

文章编号:1000-582X(2002)07-0140-04

# Windows98 下心电信号的采集技术

高潮, 孟丽娅, 郭永彩

(重庆大学光电工程学院, 重庆 400044)

**摘要:**介绍了在 Windows98 图形界面下, 使用 VtoolsD 工具和 VC++ 编译器对心电信号进行中断采集的 Vxd(Virtual x Device) 驱动程序的编写。利用 Windows 的多线程技术, 同时采用 Windows 内存设备 DC (memory DC) 进行心电数据的显示, 以及采用 Windows 虚拟内存技术(virtual memory)对数据进行了存储的方法。为进一步的心电信号的分析检测奠定了基础。

**关键词:**心电信号; 数据采集; 计算机

**中图分类号:** TP316.2、R318

**文献标识码:** A

## 1 Windows98 下心电信号采集简介

### 1.1 心电信号特点

心电信号一个周期的典型波形如图 1 所示。心电信号的频率范围为 0.05 ~ 250 Hz, 并且大部分信号集中在 14 ~ 75 Hz, 100 Hz 以上的信号在总体信号中所占比例很少<sup>[1]</sup>。很显然这种信号是低频信号, 一般的 AD 的采样频率相对于心电信号的频率来讲过高, 如果直接采用 AD 的转换完成信号作为程序判断是否读取数据的标志, 会造成大量数据冗余, 对计算机硬件资源是一种不必要的消耗。针对这一情况, 可以采用计数器 8253 的计数信号作为读取数据及启动 AD 转换的判断信号, 这样就可以方便地对采样频率进行控制。

的效率大为提高, 易于在对信号进行采样时实现其它操作。这里需要进行的其它操作有数据的显示和存储。

### 1.2 Windows 98 下用中断方法实现采集

Windows 具有良好的人机交互界面, 是一种很普及的操作系统, 因此实现 Windows 下的数据采集以及后继处理很有意义。在 Windows98 下进行中断采集可以编写 Vxd 程序或 DLL 程序(动态链接库)。但在对硬件产生的中断响应时, Vxd 的速度比 DLL 快很多。所以 Windows 下的一般都需 Vxd 来进行中断响应。

在 Windows98 下用 C 语言开发 Vxd 的软件有: Windows9x 的 DDK 和 VtoolsD。但是采用 DDK 需要用到大量的汇编代码, 而 VtoolsD 屏蔽了很多底层细节, 不需要使用汇编代码, 使得对硬件编程的过程变得易于操作<sup>[4,5]</sup>。VtoolsD 支持 Borland 和 Microsoft 的编译器。Vxd 的调试可以用 Numega 的 SoftICE 和 DBGVIEW。

## 2 Windows98 下中断采集、实时显示和海量存储方案的具体实现

要在采集的同时实现数据的显示和存储, 可以创建一个显示线程和一个存储线程<sup>[6]</sup>, 令这两个线程处于等待 Vxd 唤醒的状态, 而应用程序主线程用于接受用户输入, 在 Vxd 缓冲区的采集数据达到阈值时, Vxd 用 Win32 事件来唤醒应用程序线程进行采集数据的存储和显示。

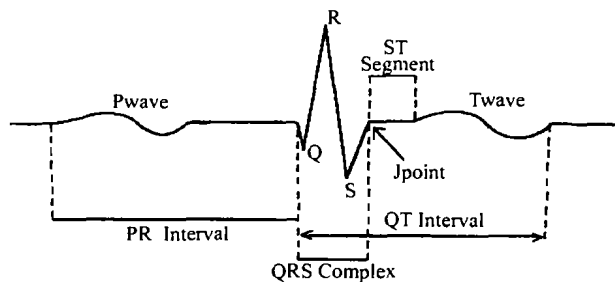


图 1 一个周期的典型心电信号

数据采集可以采用查询法或中断法。要一方面进行采集, 另一方面进行其他操作, 查询法实现起来显得很困难, 而且难以控制采样频率<sup>[2,3]</sup>。中断法令 CPU

• 收稿日期: 2002-02-02

作者简介: 高潮(1959-), 男, 山西柳林人, 重庆大学副教授, 重庆大学博士。主要从事电子技术、光电信息处理及精密测量领域的教学科研工作。

Vxd 驱动程序一开始先启动 AD 转换,写 8253 控制字,令 8253 计数器 0 工作在方式二,由它不断发出中断请求信号。每次中断响应的结束重新启动 AD,开

放中断。这里只要注意 8253 的计数时间大于 AD 的转换时间和程序执行时间即可,这一点很容易得到满足。

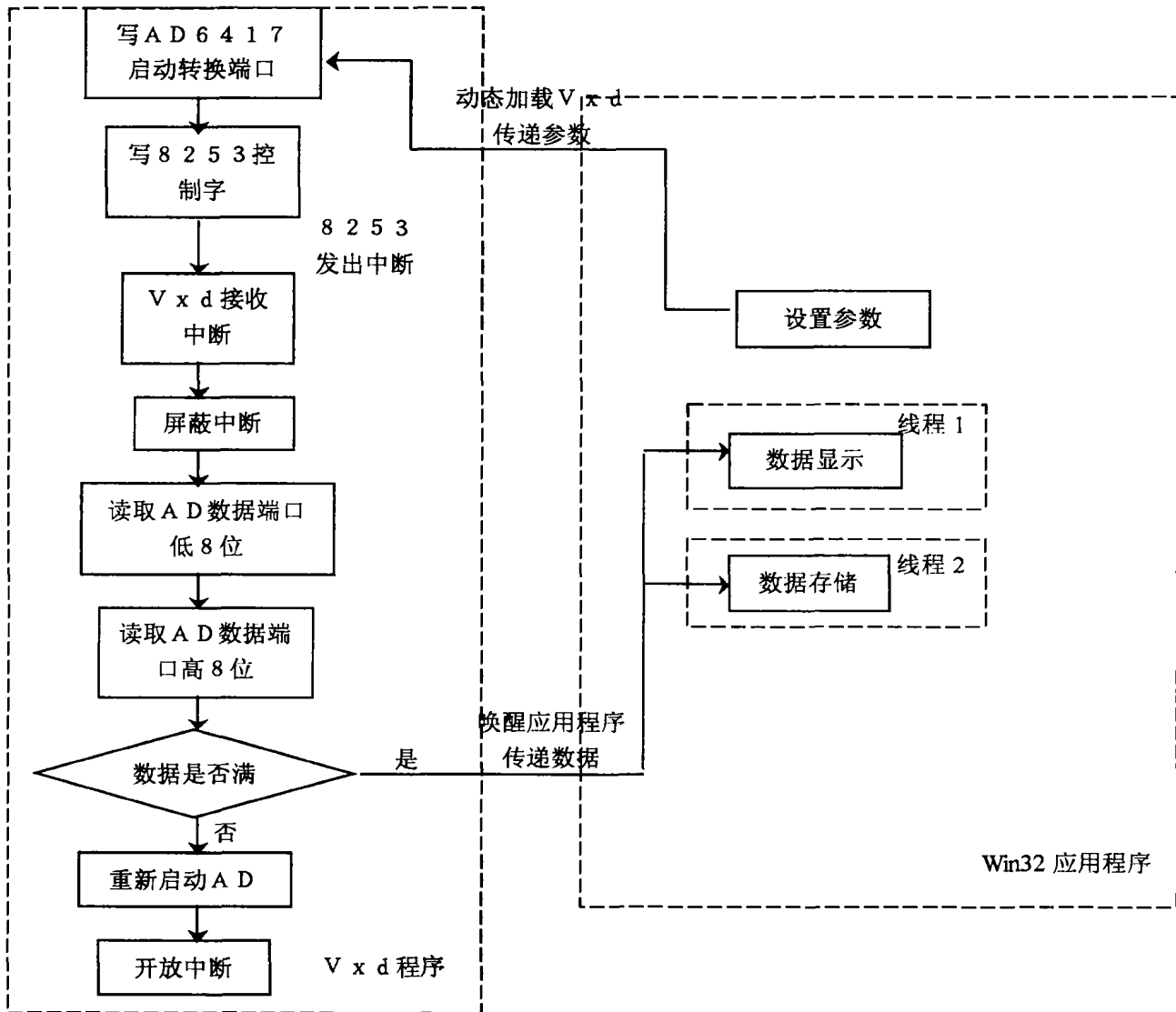


图 2 软件结构图

编写 Vxd 时,作者采用 VToolsD 与 Visual C++ 编译器。方法如下:直接用 VtoolsD 的工具 Quick Vxd 自动生成 Vxd 的框架。令其响应消息 SYS\_DYNAMIC\_DEVICE\_INIT 和 SYS\_DYNAMIC\_DEVICE\_EXIT 及 W32\_DEVICEIOCONTROL。

中断采集的步骤如下:

Vxd 的动态加载→Vxd 的初始化→应用程序传递参数给 Vxd→中断响应及处理→停止采集,卸载 Vxd

1) 根据 AD 中断采集的特点,这里可以动态加载 Vxd。

应用程序动态加载 Vxd,使用函数 CreateFile(),

Windows 自动加载 Vxd 并向 Vxd 发出 SYS\_DYNAMIC\_DEVICE\_INIT。Vxd 响应该消息,在函数 OnSysDynamicDeviceInit() 中进行设备初始化等工作。该函数返回进位标志表示加载失败。在 OnSysDynamicDeviceInit() 中进行的工作有:创建中断处理函数的实例、钩挂中断、开放物理中断屏蔽。

2) 加载 Vxd 后,应用程序通过函数 DeviceIoControl() 主动和 Vxd 通信。相应与此,Vxd 收到 W32\_DEVICEIOCONTROL 消息,Vxd 通过对 W32\_DEVICEIOCONTROL 消息的响应,获取应用程序传递给它的参数,并将采集数据的存储地址传递给应用程序。

在应用程序把参数传递给 Vxd 后, Vxd 在 OnW32\_DEVICEIOCONTROL() 中可以进行采样通道选择、启动 AD、初始化 8253 等工作。

3) 中断处理函数对硬件中断进行响应:

操作依次为:①判断 AD 转换是否完成②从 AD 读取数据③数据满则唤醒应用程序绘图线程和存储线程④再次启动 AD⑤清除中断屏蔽。

由于 VtoolsD 提供了中断类 VHardwareInt() 的封装,对中断的编程比较容易。定义一个派生自 VhardwareInt() 的中断处理函数,在 Vxd 初始化时创建该中断处理函数的实例,并挂钩挂该中断处理函数。Vxd 和应用程序的通信可以通过 Win32 事件来进行。由于应用程序运行在系统 Ring3 层,而 Vxd 运行在系统 Ring0 层,故应用程序采用 Win32 事件通信时需要将该 Win32 的 Ring3 层事件句柄转换为 Ring0 层句柄。应用程序可以这样产生一个 Win32 事件并将 Ring3 层的 Win32 事件句柄转换为 Ring0 层的事件句柄。

```
HANDLE hEventRing3 = CreateEvent(0, FALSE, FALSE, NULL);
```

```
HINSTANCE hKernel32DLL = LoadLibrary("kernel32.dll");
```

```
HANDLE (WINAPI * pfOpenVxdHandle) (HANDLE);
```

```
pfOpenVxdHandle = (HANDLE (WINAPI *) (HANDLE))
```

```
GetProcAddress (hKernel32DLL, "OpenVxDHandle");
```

```
HANDLE hEventRing0 = (* pfOpenVxdHandle) (hDiEventRing3);
```

```
FreeLibrary(hKernel32DLL);
```

4) 当数据采集完毕,应用程序使用 CloseHandle() 向 Vxd 发出 SYS\_DYNAMIC\_DEVICE\_EXIT 消息,动态卸载 Vxd。Vxd 响应该消息,进行卸载,同时释放资源。

5) 中断采集数据的实时显示

使用 DeviceIoControl() 获得采集数据,对采集数据进行实时显示。这里遇到主要的问题是:频频地将数据送到屏幕上,会造成屏幕闪烁,并且显示过程是较为费时的一种操作,频频显示有可能使数据显示跟不上数据采集。于是采用了内存设备 DC,始终在一块位图(Bitmap)上绘图,绘制一小段图后,才用函数 BitBlt() 绘到屏幕上。

采用如下方法创建用于绘图的内存 DC:

```
CRect rect;
```

```
GetClientRect(&rect);
```

```
m_dc.CreateCompatibleDC(pDC);
```

```
m_bmp.CreateCompatibleBitmap(pDC, rect.Width(), rect.Height()/2);
```

```
m_dc.SelectObject(m_bmp);
```

```
m_dc.SetBkColor(RGB(110, 128, 128));
```

6) 采集数据的存储

压缩存储的办法总以牺牲某些有用信息为代价。这里存储线程采用了虚拟内存,利用硬盘的大容量进行海量数据的存储,不损失任何信息。也可以采用两个普通内存块,交替进行存储,但使用虚拟内存的灵活度更大,更容易实现编程。向 Windows 系统申请和提交虚拟内存的方法如下:

```
PVOID m_pAddress = VirtualAlloc(NULL, VirValue * mSinfo.dwPageSize,
```

```
MEM_TOP_DOWN | MEM_RESERVE | MEM_COMMIT,
```

```
PAGE_READWRITE);
```

存储线程和 Vxd 的数据交换过程与显示线程是类似的,在 DeviceIoControl() 中获得采集数据。可以使用函数 memcpy() 将整块采集数据拷贝到虚拟内存中。

### 3 结语

采用以上方法对 AD 卡进行编程,可以实现从几 Hz 到几千 Hz 的低频信号的中断采集、信号的实时显示和海量存储,效果较好,为后面进一步的信号处理以及模式识别奠定了基础。

### 参考文献:

- [1] 何伟. 心电信号的频谱分析及应用[J]. 山东生物医学工程, 1996, 115(3): 43-49.
- [2] 沈永林, 蒋珂, 陈文晖, 等. Windows 环境下生物电信号的提取[J]. 北京生物医学工程, 1999, 118(2): 80-82, 91.
- [3] 王会燃, 马瑞芳. 瞬态弱信号采样系统的设计[J]. 西北纺织工学院学报, 1999, 115(3): 12-15.
- [4] (美) KAREN HAZZAH. WindowsVxd 及驱动程序权威指南[M]. 孙喜明译. 中国电力出版社. 2001.
- [5] 彭礼孝. 虚拟设备驱动程序开发起步与进阶[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2000.
- [6] JERRY RICHTER. Windows 核心编程[M]. 王建华, 张焕生, 侯丽坤等译. 机械工业出版社. 2000.

## Sampling Technique of ECG Signal in Windows98

GAO Chao, MENG Li-ya, GUO Yong-cai

(Dept. of Optoelectronics Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

**Abstract:** A method of real time sampling and data processing of ECG signal in Windows98 is introduced in this article. It makes the data collecting and processing easy by driving the A/D transforming card with the Vxd programmed with VtoolsD and VC++ , drawing the curve of ECG on memory DC, and utilizing the virtual memory technique to realize the data storing.

**Key words:** ECG signal; data sampling; computer

(责任编辑 张小强)

~~~~~  
(上接第 132 页)

## The Third Largest $n$ - Period, s Properties of Existance and Uniqueness of a Unimodel Dynamic System

CHEN Lin

(Chengdu Electromechanical College, Chengdu 610031, China)

**Abstract:** This paper discusses a unimodel dynamic system where  $F(x)$  is a continuous self-mapping's function of unimodel convex. Iteration is simplest model in it. The one dimension model shows the most important structures in mathematics. The system depends on a real characteristic parameter  $\lambda \in [0, 1]$ . Using the property of converse sequence of functions  $h_{n-1}(\lambda)$ , we shows that there exists a natural number  $n_0$  for the MSS sequence of the third largest  $n$  - period of  $F(x)$ , such that a real characteristic parameter  $(\lambda_{R^{n-4}}, \lambda_{R^{n-4}})$  which corresponds to the MSS sequence and the value is unique if  $n \geq n_0$ .

**Key words:** continuous self - mapping; iteration; unimodel convex function; the third largest  $n$  - period; the MSS sequence

(责任编辑 刘道芬)