎埃森 焊接精品大汇展

高稳定精度逆变焊接电源的研究

SKHS 数控变截面 H 型钢自动生产线

以数字信号处理器 (DSP) 主控熔化极电弧焊电源的研制

新型高韧性全位置用自保护药芯焊丝的研制

铝合金薄板长焊缝脉冲 TIG

自动焊在专用汽车制造中的应用

柴油机冷却器多焊接方法

弧焊机器人系统的设计和应用

药芯焊丝的发展趋势及思考

时代集团重组济南试金集团等三则

《机械工人》杂志给我的启迪