

# 基于 Android 智能手机的健康监护终端研究

张足生<sup>1</sup> 方翔<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(东莞理工学院 东莞 523808)

<sup>2</sup>(中国科学院深圳先进技术研究院 深圳 518055)

**摘要** 移动通信、智能计算等技术的飞速发展和智能终端的日益普及为移动医疗的实施和广泛应用提供了机遇。本文设计并实现一种基于 Android 手机的人体生理参数监护终端。生理信号采集传感器与手机终端之间利用蓝牙无线通讯技术组成躯域传感器网络, 实际应用表明该终端可实现对患者的监护、诊断和健康管理。

**关键词** 移动医疗; 健康监护; 智能终端; Android 手机

## A Health Surveillance Terminal Based on Android Smart Phone

ZHANG Zu-sheng<sup>1</sup> FANG Xiang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>( Dongguan University of Technology, Dongguan 523808, China )

<sup>2</sup>( Shenzhen Institutes of Advanced Technology, Chinese Academy of Sciences, Shenzhen 518055, China )

**Abstract** The growing popularity of mobile communications and intelligent computing technology provides a wide range of opportunities for mobile medical applications. In this paper, an Android-based mobile terminal was designed and implemented to monitor the physiological parameters of human bodies. Wireless bluetooth technology was used for the communication between the sensor and the mobile terminal to form a body sensor network. The practical applications show that the terminal can help the patients with their physiological monitoring, diagnostics and health management.

**Keywords** mobile medicine; health care; intelligent terminal; Android mobile phone

## 1 引言

随着现代社会的进步、老龄化社会的到来, 各种慢性疾病的流行使得健康护理和医疗资源的短缺问题愈加明显<sup>[1]</sup>。近年来, 随着众多科研机构、个人以及政府组织的努力, 移动医疗技术已经开始应用并且在多种应用领域起着重要作用, 如医院、诊所、事故现场以及紧急救助情况下对病人实施监护。

美国的哈佛大学开展了“Code-Blue”项目<sup>[2]</sup>, 开发设计了便于携带的小型血氧仪、心电监护仪, 并结合 ZigBee 通讯协议<sup>[3]</sup>, 将信号传输给医疗救助人员。通过对所采集到的生理信号的计算处理, 灾难现

场的救助人员可以有效地了解病人需要优先救助的疾病, 并将病人的生理信号指标实时传输给医院的总控制室。Lin 等人<sup>[4]</sup>介绍了一套以 PDA 技术和无线网络技术为基础的移动病人监护系统, 用 PDA 来持续采集病人的生理信号, PDA 与远程控制中心通过无线连接。周笑等人<sup>[5]</sup>提出一种基于移动设备的远程医疗监护系统方案, 利用通用分组无线服务通信和加密技术, 配合单片机进行系统开发。

目前移动医疗的监护终端大部分都是基于嵌入式的专用终端设备, 其缺点是增加了额外开销。利用智能手机作为监护终端正成为研究热点, 其低成本及便携性的优势将会促进移动医疗的普及应用。因此, 本文设计和实现一种基于 Android 智能手机的健康监护

基金项目: 国家自然科学基金(61271005); 深圳市科技基金(CXB201104220033A, CXZZ20120831173053551)。

作者简介: 张足生, 博士, 研究方向为无线传感器网络, E-mail: zs.zhang@siat.ac.cn; 方翔, 硕士, 研究方向为软件工程。

终端。

## 2 系统概述

目前主流的智能终端系统主要有 Android<sup>[6]</sup>、iOS、Windows 8 等。Android 是一个移动设备如智能手机和平板电脑的操作系统。它是由 Google 领导的开放手机联盟开发。Android 终端逐渐普及且采用 Java 进行应用开发,使开发变得更加便捷。

本文采用 Android 手机作为智能终端,如图 1 所示,生理信号采集传感器节点实时监测人体生理信号,可包括心电信号、血氧饱和度、血脂、血压、人体体温、呼吸等,并将采集结果通过蓝牙模块无线发送给 Android 手机。生理信号采集传感器节点与 Android 手机自动组成一个躯域传感器网络(BSN, Body Sensor Network)<sup>[7]</sup>。我们开发基于 Android 客户端软件,用于解析生理信号并进行本地存储与实时分析。另外,Android 手机支持多种方式接入 Internet,可与远程医疗服务系统通信,实现医生对病人的在线诊断。



图 1 健康监护系统示意图

## 3 蓝牙无线通信

蓝牙技术<sup>[8]</sup>是一种非常流行的低成本、短距离的无线连接和通讯技术,为固定与移动设备的通信环境提供方便的通信技术。利用蓝牙技术,能够有效地简化移动通信终端设备之间的通信,代替传统设备的有线接口。蓝牙模块已成为 Android 手机的标准配置,只需要为每个生理信号采集传感器节点配置一个蓝牙模块,即可实现生理信号的采集。本文采用 BLK-MD-BC04-B 蓝牙模块,如图 2 所示。

蓝牙接入面临两个问题:第一,手机作为躯域传感器网络的汇聚节点,是蓝牙的主设备,需要同时跟多个从蓝牙设备进行通信,并保证各个生理信号采集传感器数据传输的可靠性;第二,手机端同时负责读

写,存在数据同步的问题。对于第一个问题,基本思路是利用多线程的技术处理。为每个设备连接开一个单独的线程,当所有设备都连接成功时,为每一个设备单独开一个读线程和写线程。这样可以实现多个传感器设备与手机的同时连接和通信。对于第二个问题,通过环形缓冲区和线程同步技术来处理接收和读取,两个步骤同时协调二者的同步关系。环形缓冲区是一个先进先出的循环缓冲区,有一个读指针和一个写指针,读指针指向环形缓冲区中可读的数据,写指针指向环形缓冲区中可写的缓冲区。如果有多个任务访问环形缓冲区,则使用互斥机制来确保读写操作对缓冲区的正确访问。

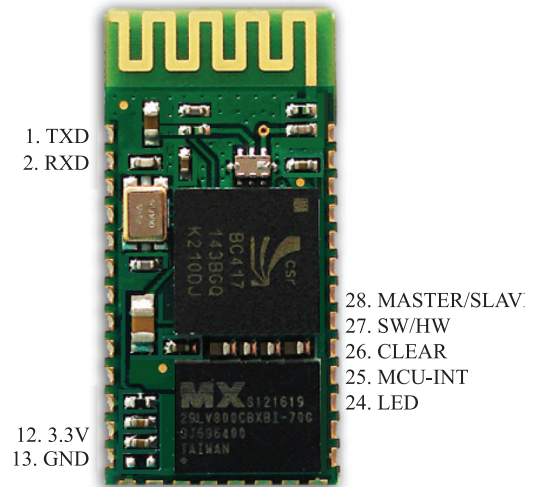


图 2 蓝牙模块

## 4 生理信息采集

生理信息的采集涉及到传感器硬件、数据传输、

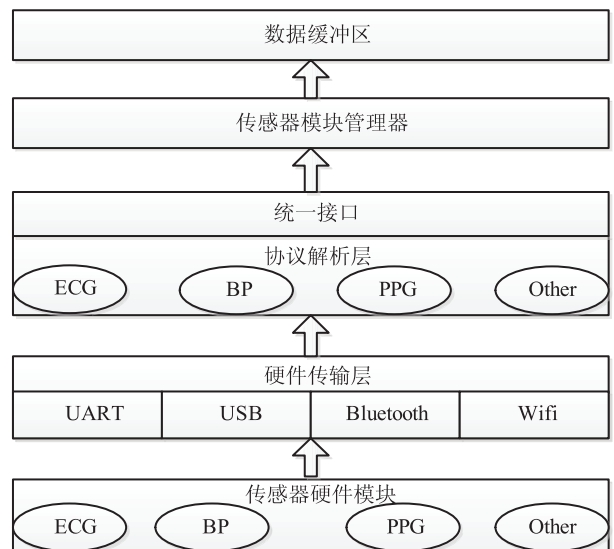


图 3 系统抽象结构图

存储等操作, 如图 3 所示。本系统采用了分层设计的思想, 把整个采集子系统分为 5 层结构, 分别是传感器硬件模块、硬件传输层、模块分析和统一接口层、传感器模块管理器和数据缓冲区。

**传感器硬件模块:** 为采集生理信号而制作的血压、血氧、心电、呼吸等模块, 如图 4 所示。它们负责对人体生理信号进行采集并将其转换成数字信号, 通过蓝牙技术发送到手机。

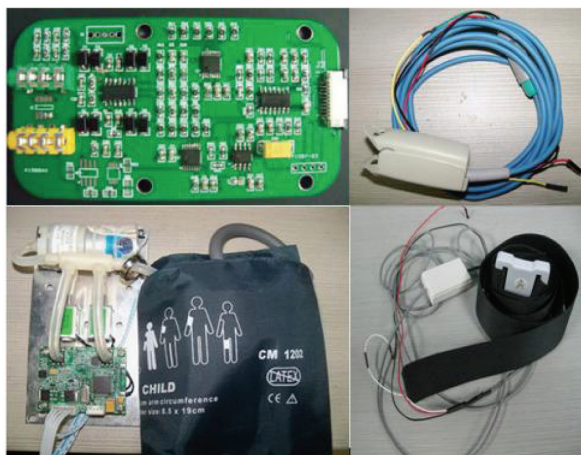


图 4 传感器模块实物图

**硬件传输层:** 是存在于传感器硬件和上层软件系统的中间件, 主要功能是用特定的传输协议, 如串口、USB、蓝牙、Wifi 等将底层模块采集到的信号传送到上一层以便做进一步的分析和处理。具体实现方面, 为了在系统中可以随时替换传感器所用到的传输协议, 把各种传输协议的特定传输方法封装起来, 这样它们之间就可以相互替换, 使得这些方法的变化独立于这些方法的上层结构, 即上层结构无需知道如何传输, 只需要通过下层提供的接口即可得到数据, 从而实现了两者间的解耦。这种传输层设计用到了策略模式的设计思想<sup>[9]</sup>, 即定义了算法簇, 分别封装起来, 让它们之间可以互相替换。

**协议解析层:** 其作用在于对各个传感器传来的生理数据进行分析、处理, 得到系统所需要的结果, 再提供一个公用的接口供上层调用获取这些数据。血压、血氧和呼吸等传感器模块在本地已经将数据进行处理, 传送到手机上的都是波形数据如血氧模型、呼吸波形, 或者参数数据如舒张压、收缩压、血氧值、呼吸频率值等, 这些模块基本不用手机做二次处理, 只需要按照特定的包头来识别并将得到的数据放入对应的缓冲区即可。而心电监测只会传送通道数据, 这就涉及到了利用这些数据进行导联数据的计算等问题。

## 5 UI 设计

在 Android 程序中显示部分主要用到 Activity 组件, Activity 一般代表手机屏幕的一个屏的内容。如果把手机比作一个浏览器, 那么 Activity 就相当于一个网页。在 Activity 中, 可以添加一些 View, 并且对这些 View 做一些事件的处理, 从而完成相应的任务。系统的界面主要包括主菜单和进入实施测量操作后的各个传感器的数据实时显示界面, 每个界面就是一个 Activity。图 5 显示了手机的主界面。这些 Activity 是通过按钮和返回按键来完成互相跳转的。



图 5 手机主界面

由于系统的传感器在使用过程中是可插拔的, 为了能够让手机能够自动添加新增传感器的波形、参数, 或者自动删除拔离传感器的波形、数据, 必须对手机界面进行一个预先规划, 每种传感器占用一定长度的屏幕, 并可实现上下滑动, 应对屏幕长度已经完全被传感器占用的情况。因为每种传感器产生的生理数据的数值大小都不相同, 要想使得它们都占用固定长度的屏幕, 系统必须能够自动调整数据数值的大小, 也就是波形的幅度, 这就需要一种算法来实现自动调整。该算法的核心就是为每种传感器分配固定高度的屏幕空间, 如果传感器数据的最大值超过此高度, 则进行自动的幅度调整。在项目中每个传感器都

分配一个读线程读取缓冲区中的数据，在主线程中将读取的数据绘制出来，同时在屏幕上显示已经计算好的生理参数结果，如图 6 所示。

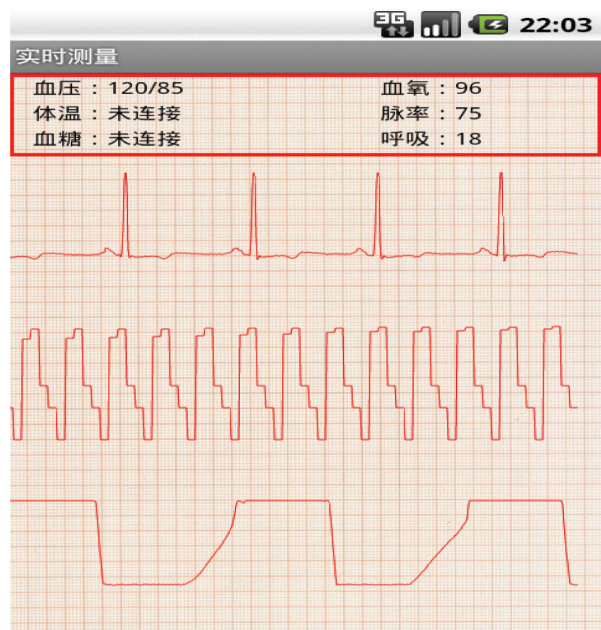


图 6 生理参数动态波形图

## 6 结 论

目前远程健康监护普遍采用专用监测终端，但这些专用终端成本高，不便随身携带，难以普及。本文利用 Android 智能手机作为监护终端，设计和实现了

基于蓝牙无线通讯技术的生理信息采集系统，及监护终端的用户界面系统，该终端可以达到对患者的实时监护、诊断和健康管理等目的。

## 参 考 文 献

- [1] 穆光宗, 张团. 我国人口老龄化的发展趋势及其战略应对 [J]. 华中师范大学学报(人文社会科学版), 2011, 5(3): 29-36.
- [2] Patel S, Lorincz K, Hughes R, et al. Monitoring motor fluctuations in patients with parkinson's disease using wearable sensors [J]. IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, 2009, 13(6): 864-873.
- [3] Baronti P, Pillaia P, Vince W, et al. Wireless sensor networks: a survey on the state of the art and the 802.15.4 and ZigBee standards [J]. Computer Communications, 2007, 30(7): 1655-1695.
- [4] Lin Y, Jan I, Ko P, et al. A wireless PDA-based physiological monitoring system for patient transport [J]. IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, 2004, 8(4): 439-447.
- [5] 周笑, 李明, 卜佳俊. 移动远程医疗监护系统的设计与实现 [J]. 计算机工程, 2010, 10(6): 251-253.
- [6] 邓凡平. 深入理解Android [M]. 机械工业出版社, 2011.
- [7] Chen M, Gonzalez S, Vasilakos A, et al. Body area networks: a survey [J]. Mobile Network Applications, 2011, 16(5): 171-193.
- [8] 钱志鸿, 杨帆, 周求湛. 蓝牙技术原理开发与应用 [M]. 北京航空航天大学出版社, 2006.
- [9] Eric E, Kathy S. Head First Design Model [M]. 中国电力出版社, 2007.