

# 基于 Android 的家庭移动医疗监护系统的设计

王峰<sup>1</sup>, 宣伯凯<sup>1</sup>, 杨鹏<sup>1,2</sup>

(1. 河北工业大学 控制科学与工程学院, 天津 300130;

2. 智能康复装置与检测技术教育部工程研究中心, 天津 300130)

**摘要:** 老年人口数量快速增加和慢性疾病发病率、死亡率的上升给传统医疗体系带来了巨大压力, 因此, 新型医疗体系越来越受到全社会的关注; 结合穿戴式传感检测技术和无线 Wi-Fi 技术, 设计了家庭移动医疗监护系统, 在系统中, 开发了一种家用、便携生理参数监护仪, 采用 Java 语言依托 Eclipse 开发环境在 Android 智能手机平台上开发了监护仪客户端, 在 PC 机上搭建了远端服务器; Android 手机能够接收监护仪采集的生理数据, 实时监测显示血压、心率、心电图等, 通过智能手机可以把生理数据上传至远端服务器, 实现数据的保存和查询; 本设计所采用的方法为面向家庭、社区、医院的新型家用便携、可移动的医疗仪器以及远程医疗监护系统提供关键的技术和设备基础。

**关键词:** 远程医疗; 生理参数; Wi-Fi; Android 智能手机; 服务器

## Design of Home Mobile Medical Monitoring System Based on Android

Wang Feng<sup>1</sup>, Xuan Bokai<sup>1</sup>, Yang Peng<sup>1,2</sup>

(1. School of Control Science and Engineering, Hebei University of Technology, Tianjin 300130, China;

2. Engineering Research of Intelligent Rehabilitation equipment and Testing Technology,

Ministry of Education, Tianjin 300130, China)

**Abstract:** The elderly population is increasing rapidly and chronic diseases' morbidity and mortality are rasing. Those bring huge pressure to the traditional medical system, therefore, new medical monitoring system wins the societal attention. Depending on wearable sensor detection technology and Wi-Fi technology, home mobile monitoring system is designed. The system consists a physiological parameters monitor, a monitor's client developed on the Android smart phone platform by the Eclipse development environment using Java language and a remote server built on PC. The Android smart phone can receive the monitor's physical data from user's body, displaying the real-time monitoring data of blood pressure, heart rate, ECG, etc. These data can also be uploaded to remote server, saved and queried. The method used in this design provides key technology and equipment foundation for a new home portable mobile medical equipment and remote medical monitoring system, which are towards families, communities and hospitals.

**Keywords:** medical monitor; physiological parameters; telemedicine; Wi-Fi; Android smart phone; server

## 0 引言

对世界人口研究的趋势揭示, 老年人口数量快速增加, 预计到 2025 年, 全球将有将近 8 亿人口年龄超过 65 岁, 到 2050 年, 全球 60 岁以上的人口将大约增至 20 亿。据世界卫生组织统计结果称, 慢性疾病, 如心血管疾病、慢性呼吸道疾病、糖尿病和癌症等是迄今世界上最主要的死因, 占有所有死亡的 60% 以上<sup>[1]</sup>。人口老龄化和慢性疾病蔓延使得患者随时了解自己身体状况, 提前预防治疗疾病受到人们的关注, 因此家用便携、可移动的医疗监护仪和高质量的远程医疗体系具有很大的发展空间。

计算机技术及网络通信技术迅猛发展, 数字化生活改变着人类的思维和生活方式<sup>[2]</sup>。Android 智能手机以其优秀的操作

系统, 能安装各类应用软件, 性价比高及便携性, 已经应用到智能公交、网络购物、多媒体娱乐等诸多领域。因此, 将其应用到医疗领域<sup>[3]</sup>, 是医疗改革中形式的创新, 具有可操作性。

## 1 监护系统构成

日常生活中, 用户穿戴生理参数传感器制作成的监护仪, 实时采集心电、血压、呼吸、血氧饱和度、心率和体温等各项生理参数。监护仪对所采集的生理数据进行预处理后以固定格式的字节数组通过无线 Wi-Fi 自动传输到 Android 手机端, Android 手机端将用户各项生理数据进行再处理并在界面显示, 使用户及时了解自己的身体状况。用户可以选择将本次监测数据上传至服务器, 方便日后查询、下载, 同时医生和家属也可以登陆患者账户了解患者的身体情况<sup>[4-5]</sup>。Android 生理参数监护系统包括生理参数监护仪、基于 Android 智能手机无线 Wi-Fi 技术的软件客户端以及远程监护系统服务器三个部分。总体结构如图 1 所示。

### 1.1 生理参数监护仪

生理参数监护仪分为两层三个单元, 分别是数据采集层、数据传输层与传感器单元、数据处理单元和协议转换单元。本设计所选用的 OEM 定制生理参数采集模块 CSN808, 用来测量和监控心电图、心率、无创血压、血氧饱和度、呼吸和体

收稿日期: 2014-10-09; 修回日期: 2015-03-19。

**基金项目:** 国家高技术研究发展计划(863 项目资助); 老人/残障者智能型室内助动系统研制开发(2008AA040209)。

**作者简介:** 王峰(1989-), 男, 河北省唐山市人, 硕士研究生, 主要从事计算机控制与工程应用方向的研究。

杨鹏(1960-), 男, 河北省秦皇岛市人, 教授, 博士研究生导师, 主要从事计算机智能控制方向的研究。

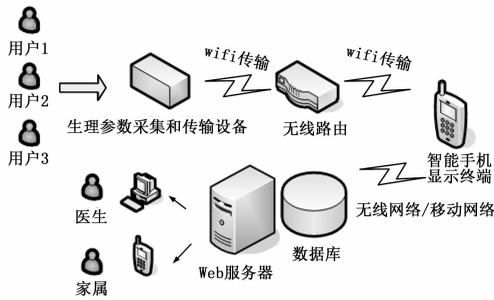


图 1 系统总体结构图

温<sup>[6]</sup>。模块通过串口与 ST-MW-09S Wi-Fi 模块传输控制命令和生理数据, 一组生理数据包含 25 个字节, 每组字节以 0x55, 0xAA 开头。ST-MW-09S 是一款多功能 UART 接口 Wi-Fi 数据传输模块, 内部集成了支持 UDP、TCP/IP 等诸多协议和 Wi-Fi 驱动, 同时具备通用串口、PWM 以及多路通用 IO 的输入输出等功能, 系统接口灵活, 编程控制方便, 适用于医疗/保健自动化系统。它有多种工作模式, 本设计采用串口到 Wi-Fi 模式, 如图 2 所示。模块一头接串口, 另一头接 Wi-Fi 网络, 实现网络和串口之间的转换, 此模式下, 终端设备(智能手机)需要编写基于 socket 发送和接收数据的网络应用程序<sup>[7]</sup>。

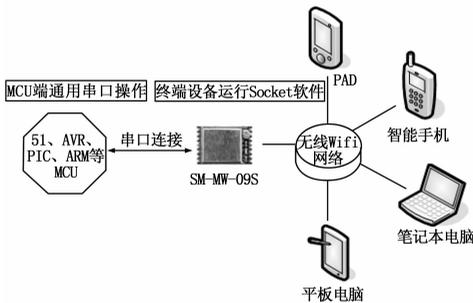


图 2 ST-MW-09S 模块及其串口到 Wi-Fi 工作模式

### 1.2 Android 手机客户端

Android 智能手机主要起到两方面的作用: 1) 在手机上开发客户端程序, 手机通过 Wi-Fi 与监护仪连接, 进行控制命令和生理数据的传输, 对生理数据进行处理并显示; 2) 手机通过 Wi-Fi 或手机网络与远程服务器通信, 可以将手机本地保存的生理数据文件上传至服务器, 供用户、医生、家属查询, 及时了解用户身体状况。本设计引入无线路由器采用 Wi-Fi 技术进行无线传输, 主要考虑到无线路由器使 Wi-Fi 信号增强, 扩大信号搜索范围, 同时为以后系统扩展功能提供可能性。手机端建立 Wi-Fi 连接和数据接收与发送的流程图如图 3 所示。建立 Wi-Fi 连接后, Android 手机端对接收数据分析处理和显示的流程图如图 4 所示。

### 1.3 远程监护系统服务器

远程监护系统服务器主要负责用户登录、注册信息和生理数据文件的管理以及存储等。用户注册个人信息后, 通过用户名和密码可以登录到手机客户端主界面, 可以将自己的生理数据文件发送到服务器后台数据库存储, 也可以从数据库下载自己的生理数据文件到客户端, 进行数据重绘显示。本设计中,

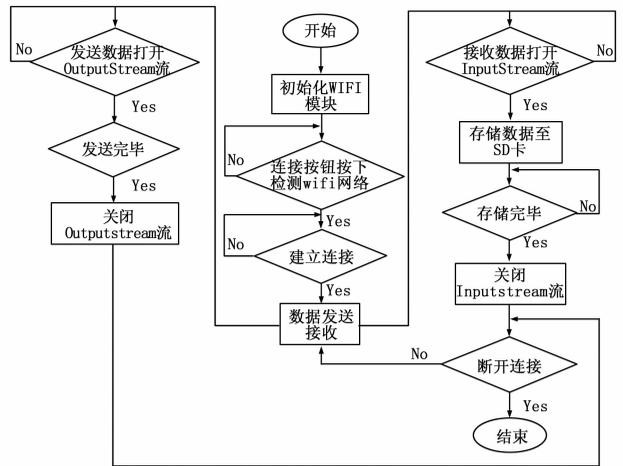


图 3 客户端 Wi-Fi 连接与收发数据流程图

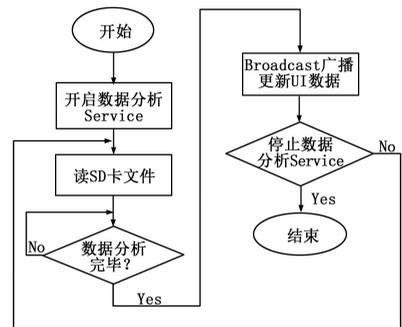


图 4 生理数据分析处理流程图

服务器端采用 Tomcat7.0.47 和 MySQL5.0.27 搭建而成, Tomcat 服务器是一个免费开放源代码的 Web 应用服务器, 属于轻量级应用服务器, 它运行时占用的系统资源小, 扩展性好, 支持负载均衡与邮件服务等开发应用系统常用的功能。MySQL 是前世界上流行的关系型数据库管理系统之一, 支持多用户, 多线程操作, 稳定性高。MySQL 也支持目前世界上最为标准化和最流行的数据库语言结构化查询语言 (SQL), 通过 SQL 语言可以和数据库系统进行交互<sup>[8]</sup>。Tomcat + MySQL 搭建服务器能够满足本设计的性能要求。

## 2 Android 手机软件平台

### 2.1 软件开发环境的搭建

Android 是一种基于 Linux 核心的自由及开放源代码的操作系统, 主要用于智能手机和平板电脑等移动设备。Android 应用程序可以在 Windows、Linux 和 Mac OSX 多平台上进行开发, Android 应用源码和开发平台的开放性、内部核心应用和第三方应用完全平等、支持丰富的硬件资源等优点, 有利于开发者根据自己需求开发出各类应用软件<sup>[9]</sup>。Android 应用程序大多采用 Java 语言开发, 开发环境的搭建主要包括 JDK (Java Development Kit, Java 语言的软件开发工具包)、Eclipse, 它是一个基于 Java 语言开放源代码可扩展开发平台、Android SDK (Software Development Kit, Android 软件开发工具包) 和 ADT 插件 (Android Development Tools, Android 开发工具插件)。

## 2.2 客户端功能介绍

Eclipse 环境下开发的客户端，主要包括用户信息管理模块、生理数据处理模块、额外功能扩展模块。

### 2.2.1 用户信息管理模块

用户信息管理模块主要包括用户信息注册、用户登录和用户信息修改三方面。用户信息注册功能由登录界面的注册按钮触发 OnClickListner () 监听器函数，由 Android 的 Intent 机制跳转到 RegisterActivity 界面，用户在注册界面填写相关信息后，点击确认按钮将注册信息发送到服务器端，经服务器确认后返回注册成功提示，并登录到主界面。用户登录页面输入已注册用户的用户名和密码经服务器验证通过即可成功登录，利用 Android 的 Shared Preferences 设置了记住密码功能，下次登录可以直接使用上次的登录信息而不必每次都输入用户名和密码。用户信息修改界面与注册界面布局和功能类似，实现修改用户信息。

### 2.2.2 生理数据显示模块

用户登录到系统主界面，主界面整体采用 TabHost 布局，在 TabHost 中添加三项 TabSpec，分别为血压心率、心电波形、呼吸血氧。血压心率 TabSpec 布局包括五个功能按钮，分别为连接设备、启动程序、停止程序、血压测量、血压停止。连接设备按钮功能是搜索智能监护仪，建立连接收发数据；启动程序按钮功能是开启数据分析 Service，将各项生理数据展现给用户；停止程序按钮功能是停止数据分析 Service，清空显示的数据；血压测量按钮功能是客户端发送给监护仪测量血压命令，启动血压测量；血压停止按钮功能是发送命令停止血压测量。血压心率 TabSpec 向用户展示六项人体生理参数，分别是心率、脉搏氧饱和度、无创血压、脉搏氧脉率、呼吸和体温。心电波形和呼吸血氧 TabSpec 都采用自定义的 View，通过复写 OnDraw ()，采用 moveto ()、lineto () 和 drawpath () 方法画出心电图背景，采用 drawlines () 方法画出心电曲线，心电曲线的移动则采用线程定时发送 Broadcast 广播，通过 view.invalidate () 更新数据。

### 2.2.3 额外功能扩展模块

额外功能扩展模块主要通过 Menu 菜单来实现，Menu 菜单加入了新建用户、用户列表、系统设置、上传数据、历史查询、百科知识等选项。新建用户和用户注册布局和功能一致；用户列表列出了登录本机的所有用户，可以选择切换用户；系统设置是对监护仪的心电、呼吸、血压、血氧参数进行设置，建立 Wi-Fi 连接后由客户端将设置好的命令发送给监护仪；上传数据包含了 Local 和 Down 两个 TabSpec，Local 列出当前用户从监护仪接收的数据，命名采用年一月一日一时一分一秒的方式，Down 列出的是从服务器下载的以往的生理数据。历史查询向服务器发送查询请求，列表显示当前用户上传至服务器的生理数据，点击列表项可下载至本机；百科知识介绍了人体生理数据的一些常识。

## 3 试验结果与分析

Android 客户端发送控制命令启动监护仪工作，客户端接收生理数据，血压心率 TabSpec 向用户展示六项人体生理参数，结果如图 5 (a) 所示。监护仪能够采集人体心电 I、II、V 导联、呼吸波与血氧波的数据，通过客户端对导联数据

的分析处理又得出了 III 导联、AVR、AVF 的心电波形，如图 5 (b)、5 (c) 所示。

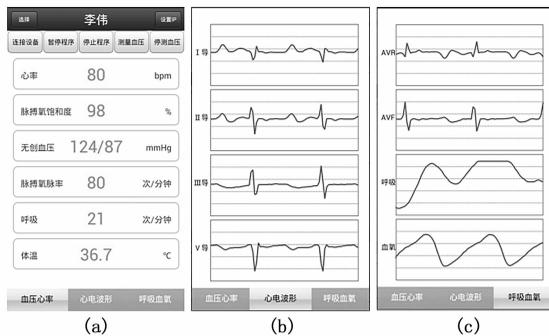


图 5 生理数据显示效果图

根据系统整体需求分析，数据库中主要包括用户的注册信息和生理数据文件信息，设计了 user 表和 file 表，服务器应用程序完成对数据库信息的增、删、改、查操作，用户信息注册到 user 表，用户生理数据文件保存到 file 表，点击 f\_data 字段的查询图标，显示当前文件的二进制数组。监护仪发送的数据一组有 25 个字节，每组字节以 0x55, 0xAA 开头，由此可知数据正确，表明程序设计合理，文件成功上传。

## 4 结论

本文设计一种基于 Android 智能手机平台的生理参数监护系统，为面向家庭、社区、医院的新型家用便携、可移动医疗仪器以及远程医疗监护系统提供关键的技术基础。在现有实现的功能基础之上，还考虑进一步增加其他功能，例如，增加一个医嘱信息模块，在线传送、查询医嘱信息；增加血压、心率等多次测量结果的趋势图，使用户更加直观明确的了解身体状况。

### 参考文献:

- [1] 陈欣, 郭勇, 赖武刚. 基于 Android 平台的多生理参数智能手机监护系统的设计 [J]. 电子世界, 2013 (8): 122-124.
- [2] Filipovic N, Stojanovic R, Debevc M, et al. Online ECG processing and visualization using android Smart Phone [A]. Embedded Computing (MECO), 2013 2nd Mediterranean Conference on. IEEE [C]. 2013: 93-96.
- [3] 张足生, 方祥. 基于 Android 智能手机的健康监护终端研究 [J]. 集成技术, 2012, 2 (4): 79-82.
- [4] Sung W T, Chang K Y. Evidence-based multi-sensor information fusion for remote health care systems [J]. Sensors and Actuators A: Physical, 2013, 204: 1-19.
- [5] 曾爱林. 基于 Android 的心电实时监护系统设计与实现 [J]. 计算机控制与测量, 2013, 21 (11): 2997-3000.
- [6] 杨鹏, 高勇, 徐勤奇, 等. 面向生理参数监测的智能家居系统 [J]. 控制工程, 2013, 20 (6): 1102-1105.
- [7] 李伟敬. 基于 Wi-Fi 的家庭医疗生理参数监测系统的研发 [D]. 天津: 河北工业大学, 2013.
- [8] 郑阿奇. MySQL 实用教程 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2009.
- [9] 吴亚峰, 索依娜. Android 核心技术与实力讲解 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.