

虚拟示波器的开发及研究^{*}

李 扬 朱铮涛 司徒忠

广东工业大学机电工程系, 广州, 510643

摘要 简述计算机测试技术中新型虚拟示波器的开发和研究.

关键词 采样; 虚拟示波器; 驱动程序

中图资料法分类号 TP 391

在电子测量、测试仪器中, 示波器的使用范围是很广泛的. 随着高新技术的发展, 对示波器性能的要求也日益提高. 传统示波器包括宽带示波器、取样示波器和记忆示波器等, 它们频带较宽, 价格便宜, 但测量精度不高, 功能比较单一. 近年推出的数字存储示波器, 如 Tek 公司的 2465A 和 Philips 公司的 PM3263 型示波器等, 由于引入微处理器, 极大地提高了测试准确度, 同时还具有较强的数字化处理能力(如 FFT、信号平均和自动测频等)^[1]. 不过, 这种示波器在应用上存在一些限制因素, 例如价格昂贵, 仪器功能、规模固定, 不具备用户对仪器进行定义和用户编程的功能.

当前, 使用个人计算机进行信号测试和分析是一个新的发展动向. 近年来, 计算机的软硬件获得较大的发展, 如成本日益降低, 速度快, 软件开发平台也日益趋于专门化. 在这一新形势下, 将个人计算机应用于测试、诊断和人工智能将是一个良好的时机. 美国 NI 公司开发的虚拟仪器系列产品便是顺应这一形势产生的.

虚拟示波器采用计算机的虚拟技术, 模拟常用示波器的操作和功能. 具体来讲, 虚拟示波器是使用个人计算机及其信号采集接口电路来捕捉信号波形, 并通过图形用户界面来模拟示波器的操作面板, 对信号完成测量、测试、并可实现工业过程自动控制. 本文结合作者的开发实践经验, 对计算机测试中的虚拟示波器的开发作一些简述.

1 个人计算机测试系统的构成

PC 测试系统的构成如图 1 所示. 数据采集可以选择三个途径之一来实现, 即 a) A/D 转换; b) GPIB 仪器接口; c) VXI 仪器. A/D 模板将直接转换传感器的输出信号, 它通常是计算机的接口插件; GPIB 仪器通过标准 GPIB 电缆和一块 GPIB 接口卡连接计算机主机. 一块 GPIB 接口卡可带若干台仪器. 利用 GPIB 技术, 可以实现计算机对仪器的操作和控制、组成较大规模的自动测量、测试系统; VXI 总线是一种高速计算机总线^[2]. 在开发研究中, 我们选择了 A/D 模板作为计算机的接口电路来完成信号测试.

收稿日期: 1997-11-20 李 扬 男 32 岁 讲师

^{*} 广东省重点学科课题“交流变频流控系统智能控制研究”资助项目

2 软件设计方案

使用 PC 机来实现虚拟示波器,软件设计是极其关键的.我们选择的软件设计方案是:采用可视图形编程语言 VISUAL BASIC 来完成界面设计,VISUAL C 语言用于计算和 I/O 操作,而使用宏汇编语言来编写 A/D 转换驱动程序,高级层软件接口图如图 2 所示.下面我们分别介绍虚拟示波器设计中的两个重要内容,其一是 A/D 驱动程序设计,其二是信号波形的映像技术.

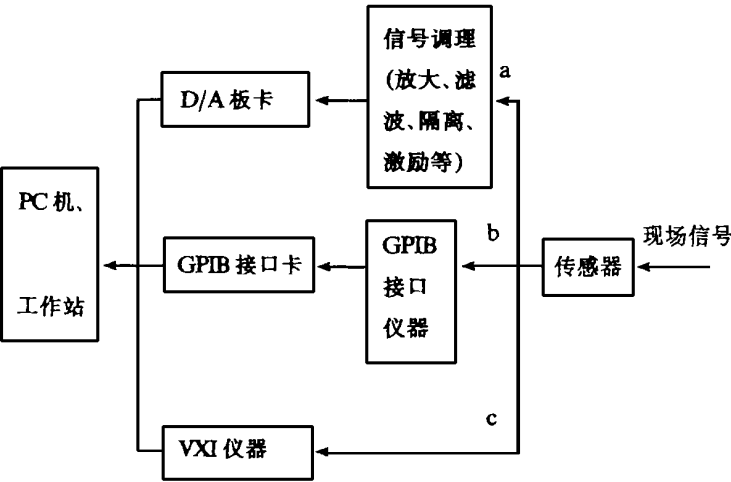


图 1 PC 机测试系统的结构

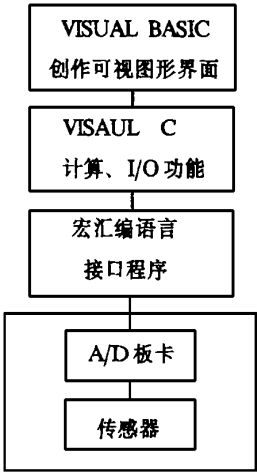


图 2 高、低层软件接口

2.1 汇编语言 A/D 驱动程序

我们选用带光电隔离的高速 A/D 转换的 IPC5488 模板作试验,该模板分辨率为 12 位,通道数为差分 16 路/单端 32 路,单通道采集速率为 40kHz.设采样长度、I/O 板基地址和通道号分别由形式参数 slen, base 和 channel 给出,采样数据依次存入缓冲区 RAM 中,首址为-P,为了便于 C 语言读取数据,当数据放进内存缓冲区时,先进低 8 位,后进高 4 位.如图 3 所示,Sample() 为单通道数据采集函数.

2.2 信号波形映象技术

虚拟示波器的工作原理是对信号波形进行密集的采样,采样值被数字化并被存储,然后从存储器中读出,重建波形并用清晰的、均匀一致轨迹映现在屏幕上.由于检测的波形经数字化后只是一连串离散的数据,因此,如何重建波形是设计虚拟示波器的关键问题.

虚拟示波器与传统示波器的一大区别在于它没有扫描电路,它也不是基于示波管的线性偏转特性而工作.对于虚拟示波器而言,波形重现靠的是计算机的图形处理功能.因此,它属于软件处理的范畴.

与数字示波器类似,虚拟示波器也有一个不工作区的问题.捕捉信号需要时间(包括采样时间和转换时间),还有一些附加时间(包括存储波形、处理波形和显示等).当虚拟示波器进行上述工作时它便停止了波形的采集.根据这个特点,我们在波形的重现上面采用两种处理方式.第一种方式是采用滚动方式,第二种方式是采用“照像”技术.

IPC5488A/D 卡驱动程序

```
Void Sample (char channel, int base, int slen)
```

```
{
    -asm {
        mov di-P
        mov cx, slen
        mov dx, base
        mov al, channel
out dx, al          // 设置通道号(channel)
        mov al, 48h
dl: dec al          // 光电转换延时
        jnz dl
again: inc dx        // 基地址 BASE+1
        out dx, al    // 启动 A/D
        mov al, 10h
d2: dec al          // 延时
        jnz d2        // 读 AD1674 状态

        watch: in al, dx
                test al, 80h
                jnz watch
                mov al, 0ah
d3: dec al          // 延时
                jnz d3
                in al, dx    // 读高 4 位
                and al, 0fh
                inc di
                mov [di], al
                dec di
                dec dx
                in al, dx    // 读低 8 位
                mov [di], al
                inc di
                inc di
                // (采样缓冲区)数据指针 DI+2
                loop again    // 采样次数 CX-1, CX=0 时结束
    }
}
```

图3 A/D 转换驱动程序

滚动方式是通过绘图方法滚动数字化波形,使其连续不断地被显示在屏幕上,它的工作方式很象图表记录仪。它的工作原理是每隔一个时钟周期取样一次,接着将波形从右到左滚动一位(屏幕的一个点距)。滚动模式适合于观察变化缓慢的信号、随机信号和非重复信号。

照像方式是把信号波形一幅一幅地取样回来,在此同时,也将波形一幅一幅地送至屏幕去显示。前后两幅波形在时间上不连续,中间有一段时间差。这种捕捉信息的方式类似于“照像”的过程,故称之为照像方法。采用照像方法的原因是为了让人们在观看波形时能留有一段视觉时间,以便看到稳定的波形。这种采样方法适合于捕捉快速信号的波形。采样波形的最大频率取决于 A/D 板卡的采集速率。

无论采用哪种方法,经 A/D 转换后的数字量存入内存的方式都是一样的。即在内存设置一个或若干页面,采样的数据将按顺序存入不同的页面。重建波形时,从不同页面取出数据送至显示内存 SRAM。绘制波形时,在 CRT 上确定一条基线作为时间轴,而纵轴坐标值为按比例计算的采样值,具体实现如下:

1)滚动方式 设采样值在数组 dat[]中保存。在映现波形的过程中,采样数据依次从右向左平移,即在数组的低端 dat[0]不断补进最新采样数据 * p,同时数组的高端 dat[2len-1]自动丢失,例如:

$$\text{丢失} \leftarrow \text{dat}[2 * \text{len} - 1] \leftarrow \dots \leftarrow \text{dat}[i] \leftarrow \text{dat}[0] \leftarrow * p$$

采样值在屏幕上的定位映象有严格的要求。我们定义时间轴的中点为坐标原点,观察窗口的范围从 -len 至 len。因此,在时间轴坐标点为 len-i 处,对应的纵坐标为 dat[len-i] (i=

$-len \sim len$), 如图 4 所示的 p 点所示.

2) 照像方式 该方式是通过 A/D 模板一次性连续采样一串波形数据, 并存入 RAM 中页面, 页面长度为 $2 * len$ 个字. 在波形显像处理上, 也是一次性从页面取出数据, 并按坐标对应关系从 CRT 显示.

下面是一个基于 WINDOWS 的定时中断服务程序, 用于调用 A/D 采样及绘图函数. 限于篇幅, 其余函数不再作介绍.

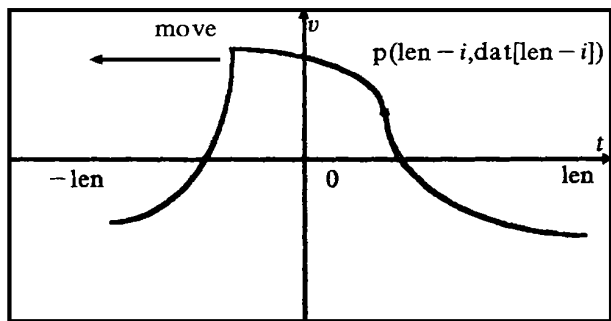


图 4 信号波形的映像

UINT FAR PASCAL TmrProc (HWND hWnd, UINT message, WPARAM wParam, LPARAM lParam)

{

if (ch! = 3 & MF1 == 0) {

if (max! = max1 || ch! = ch || y1! = y11 || y2! = y22) {

erase(hWnd); // 改变窗口大小时, 调整信号波形

y11 = y1;

y22 = y2;

max1 = max;

ch1 = ch;

}

if (yk == 1) {

y1 = ym;

y2 = yn;

yk = 0;

}

channel = (char)ch;

if (channel! = 02)

if (freq < 10) {

Sample(channel, 0x150, 1);

draw (hDlgMode, 0); // 绘制单通道信号波形, 照像方式

}

}

if (channel == 02) {

if (freq < 10) {

Sample-2(0x150, 1);

draw-2(hDlgMode, 0); // 绘制双通道波形, 滚动方式

}

else {

```
slen=2*len;
Sample-2(0x150,slen);
draw-2(hDlgMode,1);    //绘制双通道波形,照像方式
}
}
}
return(0);
}
```

虚拟示波器在使用和功能上具有许多优点·与传统示波器比较,其优点主要表现在:

(1)捕捉的波形可以保存在磁盘中或从打印机打印出来备份·

(2)将存储的样板波形与实测波形同时显示,以便进行比较·

(3)测量准确度高·虚拟示波器采用自动测量或光标测量,能减少输入放大器和示波管线性的影响,可以获得较高的准确度·

(4)波形均匀、稳定、无闪烁·同时还能跟随观察窗口的放大、缩小而放大、缩小,为用户作细致的观测提供方便·

(5)通过用户编程模块,可扩充用户自己的数据处理和分析·因此,虚拟示波器适合对系统进行性能测试和故障诊断·

(6)多窗口显示模式·虚拟示波器可将多个通道的实测波形同时映现在屏幕的不同窗口中,这一功能使虚拟示波器可用于对控制系统多个工作部位的工况进行监视·

(7)成本低·PC 机在价格上通常只有数据存储示波器的 1/5 到 1/10 左右·此外,PC 机的资源并非全部为测试专用·当不需要进行测量时,PC 机可用作其它用途·

3 结束语

计算机虚拟示波器的成本低,功能全,可扩充性强,较适合应用于工业设备测试和工业自动化及汽车、轮船、水力和医疗等领域·随着计算机技术的进一步发展,虚拟示波器开发和研究将会获得更大的推动·

参 考 文 献

1 张乃国·新型电子示波器,北京:中国计量出版社,1990.67~69

2 林正盛·虚拟仪器技术及其应用,微型机与应用,1997(8):2~5

The Development and Research of Virtual Oscillograph

Li Yang Zhu Zhengtao Situ Zhong

Dept. of Mechanical and Electronic Engineering, GDUT, 510643

Abstract Introduced in this paper is the development and research of a new virtual oscillograph used in computer testing·

Key words sample; virtual oscillograph; driving program