

# 基于智能手机的移动医疗模式设计与实现

胡方禄 唐源

(柳州市工人医院 柳州 545005)

〔摘要〕 以脉搏信号为例, 在智能手机上设计移动医疗系统软件, 利用手机采集脉搏信号并实现传输、分析, 形成自组织医疗数据共享网络, 更好地满足用户需求。

〔关键词〕 智能手机; Android; 移动医疗; 脉搏; 自组织网络

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2017.03.005

**Design and Implementation of Mobile Medical Model Based on Smart Phone** HU Fang-Lu, TANG Yuan, Liuzhou Worker's Hospital, Liuzhou 545005, China

〔Abstract〕 Taking the pulse signal as an example, the paper designs mobile medical system software on the smart phone, uses mobile phone to collect the pulse signal and realizes transfer and analysis form self-organized medical data sharing network, so as to meet the user's demands better.

〔Keywords〕 Smart phone; Android; Mobile medical; Pulse; Self-organizing network

## 1 引言

随着智能手机越来越普及, 如何利用便携的智能手机辅助移动医疗监测, 受到国内外学者关注<sup>[1]</sup>。智能手机拥有高速的数据传输能力, 可以作为医疗传感器信号的移动接收和中转平台, 也可以通过蓝牙、WiFi 等方式和外设进行无线连接<sup>[2]</sup>, 基于此, 可将便携传感器获得的数据以无线方式发送给智能手机, 智能手机把医疗数据通过 WiFi、Internet 等方式与服务器完成通信<sup>[3-4]</sup>。这些都有利于人们比较灵活地在各种复杂的环境中携带某些传感器, 实现医疗监护所需的数据采集及分析功能。传统模式下, 采集的医疗数据需要上传到专门的服务器进行分析<sup>[5]</sup>, 而现在智能手机完全可以实现医疗

数据本地处理。进一步避免传输过程中的数据丢失, 同时用户可以在更快时间内看到数据分析结果及相关的健康指导。本文以脉搏信号为例, 设计移动医疗平台系统, 利用智能手机捕捉脉搏数据进而传输。同时提出将孤立的智能手机组织到一起, 使之构建一个有效的医疗数据共享网络。

## 2 系统设计与实现

### 2.1 系统设计

智能手机操作系统运算能力及功能比传统手机更强, 安卓 (Android) 是一种基于 Linux 的自由及开放源代码的操作系统, 主要使用于移动设备。作为一款易于二次开发的系统, 安卓深受广大智能手机开发者的青睐<sup>[6]</sup>。它为开发者提供应用程序接口的全部访问权限, 开发者可以利用这个开放式的框架非常方便地使用手机的软、硬件资源进行开发。本文选取一款性价比较高的智能手机作为硬件开发

〔修回日期〕 2016-10-26

〔作者简介〕 胡方禄, 工程师; 唐源, 工程师。

平台。详细配置，见表 1。

表 1 手机参数

项目	参数值
操作系统	Android 6.1
CPU 频率	高通骁龙 800 四核处理器
摄像头	800 万像素
内存大小 (ROM/RAM)	2GB/16GB
存储扩展	支持 MicroSD (T - Flash) 卡扩展最大至 32GB
网络支持	WiFi 802.11 b/g/n, 蓝牙
数据通信	蓝牙、WiFi、MicroUSB
数据功能	重力感应器、光线传感器、蓝牙通信、电子罗盘、距离传感器、3D 加速

## 2.2 局域网内脉搏数据传输

智能手机具有强大的数据通传输能力，用户可以通过智能手机中转传输便携脉搏传感器采集的脉搏数据，最后通过无线方式传送到中央服务器。传统的脉搏传感器与服务器链接的大部分方式为有线方式。这就使得在便携性上受到一定限制。在这种情况下，可以采用蓝牙方式进行通信，传感器将采集到的脉搏信号通过蓝牙适配器发送到智能手机自带的蓝牙适配器，局域网内数据传输，见图 1。

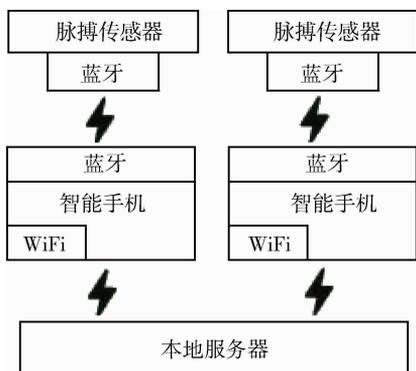


图 1 局域网内数据传输

引入 Bluetooth 开发包，用来实现脉搏传感器端蓝牙适配器与智能手机蓝牙的连接与通信，首先开启本地蓝牙适配器搜索传感器端的蓝牙设备，之后通过 BluetoothDevice.ACTION\_FOUND 事件注册配对蓝牙适配器，BluetoothAdapter.ACTION\_DISCOV-

ERY\_FINISHED 事件完成搜索接收器 (BroadcastReceiver)。通过按钮触发蓝牙搜索 (startDiscovery) 功能，所有搜索结果都显示在手机屏幕。接下来创建蓝牙 Socket 服务器 BluetoothSeverSocket，监听传感器端蓝牙适配器 BluetoothSock 的请求。使用 BluetoothSocket.connect 方法完成连接，成功连接后向脉搏传感器发送控制指令，通过 getOutputStream 方法启动传感器开始采集脉搏数据；读取蓝牙设备发送来的脉搏数据可通过 getInputStream 方法。为实现智能手机接入局域网，引入 Wifi 开发包，使用 WifiManager 方法开启 Wifi 功能并获取 Wifi 服务。智能手机通过 Wifi 接入局域网，与一台接入局域网的电脑类似 (手机会自动获取一个 ip 地址)。在服务器端建立 SeverSocket 对象，通过手机客户端使用 Socket 的构造器来连接到指定的服务器 (服务器的 ip 地址一般是固定的)，当服务器检测到有手机客户端的连接请求时返回一个 Socket，这个 Socket 与客户端对应。之后两个 Socket 交互数据，通过 InputStream 和 OutputStream 来完成。至此服务器端接收到脉搏数据，对接收到的脉搏数据进行相应的存储和分析。

## 2.3 广域网内脉搏数据传输

通常情况下本地服务器的数据处理能力有限，这就需要通过 Internet 将大量的传感器终端用户的数据传送到远程服务器。智能手机与远程服务器进行通信通过 Internet 非常便捷，借助 Internet 服务将传感器发送来的脉搏数据与用户信息进行绑定，发送到远端服务器进行分析获得更好的脉搏分析结果，广域网内数据传输，见图 2。

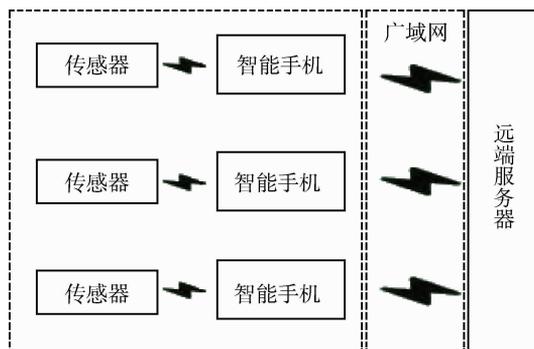


图 2 广域网内数据传输

智能手机利用 Internet 网络将本地存储中的用户脉搏等信息数据以邮件传输的方式发送到远端服务器, 服务器端自动从邮箱中读取邮件信息放到服务器指定位置, 读取脉搏数据。首先调用 Android 系统自带的邮件服务, 然后, 启动 Intent. ACTION\_SEND 通过建立一个 Intent, 最后启用 Intent. EXTRA\_EMAIL 设置所在服务器邮件地址, 使用邮件的附件功能来发送完整的脉搏数据, 实现脉搏数据广域网的数据传输。

## 2.4 脉搏信号采集过程及分析

2.4.1 概述 通常智能手机的高清摄像头具有数百万像素和高亮度的 Led 灯。人体组织、人体毛细血管、动脉血和静脉血在高亮度 Led 灯照亮下展现的颜色是不一样的, 静脉血颜色呈现暗红, 动脉血颜色呈现鲜红, 手机摄像头可以记录下这些无法用肉眼观测到的变化。通过开发一款手机端软件, 使摄像头实时对拍摄图像进行快速读取、分析、处理得到脉搏信号, 实现步骤如下。

2.4.2 基本信息录入 首先登记使用者个人基本信息, 用于与用户的脉搏数据关联。然后点击“采集脉搏数据”按钮, 系统会自动创建一个 Patient 类对象 P, 用来存储从“基本信息录入界面”中录入的用户信息, 方便后面的调用。

2.4.3 摄像头初始化 通过 Camera 开发包来完成摄像头的初始化过程, 获取摄像头的控制。为使系统达到较高的采样频率, 暂设定每帧像素为  $176 \times 144$ 。为检测提供稳定的光源, 通过 setFlashMode (Camera. Parameters. FLASH\_MODE\_TORCH) 在脉搏采集的过程中始终打开高亮度 Led。

2.4.4 获得一帧图像 摄像头在完成控制初始化后开始读取视频数据。摄像头旁边的 Led 灯给予恒定的光源来照亮使用者将手指指尖覆盖在摄像头上的毛细血管, 通过 PreviewCallback () 将拍摄到的指尖图像数据返回软件做进一步的分析。

2.4.5 图像编解码 通常从摄像头获得的图像数据为 YUV420SP 格式。为得到 RGB 格式需进行解码, 以便做进一步分析。为得到当前时刻的脉搏值采用累加 RGB 格式中红色的数值并求平均值, 因为通过测

试发现毛细血管中颜色变化主要存在于红色频段。

2.4.6 脉搏波形显示 为更直观地给用户提供一个观察自己脉搏波的方式, 系统将脉搏数据存储的同时, 在手机屏幕实时显示脉搏的波形图。可以调用 SurfaceView. SurfaceHolder () 方法来实现波形的显示, 将当前获得的脉搏数据点在 SurfaceView 上平滑地连成曲线, 使用 canvas. drawLine () 方法。通过在手机上所显示出来的脉搏波形可以看出, 脉搏信号可以通过该方法有效检测并显示出来。

2.4.7 得到即时脉率 首先原始脉搏数据采用差分阈值法来处理。提取时域信号特征, 对周期稳定的信号的波形检测比较适合, 通常人体的脉搏信号具有一定的周期性。其运算公式如下:

$$(X_i d) = (x_i, x_{i+\tau}, \dots, x_{i+(m-1)}) \quad (2)$$

式中,  $x(n)$  ——原始信号

$k(n)$  ——差分序列

为找出差分序列的最大值, 可对摄像头采集到的原始脉搏信号利用上式进行差分处理, 其阈值可采用该最大值做适当降权后的值。对比此阈值与新得到的差分序列值, 在脉搏波的第一个上升阶段为差分序列中比该阈值大的值。同时, 系统每隔几秒自动生成新的阈值, 规避了系统启动及测试中的干扰。屏幕显示出脉率值是根据脉搏波的间隔时间粗略计算的结果。

2.4.8 脉搏数据分析 这里通过脉搏波的相空间重构方法分析, 该方法首先用互信息法求最佳时延  $\tau$ 。Fraser 及 Swinney 提出互信息法, 在最佳时间延迟的估算中被大量采用, 因为它可以判断非线性相关性。Fraser 和 Swinney 建议互信息法最优时间延迟采用和时间延迟  $\tau$  有关的函数  $I(t)$  的第 1 个极小值点。其次, Cao 方法求最小嵌入维  $m$ , Cao 方法定义了  $E_2(m)$  用于确定最小的嵌入维数  $m$ , 指出  $E_2(m)$  的最小嵌入维数为随  $m$  的演变中趋于平稳时对应的  $m$  值, 是一种与虚假最近邻点法相类似原理的计算最佳嵌入维数的方法。

## 2.5 应用效果

用户可以借助智能手机通过远程医疗数据共享网络完成医疗数据样本的共享。相对于海量样本

中寻找匹配对象的传统的服务器, 这样选择的样本可更加有效地用于自身健康分析的参考样本。一种是获得了大量相似用户的数据, 有利于发现规律; 另一种是可以借助该共享网络为医生提供大量同种病例的对比信息, 非常有利于对医生的培养。

### 3 结语

本文以脉搏信号的采集、传输、分析为例, 设计远程移动医疗系统, 通过开发一系列基于智能手机应用的软件, 实现对脉搏数据的高速传输, 探究利用智能机构建自组织医疗共享网络, 构建一种基于智能手机的远程移动医疗系统模型。在这个网络中可以对比信息分析健康状况, 找到最佳健康恢复方案, 移动医疗的便携性真正在生活中体现出来, 更好地满足人们的需求, 扩大移动医疗的应用范围。由于条件有限, 本研究远程移动医疗的数据采集对象仅局限于脉搏信号。使用智能手机实现其他医疗信号采集、传输与分析, 需要进一步的探究。

### 参考文献

- 1 Hii P C, Chung W - Y. A Comprehensive Ubiquitous Healthcare Solution on an Android Mobile Device [J]. *Sensors*, 2011, 11 (7): 6799 - 6815.
- 2 樊宁. 基于 Android 平台的无线控制系统设计与实现 [D]. 上海: 华东理工大学, 2012.
- 3 Sparsh Agarwal, Chiew Tong Lau. Remote Health Monitoring Using Mobile Phones and Web Services [J]. *Telemedicine and e - Health*, 2010, 16 (5): 603 - 607.
- 4 H Zheng, C Nugent, P McCullagh, et al. Smart Self Management: assistive technology to support people with chronic disease [J]. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 2010, 16 (4): 224 - 227.
- 5 Qing Pan, Pan Yang, Rui Zhang, et al. A Mobile Health System Design for Home and Community Use [C]. Hong Kong: IEEE - EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics, 2012: 116 - 119.
- 6 Kang K C, Heo S U, Bae C. S. Android/OSGi - based Mobile Healthcare Platform [C]. Seogwipo, Korea (South): International Conference on Advanced Information Management and Service, 2011: 125 - 126.
- 20 Nie L, Zhao Y, Akbari M, et al. Bridging the Vocabulary Gap between Health Seekers and Healthcare Knowledge [J]. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 2015, 27 (2): 396 - 409.
- 21 Yin YS, Zhang Y, Liu X, et al. HealthQA: a Chinese QA summary system for smart health [J]. Springer International Publishing, 2014, (8549): 51 - 62.
- 22 Braasch A, Huszka C, Henriksen L, et al. Creation and Use of Language Resources in a Question - Answering e - health System [C]. Istanbul: Proceedings of the Eighth International Conference on Language Resources and Evaluation, 2012: 23 - 25.
- 23 Ostankov A, Roehrbein F, Waltinger U. LinkedHealthAnswers: towards linked data - driven question answering for the health care domain [C]. Reykjavik: International Conference on Language Resources and Evaluation, 2014: 2613 - 2620.
- 24 彭琰, 严莉, 朱红. 大数据时代用户健康信息学的价值 [J]. *医学信息学杂志*, 2014, 35 (1): 1 - 6.
- 25 Tsatsaronis G, Balikas G, Malakasiotis P, et al. An Overview of the BIOASQ Large - scale Biomedical Semantic Indexing and Question Answering Competition [J]. *BMC Bioinformatics*, 2014, 16 (1): 1 - 28.

(上接第6页)