

基于 SIM300 的远程心电监护系统的设计与开发

吴丽华¹, 李砾¹, 赵舒², 王奚¹

(1. 哈尔滨理工大学 测控技术与通信工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150040; 2. 哈尔滨工业大学 电子与信息工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘要:随着现代通信技术的发展,远程患者监护,尤其是心电监护有了越来越多的需求. 本系统采用 GPRS 技术,可以长期的随时随地的监测患者心电信号,并能通过 GPRS 模块 SIM300 传输到已接入 Internet 网的医师工作站的服务器上供医护人员分析,由他们提供及时而正确的诊断和医疗指导. 该心电监护系统已经应用于内蒙古、福建的临床试验中,得到了患者的普遍认可.

关键词:心电; GPRS; 远程患者监护; SIM300

中图分类号: TP183 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-2683(2010)01-0112-04

Design and Development of Remote ECG Monitoring System Based on SIM300

WU Li-hua, LI Li, ZHAO Shu, WANG Xi

(1. School of Measure-control Technology and Communication Engineering, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150040, China;

2. School of Electronics and Information Engineer, Harbin Institute of Technology, Harbin 150040, China)

Abstract: Along with the development of modern communication technology, remote patient monitoring, especially remote ECG monitoring is widely required in medical field. The system adopt GPRS technic for transmitting, it can test patient's ECG signal conveniently and transmit ECG signal to the central monitoring station server of hospital by SIM300 model which has been accessed to Internet and has a fixed IP address. Doctors of central monitoring station will analyze ECG and will provide medical guidance to patient timely. The whole ECG monitoring system has been applied in clinical trials at Inner Mongolia, Fujian Province, and has been generally approved by most of patients.

Key words: ECG; GPRS; Remote patient monitoring; SIM300

0 引言

由于心血管疾病具有病情隐蔽、发展缓慢、发病危险性高的特点,它对心脏病患者、特别是中老年患者的危险性极大,是威胁人类生命安全的“第一杀手”^[1,5]. 心电信号是进行病理诊断的重要依据,目前在医院内应用的心电监护系统主要有两

种:一种是病房使用的心电监护系统,另一种是 24h 记录病人心电数据的 Holter 系统,后者可以由使用者携带,但不能实时做出诊断. 随着生活节奏的加快,在社会上需要一种使患者活动不受限制,同时能和医生进行实时交互的便携式心电监护系统. 本文详细描述了基于 TI 公司的 MSP430F2418 和 SIMCOM 公司的 GPRS 模块 SIM300 的远程心电监护系统方案.

1 远程心电监护系统的设计

本系统由 3 个部分组成,心电信号采集部分,无线传输部分和医师工作站部分。

远程心电监护系统必须稳定可靠,有一定的自检功能,操作简单。从患者的安全角度考虑,应尽量使用成熟,可靠的技术,并尽量能与现成的系统兼容以共享数据。系统应该能够随着新技术的出现进行升级,也能根据应用的增加进行扩展^[1]。目前基于 GPRS IP 方式的数据传输方式得到了迅速推广,尤其是在各类远程监控系统中得到了广泛应用。因而我们选择了医师工作站的计算机通过 Internet 接入 GPRS 网络的这种较为成熟的组网方式^[1],如图 1 所示。

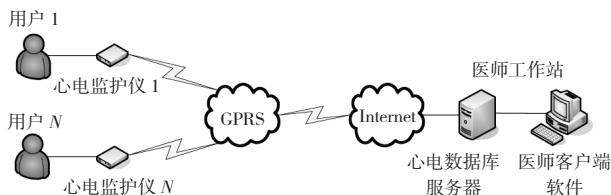


图 1 系统总体结构框图

1.1 心电信号采集模块的设计

心电信号作为心脏活动在人体体表的表现,通常很微弱,幅度为 0.01 ~ 5 mV,频率为 0.05 ~ 100 Hz。心电信号采集过程中易受到各种干扰,所以心电采集过程需要进行放大和滤波处理,然后通过 MSP430 进行 A/D 转换,诊断其是否异常,监护心率的变化情况,若有异常情况报警提示,并将采集的心电数据通过 SIM300 模块发送到医师工作站服务器上,如图 2 所示。

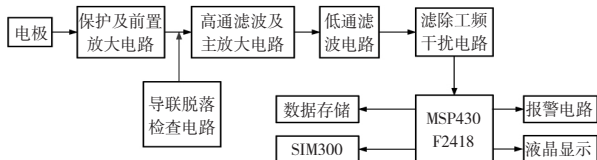


图 2 心电监护仪系统框图

本系统的电极选用广泛使用的银-氯化银电极;保护及前置放大电路选用运放为 AD620,其有输入阻抗高、共模抑制比强、低噪声、低漂移的特点;高通滤波及主放大电路主要滤除 0.05 Hz 以下的心电信号,并将信号进一步放大;低通滤波电路主要滤除 100 Hz 以上的心电信号,从而得到标准的 0.05 ~ 100 Hz 的心电信号。这里详细介绍一下本系统改进

后的滤除工频干扰电路。

人体的心电信号非常微弱,因此干扰和噪声常常可以淹没心电信号。外界干扰主要是人体周围的 50 Hz 交流电源与人体通过耦合产生的工频干扰。为了解决 50 Hz 工频干扰采用双 T 型的陷波电路,电路如图 3 所示。

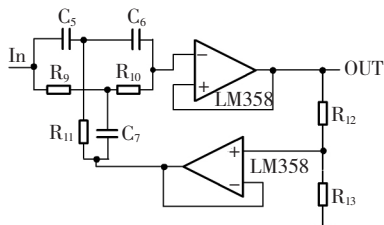


图 3 滤除工频干扰电路

此电路是在有源双 T 网络的基础上增加一个运算放大器进行隔离,使其陷波性能得到明显改善。同时,双 T 型网络的 R_{11} 和 C_7 没有接地,而是接在输出端的部分反馈上,适当增加 Q 值,不会影响陷波稳定性,从而改善频率的选择性,能把 50 Hz 的工频干扰抑制。

1.2 无线传输模块的硬件设计

本系统采用 GPRS 网络进行心电数据的远程传输。该功能由 SIMCOM 公司的 GPRS 模块 SIM300 来实现,GPRS 模块的应用电路由我们根据 SIM300 模块说明自行设计,如图 4 所示。

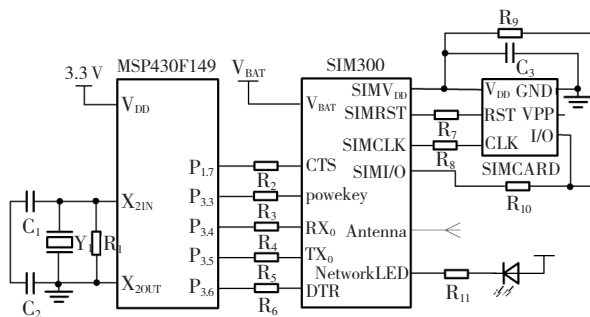


图 4 GPRS 模块应用电路图

SIM300 模块采用 3.4 ~ 4.5 V (典型值为 4.2 V) 供电,需要注意的是 SIM300 要求峰值电流达到 2 A。内部集成了 GSM 控制器,两个串口 (SP1 和 SP2),一个 SIM 卡接口,两个模拟音频接口等。所有这些硬件接口除天线接口外都是通过 60 针的板对板连接器进行连接,在数据传输中不需要用到音频接口和 LCD 接口等,对这些引脚悬空处理即可^[1]。

GPRS 模块的工作过程如下:SIM300 上电以后,观察 NetworkLED 引脚上的网络指示灯,一开始网络

指示灯的闪烁频率为 64ms ON/800ms OFF,此时表示 SIM300 模块正在搜索 GPRS 网络,过一段时间后,网络指示灯的闪烁频率变为 64ms ON/3 000ms OFF,此时表示模块已经连接到 GPRS 网络上,这段等待时间根据所处地理位置的信号强度决定,信号强度越高,等待的时间就越少,一般约为 1 - 2s. SIM300 连接到 GPRS 网络后,通过 MSP430 控制其 P3. 3 引脚对 SIM300 的 POWERKEY 引脚输出一个大于 1500ms 的低脉冲,用以开启 SIM300 模块. 模块开启后,通过 MSP430 的串口将用以控制 SIM300 模块的 AT 指令发给 SIM300 并通过串口检查 SIM300 的反馈信息了解 SIM300 的执行情况,从而完成建立模块与医师工作站的 GPRS IP 连接,并通过 Antenna 引脚传输数据,接收医师工作站反馈的结束信息的通信过程. 当一次数据传输完毕后,可以将 MSP430 的 P3. 6 引脚置高,使 SIM300 模块进入低功耗的睡眠模式.

1.3 无线传输模块的通信协议及软件设计

在无线通信系统中,通信部分软件设计最重要的是系统的通信协议,下面将详细介绍本系统的无线通信协议接程序设计.

1.3.1 通信协议格式

由于心电数据的数据量比较大,而 SIM300 模块发送一次数据的数据量有限,本系统定义 SIM300 模块与医师工作站之间的通信数据包的最大值为 256 字节,其具体格式如表 1 所示.

表 1 通信数据包格式

同步字 (2 字节)	数据包长 (1)	数据包类型 (1)	设备 ID 号 (4)	数据 (n)	校验和 (1)
0x55、0xAA	n + 7	Type	ID	n 字节	Checksum

同步字:每个数据包的开头由两个字节的同步字组成,用以确定此包是有效的数据包,接收协议规定只接受以 0x55 后紧跟 0xAA 的数据包.

数据包长:除同步字以外所有数据(字节)的个数.

数据包类型:区分此包是命令包还是数据包.

设备 ID 号:记录上传心电数据的心电监护仪 ID 号码. 每个设备有唯一的 ID 号码,为方便扩展,设备 ID 号采用 4 字节.

数据:上传的有效心电数据.

校验和:除同步字和校验和以外的所有数据之和的低 8 位.

1.3.2 通信程序设计

系统上电, SIM300 模块正常开启后,首先对模

块进行初始化. 对 SIM300 模块的初始化需要通过串口向 SIM300 模块发送 AT 指令来实现,初始化的内容包括设置 SIM300 模块的反馈方式、串口波特率、本地端口号、低功耗模式、GPRS 连接、GPRS 数据发送方式、短信接收格式、GPRS 数据接收格式. 通过 SIM300 模块反馈回来的信息判断各条初始化 AT 指令是否成功,如初始化成功,通过 GPRS IP 方式建立与医师工作站的 TCP 连接, SIM300 模块作为 CLIENT 向远程的 SERVER 即医师工作站发起一个 TCP 连接. 建立连接,传输数据,关闭连接的基本过程如下:

TCP 连接

1) 指定本地端口

AT + CLPORT = "TCP", "CLIENT 的端口号"

返回:OK

2) 连接 SERVER

AT + CIPSTART = "TCP", "SERVER 的 IP 地址", "SERVER 的端口号"

返回:OK

连接成功返回:CONNECT OK

3) 向 SERVER 发送数据

AT + CIPSEND

> 待发送数据

返回:OK

4) 关闭连接

AT + CIPCLOSE

返回:OK

5) 关闭移动场景

AT + CIPSHUT

返回:OK

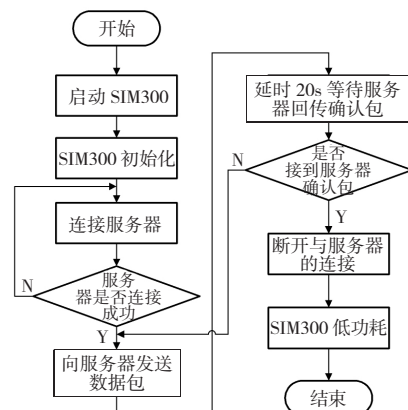


图 5 主控程序流程图

当医师工作站接收到全部心电数据后,将向 SIM300 模块回传一包确认包,以确认所有数据都已

接收完毕,模块收到此确认包后通知控制器 MSP430,控制器随即发送关闭连接指令并使模块进入低功耗模式.等待回传确认包过程中进行超时判断,当超过等待时限仍未接到确认包,控制器控制 SIM300 模块重新发送上一次传输的数据.

主控流程图如图 5 所示.

1.4 医师工作站的设计

由于传输的是心电信号,对信号传输的正确性和可靠性要求较高,所以采用面向连接的 TCP 协议.本系统设计了一个基于 GPRS 网络和 TCP/IP 协议的医师工作站系统,整个系统的工作过程如下:病人首先到医院注册,医生为病人建立个人档案并分配一个唯一的病例 ID 号码,将此号码和病人的基本信息与其使用的心电监护仪绑定,病人注册之后就可离开医院,可随时随地记录心电信号并通过数据通发送到医师工作站中,医生可进行波形回放和诊断分析,并用短信息或电话的方式给病人相应的医疗指导.心电信息监护软件是安装在医院 PC 机上的软件系统,本软件以 C++ Builder 为开发平台,调用 SQL Server 实现数据库的管理.

2 结 语

本论文在硬件设计的基础上,完成了对心电监护仪的软件编程,实现了心电信号数据的采集、存储和基本的诊断工作.完成了对家用医疗数据网关基于 $\mu C/OS-II$ 操作系统的软件编程,通过对总线的仲裁和各个模块之间通讯协议的制定,实现了多输

入多输出的同时工作,以及整个系统基于 GPRS 网络的远程无线通信.

以较大的活动自由的前提下获取患者在正常活动情况下的动态心电信号,使用方便,使患者不出门便可得到诊治,提高了患者的生存质量.

参 考 文 献:

- [1] 王金凤,王 戈.心电图的识别与病人的护理 [M]. 国外医学:护理学分册,2001,20(1):2-10.
- [2] 姜永权,魏 月,刘克岩. 适合中国国情的远程家庭医疗系统研究 [J]. 中国医疗器械杂志,2001,25(6):338-341.
- [3] SIM Technology. SIM300 Hardware and Software Specification [EB/OL]. (2006-09-10),<http://download.csdn.net/source>.
- [4] 赵陆文,于 坚. 一种基于 GPRS 的数据传输终端的设计与实现 [J]. 军事通信技术,2006,27(2):43-46.
- [5] 穆 杰,刘玉华. 老年保健与家庭远程医疗 [J]. 保健论坛,2007,10(6):664-665.
- [6] 刘 星,陈希超,汪觉民,等. 远程心电监护系统的设计与开发 [J]. 医疗卫生装备,2007,28(11):53-55.
- [7] WARREN S, YAO Jianchu, BARNES G E. Wearable sensors and component-based design for home health care [J]. Proceeding of 24th Annual Conference and the Annual Fall Meeting of the Biomedical Engineering Society, 2002, 3(3):271-273.
- [8] 种银保,肖颖彬,史长宁,等. 全程心电监护系统的设计与实现 [J]. 医疗卫生装备,2006,27(8):46.
- [9] TORAL S L, QUERO J M, PEREZ E M. Amicroprocessor based system for ECG telemedicine and telecare [J]. Materials Research Society Symposium-Proceedings, 2001, 626(4):526-529.

(编辑:王 萍)