

面向智能家居中生理参数监测的安防系统网关设计

于明涛^a, 陈超^b, 叶晓彤^b

(四川理工学院 a. 自动化与电子信息学院; b. 网络管理中心, 四川 自贡 643000)

摘要:传统的家居系统实现了对火灾、盗窃等异常情况的监测和警报,满足了用户的基本需求。为了实现家人健康体征的实时监测,提出了一种面向智能家居中生理参数监测的安防系统网关设计。对以 SPCE061A 为微控制器和 nRF2401 为无线传输模块的终端感知节点,以及以 SPCE061A 为控制器、nRF2401 为射频模块和以 PL2303 为转换芯片的中心协调节点进行了设计。软件部分给出了 MAC 层、数据传输层的改进的通信协议。经测试,设计的网关能实现协议之间的转换,具有功耗低、可靠性高的优点,能辅助系统实现室内的数据和家人体征指标的实时采集和有效监测,并能在超出正常范围时发出警报。

关键词:安防系统;网关;无线传感网;生理参数;智能家居

中图分类号:P393

文献标志码:A

引言

智能家居就是通过 ZigBee 协议建立无线传感网络^[1],利用相应的传感器,对室内环境进行信息采集,并根据户主的生活习惯设置相应参数阈值,不管在任何时间、地点都可以通过智能手机甚至语音来控制或者了解家里的情况,实现家庭与外部保持信息交流畅通,帮助人们优化生活方式,增强家居生活的安全性^[2]。

无线传感网中网关节点非常重要,网关又称为协议转换器,是一个在网络中充当中转作用的设备,它的主要功能是对节点信息进行收集、处理和传输,管理无线传感网络,并将采集的信息传送到 Internet 服务器上,实现不同网络的互联以及各种数据格式的转换。

随着智能家居逐步走进人们的生活,安全成为人们对智能家居的首要要求,使得家庭安防成为智能家居的重要组成部分。目前,已经有一些研究^[3-5]通过物联网的相关技术实现对室内环境的信息采集和监控:文献[3]提出通过一种基于物联网技术的家居安防监控系统,

实现对感知区域数据实时地采集和监控;文献[4]提出基于智能手机的 Android 2.3 系统平台,通过内置的串口连接传感器、报警器等外设硬件,实现信息的远程传输;文献[5]提出一种无线网络^[6-8]的智能家居安防控制系统,用户能远程控制网络主控节点,并获得各子节点的监控情况;文献[9]提出基于移动 4G 与 ZigBee 无线传感网的网关设计,很好地融合了 4G 移动通信技术与 ZigBee 无线技术的优势,是异构网络融合的新型的网关技术。

在人口老龄化突出的今天,社会节奏的加快使得人们照顾老人的时间、精力都大大减少,有关对人体生理参数监测的研究^[10-12]表明老年人的心血管疾病可能会在其体温、呼吸频率等指标上有所反映,通过便携设备或穿戴式的体感设备监测这些指标,将这些指标与正常范围值作比较,若超出正常范围则会给家人或急救中心发出信息,将为预防和及时救助突发性疾病提供一种帮助。

本文在上述工作的基础上提出一种面向智能家居

收稿日期:2015-04-15

基金项目:四川省科技厅支撑计划项目(2013GZ0030);四川省科技厅苗子工程资助项目(2014-054)

作者简介:于明涛(1989-),男,河南扶沟人,硕士生,主要从事智能信息处理方面的研究,(E-mail)zkyumt@126.com

中生理参数监测的安防系统网关设计,对安防系统整体结构做了描述,对网关硬件、软件进行了设计,通过系统测试证明了设计的网关能辅助系统实现家居安防和家人生理参数监测。

1 系统架构

系统在实现家庭安防情况监测及预警功能的基础上,增加了生理参数采集及定位模块,系统架构图如图1所示。

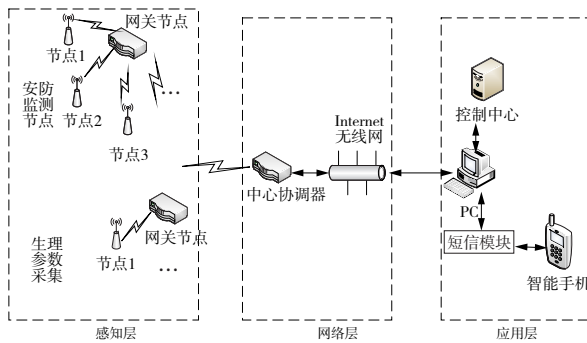


图1 系统结构总体框图

家庭安防信息采集和生理参数信息采集构成感知节点,处于系统的底层,实现对家庭火灾、燃气泄漏、非法入侵和家人生理参数的实时监测,拓扑图采用星型结构。网络层由协调节点和以太网组成,负责数据和控制指令的处理和转发,协调节点是连接控制中心和监测节点的纽带,将接收得到的各个监测节点采集的数据通过网络层传送监控中心。PC客户端和智能手机组成的应用层负责数据的收集、分析以及发出控制命令。

2 网关硬件设计

2.1 网关总体结构设计

传感网硬件部分采用模块化的设计原则,不同模块通过预留接口可以组装在一起,从而实现不同的检测功能。传感器的选择要考虑精度、价格及其易购性。

气体检测选用气体传感器MQ-5,它对液化气、天然气、城市煤气有较好的灵敏度,具有快速响应恢复的特性,使用寿命长,稳定性高,并且它的测试电路简单。

火灾检测选用带温度补偿的热释电红外线传感器SPS532CA。

非法入侵采用基于红外线技术的自动控制模块HC-SR501,它具有灵敏度高、可靠性强、超低电压工作模式。

门窗状态检测采用位置开关,又称限位开关,是一种将机械信号转换为电气信号,以控制运动部件或行程

的自动控制电路器件。

人体生理参数检测选用CSN808作为采集模块。

端点硬件设计可根据实际需求进行裁剪或扩展,硬件结构设计如图2所示。

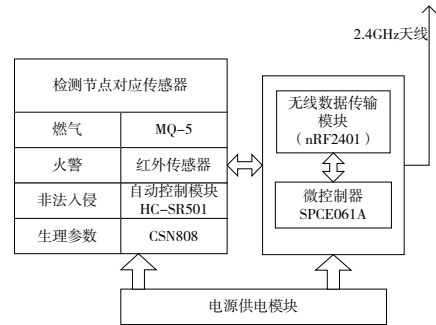


图2 网关节点设计

传感器模块通过串行通信接口实现了与无线模块通信的双向数据传输。

2.1.1 无线通信模块

通过无线模块接收数据,发出控制信息。无线通信采用单片射频收发芯片nRF2401,该芯片具有工作于2.4~2.5GHz的开放的ISM频段,有高达2Mbps传输速率,并融合了增强型ShockBurst技术,能以较高的速率传输数据包,这样增加了数据包之间的时隙,减少了同频信号碰撞的几率。

nRF2401的工作模式(4种工作模式:收发模式、配置模式、空闲模式和关机模式)由PWR_UP、CE和CS三个引脚决定。对于nRF2401的操作主要是读写数据和配置其工作方式,通过同步串行口的CLK、DATA两个引脚完成控制命令的配置和数据的读写。

另外是天线的设计,天线在无线通信中起着举足轻重的作用,天线的选择和设置会直接影响整个无线通信网络的运行质量,本系统中采用PCB环形天线。

2.1.2 接口模块

通用串行总线(USB - Universal Serial Bus)是目前最流行的串行通信标准,与串口(通常指COM接口)相比,USB具有速度快、安装配置简单、容易连接、支持热插拔等优点。

USB接口在高速数据采集方面得到了广泛应用,这里采用USB接口实现与PC机的高速实时数据通信,接口线路如图3所示。

USB信号通过标记为D+和D-的双绞线传输,它们采用的是半双工差分信号协同工作,以此来抵消长导线的电磁干扰。

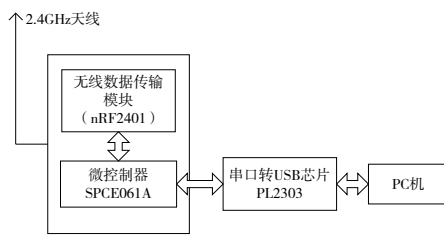


图 3 USB 接口线路连接设计

2.1.3 电源供电模块

SPCE061A 的内核供电为 3.3 V, 而 I/O 端口可接 3.3 V 也可接 5 V。协调节点接收信号, 通过 USB 除提供传输数据信号外, 还提供 5 V 的工作电压。

考虑到在该系统中, 网关节点可以放在有阳光或无阳光的地方, 因此, 可以采用太阳能为网关节点提供电源。当然也可选择蓄电池、市电, 当三种方式均可使用时, 优先使用太阳能。而生理参数采集节点, 为保证其工作的稳定性和可靠性, 采用锂电池供电。

2.2 远程应用层网络

短信息收发采用 MC35 无线通信模块, 它工作在 GSM900 MHz/GSM1800 MHz 两个频段, 采用 3.3 ~ 4.8 V 的电源供电, 可传输语音、短消息和数据信号, 具有较大的数据吞吐量, 借助 AT 命令进行远程测量和监控。MC35 有 40 个引脚, 通过零阻力插座 ZIF (Zero Insetion Force) 连接器能方便地连接到移动应用设备。

另外, MC35 体积小、质量轻、能耗低, 便于与生理参数监测模块 CSN808、定位模块集成在一起, 方便老年人随身携带。

2.3 定位模块

采用能提供高精度的载体三维位置、速度、时间信号及原始观测数据的 GPS/BD-2 双模兼容接收机模块 MXTOS2-200, 作为生理参数监测的位置定位, 它将射频前端、基带处理和定位软件高度集成, 实现单模、双模的灵活定位。

它的定位原理简单叙述如下: 在一个立体直角坐标系中, 任何一个点的位置信息可以通过坐标数据 X 、 Y 、 Z 来确定, 当测得某未知点与其他三点 (如 A 、 B 、 C) 的坐标时, 就能建立一个三元方程组, 解得方程组的解即是该点的确切位置。

3 软件设计

3.1 通信协议

3.1.1 MAC 层协议

无线传感器网络的关键问题是能耗问题, 考虑到在

家居系统中节点比较少, 为了保证可靠及时的消息传输, 网关的 MAC 层采用 T-MAC (Timeout MAC) 协议, 该协议拥有一个自适应的休眠周期, 在保持周期长度不变的基础上, 它能根据通信流量动态控制节点的活动状态时间, 用脉冲突发方式发送信息, 从而减少节点的空闲监听时间, 有效的节约了节点的能量。

T-MAC 协议数据传输也采用 RTS/CTS/DATA/ACK 的通信机制, 只是在节点活动的时隙内插入了一个 TA (Time Active) 时隙, 如果 TA 时间内没有任何事件发生, 那么活动结束, 即进入睡眠状态。 TA 约束条件为: $TAC + R + T$, 其中, C 是竞争时间的长度, R 为发送 RTS 分组的时间, T 为 RTS 分组结束到发出 CTS 分组开始的时间。

3.1.2 传输层协议

标准的 UDP 协议具有系统开销小、速度快、效率高的优点, 但也存在着明显的缺点: (1) 非连接性, 即数据传输时不能保证对方一定能收到, 也不能保证收到的数据次序一定正确; (2) 弱可靠性, UDP 协议在数据发送时并不知道逻辑链路是否正常。为此, 传输层采用改进的 UDP 协议, 在逻辑链路层采用虚拟连接技术解决 UDP 协议非连接性的问题, 而在会话层用滑动窗口技术解决数据传输过程中的失序、丢包问题。

所谓的“虚连接”是客户端之间传输数据时, 两者需要向服务器发送建立连接请求, 得到服务器回应报文后, 再发送一个 ACK 报文确认, 至此建立了一个有效的连接, 该连接不同于实际的 TCP 连接, 它不需要太多的网络负载来维护, 因而对通信效率不会造成影响。逻辑链路层报文结构包括报头、内容及校验和三部分, 报头部分新增 LLI (逻辑链路标识) 用于建立“虚连接”的基本信息。

UDP 滑动窗口协议定义了 3 种状态: 初始态 (UDPM_NIT)、同步态 (UDPM_SYN)、完成态 (UDPM_FN), 采用 3 次握手来建立连接。链路上有数据包发送时, 若发送端超时则链路会重建; 如果没有数据包发送时, 当判断链路空闲时间大于 MAX_WAIT_SYN 时, 链路也会重建。滑动窗口是发送方根据接收方返回的确认信息了解接收方的接收能力来调整窗口大小的, 接收窗口的大小保持固定。

3.2 网关软件设计

网关主要是处理来自感知节点的数据和传输控制中心发送过来的指令 (图 4)。从图 4 知, 网关初始化后,

处于监听状态,当接受到数据时,对数据类型进行判断。

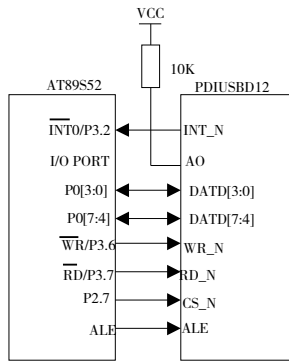


图4 网关节点数据接收软件流程图

当数据是网络发送过来的时候,判断为命令,通过解析发送给感知节点;当数据是传感网络发送过来时,对数据解析后判断由哪个传感器发送的,与设定的阈值比较,如果大于阈值则给用户发出报警,否则只是显示数值。

4 系统测试

PC机客户端软件采用C/S模式,使用的开发工具是VS2010,编程语言为C#,以SQL Server 2008作为数据库服务器。

设计完成后主要对系统功能、稳定性、可靠性及数据丢包率进行了测试,在实验室环境中布置传感节点,在窗台布置网关节点,在PC电脑上安装客户端应用程序,搭建完成整个硬件系统。

经测试:(1)用户登录应用程序后,可以实时查看住宅状态、及生理参数监控数值;(2)改变住宅状态参数的设置阈值,将给已设置的智能机发出警报。生理参数的远程监测,在发生异常时,MXTOS2-200模块定位的位置信息通过PC显示出来,达到了预期效果。PC机端系统监控软件界面如图5所示。

5 结束语

文中提出了一种智能家居中生理参数监测的安防系统网关设计方案,对网关节点的软、硬件进行了设计,并使用改进的MAC协议降低网络能耗,利用改进型的UDP协议来解决数据的丢包问题。最后,通过系统运行进行测试,结果证明所设计的网关具有较低的数据丢包率和较高的可靠性,能支持系统实现家居安防的数据实时采集和家人体征参数的监测,并在出现危险状况时的预警。所设计的方案在智能家居领域具有很好的应用

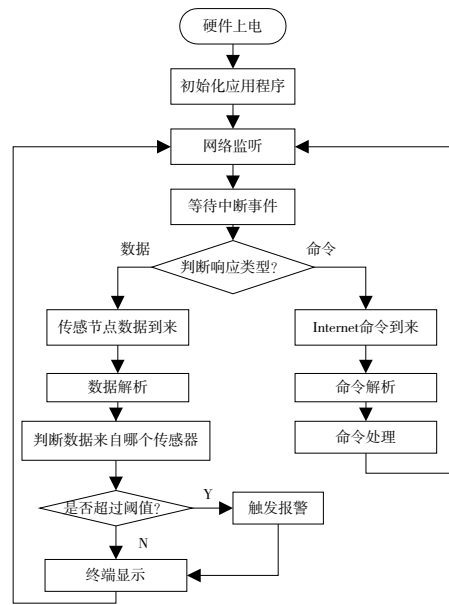


图5 系统监控软件界面

场景和实际推广价值。

参考文献:

- [1] 巢玉江,袁红兵,冯锋.基于 ZigBee 与 GSM 技术的智能家居安防系统设计[J].机械制造与自动化,2014,43(1):138-140.
- [2] 董颖霞,司亚超.浅谈物联网技术在智能家居中的应用[J].河北建筑工程学院学报,2013,31(1):100-102.
- [3] 刘学会,田珍.基于物联网的智能家居安防监控系统设计与实现[J].制造业自动化,2012,34(17):38-40.
- [4] 李元元.基于 Android 平台的智能家居安防系统设计[J].制造业自动化,2012,34(12):138-140.
- [5] 李子云.基于无线网络的智能家居安防系统[J].微处理机,2012,33(1):31-33.
- [6] 徐彬彬,伍利衡,李秋廷,等.基于 GPRS 的远程安防监控系统的设计[J].现代电子技术,2012,35(2):36-39.
- [7] 卫兵,郭玉堂,华玉鹏,等.一种基于无线传感网的新型智能家居控制系统[J].微型机与应用,2013,32(23):61-64.
- [8] Monali S, Swati N. Survey on current methodology of sensor virtualization in smart home[J].Computer Science and Software Engineering,2014,4(1):442-446.
- [9] 王志超,刘波,花於锋.基于移动 4G 与 ZigBee 无线传感网的网关设计[J].计算机测量与控制,2014,22(3):863-865.

- [10] 田志宏,胡亮,邱峰志.基于 Windows CE 的人体生理参数监测系统[J].天津科技大学学报,2011,26(4):61-64.
- [11] 李威,张强武.基于 MXTOS2-200 的远程老年人监测仪[J].电子产品世界,2013(10):65-67.
- [12] 轩运动,赵湛,方震,等.基于无线体域网技术的老人健康监护系统的设计[J].计算机研究与发展,2011,48(S2):355-359.

Gateway Design of Security System for Physiological Parameters Monitoring in Intelligent Household

YU Mingtao^a, CHEN Chao^b, YE Xiaotong^b

(a. School of Automation and Electronic Information; b. Network Administration Center, Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China)

Abstract: Traditional household system has realized the monitoring and alarm of abnormal situation such as fire, theft and so on, which has met the basic needs of users. In order to achieve the real-time monitoring of health signs of family, a kind of gateway design of security system for physiological parameters monitoring in intelligent household is put forward. The terminal sensing node with the SPCE061A as micro-controller and the nRF2401 as wireless transmission module, as well as the central coordinating node with the SPCE061A as the controller, the nRF2401 as radio frequency module and the PL2303 as conversion chip, is designed, and the improvement communication protocols of MAC layer and data layer are given in software part. After the test, the designed gateway can realize the conversion among protocols, has the advantages of low power consumption and high reliability, and can help the system to achieve the real-time collection and effective monitoring of interior data and physical symptoms index of the family, and can alert you when outside the normal ranges.

Key words: security systems; gateway; wireless sensor networks; physiological parameters; intelligent household