

基于 S3C6410 的老年人远程看护系统的设计

赵诗辞,何 勇,毕赣斌

(贵州大学 计算机科学与技术学院,贵州 贵阳 550025)

摘 要:为了防止独居老年人在家中病倒却无人知晓等意外情况的发生,让监护人能随时了解老年人的生活状况,设计了一套以 S3C6410 处理器为核心,结合 ZigBee、Wi-Fi 等技术,采用多种传感器设备,结合网络摄像头控制为基础的老年人远程看护系统,以提供家庭环境监测、老年人行为感知、异常情况自动报警等功能。该系统避免了传统独居老年人监测系统中传感器的贴身使用对老年人造成的不适感和日常生活的不便,并通过对网络摄像头的合理控制,既达到了智能看护的目的,又改善了易于泄露隐私的问题,具有安全、可靠、节能的特点。经过对该系统 ZigBee 终端节点信号强度和丢包率的测试,结果表明系统具有较好的通信质量。

关键词:独居老人;S3C6410;ZigBee 技术;看护系统;隐私

中图分类号:TP273.5

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2018)06-0197-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2018.06.044

Design of a Remote Supervision System for Elderly Based on S3C6410

ZHAO Shi-ci, HE Yong, BI Gan-bin

(School of Computer Science and Technology, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract: In order to let others know when the solitary elderly people get ill at home, and to let guardians stay abreast of the living conditions of elderly, we design a remote supervision system for old people. The system uses S3C6410 as the core processing unit and is combined with the technologies such as ZigBee, Wi-Fi technology and so on. It provides the function of house environment monitoring, old people's behavior sensing, anomalies automatic alarm, etc. and avoids the discomfort and inconvenience of the traditional supervising system with sensors using personally. Through the reasonable control of webcams, it reaches the purposes of smart caring and privacy improvement, which is safe, reliable and energy saving. By testing its signal intensity and packet loss probability of ZigBee nodes, it is proved that the communication quality of the system is better.

Key words: solitary elderly people; S3C6410; ZigBee technology; supervision system; privacy

0 引言

中国人口老龄化问题日趋严重,因此研发一个看护独居老人生活情况的智能系统具有一定的实际意义。现有的智能监测系统较多地使用了摄像头监控,导致被监测者的隐私外泄,许多家庭并不愿意使用。传统的独居老年人监测系统主要用于测量老年人的心率、血压、血氧等生理参数。这些测量生理参数的传感器需要贴身使用,给老年人的日常生活带来不便,并且老年人的生理参数正常,生活环境却并不舒适^[1]。基于 S3C6410 技术的老年人远程看护系统利用 ZigBee 技术,采用多种传感器设备结合摄像头对老年人的生活环境进行智能监测,改善传统监测系统易泄露隐私、日常生活不便等不足,具有安全、可靠、节能的特点。

1 系统总体设计

基于 S3C6410 的老年人远程看护系统由智能网关、手机客户端、后台处理软件、ZigBee 协调器、网络摄像头、传感器等部分组成。无线传感器用于采集家庭温湿度、烟雾和有害气体等数据,通过 ZigBee 终端节点将这些数据传送至网关,网关转发至后台,后台再对这些数据进行分析 and 处理来判断家中是否有异常情况发生。网络摄像头在正常情况下不能打开,只有当发生异常情况时才能打开;当家中出现煤气泄露、火灾、人体红外传感器长时间监测不到老年人活动情况等异常状况时,该系统自动向监护人手机发送报警信息,此时允许监护人使用手机应用打开摄像头,能够有效保护老年人的隐私。系统总体设计框图见图 1。

收稿日期:2017-06-26

修回日期:2017-10-09

网络出版时间:2018-02-24

基金项目:贵州省科技计划项目(黔科合 LH 字[2014]7638)

作者简介:赵诗辞(1993-),女,在读硕士,CCF 会员,研究方向为无线传感器网络;何 勇,副教授,研究方向为无线传感器网络。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20180224.1510.010.html>

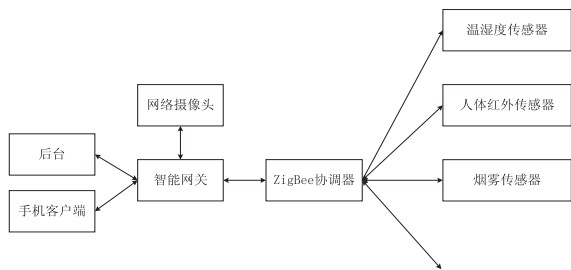


图 1 老年人远程看护系统总体设计框图

2 系统硬件设计

2.1 智能网关模块硬件设计

智能网关是整个系统的核心部件,它能够实现 ZigBee 网络与以太网、Wi-Fi 之间的通信。该模块主要由 ZigBee 模块、Wi-Fi 模块、以太网模块、电源模块、复位模块、报警器模块、存储器模块等组成。其硬件结构框图如图 2 所示。

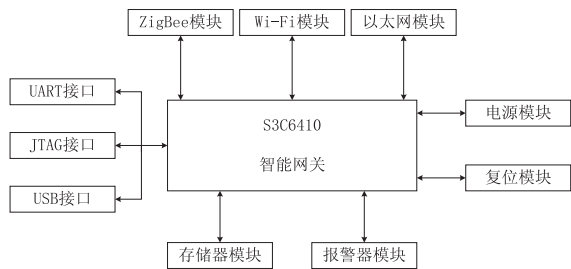


图 2 智能网关硬件结构框图

智能网关的核心处理器采用基于 ARM1176JZFS 内核的 Samsung S3C6410 芯片。该芯片包含 USB OTG、USB HOST、PWM 功能、内部时钟功能,支持 4 通道 UART,32 通道 DMA 以及 SPI、IIC 串行通信^[2]。

电源模块包括电源接口和纽扣电池模块。电源接口电路中先接一个 220 μF /16 V 的有极电容和一个 100 nF 的无极电容,再通过 AMS1086CM 稳压电路,后接一个 10 μF 的有极电容和 100 nF 的无极电容,以实现将 5 V 电压降为 3.3 V 电压的过程。纽扣电池可以在断电的情况下,给 RTC 实时时钟供电,使其一直运行下去。智能网关与网络摄像头之间通过 Wi-Fi 进行通信,与 ZigBee 协调器之间通过 UART 串口进行通信。ZigBee 协调器接收各 ZigBee 终端节点所发送的环境数据,通过 UART 接口上传至网关。

2.2 ZigBee 通信模块

由于各传感器节点均为 ZigBee 节点,它们通过 ZigBee 无线网络将数据发送给网关,故该系统选择使用 ZigBee 无线通信网络对终端设备进行实时监控和管理。ZigBee 是基于 IEEE802.15.4 标准的低功耗局域网标准,其特点包括近距离、低复杂度、自组织、低功耗、低数据速率^[3]。系统采用的是星型拓扑结构。该网络由一个协调器和多个终端设备组成,网络拓扑结

构简单,比树形网、网状网更易于实现、方便扩展、容易维护,比较适用于家庭这种小范围的室内场合^[4-6]。

系统中 ZigBee 终端节点的通信处理模块采用美国德州仪器公司生产的 CC2530 芯片^[7]。该芯片符合 ZigBee 标准的 2.4 GHz 片上系统,内部使用 8051 内核作为处理器,结合了领先的 RF 收发器的优良性能,包含了系统内可编程闪存,8KB RAM 等强大功能。

2.3 传感器模块设计

系统中用到的传感器主要有温湿度传感器、人体红外传感器、烟雾传感器等,这些传感器均为 ZigBee 节点,兼顾终端节点和路由的身份,负责传感器信号采集和处理、无线数据的发送和转发。

温湿度传感器采用的是 SHT10 模块^[8],采用 IIC 通信,接口简单,而且该传感器响应快、抗干扰能力强,便于查看家中环境是否适宜。人体红外传感器使用的是 HC-SR501 模块,当有人进入其感应范围则输入高电平,人离开感应范围则自动延时关闭高电平,输出低电平。该传感器可放置在厨房、餐厅、客厅、卧室、卫生间等位置,当老年人经过时传感器会检测到老年人在家中的活动情况。烟雾传感器采用的是 MQ-2 模块,该传感器对烟雾、液化气、天然气、城市煤气有较好的灵敏度,可用于检测家中是否燃气泄漏或发生火灾。

3 系统软件设计

3.1 智能网关

智能网关主要负责采集传感器数据,与手机、后台进行交互,网关的配置管理等。智能网关上运行一个 SOCKET 服务,手机通过指定的 IP 和端口与智能网关建立连接。智能网关与手机通过 SOCKET 发送 JSON 格式的数据包进行交互。数据包分为查询请求-请求结果、控制请求-控制结果和心跳包三类。手机客户端发出一个请求之后会收到对应的请求结果。手机客户端会定时给智能网关发送心跳包,智能网关用此心跳包来监测与手机的 SOCKET 连接情况,如果在给定的时间内智能网关未能收到手机端的心跳包,则关闭与手机的 SOCKET 连接,释放资源。

以查询当前室内温湿度为例,JSON 数据包查询温度传感器的控制请求如下:

```
"Result": {}
```

"Type": 2, //Type 表示数据包类型,值为 2 表示该数据包类型为查询结果

"Object": 4, //Object 表示请求对象,值为 4 表示请求对象为传感器

```
"Operation": 1, //
```

```
"Name": "ResultTemperature",
```

```
"Time": "2014-11-30T18:30:30",
```

```
"Content": {}
```

```
"NodeID": 1, //
"Category": 1, //Category 表示设备类型,值为 1 表示家居
安防类设备
"SensorType": 4, //SensorType 表示传感器类型,值为 4 表
示温度传感器
"Value": 37.5 //得到的当前室内温度的值
}
}
```

为了合理控制摄像头,在网关程序设计中,对摄像头服务子程序设置一个标志位 flag,在家庭环境正常情况下设置 flag 为 0,当接收到后台发送的异常情况信息后 flag 会被网关设置为 1。当网关接收到手机的摄像头控制请求后会先查询标志位 flag 的状态,若 flag 为 0 则拒绝监护人使用摄像头的请求,若 flag 为 1 则同意该请求,以避免监护人随时打开摄像头。

3.2 ZigBee 协调器和终端节点

ZigBee 协调器是整个 ZigBee 网络中最重要的控制节点,它的功能包括:创建并维护网络、添加新成员、与智能网关通信、与终端设备通信、数据管理等^[9-11]。协调器是终端设备与智能网关进行通信的桥梁:与终端设备通信时,协调器监听无线数据接收缓冲区,将接收到的终端设备的数据通过串口透明传输的方式转发给网关。与网关串口通信时,协调器监听串口数据接收缓冲区,将用户在客户端下达的命令通过广播无线方式转发给终端设备^[12]。协调器工作流程见图 3。

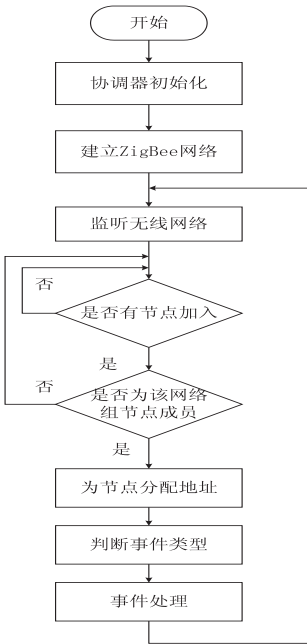


图3 协调器工作流程

终端节点是监测家庭环境的重要组成部分,主要功能是通过传感器采集环境数据,并将数据打包发送给协调器,执行协调器的命令。为了节省传感器能量,终端节点会周期性地采集室内环境情况。当节点成功加入网络后,就进入休眠状态,当到达定时中断后传感

器才开始采集数据,将数据通过 ZigBee 协议打包后发送给协调器,然后进入休眠状态等待下个采集周期^[13-14]。以烟雾传感器为例,其睡眠周期为 60 s,每 60 s 主动唤醒一次,每次醒来工作 100 ms。在初次上电时有 2 s 的时间用来加入网络,然后进入睡眠状态。若设备未加入到网络,每次睡眠唤醒之后会再次尝试加入,持续时间为 2 s,以此循环直到加入网络为止。

3.3 网关通信协议设计

该系统是一个复杂的网络系统,涉及的设备种类很多,为了防止不同设备之间的通信标准不同而导致传输信息内容结构混乱,制定了网关系统的通信协议,以实现 ZigBee 网络和网关以及网关服务器和外部以太网的传递。对通用 payload(有效数据)格式的定义如表 1 所示。其中 Frame Head 的取值为 0xFE;Target ShortAddress 表示 ZigBee 网络节点的短地址,作用类似于 Internet 的 IP 地址,自组网时由协调器动态分配 2 字节的地址编号;Cluster ID 用来区分不同的命令;Reserved 为保留字段,可使用 0x00 填充;ADF 为发送的应用层数据帧内容,其格式在后续定义(还有 Cluster ID 字段的 ID 部分定义),ADF 数据实际上就是协调器转发到 ZigBee 网络中的无线空中数据包。该通信协议中数据类型为大端模式。

表1 通用帧格式定义

Frame Head	TargetShortAddress	Cluster ID	Reserved	ADF
1 bytes	2 bytes	2 bytes	2 bytes	可变

3.4 后台处理软件

后台处理软件主要是对从网关接收到的数据进行的分析和处理,判断家中是否有异常情况发生。对于收到的温湿度、烟雾等环境数据,后台处理软件先对接收到的数据进行解析,当解析后的数据超过预先设置的阈值时,分析当前环境是否产生了异常。若当前环境产生了异常则将异常信息发送至网关,网关报警并将信息转发到监护人手机应用上。后台软件分析人体红外感应得到的老年人活动情况数据,根据老年人每个时间段出入的不同位置,可以判断其每天按时吃饭、午休情况等。若系统白天连续 5 小时以上监测不到老年人在家中的活动量并且大门口的人体红外传感器没有监测到老年人外出时,系统就会发出报警信息到老年人监护人的手机上,避免老年人在家中突然病倒、突发意外却无人知晓的情况发生。

3.5 手机端 APP

使用手机 APP 是为了方便监护人远程看护老年人在室内的情况,其主要功能是与服务器建立连接,方便监护人远程查看控制家中的情况。当家中发生异常情况时网关发送报警信息给监护人,此时监护人可以

打开摄像头查看家中情况。摄像头的可视化能够让用户更加清楚家里的情况,而其只有在异常情况下打开摄像头的功能可以在一定程度上保护用户的隐私^[15]。

4 系统测试

为了保证系统的稳定运行,应用 Smart RF Studio 软件对该远程看护系统的 3 个 ZigBee 终端节点的信号强度和丢包率进行了测试^[16]。在测试过程中,同时设置发送节点与接收节点的信道为 0x0B,同时设置发送节点与接收节点的频率为 2 430 Hz,在室内无障碍相距 1 m、5 m 和有障碍(穿墙)相距 12 m 的环境下,测试出信号强度与丢包率的结果如图 4 和图 5 所示。

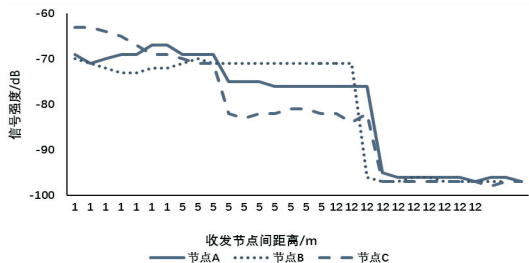


图 4 ZigBee 终端节点信号强度测试

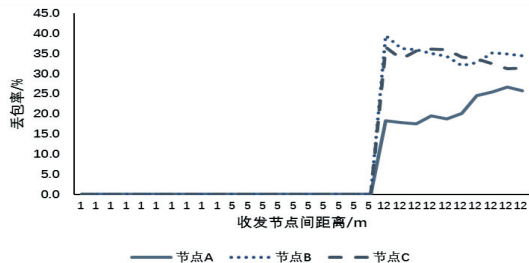


图 5 ZigBee 终端节点丢包率测试

可以看出,在室内无障碍 1 m 环境下平均信号强度为-69 dB,丢包率为 0%,在室内无障碍 5 m 环境下平均信号强度为-76 dB,丢包率为 0%,在室内有障碍 12 m 环境下平均信号强度为-97 dB,丢包率为 30%。由此可见,ZigBee 信号的传输在距离较近无障碍的情况下信号强度较强且传输可靠,但在远距离穿墙的情况下信号强度较弱,丢包率较大。因此,该系统的通信质量在小范围的室内环境下是相对可靠的。由于系统的硬件模块为自主研发,在电路设计、工艺选择上仍有一定的提高空间,因此该系统的通信质量也有一定的提高空间。

5 结束语

提出了基于 S3C6410 的老年人远程看护系统的设计方案,避免了复杂的接线,可根据用户具体的需求对各终端节点进行增减和布局,使得系统的部署非常简单灵活。同时该系统通过对网络摄像头的合理控制,改善了传统监测系统易泄露隐私的不足。该系统

既对老年人的生活状况进行了安全看护,又有效保护了老年人的隐私,为老年人提供了一个安全舒适的居住环境,且操作方便,实时性高,安全可靠。

参考文献:

- [1] 董 昊. 独居老人定位与室内环境监测系统的设计与实现[D]. 武汉:华中师范大学,2013.
- [2] WANG Ying, GE Ribo, LI Meihua. Design of resistance touch screen based on S3C6410 embedded system[J]. Applied Mechanics & Materials, 2014, 556-562; 1491-1494.
- [3] YAN Dongmei, DAN Zhiguang. ZigBee-based Smart Home system design [C]//International conference on advanced computer theory and engineering. Chengdu, China: IEEE, 2010.
- [4] 陆梦来. 基于 ZigBee 的智能家居网关的设计与实现[D]. 苏州:苏州大学,2013.
- [5] 章伟聪,俞新武,李忠成. 基于 CC2530 及 ZigBee 协议栈设计无线网络传感器节点[J]. 计算机系统应用, 2011, 20(7):184-187.
- [6] 姚国风,庄 斌,赵大明,等. 基于 ZigBee 无线技术的智能家居系统设计[J]. 现代电子技术, 2016, 39(22):81-84.
- [7] 辛海亮,钟佩思,朱绍琦,等. 基于 ZigBee 的物联网智能家居控制系统[J]. 电子技术应用, 2013, 39(12):79-81.
- [8] ALEMDAR H, ERSOY C. Wireless sensor networks for healthcare: a survey [J]. Computer Networks, 2010, 54(15):2688-2710.
- [9] BAIG F, MAHMOOD A, JAVAID N, et al. Smart home energy management system for monitoring and scheduling of home appliances using zigbee[J]. Journal of Basic and Applied Scientific Research, 2013, 3(5):880-891.
- [10] 张文海. 基于物联网的智能家居安防系统设计[D]. 西安:西安电子科技大学,2015.
- [11] ONDREJ S, ZDENEK B, PETR F, et al. ZigBee technology and device design [C]//International conference on networking, international conference on systems and international conference on mobile communications and learning technologies. Morne, Mauritius: IEEE, 2006:129.
- [12] 毕赣斌,何 勇,赵诗辞. 基于 ZigBee 技术的智能家居控制系统的设计[J]. 计算技术与自动化, 2017, 36(1):74-77.
- [13] 刘 涛. 基于嵌入式及 ZigBee 技术的老人居室环境监测系统[J]. 工业控制计算机, 2015(10):40-41.
- [14] 王铭明,陈 涛,王建立,等. 基于 ZigBee 网络的室内环境监测预警系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2014, 22(4):1021-1023.
- [15] WANG Guangwei, LU Shengli. Smart home gateway based on ZigBee technology[J]. International Journal of Plant Engineering and Management, 2015, 20(4):240-249.
- [16] 张 玉,姚凯学,何 勇,等. 基于 S3C6410 的智能家居远程监控系统的设计与实现[J]. 现代电子技术, 2016, 39(10):159-161.