

基于Windows phone 8的慢性病健康监护软件设计与实现

段文舟¹, 黄垂文², 袁衡新¹, 周凌宏³

1. 中山大学中山医学院生物医学工程系, 广东 广州 510080; 2. 广州市红十字会医院, 广东 广州 510220; 3. 南方医科大学生物医学工程学院, 广东 广州 510515

【摘要】目的:研究针对慢性病患者的健康监护系统中的移动终端, 实现接收便携式监护仪采集的生理参数并进行管理和上传。**方法:**该客户端基于Windows phone 8, 使用蓝牙连接便携监护仪, 实时显示生理数据; 使用文件方式存储和管理监护历史数据; 使用Windows phone 8后台传输功能将监护数据上传至服务器。**结果:**开发了基于Windows phone 8的手机客户端, 实现了对监护仪生理参数的接收、处理、显示、存储和上传, 同时具备医患互动、预约挂号、一键报警、健康网站浏览、设置等功能。**结论:**该终端作为移动监护仪与服务器的桥梁, 实现了对患者的远程监护, 具备丰富的周边功能, 可提供一种全新的诊疗体验。

【关键词】Windows phone 8; 慢性病; 远程监护; 健康管理; 蓝牙; 手机客户端

【中图分类号】R318.6

【文献标识码】A

【文章编号】1005-202X(2016)04-0353-04

Healthcare app for chronic diseases based on Windows phone 8

DUAN Wen-zhou¹, HUANG Chui-wen², YUAN Heng-xin¹, ZHOU Ling-hong³

1. Institute of Biomedical Engineering, Zhongshan School of Medicine, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China; 2. Guangzhou Red Cross Hospital, Guangzhou 510220, China; 3. School of Biomedical Engineering, Southern Medical University, Guangzhou 510515, China

Abstract: Objective To receive, manage and upload the physiological parameters from portable monitor by researching on a smart phone app of healthcare system for chronic diseases. **Methods** The app was developed based on Windows phone 8. The physiological data was displayed in real time by connecting Bluetooth to portable monitor, and the monitoring data was stored as files and managed. With the background transfer function of Windows phone 8, the monitoring data were uploaded to the server. **Results** The developed app based on Windows phone 8 achieved the acquiring, processing, displaying, storage and uploading of monitoring data. The app also provided services of doctor-patient interaction, making appointment online, calling for help with one key, surfing the internet for health news and setting. **Conclusion** The phone app realizes the remote monitoring of patients as a bridge from portable monitor to healthcare server. With abundant additional functions, the app provides a new experience of diagnosis and treatment.

Key words: Windows phone 8; chronic disease; remote monitoring; healthcare management; Bluetooth; app

前言

近年来,我国老年人慢性病发病率持续增高^[1-2]。慢性病发病病因多、病程长、医疗费用高、难以治愈^[3],但大多数可以通过改变生活方式进行控制和干预^[4]。随着互联网技术的成熟和体域网、物联网、移动医疗等概念的兴起,针对慢性病的日常监

护,涌现出一批“监护仪-智能终端-服务器”三位一体模式的移动个人监护系统,如孟濬^[5]使用手机摄像头采集脉搏并进行处理和传输,蓝坤^[6]、郭兴明^[7]研发了基于Android的移动心电监护系统,邱明林^[8]改装市场上的监护模块,将心电、血氧、体温等参数传输至手机,但是系统要么参数单一,要么体积过大、携带不便,并且没有对监护数据的处理和诊断结果回馈,功能单一,应用价值不高。本文提出的个人健康监护终端是慢性病健康监护系统^[9]的一部分,在不影响患者日常生活和工作的前提下,为患者提供院外监护、健康管理和医疗咨询等服务,满足慢性病患者对日常监护和健康干预的需求,达到对慢性病的科

【收稿日期】2015-11-19

【基金项目】广东省科技计划项目(2012A032200014)

【作者简介】段文舟(1990-),硕士研究生,主要研究方向:医疗仪器研发, E-mail: dwz920106@qq.com。

【通信作者】袁衡新, E-mail: yuanhx@mail.sysu.edu.cn; 周凌宏, E-mail: smart@smu.edu.cn。

学管理和预防控制。本文重点介绍基于 Windows phone 8 开发的健康监护手机客户端的设计与实现。

1 系统结构

该系统结构如图 1, 由便携式监护仪、手机客户端和健康管理服务器组成。监护仪小巧便携, 能够同时检测心电、血氧、心率、运动状态等参数, 可以独立使用, 也可以通过蓝牙与智能手机连接。当出现监护数据异常和跌倒时, 能自动通过手机确定病人位置, 发出求救短信或电话^[10]。手机客户端在接收到监护仪的监护数据后, 可以对其进行显示、存储和历史数据回顾; 作为一个移动网关^[11], 通过 3 G/4 G、WiFi 接入互联网后, 还可将数据上传至服务器做进一步分析和处理; 同时集成了医患互动、健康教育等功能, 最大程度地满足用户的需求。服务器采用 B/S 构架, 能够通过动态阈值法分析病人的监护数据, 实现 HL7 标准化, 用户可以通过手机 Web 方式查看监护记录、分析结果和医嘱等^[12]。本系统的手机客户端涵盖了目前流行的 IOS、Android、Windows phone 三大智能手机系统, 为用户提供更多的选择。本文采用 Windows phone 8 作为开发平台, 使用 Silverlight+C# 进行编程。

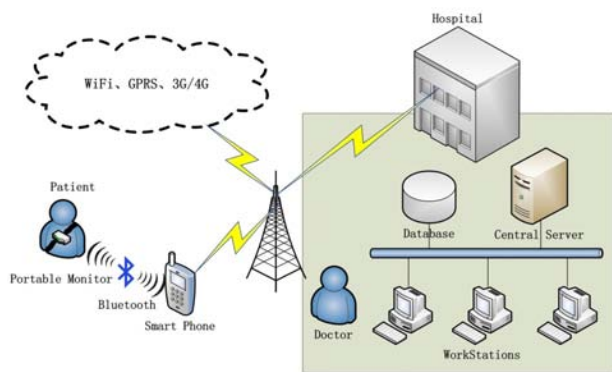


图1 慢性病健康监护系统框架

Fig.1 Construction of healthcare system for chronic diseases

2 健康监护手机客户端的设计与实现

手机在系统中的功能主要有 3 个: 一是利用智能手机屏幕大、UI 交互体验优秀的特点, 作为便携式监护仪的第二屏幕, 实现对监护仪的控制和生理参数的显示; 二是利用手机存储容量大的特点, 保存长时间的监护数据, 便于分析和处理; 三是利用手机强大的联网功能, 上传监护数据, 并通过短信网页等方式获取分析结果和医嘱。

根据功能分析, 将软件具体分为 8 个模块, 见图 2。

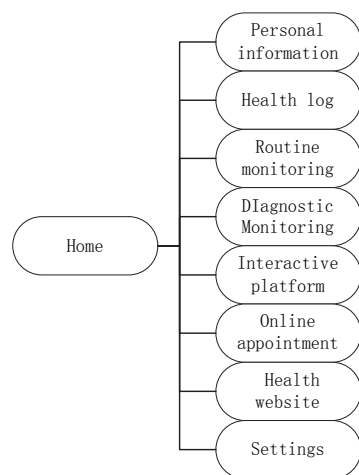


图2 系统功能模块划分

Fig.2 System functions

2.1 监护仪与手机的蓝牙通讯

蓝牙私密性好、速率高、功耗小, 能够满足监护仪长时间通讯的要求^[13]。本系统中的便携式监护仪使用 HC-05 蓝牙模块, 能够通过串口透传数据。Windows phone 8 支持 spp 蓝牙串口协议, 能够通过系统提供的 API 与监护仪进行连接和通讯。监护仪与手机之间的信息主要有两类: 一类是手机发送给监护仪的控制命令和监护仪的应答信息, 一类是监护数据。其中控制命令包括通讯自检命令、系统自检命令、系统状态查询命令、系统状态切换命令、设置查询命令、设置命令等。通过这些命令的组合实现手机对监护仪的控制和监护数据的获取。手机在获取监护数据后, 通过绘制心电波形和实时的血氧心率将监测结果直观地呈现给患者。从而避免对监护仪的繁复, 借助智能手机优异的交互性能, 降低用户对监护仪的感知, 提高用户体验。监护数据主要包括心电血氧波形数据和生理参数。与心电 hot 不同, 慢性病患者不需要 24 h 连续监测, 同时考虑手机和监护仪的续航能力, 本系统采取生理参数定时采集的方式, 每小时采集 1 次。没有采集任务时, 蓝牙进入休眠状态, 降低能耗。当监护仪检测到病人参数异常或者跌倒时, 也将自动记录异常发生时的病人生理信号并发送至手机。此外, 当用户主动要求监护时, 也可通过手机发送命令获得监护数据。

为保证数据交互的安全性和稳定性, 所有信息都进行打包后以统一的格式发送, 通讯包格式如图 3。

在收到信息后进行解包, 首先通过包头和校验

ID	Head1	...	HeadM	Data1	...	DataN	Checksum
----	-------	-----	-------	-------	-----	-------	----------

图3 监护仪与智能手机之间的通讯包格式

Fig.3 Form of data packet between smart phone and monitor

以判断数据包是否完整、数据是否正确,放弃未通过校验的数据包或者要求重发,通过上层协议确保数据的安全可靠。

2.2 心电波形的存储

心电波形数据量大,波形显示实时性高,为保证心电数据的完整和心电波形显示的流畅,对心电波形数据的接收采用了双缓冲机制。为方便管理和存取,采用“数据库+文件”的方式保存监护数据。

2.2.1 心电数据接收的双缓冲机制 Windows phone 蓝牙底层自带缓存,实际上,当调用读取函数获取蓝牙数据时,数据已经在系统缓存内,该函数只是将数据从系统缓存中取出。但该缓存有限,若缓存已满,新数据将覆盖旧数据造成数据丢失,并且,心电信号对实时性要求较高,数据堆积在缓存中会造成较长的

延时。因此,建立双缓存机制十分重要。

在程序内部建立一个长度为 600 的 FIFO 缓冲区,定时读取系统缓存中的心电数据放入程序缓冲区中,需要时再读取出来,避免数据积压在系统缓存中,保证数据的完整性和实时性。

Windows phone 提供 Queue 类可以简单地实现 FIFO 队列,该类提供 enqueue 和 dequeue 方法,实现队列元素的插入和取出,避免了繁复的指针操作,同时自动实现互斥访问,保证数据的安全性。

从实际的数据量考虑,新建一个长度为 600 的队列,有新数据是使用 enqueue 方法将数据插入队列尾部,缓冲区数据长度加 1,读取数据时使用 dequeue 方法从队列头部将数据取出,缓冲区数据长度减 1,从而实现 FIFO 队列,见图 4。

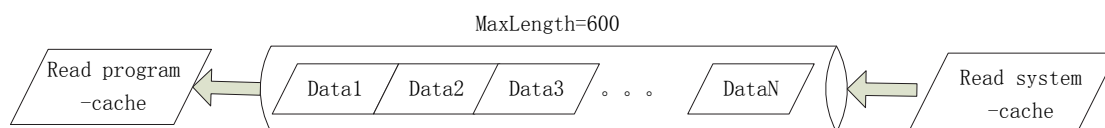


图4 程序缓存

Fig.4 Program buffer

2.2.2 监护数据的存储 每次获取的监护数据包含心率、血氧等参数和心电、脉搏容积波的波形数据。波形数据量大,使用文件存储比较合适,但文件存储不便于查询和管理。结合数据库存储数据结构化、便于查询、集中管理的特点和文件存储容量大的优势,本文将二者结合,采用txt文件存储波形数据,采用数据库存储每次测量记录的基本信息、生理参数和波形数据文件路径。实现检测记录在手机端的储存和管理。

在 Windows phone 中,使用独立存储方式保存波形文件,该方式使用抽象化的虚拟文件系统,为每个应用程序分配独立的存储空间。这很好地满足了低监护数据安全性的要求,防止其他人或第三方应用获取监护数据。每次获取监护数据后,使用 IsolatedStorage-FileStream 类的创建独立存储文件,设置文件名为“日期+时间.txt”,保证没有重名文件,此时程序会在独立存储中新建一个以日期+时间命名的txt文档用户,保存监护数据。使用时为减少对txt平凡的打开和保存操作,使用 StreamWriter 类将该文档转换为内存中的文件流,将接收到的数据写入文件流中。

使用 SQL Server CE 数据库存储监护数据的基本信息,根据信息的结构,只需要一张 Record 表,该表的结构设计如表 1。

当收到监护数据时,记录开始时间并将波形数

表1 监护数据记录表

Tab.1 Record of monitoring data

Field	Description
ID	Primary key, ID of record
Date	Date of record
Start_time	Start time of record
Time_span	Time span of record
Path	Path of wave file

据写入文件流,停止监护后,将文件流写入独立存储并通过 Linq 语句操作数据库,在 Record 表语言插入 1 条记录。

2.3 监护数据的上传

Window phone 作为监护仪与服务器之间的网关,在每次采集完监护数据后,需要联网将监护数据发送至服务器,由服务器作动态阈值分析。同时,通过网页方式呈现给中心医院的医生,经医生诊断后将诊断结果和医嘱通过网页或短信方式发送给患者,达到远程诊断的目的。目前,主流监护数据上传方式有 3 种:一是通过接入普通的电信网以短信方式发送^[14],这种方法比较简单,但是只能发送文本,且长度有限制。二是接入 VPDN 虚拟专用拨号网,使用专用通道传输数据,如“扁鹊飞救”,这种方式安全、

快速,但组网成本高昂。三是通过3 G/4 G、WiFi接入英特网^[15],使用基于IP/TCP的上层协议进行传输,因特网接入成本低且网络覆盖范围广。综合考虑传输的数据量和成本,本文采用第3种方式,使用HTTP请求上传监护数据文件。

2.3.1 使用HTTP的POST上传监护数据 HTTP是一种短连接,由客户端发起请求,服务器回送响应,之后连接自动关闭。请求发起方可以通过GET和POST两种方法提交数据。GET方法提交数据的长度不能超过1024 kb,而POST方法长度没有限制。本文使用超文本传输协议(HTTP)的POST方法提交监护数据,具体流程如图5。

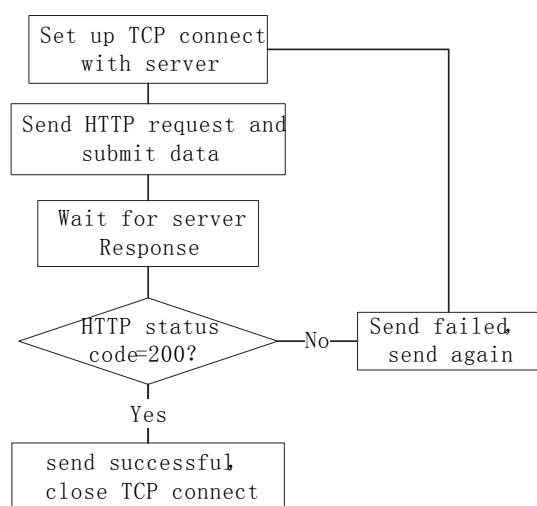


图5 HTTP提交数据流程

Fig.5 Process of uploading data by HTTP

HTTP: Hyper Text Transport Protocol

2.3.2 使用Windows phone实现后台传输 该系统主要针对患者院外的日常监护,患者的位置不确定,有的地方没有WiFi和3 G/4 G网络的覆盖。此时,如果有监护数据需要上传将导致传输失败。为了保证数据上传的可靠性,本文使用Windows phone系统自带的后台传输服务来实现。该服务支持HTTP和HTTPS传输,使用GET HTTP方法的下载和POST HTTP方法的上传。只需要将发送文件的请求加入传输队列并指定相关参数,系统在未联网时会自动暂停任务,并在联网状态下自动开始未完成的任务。操作步骤为:(1)使用BackgroundTransferRequest类新建HTTP请求;(2)指定请求方法为POST,指定URL为服务器IP,指定UploadLocation为本地监护数据文件路径;(3)调用BackgroundTransferService服务的Add函数将HTTP请求加入后台传输队列,系统将自动完成传输并返回结果。

3 讨论和展望

本文介绍了一种基于Windows phone 8的移动监护和个人健康管理软件。该软件主要针对老年慢性病患者,实现对用户心电、血氧、心率、运动状态等生理参数的采集和管理。联网状态下,还能将生理参数上传至服务器供医生做进一步诊断。同时,提供预约挂号、医患互动等医疗服务,方便患者与医生的联系和就诊。在不影响生活质量情况下,满足了慢性病患者对长期、全面、持续监护的需求,能在一定程度上对慢性病进行控制和干预。

随着智能手机的飞速发展和移动医疗等概念的兴起,本文所述的个人健康监护软件还有望在以下方面做进一步扩展:(1)蓝牙4.0技术不断成熟和普及,可以考虑加入蓝牙4.0低功耗技术代替现在的蓝牙2.0技术,降低功耗,实现更为持久的监护。(2)智能手机的功能越来越强大,可以考虑在手机上研究智能诊断算法,对采集的生理参数做初步分析和诊断。(3)为了更为全面地对慢性病患者进行监护,可以加入运动管理、膳食管理、服药管理等服务,丰富软件功能。

【参考文献】

- [1] 邓晶, 蒋事臻. 我国人口老龄化背景下卫生需求研究[J]. 医院管理论坛, 2011, 29(3): 21-24.
DENG J, JIANG S Z. Research of Chinese medical demand under the aging of population[J]. Hospital Management Forum, 2011, 29(3): 21-24.
- [2] 中华人民共和国卫生部. 2011 中国卫生统计年鉴[M]. 北京: 中国协和医科大学出版社
Ministry of Health of the People's Republic of China. 2011 China health statistics yearbook[M]. Beijing: Union Medical University Press, 2012.
- [3] 刘竞芳, 陈哲, 杨非柯, 等. 我国老年人慢性病现状及应对策略[J]. 中外医疗, 2014, 33(23): 194-195.
LIU J F, CHEN Z, YANG F K, et al. Status and coping strategies of the elderly chronic disease in China[J]. China and Foreign Medical Treatment, 2014, 33(23): 194-195.
- [4] 翁根龙, 沈宇. 三级医院-社区卫生一体化管理慢性病综合干预模式探讨[J]. 实用心脑血管病杂志, 2012, 20(2): 292-294.
WENG G L, SHEN Y. A discussion on comprehensive intervention of chronicle disease under third grade hospital-community health integrated management mode [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2012, 20(2): 292-294.
- [5] 孟溶, 朱天宇. 一种基于智能手机的新移动医疗系统模式[J]. 计算机应用研究, 2013, 30(7): 2055-2060.
MENG J, ZHU T Y. New mobile medical system mode based on smart phone[J]. Application Research of Computers, 2013, 30(7): 2055-2060.
- [6] 蓝坤, 张跃. 基于Android的心电监护软件系统设计与实现[J]. 计算机工程与设计, 2013, 34(8): 2951-2956.

(下转 363 页)