

基于 GSM 通讯的社区医疗监护网络的开发

岳小康，郝琦昕，丁磊，郝岩峰

通讯作者：韩涛 齐芳

天津体育学院，天津，300381

摘要：多年来，心率在心血管疾病的研究和诊断方面发挥出显著的作用，它们所体现的心脏活动时的生物信号，是临床诊断的重要依据。本医疗监护网络能够让携带被测终端随时随地就能够完成测试，数据通过 GSM 网络传送给社区医疗基站供医护人员分析，且在当某个终端有危险告警时，监护人员可以定位终端机的位置，由此找到老人，便于施救，从而大大减少了人力、物力。本设计使用 STC89C51 单片机为主控芯片，TC35 为数据传输模块，**HKX-08A 心率传感器**为心电采集模块来完成被测者心率数据的实时采集、传输和接受。STC89C51 单片机中的软件设计部分是利用 C 为开发语言，配合 KEIL 的开发环境完成的。PC 终端的软件设计部分是利用 C++/MFC 为工具开发的。设计结果表明系统达到了设计所要求的内容，实现了预期的基本功能。

关键词：STC89C51；**HKX-08A**；GSM 模块；TC35；MFC

引言

中国现有老龄人口已超过 1.6 亿，截至 2013 年底，我国 65 周岁及以上人口 13161 万人，占总人口的 9.7%。关注老龄群体的健康和生活已成为社会保障完善与否的体现，针对老龄人群突发疾病的及时诊断与及时救治则是其中之一。目前突发疾病中心、脑疾病最多，而心率变化则是考察这些疾病的重要参数之一。医生通常的诊断方法也是测试心率等数据来综合考察病人的情况，而测试仪器通常是在医疗机构中设置。那么，如果能够在老人们经常出入的场所中，设置心率实时监测系统，使为老人突发病症后得到及时救治而大大缩短救治时间。本研究中将心率测试在 GSM 无线通讯技术的支持下，实现一定区域范围内心率实时测试与监护跟踪。能有效解决老年人突发病症的及时发现，并为及时救治创造条件，因此本研究有着一定的现实意义。

本研究提出基于 GSM 无线通讯技术实现社区医疗检测网。以社区医疗站为监控、观测基站。本人认为该监测网络主要有两大优势。第一、对携带测试终端机的老人可进行心率指标的实时采集、分析以及危险告警。当某个终端有危险告警时，监护人员可以定位终端机的位置，由此找到老人，便于施救。同时医生还可以随身携带手持机从监测站获取信息实现移动检测，这样可对老年人群做出实时监护。每台检测站能同时监控多台测试终端机，其数目可以灵活配置。医务人员还可以从基站的病案数据库调出其近期相关数据及时分析，使医务人员能及时有效的抢救病人。通过远程监控社区医疗系统，可大大提高心率不正常的老年人的发现率和救护率。第二、本监护网络可以大大减少老人去医院的次数。由于医生通常的诊断方法是测试心率等生理参数来综合考察老人的身体状况，这就要求老人必须定期去医院检查身体。而本医疗监护网络能够让老人在家里就能够完成测试，数据通过 GSM 网络传送给社区医疗基站供医护人员分析从而大大减少了人力，物力。

1 系统结构

本网络系统主要由心电信号采集模块、心率计算模块、心率无线发射和接受模块这三个模块构成。

作者简介：岳小康，女，本科在读，天津体育学院。E-mail: 1969001451@qq.com

通讯作者简介：韩涛，男，硕士研究生，天津体育学院。E-mail: 459616329@qq.com

齐芳，女，副教授，硕士研究生，天津体育学院。E-mail: qifang0818@163.com

大致流程是首先通过心电传感器捕获人体的心电信号，经信号调理电路，A/D 转换、比较电路最后输出同步于心脏的数字脉冲信号。然后脉冲信号由单片机（STC89C51）捕获，内部计算得出实时心率。最后将心率值通过 GSM 无线通讯网络发送到社区医疗监控中心的基站。具体系统结构如下：

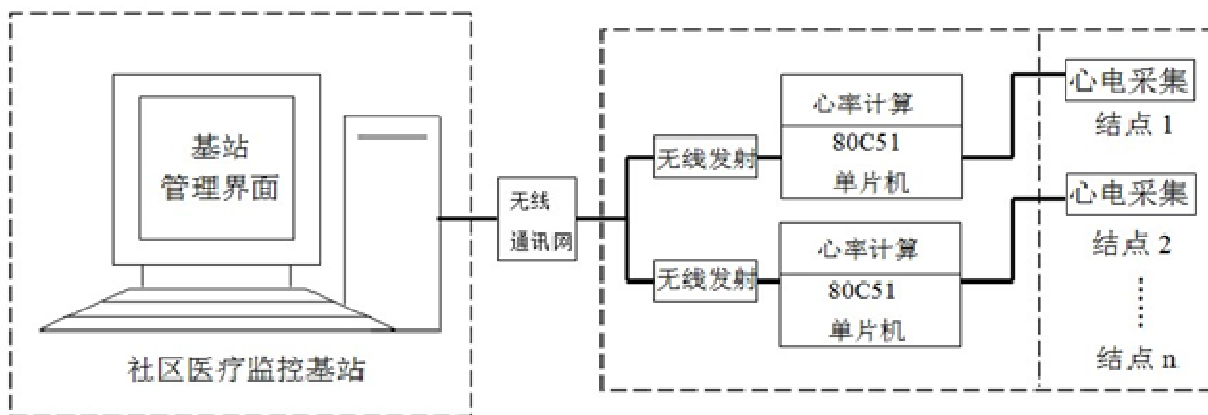


图 1 系统结构图

2 硬件的选择与系统设计

2.1 MCU 的选择

MCU 控制模块采用 STC 公司推出了新一代高速/低功耗/超强抗干扰的单片机 STC89C51，指令代码完全兼容传统的 8051 单片机。其工作电压为：5.5V-3.3V；工作频率范围：0-40MHz；用户应用程序空间为 4K 字节；片上 512 字节的 RAM；有 35 个通用 I/O 口；有 EEPROM、看门狗等功能；支持异步串行口 UART；有 3 个定时/计数器；封装格式为：PDIP-40。STC89C51 的管脚封装图如下图所示：

90C 版本的管脚图 (PDIP-40)

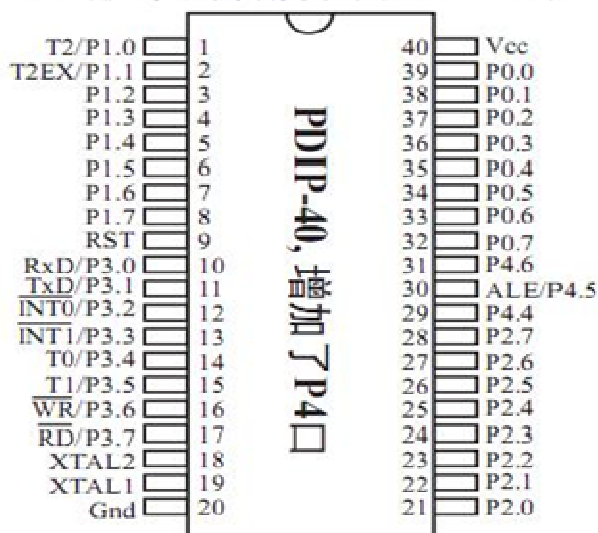


图 2 89C51 管脚封装图

2.2 心率传感器的选择

2.2.1 心率传感器的比较

目前主流的心率传感器有压电式，红外感光式，心电式；压电式的主要通过压力传感器捕获脉搏跳动表面皮肤的扩张，不适合用于动态下心率的监测，红外感光主要根据光电效应，采用红外发射管和红外接收管。医学研究表明，随着心脏的跳动，人体组织的半透明度会随之改变。因此，可以用红外发射管来照射，来检测透射光，并把光信号转换成电信号。但是这种方法也不太适应走动下的监测。

2.2.2 HKX-08A 的特点与应用

我们选的是 **HKX-08A 心率传感器** 采用人体体表生物电检测心脏搏动产生心电信号，通过信号调理电路，A/D、数字信号处理，比较电路输出同步于心脏搏动的脉冲信号。该传感器有效地解决了在动态情况下检测心率有效性和准确性。非常适合在动态下对老人心率的监测。

2.3 GSM 模块选择

本次设计所选取的 GSM 模块是西门子公司生产的 TC35 模块。TC35 是一款双频 900/1800MHZ 高度集成的 GSM 模块。TC35 无线 GSM/GPRS 通信模块，集成了标准的 RS232 接口以及 SIM 卡，可以在 PC 机上用 AT 命令通过串口对它进行设置。这使它成为在声音和数据通讯上通用的一个 GSM/GPRS 双频终端产品。你可以快速的把它应用到产品开发上，同时它也可以作为产品的一个组成部分和产品结合在一起。在无线短信工业控制、远程通讯，现场监控等诸多无线通讯领域开发板将会给您的工作带来极大的便利。

AT 指令有 20 多条，可以查阅相关 AT 指令集资料。单片机可以通过正确的 AT 指令对 TC35 模块进行控制和消息的接受与发送。TC35 对短消息的控制有 3 种模式：Block 模式、PDU 模式、Text 模式。这三个模式中 Text 模式是最简单的并且也最方便，虽然不支持中文，但是本设计不需要中文字符的手发，只需收发阿拉伯数字即可。综合以上考虑，本此设计选用 Text 模式来收发短信。

2.4 硬件系统设计

系统以单片机（STC89C51）为核心器件进行自动控制，采用 **心率传感器（HKX-08A）** 对人体的心率进行实时监测，通过 5110 液晶显示器显示提供人机交互界面，该系统能过及时显示采集到的心率，并计算出实时心率值。从而引入了心率监测控制系统的新概念。

硬件系统主要有：1、发射端：心率信号监测模块；单片机系统模块，TC35 无线发射模块，电源模块；2、接收端：TC35 无线接收模块；电源模块；PC 终端。发射端与接收端的硬件系统原理图如下：

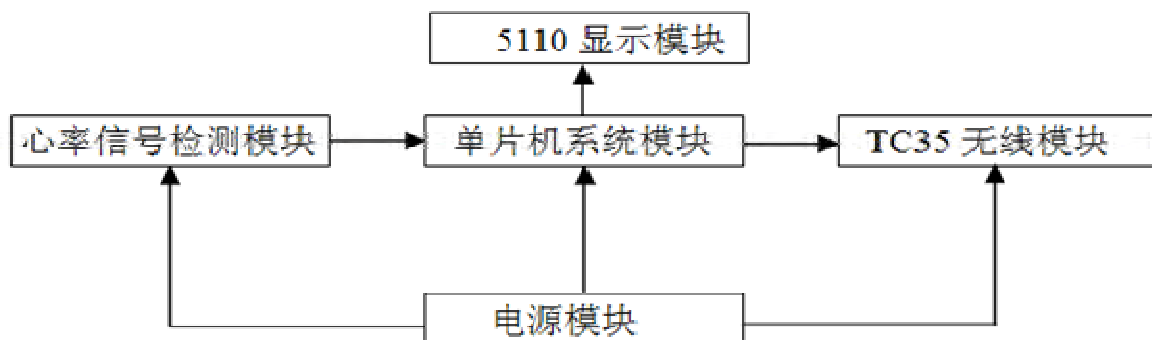


图 3 发射端

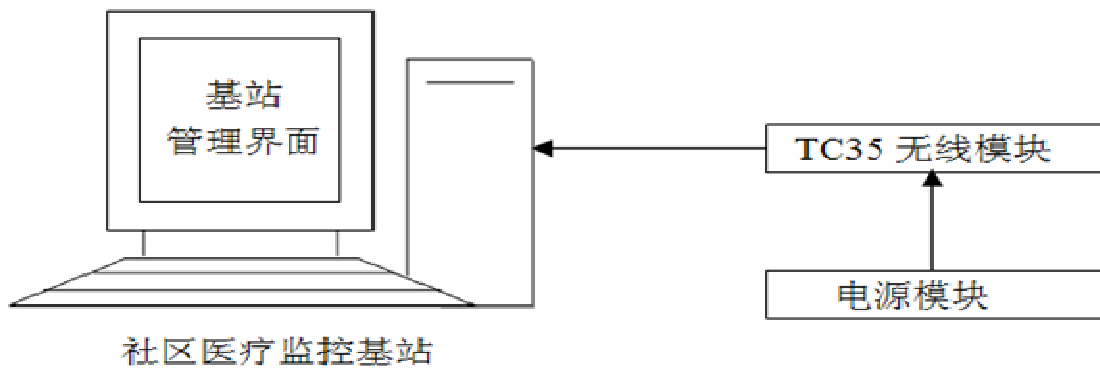


图 4 接受端

3 软件系统设计

3.1 MCU 部分软件系统

MCU 部分的程序全部用 C 语言编写，使用 IDE 开发环境为 KEIL。Keil C51 是美国 keil software 公司出品的 51 系列兼容单片机 C 语言软件开发系统。KEIL 提供了包括 C 编译器、宏汇编、连接器、库管理和一个功能强大的仿真调试器等在内的完整开发方案，通过一个集成开发环境将这些部件组合在一起。基于这些优良的特性，所以选择 keil 为开发工具。

MCU 部分程序总体设计：主要有 Main 主程序（包括个硬件初始化程序）、心率计算子程序、无线发射 TC35 子程序、5110 液晶显示子程序各子程序结构清晰，模块独立，可分别调用且调试方便。下图为 MCU 部分的软件设计程序流程图：

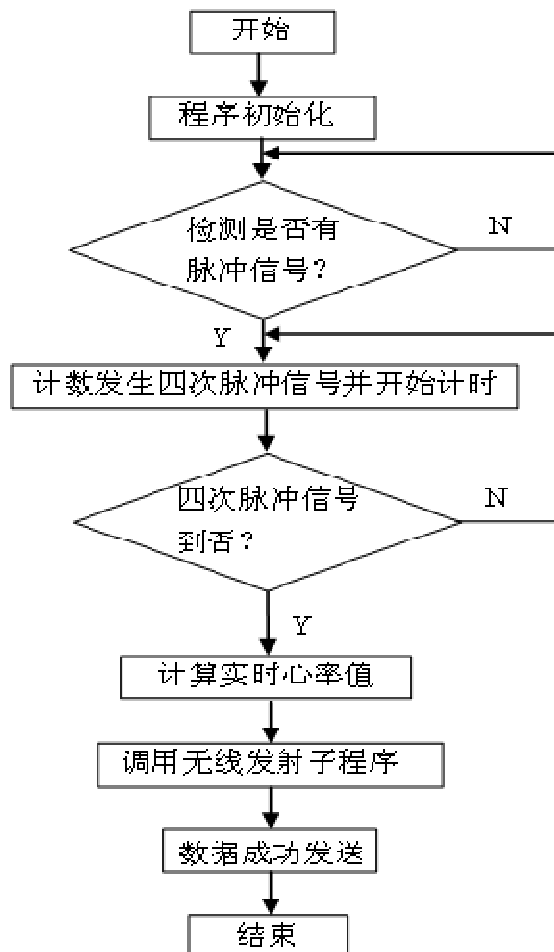


图 4 MCU 程序流程图

3.2 PC 部分软件系统

3.2.1 MFC 介绍

PC 部分的程序是用 C++ 语言编写，利用 MFC 以及微软提供的 VC6.0 集成开发环境开发的。MFC 是一个微软公司提供的类库，以 C++ 类的形式封装了 Windows 的 API，并且包含一个应用程序框架，以减少应用程序开发人员的工作量。其中包含的类包含大量 Windows 句柄封装类和很多 Windows 的内建控件和组件的封装类。

3.2.2 VC6.0 介绍

Visual C++6.0，简称 VC 或者 VC6.0，是微软推出的一款 C++ 编译器，将“高级语言”翻译为“机器语言”程序。VC6.0 不仅集成了一个 C++ 编译器，而且是一个基于 Windows 操作系统的可视化集成开发环境（IDE）。Visual C++ 已成为专业程序员进行软件开发的首选工具。基于以上优点本次设计采用 VC6.0 为开发环境。

3.2.3 串口通讯（COM 口）

本次设计 PC 端接受数据是通过 COM 口来接受的。COM 口即串行通讯端口。微机上的 com 口通常是 9 针，也有 25 针的接口，最大速率 115200bps。通常用于连接鼠标（串口）及通讯设备（如连接外置式 MODEM 进行数据通讯或一些工厂的 CNC 机接口）等。一般主板外部只有一个 COM 口，机箱后面和并口一起的那个九孔输出端（梯形），就是 COM1 口，COM2 口一般要从主板上插针引出。并口是最长的那个梯形口。

3.2.4 软件界面

考虑到本次设计只需接受数据，并且对数据进行一些简单的处理。所以，软件的界面设计成为了对话框的形式。心率折线图也是以对话框的形式呈现的，即简单又方便用户观看。效果图如下：



图 5 PC 软件效果图

为了让医护人员方便研究用户的心率变化趋势，本次设计加入了心率折线图的功能。即根据传来的心率值可以实时的画出心率折线图。这样病人的心率变化效果可以一目了然，效果图如下：

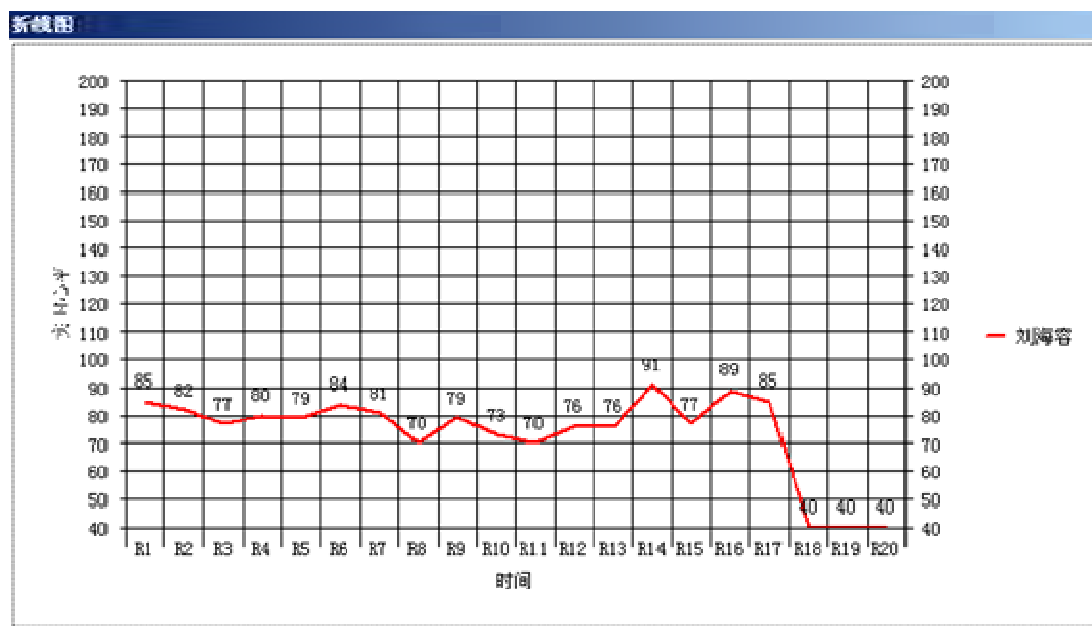


图 6 PC 心率折线图

4 GPS 定位设计

4.1 GPS 定位原理

GPS 定位的基本原理是根据高速运动的卫星瞬间位置作为已知的起算数据, 采用空间距离后方交会的方法, 确定待测点的位置. 如图所示, 假设 t 时刻在地面待测点上安置 GPS 接收机, 可以测定 GPS 信号到达接收机的时间 Δt , 再加上接收机所接收到的卫星星历等其它数据可以确定以下四个方程式 [1]:

$$[(X_1-X)^2+(Y_1-Y)^2+(Z_1-Z)^2]^{1/2}+C(Vt_1-Vt_0)=d_1$$

$$[(X_2-X)^2+(Y_2-Y)^2+(Z_2-Z)^2]^{1/2}+C(Vt_2-Vt_0)=d_2$$

$$[(X_3-X)^2+(Y_3-Y)^2+(Z_3-Z)^2]^{1/2}+C(Vt_3-Vt_0)=d_3$$

$$[(X_4-X)^2+(Y_4-Y)^2+(Z_4-Z)^2]^{1/2}+C(Vt_4-Vt_0)=d_4$$

上述四个方程式中待测点坐标 x, y, z 和 Vt_0 为未知参数, 其中 $d_i=c \Delta t_i$ ($i=1, 2, 3, 4$).

d_i ($i=1, 2, 3, 4$) 分别为卫星 1、卫星 2、卫星 3、卫星 4 到接收机之间的距离.

Δt_i ($i=1, 2, 3, 4$) 分别为卫星 1、卫星 2、卫星 3、卫星 4 的信号到达接收机所经历的时间.

c 为 GPS 信号的传播速度(即光速).

四个方程式中各个参数意义如下:

x, y, z 为待测点坐标的空间直角坐标.

x_i, y_i, z_i ($i=1, 2, 3, 4$) 分别为卫星 1、卫星 2、卫星 3、卫星 4 在 t 时刻的空间直角坐标, 可由卫星导航电文求得.

Vt_i ($i=1, 2, 3, 4$) 分别为卫星 1、卫星 2、卫星 3、卫星 4 的卫星时钟的时钟差, 由卫星星历提供.

Vt_0 为接收机的时钟差.

由以上四个方程即可解算出待测点的坐标 x, y, z 和接收机的钟差 Vt_0 .

4.2 GPS 定位系统

4.2.1 基于 3G 移动通信系统的 GPS 定位系统

将 3G 移动通信系统基于位置的业务和 GPS 定位技术相结合, 并通过 3G 系统来传输定位信息的 GPS 定位系统. 此系统具有定位精确度高、适用范围广、可靠性好、投资成本小等优点, 具有较强的实用价值.

基于位置的业务 6 简称 (LBS) 是 3G 移动通信系统的一种增值业务, 其业务类型有可能是强推类型 (如本地信息的自动发布) 或强取类型 (如紧急呼叫的位置), 其他可能的业务是在有限数量站址的服务广播以及检索、显示基于位置的信息。LBS 的业务主要可以分为五种: 个人位置信息查询, 是针对大众个人用户的基本位置业务。物流管理, 是针对行业用户的物流管理和车辆调度业务; 紧急救援, 是有关 110、120 报警, 以及警员、救护车调度等业务以及针对小孩、老人等受监护群的业务。位置信息可由用户手工输入或者由网络!移动终端检测。UMTS 的 R99 版本规范了以下三种定位方法: 基于小区识别 (CELL-ID) 的定位方法、观察到达时差-空闲周期下行链路 (OTDOA) 方法和网络辅助 GPS 方法。这些方法互补而非互斥, 并且适合不同目的。

4.2.2 GPS 手机硬件

GPS 手机硬件的重要组成部分是 GPS 芯片, GPS 芯片是衡量 GPS 手机性能的重要标准。GPS 芯片内置于 GPS 手机当中。GPS 芯片的接收灵敏度越高, 搜星速度越快, 功耗越低, 使用就会越方便、越广泛。

2005 年 7 月, 西安华迅公司推出了国内第一块 GPS 芯片, 2006 年中国科学院微电子研究所也成功开发出了两款 GPS 基带 soc 芯片。但国内企业、研究机构的 GPS 芯片在性能上与国外产品有很大差距, 现有的芯片市场基本上还是国外几大厂商占据, 这其中影响较大的有 SIRF、Garmin、u-blox、摩托罗拉、索尼、富士通、npx、nemerix、unav 等厂商。

目前大多数的 GPS 手机使用的都是 SIRF StarIII 系列芯片。SIRF 公司的芯片由一块射频集成电路、一块数字信号处理电路和标准嵌入式 GPS 软件构成。射频集成电路用于检测和处理 GPS 射频信号, 数字信号处理电路用于处理中频信号, 标准嵌入式 GPS 软件用于搜索和跟踪 GPS 卫星信号, 并根据这些信号求解用户坐标和速度。这种芯片具有快速接收信号的能力和对信号进行高效处理的能力, 无论在野外还是城市都不会丢失信号。如果我们处于峡谷环境内, 除了那些直接从卫星发射过来的信号, SIRF StarIII 还会接收到很多从其他坚硬的表面 (比如悬崖高楼) 反射的信号, 也就是通信中常说的多径衰落。事实上 GPS 是通过计算卫星信号到达接收器所用的时间来确定用户所在的位置, 所以那些反射信号就成为难以摆脱的干扰源。也就是我们用 GPS 进行测量中提到的多路径效应。不过 SIRF StarIII 具备强大的数字处理能力, 它能够通过众多的 what ifs 算法剔除掉无用的干扰, 并且把那些被其他 GPS 产品所忽略的较弱的有用信号筛选出来。另外, SIRF StarIII 具备非常快的收集信号的速度, 当 GPS 掉线以后它也能够快速重新定位。

GPS 手机芯片工作过程为: GPS 手机开机后首先对整个接收机工作状态进行自测, 并测定、校正、存储各通道的时延值。然后对卫星进行搜索, 捕捉卫星信号。其次根据机内存储的卫星历书和测站位置, 计算所有在轨卫星升降时间、方位和高度角。再次根据预先设置的航路电坐标和单点定位测站位置计算导航的参数、航偏距、航偏角、航行速度等。最后接收用户输入信号。

4.3 GPS 定位数据精度处理

GPS 作为标准授时和精密定位传感器, 在许多领域已经广泛应用, 但要获得更高的精度, 还需采用数据处理技术。与一般传感器输出信息不同的是 GPS 输出是一个庞大系统的观测结果, 观测量误差特性十分复杂, 用常规的信号处理方法难以提高估计量的精度。只有针对 GPS 误差特征来研究数据处理问题, 才能有效地提高精度。单个 GPS 接收机的数据处理分接收机内部处理和输出数据处理两方面, 内部处理虽然包括提高精度的各种方法, 但多数用户还没有条件实现。单个 GPS 接收机输出数据的处理主要有: (1) 基本的数据接收、信息提取、坐标变换、显示等; (2) 数据的平滑滤波或卡尔曼滤波; (3) 与其他传感器的信息融合与数据诊断等。

总 结

随着现代经济的快速发展, 人们对健康的重视程度越来越高, 对健康监护产品的需求量也稳步提升, 心率监测系统已从危重病人监护, 发展到如今普通病房的监护, 其应用范围越来越广泛, 市场对心率监测

系统的需求也越来越大，具有很大的发展前景。本次所设计的监测系统实现简单、功能稳定、使用方便，应用广泛，具有实际意义。

参考文献:

- [1] 王晓润, 单片机和 GSM 模块在航标遥测系统中的应用, [J], 江苏, 无锡, 无锡市航道管理处 214031
- [2] 成清清, 实时心电采集及分析系统的研究与实现, [D], 江苏, 南京, 南京邮电大学
- [3] 李娜, 基于人体运动状态识别的可穿戴健康监测系统设计, [D], 北京
- [4] 周军, 基于 GSM 网络的远程自动控制系统设计, [J]连云港杰瑞深软科技有限公司, 江苏 连云港 222006
- [5] 官媛, 嵌入式串口通讯服务器的研究和设计, [D], 浙江大学, 电子科学与技术, 2006, 硕士
- [6] 薛庆军, 韩进, 基于 Keil C51 嵌入式系统多任务实现技术, [J], 山东科技大学, 上海大学
- [7] 汪海波, 以用户为中心的软件界面的设计分析、建模与设计研究, [D], 山东大学, 设计艺术学
- [8] 任晓荣, 基于单片机的脉冲信号采集与处理, [J], 西安石油勘探仪器总厂 陕西西安 710054
- [9] 杨颜溶, 一种基于 3G 移动通信系统的 GPS 定位系统, [A], 太原理工大学 信息工程学院
- [10] 黄玉琴, 顾学迈, GPS 定位与 GSM 移动定位的融合, [A], 哈尔滨工业大学电子与信息技术研究院, 黑龙江哈尔滨 150001)
- [11] 孟祥锐, 费龙, 程彬, GPS 技术在手机中的应用浅析, [A], 长春师范学院城市与环境科学学院, 吉林长春 130032)
- 宋茂忠, 提高 GPS 定位精度的数据处理技术, [A], 南京航空航天大学信息科学与技术学院 南京, 210016