

面向家庭的无线便携老年人健康信息远程获取系统^①

黄河清, 吴建宁, 蔡泽森, 徐海东

(福建师范大学 数学与计算机科学学院, 福州 350007)

摘要: 针对家庭日常生活老年人和社区医疗设施的实际状况, 尝试构建面向家庭的无线便携老年人健康信息远程获取系统, 其架构由无线传感网络生理数据采集器、社区医疗服务中心生理参数远程获取系统两部分组成, 采集器基于 nrf24l01 由一个中继路由节点协调控制多个生理参数采集节点的星型网络构建, 采集节点基于 STC12 系列 MCU 作为主控搭建系统, 具有生理参数测量、历史记录查询、数据发送等功能; 中继路由基于 LPC2132 ARM7 芯片作为主控 MCU 搭建系统, 实现汇总采集器各节点采集数据, 通过 WIFI 发送至社区医疗中心 PC 服务器数据获取系统; 社区远端服务器数据获取系统作为服务端, 基于 SOCKET 为 ARM 中继路由客户端服务, 采用长连接方式, 安全可靠通信获取数据, 为社区医疗服务中心、远端大型医疗中心远程医疗监护提供可靠的健康信息支持, 有助于提高老年人日常生活质量。

关键词: 无线传感网; 远程医疗监测; 老年人健康信息

Wireless and Portable System for the Acquisition of Remote-Medical Information about the Elderly Health In-Home

HUANG He-Qing, WU Jian-Ning, CAI Ze-Sen, XU Hai-Dong

(School of Mathematics and Computer Science, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China)

Abstract: According to the situation of the daily living of the older in-home and community health service, this paper investigated the wireless and portable system for the acquisition of the in-home elderly health information by the remote-medical technique. The two layer architecture of the proposed system is addressed including the physiological data collector built based on wireless sensor networks (WSNs), and remote acquisition system of community health service centers for the physiological parameters. The WSN collector with star topology is obtained by a relay routing node controls acquisition nodes by nrf24l01, in which each acquisition node constructed by STC12 MCU as master model realize the functions: physiological parameter acquisition, history records inquiry and data transmission. Also, relay routing node was developed by ARM MCU as master model transmitted all data from acquisition nodes to community health center PC server via SOCKET and WIFI with advantages of the reliable communication during long time, which can provide the more useful health information in-home for remote-medical health service center. This developed system can effectively improve the quality of elderly in daily living.

Key words: wireless sensor network; remote medical monitoring; elderly health information

当前, 提供有效的医疗技术手段保障老年人体健康, 提高老年人生活质量是国内外老龄化社会日益关注的焦点问题。近年来, 随着先进信息技术的迅猛发展, 一种新兴的医疗服务模式——远程医疗已受到各

个国家政府重视和应用^[1]。目前, 社区远程医疗模式在我国一些大中城市已开始推广应用, 它可有效将社区医疗保健服务中心获取的健康信息通过互联网传送到大型中心医院, 为专家诊断和保健提供依据, 有助于

① 基金项目:福建省自然科学基金(2013J01220);福建省教育厅项目(JB12032);福建师范大学本科教学改革项目(I201302021);福建省 2013 年国家级大学生创新训练项目(201310394004)

收稿时间: 2014-05-19;收到修改稿时间:2014-06-26

降低社区人员医疗成本和经济负担。然而,由于老年人生理、病理变化特点,需每天多次不同时间检测其生理参数诸如心率、血压等。若每天奔波于社区医疗服务中心检测,严重影响老年人的日常生活质量。为此,需构建面向家庭的老年人健康信息获取系统,为社区医疗保健服务中心、远端大型医疗中心提供实时健康信息,提高老年人日常生活质量^[2,3]。

近年来,互联网技术、无线通信技术、嵌入式系统技术、MEMS技术的快速发展为远程医疗模式提供了坚实的技术支撑,特别是基于MEMS技术构建的智能无线传感器具有体积小、局部信号处理功能等特点,为实时无线获取人体健康信息提供了无线传输技术支持。据近几年的文献报道,基于无线传感网构建获取生理数据平台是远程医疗模式的发展趋势和显著特征^[4]。采用基于小型化无线传感器和嵌入式系统技术相融合构建便携、穿戴式无线传感网络节点及相关医疗监测终端是当前的研究热点^[5,6]。国外的相关研究主要集中于两个方面:①应用于中心医院患者监护的无线传感网络构建;②应用于户外人体健康生理参数监测的无线传感网络构建。诸如,荷兰研究机构IMEC提出的“体域网”(Body Area Network)的全新概念,其技术实现思路是给安装在人体上的传感器一组专属的IP,通过安装在手机上(诸如Google G1 Android手机)的接收器收集人体健康状况信息,若发生紧急状况,即可通过手机的3G或是Wi-Fi网络将讯息传送到远程中心医院的医护人员。而目前国内较多的研究成果集中于中心医院患者监护的无线传感网络构建应用研究^[7,8]。目前,应用于户外的人体健康生理参数监测的无线传感网络应用研究受到普遍关注。比如,东南大学移动通信国家重点实验室与中国移动江苏公司联合研发的实时智能健康监测系统,其技术实现思路是通过佩戴在用户耳朵上的生理采集器,实时采集心率、呼吸率、动脉血氧饱和度、缺氧指数、运动强度、跌倒探测指数等身体参数,通过蓝牙和手机相连,由手机不断将数据传送到远端医疗控制中心。此外,该系统可将任何接入互联网的医生、亲属都可在网上查看用户实时的、历史的身体参数,分析判断其身体健康状况,作出及时处理或提供建议;用户也可在手机上随时查看自己的身体参数^[8]。上述研究取得了积极进展,但就老年人生活起居的环境而言,仍缺乏有效的技术手段和

人文关怀。事实上,目前老年人日常生活中熟练使用手机的人数不多,使用智能手机者更少。前期我们对福州某小区老年人使用手机调研,随机询问100名老人,拥有手机者为73人(其中拥有智能手机者为18人),而熟练使用智能手机者为8人。为此,需要研制符合老年人日常家庭生活环境的健康信息获取系统。研究中,我们尝试基于无线传感网技术,设计一种面向家庭的无线便携可动态监测老年人健康信息远程获取系统,能够提供实时有效的老年人健康信息,为社区远程医疗监护应用研究提供新的技术解决方案。

1 系统架构设计

为使社区医疗保健服务中心、远端中心医疗中心实时动态监测家庭环境中老年人健康信息,远程健康监护系统架构如图1所示,由无线传感网络生理数据采集系统、社区医疗服务中心生理数据处理系统、远端医疗中心三部分组成,其实现思路是:构建无线传感网络获取人体生理参数,并通过WIFI无线网络传送到社区医疗服务中心生理数据处理系统(小区PC),进行初步归类、整合处理数据后通过互联网将有效生理数据发送到远端健康诊断及评价数据处理中心,提供实时有效的健康信息。其中,准确获取家庭环境中老年人生理参数,并传送至社区医疗服务中心是远程监护系统实现中至关重要的环节。研究中,我们主要着重研发符合老年人日常生活家庭环境,具有成本低的无线便携健康信息远程获取系统。

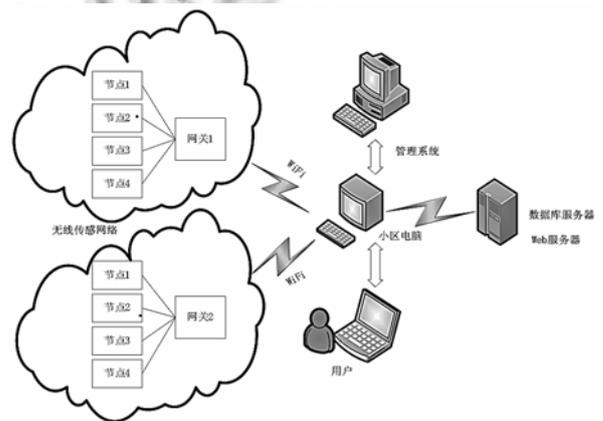


图1 系统架构图

2 无线传感网络的生理数据采集系统

考虑到家庭生活环境、社区医疗保健服务中心的

实际情况,我们采用基于星型网络结构构建无线传感网生理参数采集系统,系统主要由多个生理参数采集节点和一个协调器/网关节点组成,技术实现路线为:各采集节点由协调器统一协调控制采集参数,并由协调器将采集参数传送至外部网络.其相应的软、硬件设计如下:

2.1 采集节点模块硬件设计与实现

采集节点模块为无线传感网的终端设备,根据老年人和家庭环境状况,采集节点设计的主要功能不仅可实现采集人体的多种人体生理参数,并且显示、存储、发送这些数据,其硬件电路结构设计如图 2 所示,主要由基于微处理器的主控模块、采集生理参数的医学传感器模块、用于传送数据的无线发送模块、用于实时显示数据的 LCD 模块、用于存储采集数据的 SD 模块、电源模块组成,系统功能是由主控模块控制、协调其它各功能模块工作来实现.根据上述所实现的功能,其相应硬件结构实现如图 3 所示,考虑到采集节点的便携性,采用 3.7v 的锂电池作为电源输入,通过升压芯片 FP6298 转换为 5V 的电压为各个模块供电,同时采用降压芯片 AMS1117 为 nrf24l01 模块供电.血压脉搏传感器、DS18B20 温度传感器,用于采集人体的血压、脉搏、体温等生理参数,采用 DS1302 芯片,为采集节点提供实时时钟.采用 STC12 系列 MCU 作为

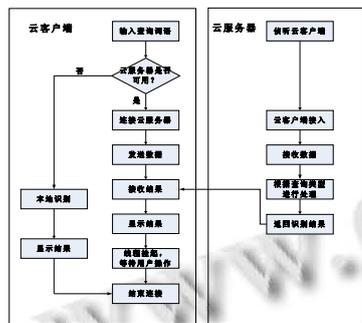


图 2 采集节点硬件结构架构图

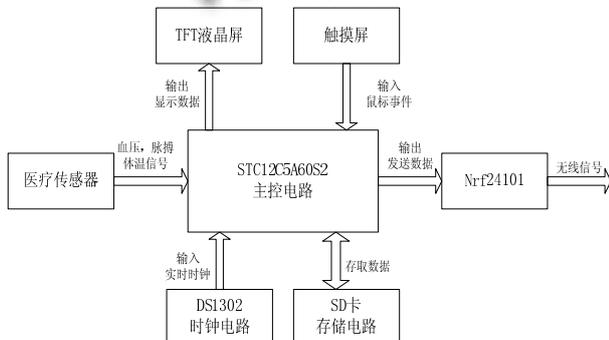


图 3 采集节点硬件结构实现图

主控芯片对各功能模块进行控制协调.除了采集到人体生理参数外,并能够通过直观的方式把检测结果显示于 TFT 液晶屏上.此外,数据将保存在本地 SD 卡中,使用 nrf24l01 模块,把采集节点采集到的数据传输到协调器,实现无线传感网的数据传输.老年人及其他用户可简单使用触摸屏控制模块,开始检测,查看时间,查看历史记录等,研究中,我们采集了体温、脉搏、血压等生理参数.

2.2 采集节点模块硬件设计与实现

根据上述硬件设计和各功能模块需求,我们对传感器节点软件系统进行模块划分,主要可分为:系统初始化、生理参数测量、历史记录查询、数据发送、系统待机等几个任务模块,其相应软件实现流程由图 4 所示.

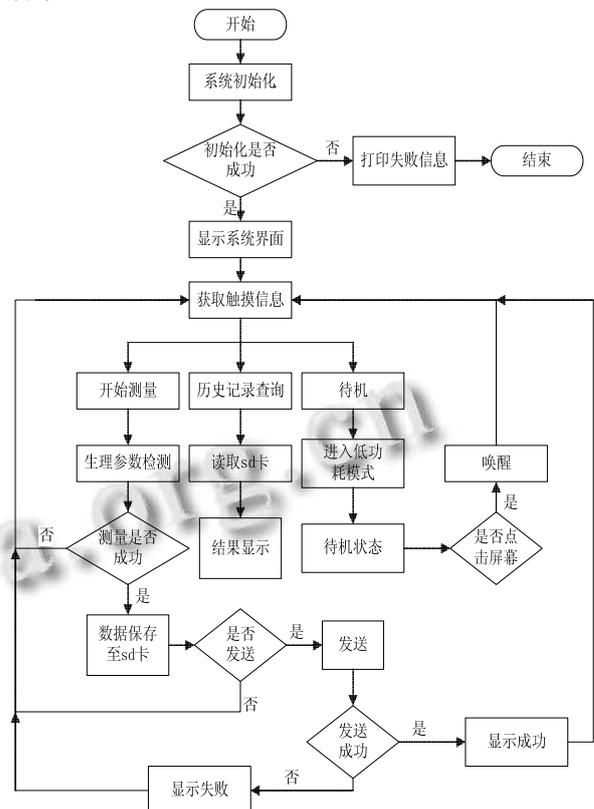


图 4 采集节点软件流程图

首先系统进行开机初始化,主要是对一些必要的外设进行初始化,包括串口初始化、SD 卡初始化、液晶屏初始化、触摸屏初始化和 nrf24101 初始化.然后根据用户(老年人)的点击信息,程序决定运行方向.主要有三种情况:开始测量,历史记录查询,待机.开始测量即测量人体的生理参数(脉搏,血压,温度).历史

记录查询是从 SD 卡里面读取之前保存的测量数据,供用户查询. 待机使得系统进入最小功耗状态下,达到省电的目的. 待机后,点击屏幕任意位置,将重新唤醒系统. 传感器节点模块内嵌电路板实物图如图 5 所示,具有小巧、易集成等优点,传感器节点采集人体的血压、脉搏、体温检测结果如图 6 所示.

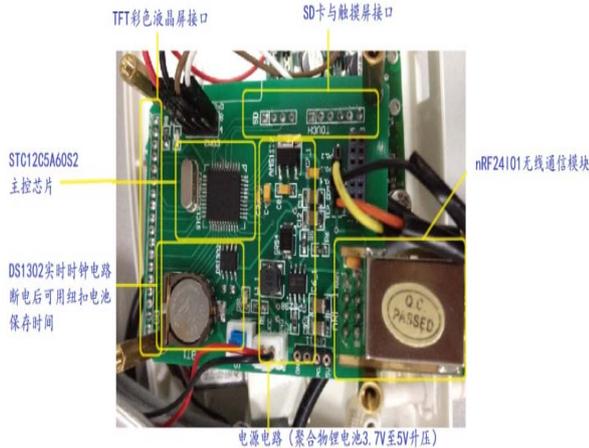


图 5 采集节点内嵌电路板实物图



图 6 采集节点检测结果图

3 协调器/中继路由节点设计

3.1 协调器硬件设计与实现

中继路由端为无线传感网的网关设备(协调器),旨在通过无线收发模块可以获得多个传感器采集节点的数据,并通过各种无线通信的方式发送至社区医疗中心服务器端(PC 服务端). 其硬件结构设计如图 7 所示,主控电路采用采用 LPC2132 ARM7 芯片作为主控 MCU,对周围外设控制,将汇总传感网络中各个结点发送过来的数据,以各种方式连接到社区医疗中心 PC 服务器上,和服务器进行交互数据. 此外,ARM 中

路由端配备显示接口,可方便对传感器网络做出必要的配置,显示当前传感器网络的相关状态. 此外,系统还可扩展设计 GSM 通信电路,便于用户测试数据异常情况下通知用户家属及医生.

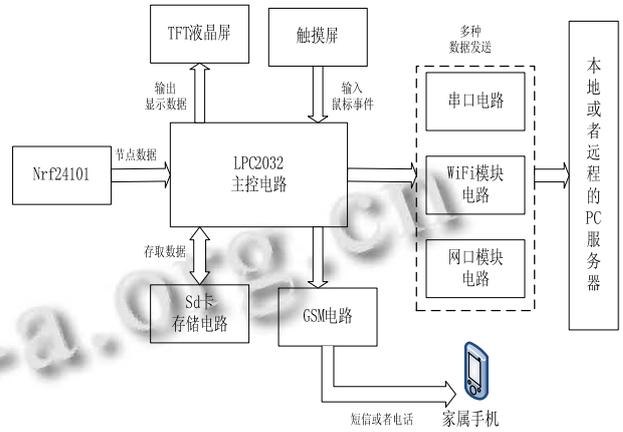


图 7 中继路由模块功能结构图

路由由中继模块的 PCB 实物如图 8 所示,由于该模块负责接收转发数据,网络功能比较强大,它接入各种通信外部设备,如 GSM 模块、WIFI 网卡、nRF24101 通信模块、以太网模块等.

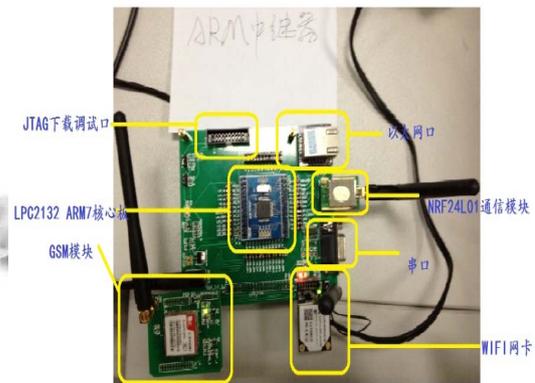


图 8 中继路由模块 PCB 实物图

3.2 协调器硬件设计与实现

基于上述硬件电路系统设计和功能实现,其相应软件设计如图 9 所示. 由于中继路由模块提供多种方式与上位机进行通信,系统开机初始化的外设较多. 可根据实际情况裁剪. 由流程图可知,该模块循环接收传感器结点发过来的数据. 若数据上传至上位机(社区医疗中心 PC 服务器端)异常,数据则保存至本地 SD

卡, 待下次可连接上后上传至 PC 机. 如果系统长时间未收到数据, 则进入低功耗模式. 一旦有数据到来, 通过中断唤醒系统.

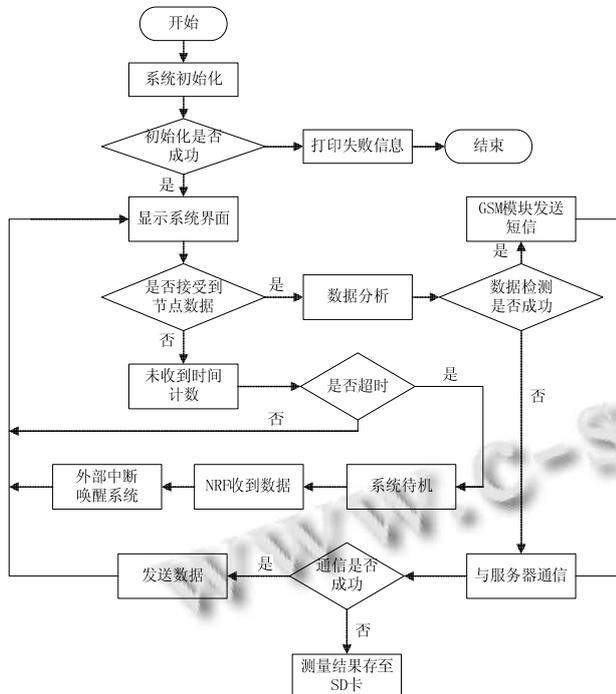


图 9 中继路由模块软件流程图

4 社区医疗中心信息监测系统设计与实现

社区医疗服务中心健康信息监测系统可有效控制无线传感网络采集系统中的采集节点、中继路由器, 实时监测、查询家庭环境中老年人每次生理检查结果, 并且对获取的健康信息数据进行初步归类、整合后, 通过互联网发送到远端健康诊断及评价数据处理中心, 提供实时有效的健康信息. 由于社区医疗服务中心健康信息监测系统运行于通用计算机上, 具有数据处理速度快, 存储容量大优点. 考虑到 LINUX 版本和 WINDOWS 版本兼容, 系统采用开源的 MYSQL 数据库对数据进行管理, 具有较好的可移植性. 系统体系结构设计如图 10 所示. 在软件架构方面, PC 机的操作系统对底层具体通信方式进行了屏蔽抽象, 并提供统一的接口供应用程序进行调用, 便于程序开发. 本系统主要基于 SOCKET 网络编程, 社区医疗中心生理监测系统作为服务端为 ARM 中继路由客户端服务, 采用长连接的方式, 通信可靠安全^[6-8]. 应用层管理系统采用软件的三层架构, 即界面层, 逻辑层, 数据层. 为便于软件后期维护和扩展, 对数据层的数据访问形式进行了抽象封装, 采用各种数据库或文件管理数据,

但是对外统一数据访问接口.

图 11 为研发的面向无线传感网络采集系统的社区老年人监护管理系统, 可有效管理无线传感网中的采集节点、中继路由节点, 实时监测家庭环境老年人每次身体检查的生理参数. 为监护系统对采集的生理参数等健康信息整合、查询老年人在指定的时间段内生理参数变化状况等提供支持^[9].

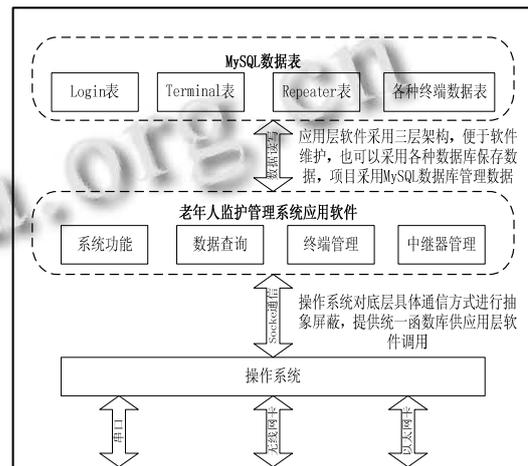


图 10 社区医疗中心生理监测系统整体架构图

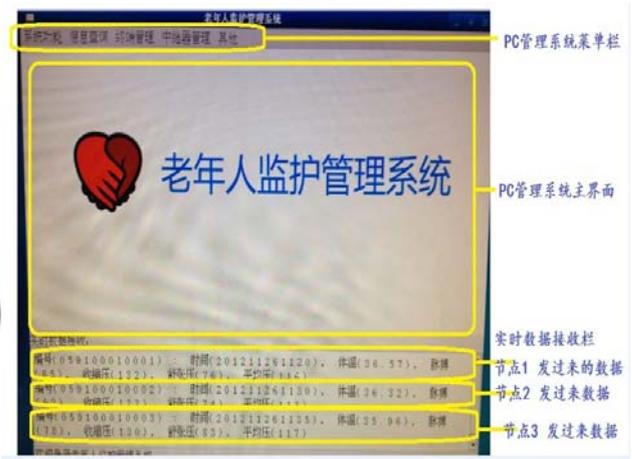


图 11 社区老年人监护管理系统图

5 结论

本研究基于目前国内社区老年人家庭生活环境、社区医疗服务中心的实际状况, 研发一种面向家庭的无线便携老年人健康信息远程获取系统, 可有效动态监测老年人家庭环境中自我身体检查的生理参数, 提供实时有效的健康信息, 为社区医疗服务中心、远端大型医疗中心远程医疗监护提供可靠的健康信息支持, 有助于提高老年人日常生活质量. 为国内远程医疗监

护应用研究提供新思路和切实可行的方案。

参考文献

- 1 牟岚,金新政.远程医疗发展现状综述.卫生软科学,2012,26(6):506-509.
- 2 陈苏蓉,王杰华,朱晓辉,等.远程实时健康监护系统呼叫中心关键技术研究.计算机工程与设计,2012,33(11):4386-4391.
- 3 褚航,曾碧.非接触式心跳监控系统—面向社区医疗服务的物联网应用系统研究与开发.计算机系统应用,2012,21(8):233-235.
- 4 张菊梅,吴效明.社区数字监护系统的设计.微计算机信息,2009,25(3):12-13.
- 5 Reza S, Dilmaghani HB, et al. Wireless sensor networks for monitoring physiological signals of multiple patients. IEEE Trans. on Biomedical Circuits and System, 2011, 5(4): 347-356.
- 6 王明宇,杨吉江,陈昊,等.基于体域网和云平台的远程数字健康系统发展的研究.计算机科学,2012,39(6A):195-200.
- 7 谭新,刘虔铖,徐彬锋.可穿戴式多参数监护装置信号处理平台的设计与实现.中国组织工程研究,2012,16(26):4867-4871.
- 8 周平,焦宏宇,汪丰,等.便携式无线心电监护终端的设计.计算机工程与设计,2012,33(9):3407-3410.
- 9 吴建宁,黄河清,唐浩,黄健.面向无线传感网的社区远程医疗实时生理参数监测系统.计算机系统应用,2014,23(2):77-81.