

## 基于 Windows CE 的人体生理参数监测系统设计

田志宏, 胡 亮, 邱峰志

(天津科技大学电子信息与自动化学院, 天津 300222)

**摘要:** 采用 CSN808 模块设计基于 Windows CE 的人体生理参数监测系统, 实现了对病人生理参数的实时监测. 在检测到病人出现危险性生理信号时, 可进行本地报警和远程无线报警, 同时对生理参数数据包进行保存. 可绘制包括多导联心电图 (ECG) 等 9 种生理参数波形曲线. 测试结果表明, 系统的监测准确性和可操作性都达到了预期的要求, 本地报警和远程无线报警均能正常、正确工作.

**关键词:** 生理参数; 监测; 无线报警; GPRS

**中图分类号:** TP277      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1672-6510(2011)04-0061-04

## Design of Human Physiological Parameters Monitoring System Based on Windows CE

TIAN Zhi-hong, HU Liang, QIU Feng-zhi

(College of Electronic Information and Automation, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

**Abstract:** Using CSN808, a physiological parameters monitoring system based on Windows CE was designed. Real-time physiological parameters of patients monitoring system were achieved. Both local alarm mode and remote wireless alarm mode were used, when the monitoring system gets dangerous signals from the patient, and the related physiological data was saved at the same time. Nine kinds of physiological parameters wave curves including multi-lead electrocardiogram (ECG) were draw. Test results show that the monitoring accuracy and operability of this system reach the expected requirements, and both the two alarm modes work normally and correctly.

**Keywords:** physiological parameters; monitoring; wireless alarm; GPRS

当前, 人口老龄化已成为当今世界的一个突出的社会问题. 世界卫生组织指出, 在全世界 190 多个国家和地区中, 有 60 多个已进入老年型社会. 老年人健康的最大威胁——心血管疾病引起的死亡人数, 占全球死亡人数的三分之一<sup>[1]</sup>. 各种心血管疾病在发病前都会有相应的征兆, 而通过观测病人的生理参数数据是能够发现这些征兆的, 因此设计一种可以监测主要生理参数并兼有报警功能的医疗仪器, 将为预防和治疗各种突发性疾病提供一种新的手段<sup>[2]</sup>. 目前, 生理参数监测设备大多用于医院监护室、养老院等, 可对病人或老年人的重要生理参数作实时、连续和长时间的监护<sup>[3]</sup>, 有些监护设备还带有一定的本地报警功能. 但其在远程无线报警功能方面却略显匮乏, 不支

持手机短信报警功能<sup>[4]</sup>.

本监护系统在拥有准确的监测功能的同时又有手机 GPRS 报警功能, 可在日常家庭中使用, 满足老年人对此类仪器的需求.

### 1 硬件结构

人体生理参数监测系统硬件结构如图 1 所示. 系统选用 CSN808 作为生理参数采集模块. CSN808 是用来监测心电图、心率、血压、血氧饱和度、呼吸和体温的参数采集模块, 并可按照 RS232 协议, 通过串口向主控模块发送生理参数数据包<sup>[5]</sup>. 选用 GTM900 模块作为生理参数的远程无线报警模块, 其支持标准

收稿日期: 2011-02-24; 修回日期: 2011-05-10

基金项目: 天津市应用基础及前沿技术研究计划重点资助项目 (08JCZDJC15500)

作者简介: 田志宏 (1966—), 男, 河北人, 教授, zhtian@tust.edu.cn.

及增强的 AT 命令,与主控模块通过串口相连. 主控模块主要负责对 CSN808 模块发送的数据包做相应的处理,并对 CSN808 模块和 GTM900 模块进行控制. 选用 Atmel 公司的 AT91SAM9263 作为 ARM 主控模块的核心 CPU,其支持 Windows CE 操作系统和大容量的 NAND flash. 系统以 LCD 和触摸屏作为人机交互装置,并可以通过以太网接口芯片连接到 Internet.

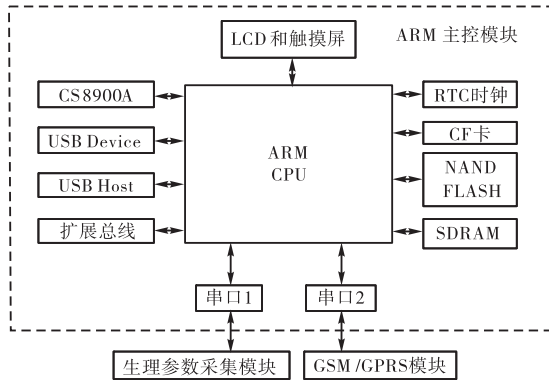


图1 人体生理参数监测系统硬件结构图

Fig.1 Hardware structure of physiological parameter monitoring system

## 2 软件设计

一个 Windows CE 系统从软件角度通常可分为 3 个层次:引导加载程序、系统映像文件以及用户应用程序<sup>[6]</sup>. 本文重点介绍人体生理参数监测软件,即用户应用程序的开发.

CSN808 模块的正常应答方式是以 50 Hz 的频率连续发送包含 25 字节数据的数据包. 其中,数据包的前两个字节是数据头,第 20 和第 25 字节为两个校验和值,其余字节是各种生理参数的数据字节. 主控模块接到串口数据后,首先对接收到的数据包进行校验,然后对通过校验的数据包进行分析,最后把各种生理参数数值显示到 LCD 模块上,并绘制多导联心电图(ECG). 在监测到病人出现异常时,系统自动对生理参数数据包进行保存,同时主控模块驱动 GPRS/GSM 模块向外发送求救短消息和拨打求救电话. 图 2 为人体生理参数监测系统监测软件的主程序流程图.

采用了 EVC4.0 作为上位机软件的开发工具. 它具有支持 MFC 类库和 ATL、COM 组件,支持 C/C++ 和汇编混合编程,所编写的软件运行时占用内存少、运行速度快等特点.

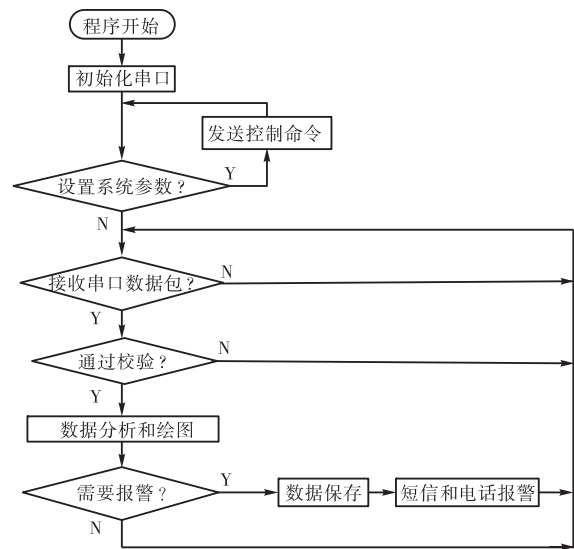


图2 监测软件主程序流程图

Fig.2 Main program flow chart of monitoring software

### 2.1 基于 API 的串口通信功能

#### 2.1.1 串口资源的打开和关闭

串口在 Windows CE 系统下属于流接口设备,它是串行设备接口的常规 I/O 驱动程序调用和与通信相关的具体函数的结合. 串行设备被视为用于打开、关闭、读写串口的常规、可安装的流设备<sup>[7]</sup>. 在所有的流设备驱动程序中,均可使用 CreateFile() 函数来打开串行端口设备. 打开串口并正确设置 DCB 结构体中的参数以及异步读写的超时时限之后,串口即可正常工作.

关闭串口则可以调用 CloseHandle() 函数来释放串口资源.

#### 2.1.2 多线程读取串口数据

Windows CE 系统不支持重叠 I/O,在主线程中进行大量读写串口操作将会使整个系统陷入缓慢的串口等待<sup>[8]</sup>. 所以,系统采用多线程技术来进行读写串口操作. 在 Windows CE 系统中,各个线程间共享绝大部分资源,其中就包括从串口接收到的数据.

按照模块化的编程思想,监测软件采用了 3 级结构来实现串口数据的读取:

(1) 读线程负责监视串口事件,如果有串口事件,则通知回调函数接收串口数据.

(2) 回调函数接收串口数据,并以消息形式通知主窗口的数据分析与绘图函数处理其收到的数据.

(3) 数据分析与绘图函数负责处理串口数据、显示生理参数与绘制 ECG 等功能.

数据分析函数在接到数据后,首先定位数据包的数据头. 然后,以数据头为定位标志,找到这组数据

的两个校验和值. 如果这组数据通过校验, 则将其存入一个包含 25 个元素的结构体 m\_recv 中, 直接对结构体中的数据进行操作.

### 2.2 生理参数的数据分析

#### 2.2.1 数据的实时显示

普通对话框只能在实例化一个对象之前给其中的变量赋值. 而 CDialogBar 类对象则不同, 它是由 CControlBar 类派生而来, 在主窗口实例化一个 CDialogBar 类对象之后, 它的句柄在程序运行期间将一直有效, 那么就可以对其中的变量进行实时的赋值更新. 系统使用一个 DialogBar 来显示各种生理参数的数值, 然后用函数 SetDlgItemText() 来实时更新 DialogBar 的数据.

对于状态栏, 它的句柄在程序运行期间也一直有效. 所以, 可以用其成员函数 SetPaneText() 来实时更新各种探头的工作状态.

#### 2.2.2 ECG 绘制

为了避免数据在类与类之间的传递, 串口数据的接收与处理等相关操作代码都被添加到 MainFrame 类中. 由 EVC 的文档/视图结构可知, View 类窗体始终覆盖在 Mainframe 类窗体之上, 所以必须使用 View 类的 DC 进行绘图. MFC 提供 GetActiveView() 函数, 其返回值是当前活动窗口的指针, 经过转化之后, 便可以使用函数 GetDC() 来获取 View 类的 DC.

按照医学标准, 一个心率为 60 次/min 的完整心电图波形的宽度在屏幕上为 25 mm 或者 50 mm. 按照 CSN808 模块的通讯协议, CSN808 模块每秒向主控模块发送 200 个心电图波形数据点. 而 LCD 模块的分辨率是 800 像素×480 像素, 显示区域的宽度为 170 mm. 可以计算出主控模块板应从串口 1 中读取数据包的频率为

$$50 \times (800/50/4) / (170/25) \approx 25$$

在初步绘制出 ECG 之后, 还需要对各导联曲线进行校准. 其方法是: 将一组标准的测试数据输入串口 1, 并将系统所绘制的曲线与测试数据的标准曲线进行对比, 并以此为依据, 调整监测系统所绘曲线.

### 2.3 生理参数的数据保存

以病人的呼吸和心跳两项参数作为数据保存与否的标志. 如果这两项参数中, 有一项的数值超出了其安全域值, 系统将以对话框的形式进行本地报警, 并即刻开始保存 CSN808 模块传来的数据包, 直至报警参数均回到安全域值范围之内.

与串口资源一样, 文件也属于流接口设备, 其创建与打开使用 CreateFile() 函数. 在打开文件后, 只

需要将结构体 m\_recv 中的数据追加保存到文件末尾就可实现对数据包连续、规则地保存.

### 2.4 监测系统的多种报警模式

系统采用 GTM900 作为远程无线报警模块. 在监测系统的报警设计对话框中, 有用于设置报警电话号码的文本编辑框. 在初次使用系统时, 系统会以对话框的形式提醒医护人员设置报警电话号码. 在正确设置报警号码后, 系统以文件形式将报警号码存储起来并作为默认报警电话号码, 直至报警号码被修改. 图 3 为报警设置对话框, 前两组选项用来设定心跳和呼吸频率的报警阈值, 最后一个文本编辑框为预置的报警号码.

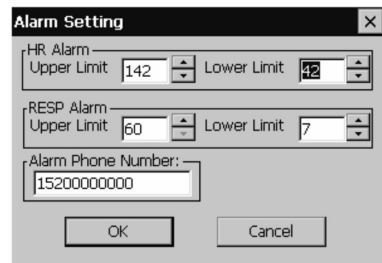


图 3 监测系统的报警设置对话框

Fig.3 Alarm Setting dialog box of monitoring system

当监测到作为报警标志的生理参数出现异常时, 主控模块就会驱动 GTM900 模块向预置的报警号码发出包含报警原因及报警生理参数数值的求救短信息. 图 4 为监测软件的报警模块程序流程图.

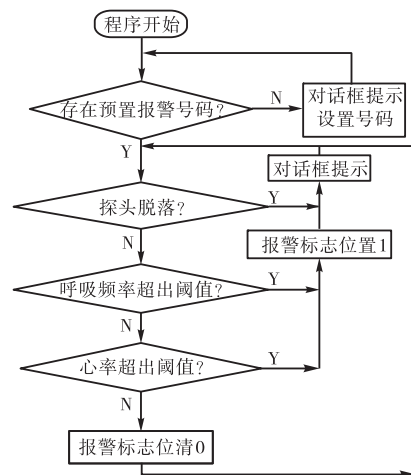


图 4 监测软件报警模块流程图

Fig.4 Alarm module flow chart of monitoring software

### 2.5 生理参数的数据重现

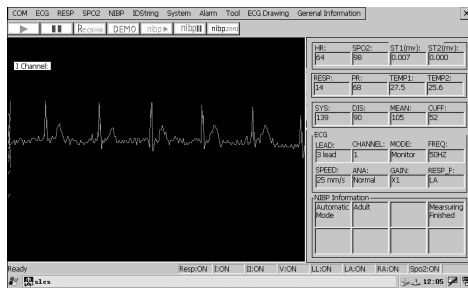
生理参数数据包的储存为重现病人发病时各种生理参数提供了基础. 数据重现策略是: 在打开生理参数数据文件后, 每次顺序读取 25 个字节的数据,

并赋值给 `m_recv` 结构体. 然后, 调用数据分析与绘图函数处理 `m_recv` 结构体中的数据, 并在屏幕上刷新数据和绘制曲线. 为模拟 CSN808 模块的应答方式, 系统采用时间控件, 按照 50 Hz 的频率重复执行上述过程, 直至文件指针移动至生理参数数据文件的结尾.

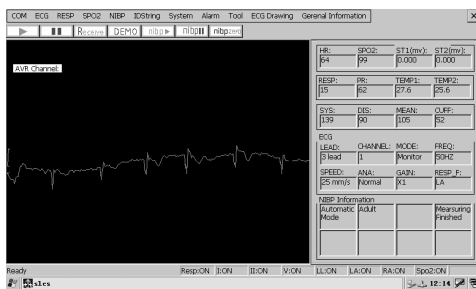
### 3 实验

#### 3.1 调试与监测效果

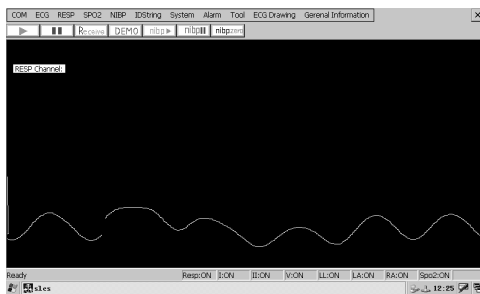
让被监测者同时佩戴医用监护设备和本监测系统, 然后不断的对比两系统的数据以及各导联心电图. 并以此作为依据进一步微调人体生理参数监测系统, 直至两套系统得出相同的数据、曲线. 图 5 是监测系统在微调完成之后的效果图.



(a) 导联心电图



(b) AVR 导联图曲线



(c) 呼吸波波曲线

图 5 部分监测界面

Fig.5 Monitoring interface example

图 5(a)为 I 导联心电图, 主界面右侧区域为用以显示病人各种生理参数数值的对话框; 主界面上方为系统设置区域; 主界面下方为显示各种探头佩戴状况的状态栏. 图 5(b)是 AVR 导联图曲线. 图 5(c)是呼吸波曲线, 为方便医护人员对呼吸波曲线的观察, 已将对话框隐藏.

#### 3.2 报警实验

按照 CSN808 模块的通讯协议, 编辑一组心跳数值为 0 的测试数据来测试本地报警模式及远程无线报警模式, 以验证系统的实时性和准确性. 本地报警对话框的文本信息指明了报警原因以及报警参数的数值.

在本地报警对话框出现的 12 s 之后, 求救短信信息发送到了预置报警号码的手机上, 短信内容与报警对话框给出的文本内容相同. 5 min 后停止测试, 在此期间系统运行正常. 在 Nand Flash 中存储有大小为 22.3 kB 的文本文件 Rec00, 它保存了测试期间的生理参数数据包. 选择数据复现功能后, 数据开始重现, 各项参数均正确无误.

### 4 结 语

本文设计了一种基于 Windows CE 的人体生理参数监测系统. 系统实现了多种人体生理参数的实时采集、显示, 并可选择性地对包括 ECG 曲线在内的 9 种生理参数曲线的绘制. 同时, 系统在必要的时候能够自动进行人体生理参数数据的保存. 在此基础上, 还实现了包括本地报警和远程无线报警的两种报警方式. 上位机软件以 EVC4.0 作为开发平台, 并采用了模块化的编程思想, 所编写的程序, 可移植性好、功能完善、易于维护. 目前, 系统已经运用到了智能轮椅车上, 并取得了较好的效果.

#### 参考文献:

- [1] Dakun L, Fang Z. Real-time remote monitoring of out-of-hospital with high patients especially risk heart diseases[C]//Proceeding of the 2007 International IEEE/ICME Conference on Complex Medical Engineering. Piscataway: IEEE, 2007: 332-335.
- [2] 车琳琳. 常用生理参数测量方法的原理及改进[J]. 中国医疗设备, 2008, 23(8): 53-54, 77.
- [3] 巫琦. 监护仪的临床应用和发展[J]. 医疗装备, 2004, 17(3): 10-12.

(下转第 69 页)