

基于物联网技术的养老院人员安全健康监控系统设计

周海峰, 何 勇

(贵州大学计算机科学与技术学院, 贵州 贵阳 550025)

✉1376012080@qq.com; 978465488@qq.com



摘 要: 为了及时监测到养老院中每位老人的安全状况和身体健康状况, 设计了一个基于物联网技术的养老院人员安全健康监控系统。系统包含人员定位、摔倒检测、心率预警等功能。人员定位功能分为外出人员定位和院内定位, 外出人员定位使用全球定位系统(Global Positioning System, GPS), 院内定位采用射频识别技术(Radio Frequency Identification, RFID)。系统使用陀螺仪加速度计判断人员是否发生摔倒。经过测试验证, 系统具有较高的稳定性和可靠性, 实现了人员心率、血压及摔倒等信息的实时监控和报警。

关键词: 安全监控; 健康监控; Spring MVC; 物联网

中图分类号: TP311.1 **文献标识码:** A

Design of Safety and Health Monitoring System for the Nursing Home Elderly based on Internet of Things Technology

ZHOU Haifeng, HE Yong

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

✉1376012080@qq.com; 978465488@qq.com

Abstract: In order to timely monitor the safety and health status of each elderly in the nursing home, this paper proposes to design a safety and health monitoring system for the nursing home elderly based on Internet of Things technology. The system includes people positioning, fall detection, heart rate warning and other functions. People positioning function is divided into outbound people positioning and in-hospital positioning. Global Positioning System (GPS) is used for outbound people positioning, and Radio Frequency Identification (RFID) technology is used for in-hospital positioning. Gyroscope accelerometer is used to judge whether people fall. Test and verification results show that the proposed system has high stability and reliability, and realizes real-time monitoring and alarming of the elderly's heart rate, blood pressure and fall.

Keywords: safety monitoring; health monitoring; Spring MVC; Internet of Things

1 引言(Introduction)

在中国老龄化不断加重的背景下, 越来越多的老人将走进养老院安度晚年, 这为养老院的工作带来了极大挑战, 例如如何能够及时、准确地了解每位老人的安全健康状况以及所处位置, 在老人发生危险时能及时发现、及时救助。因此, 设计一套能够满足养老院看护管理需求, 提高养老院的监护水平和管理效率的养老院智慧护理系统显得尤为重要^[1-5]。

本文设计的基于物联网技术的养老院人员安全监控系统

的主要功能: 一是安全监控; 二是健康监控; 三是人员定位。安全监控主要是监控人员意外摔倒的情况, 实现摔倒警报^[6-9]; 健康监控主要是监控人员活动时的心率、血压等生命体征^[10-15]; 人员定位主要是监控人员的位置信息。该系统由可穿戴设备和服务器端两部分构成。可穿戴设备穿戴在被监测对象身上, 内部含有加速度、角速度、心率、血氧等传感器来采集人员的安全健康数据, 并通过4G网络实时上传到服务器中, 实现实时监测人员安全和健康状况。服务器端进行数

据处理、显示、分析等操作，如有摔倒等意外情况发生，可以及时通知监护人或者亲属。

2 系统结构设计(System structure design)

本文设计的基于物联网技术的养老院人员安全监控系统分为下位机和上位机两部分，融合了传感器技术、无线通信技术、嵌入式技术等。它可以利用可穿戴式的无线传感器节点收集老人平时的生理信息(如心率、血氧)、位置信息(通过GPS和RFID设备获得)、姿态信息(通过加速度和角速度分析获得)，并且对这些信息进行数据分析，判断摔倒、心率异常等意外情况，并把分析结果发送给管理、护理人员，方便护理人员及时发现处理。系统整体结构如图1所示。

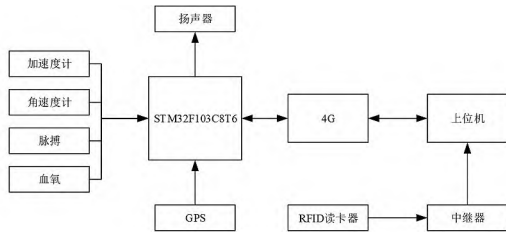


图1 系统整体框图

Fig.1 System block diagram

3 系统硬件设计(System hardware design)

硬件系统主要由处理器模块、加速度角速度采集模块、心率血氧采集模块、GPS模块、RFID读卡器模块、4G通信模块等几部分构成。处理器提取传感器信息通过4G通信模块将数据发送出去。

处理器模块的主要功能是与各模块交换数据和进行数据处理，本系统使用STM32F103C8T6。加速度角速度传感器模块的主要功能是采集老人在活动时的加速度和角速度，以此来判断他们的姿态，本系统使用MPU6050。GPS模块使用GPS实现老人的外出定位，能够通过地图实时了解外出人员的位置，本系统使用ATK-S1216F8-BD。RFID读卡器模块使用RFID技术实现老人的室内定位，本系统使用R200-70。心率血氧采集模块的主要功能是为系统提供心率和血氧数据，本系统使用MAX30102。4G通信模块使用4G网络，可以实现远程无线传输，真正做到实时监测，本系统使用WH-LTE-7S4 V2。

STM32核心与各个模块之间的通信方式如图2所示。MPU6050通过I²C接口与STM32实现通信，MAX30102通过I²C接口与STM32实现通信，WH-LTE-7S4 V2通过串口与STM32实现通信，ATK-S1216F8-BD通过串口与STM32实现通信。

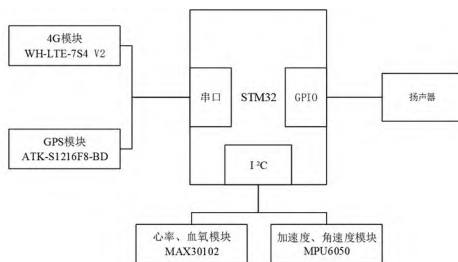


图2 硬件通信图

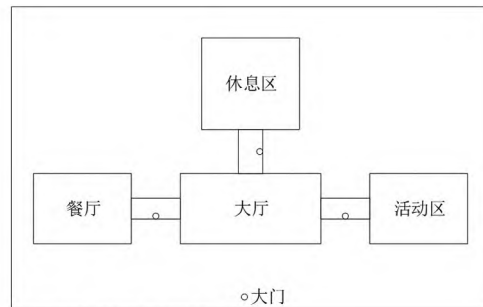
Fig.2 Hardware communication chart

4 系统功能设计(System function design)

4.1 人员定位

GPS定位在老人外出的时候使用。通过GPS模块采集经纬度，然后显示在地图上。但是GPS在面对室内定位时也是有一定困难的。这是由于室内墙壁遮挡，卫星信号很难抵达，因此难以实现精确定位。据此，需要引入新的方法实现人员的室内定位，本文采用了基于RFID的定位方法^[16-17]。

RFID定位适用于老人在室内活动的情况。RFID定位由标签和读卡器两部分组成，将RFID读卡器布置在事先选好的待测位置处，有人员佩戴带有RFID标签的设备经过时，可读取人员佩戴设备上的RFID标签，代表人员处在此位置。图3中，将每个RFID读卡器分别置于各区域连接处，预先设定好每个定位点分别代表的位置信息。将RFID标签配置于每个人的身上，当读卡器检测到周边有RFID标签时，读取标签的编号，并把信息发送到上位机。上位机通过读取数据库中的信息将位置和人员对应起来，便知道该人员从此经过，由此知道其在哪个区域。



注：○在图中代表定位点

图3 定位点布置示例

Fig.3 Examples of location point arrangement

4.2 摔倒报警

人在日常生活中的活动状态可分为正常活动状态与异常活动状态。正常活动状态是指人在生活中处于正常静、动态姿势，如起立、蹲下、坐下、奔跑、走等动作；异常活动状态即摔倒状态，具体行为分类如表1所示。根据表1，本文将事故姿势输出空间分成两个维度，即正常状态和摔倒状态。

表1 人的活动分类

Tab.1 Classification of people's activities

活动状态	具体行为
正常活动状态	坐下、起立、行走、奔跑、上下楼梯、躺下
异常活动状态	向前摔倒、向后摔倒、向左摔倒、向右摔倒、无规则摔倒

本系统采用BP神经网络进行分类识别。首先，对三轴加速度和三轴角速度求和，然后用加速度、角速度、倾角、速度四个值分别求最大值、最小值、范围、方差、均方差、平均值。如此，每组数据得到24个特征值作为神经网络输入，输出为正常活动和摔倒。

本文采集了300次跌倒数据和700多条正常数据(包含上下楼梯、行走、奔跑、站立等行为)，并按照7:3划分训练集和测试集，然后进行训练，训练1,000个迭代，准确率达到98.6%。

4.3 心率血氧异常报警

老年人由于身体各个器官逐渐衰退，会出现多种心血管疾 病，并经常发生头晕缺氧等情况，因此应当经常监测心 率、血氧。本文采用置于手腕上的传感器来测量心率、血 氧，并将数据发送到上位机。一般来说，人体血氧含量的正 常值应当是大于等于95%的，心率应当保持在60—100 次/分钟。如果测量的数值偏离了上述两个数值，系统将会及时发 送消息给护理人员。

5 下位机处理流程(Lower computer processing flow)

下位机处理流程如图4所示。(1)配置连接信息：配置数 据发送的目标IP、端口号，配置成功后，下位机可以实现和 平台的通信。(2)设备初始化：系统在上电后，STM32首先初 始化GPIO口、串口、DMA、硬件I²C、SDIO、RTC实时时钟 等。在STM32自身硬件外设初始化完成后，系统完成对各种 传感器的初始化操作，包括解除休眠状态、设置采样频率。(3)发送数据：判断该设备是否连接，是否正在运行，然后以 设定频率读取传感器数据，通过4G网络发送出去，并通过接 受应答信息判断有无成功发送。

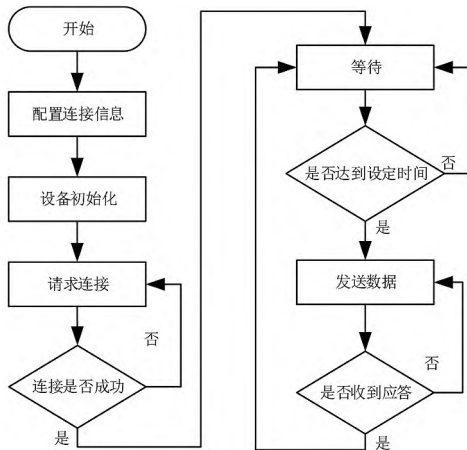


图4 下位机处理流程图

Fig.4 Lower computer processing flow chart

6 上位机设计(Design of upper computer)

6.1 上位机开发工具选择

上位机系统采用了B/S架构(Browser/Server, 浏览器/ 服务器模式)，用户可以通过电脑浏览器或手机浏览器查看记 录。整个系统是在IntelliJ IDEA集成开发环境下完成的，使用 基于Java语言的Spring MVC框架进行设计，以主流的MVC 开发模式进行代码的编写。数据库方面选用了开源的MySQL 作为数据库，服务器使用的是免费的Tomcat服务器。前端使 用Bootstrap前端框架，Highcharts为图表显示工具。

6.2 上位机功能模块设计

上位机系统主要包含信息监控、人员管理、设备管理、 RFID定位点管理几个模块，整体结构如图5所示。信息监控 模块展示当前使用设备人员的姓名、年龄、心率、血氧、位 置以及是否摔倒。人员管理模块是对养老院内的老人进行信 息登记的入口，录入老人的姓名、生日、身高、体重等，并 上传照片，管理人员可以添加、删除、修改老人的信息。设 备管理模块负责管理所有连接的下位机，使用下位机前需要

先填写下位机信息并将下位机和人员进行绑定。RFID定位点 管理模块则负责管理所有定位点的标签信息，负责将标签编 号与实际地点进行对应。

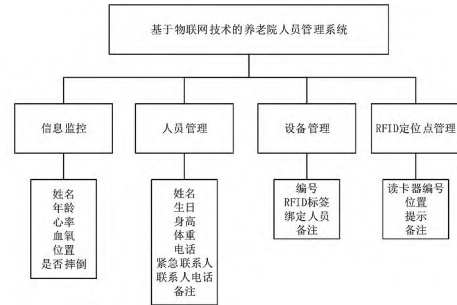


图5 上位机系统结构

Fig.5 Upper computer system structure

6.3 上位机数据库结构设计

数据库是数据的集合，数据库中的表与现实世界的实体 相对应，表与表的关系直接反映现实世界实体之间的关系。

数据库的设计概念是通过一组描述现实世界中实体和实 体间的联系，将现实世界转化为信息世界。通过对数据库的 需求分析，针对养老院管理系统的应用环境抽象出了各个实 体，确定了实体的属性及实体间的联系。数据库ER图如图6 所示，使用Navicat创建的数据库模型如图7所示。

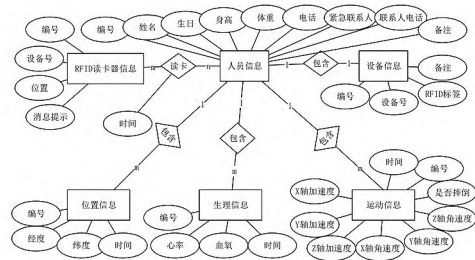


图6 数据库ER图

Fig.6 Database ER diagram

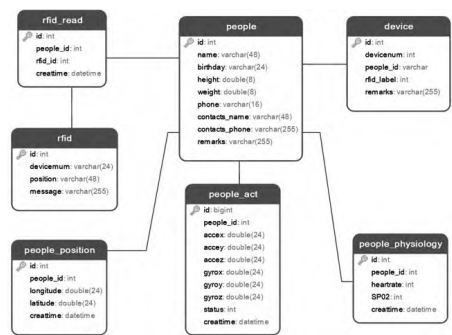


图7 数据库模型

Fig.7 Database model

7 结论(Conclusion)

本文采用RFID技术、4G通信技术等物联网技术结合加速 度、角速度、心率、血氧等传感器设计了一个基于物联网的 养老院人员管理系统，实现了人员定位、摔倒监控和心率血 氧报警。系统设计简单，使用方便，通过4G通信模块，实现 了及时和可靠的数据传送，并选择Spring MVC、Bootstrap 等技术设计上位机，实现了对多个目标的同时监测、统一管 理，切实加强了养老院人员的管理，具有一定的现实价值。

经测试,该系统运行稳定,采集数据准确,实现了人员的安全健康监控。

参考文献(References)

- [1] 刘华清.智慧社区养老服务管理系统的设计与实现[D].济南:山东大学,2018.
- [2] 梁治.一种新型智慧社区居家养老服务平台的研究与实现[D].西安:西安电子科技大学,2020.
- [3] 姚军,胡琳卿,党智军.信息技术在老人群体管理中的应用[J].价值工程,2018,37(19):232-234.
- [4] 张袁,陆建华,余仔涵.基于物联网技术的养老院系统设计[J].科技风,2019(05):87-88.
- [5] 沈梦琦.基于物联网技术的养老院管理系统[J].计算机产品与流通,2019(08):122.
- [6] 陈玮,周晴,曹桂涛.基于SVM和阈值分析法的摔倒检测系统[J].计算机应用与软件,2017,34(07):182-187,276.
- [7] 彭亚平,贺乾格,柯希焱,等.一种基于加速度传感器的摔倒检测腰带[J].电子测量技术,2018,41(11):117-120.
- [8] 荣百川,陈晓.基于蓝牙的智能防摔监测系统[J].激光杂志,2019,40(07):32-34.
- [9] FARSI M. Application of ensemble RNN deep neural network to the fall detection through IoT environment[J]. Alexandria Engineering Journal, 2021, 60(1):199-211.
- [10] 黄泽彬,梁伟玲.基于脉搏心率传感器的无线患者报警系统设计[J].医疗装备,2019,32(11):24-25.
- [11] 谷碧玲.便携式心率监测与报警系统的设计[J].计算机产品与流通,2019(05):100.
- [12] 王蓝仪.基于互联网的老人心率健康监测系统设计[J].无线互联科技,2021,18(10):60-62.
- [13] 李文祺,高佳锋,尚玲珑,等.穿戴式心率监测报警器设计与制作[J].电子世界,2021(08):190-191.
- [14] SOBYA D, MURUGANANDHAM S K, NALLUSAMY S, et al. Wireless ECG monitoring system using IoT based signal conditioning module for real time signal acquisition[J]. Indian Journal of Public Health Research and Development, 2018, 9(5):294-300.
- [15] VERMA A S, MHETRE M R. Smart healthcare system for ECG monitoring using IoT[J]. Journal of Innovation in Electronics and Communication Engineering, 2018, 8(1): 53-58.
- [16] 张胜利,焦诚,付永恒.室内定位方法和技术综述[J].数字技术与应用,2018,36(10):73-74,76.
- [17] 王斌.RFID位置感知技术在物联网中的应用[J].信息通信, 2020(11):103-106.

作者简介:

周海峰(1990-),男,硕士生.研究领域:物联网技术,系统集成与开发.

何勇(1974-),男,博士,副教授.研究领域:嵌入式技术,无线传感器网络.

(上接第25页)

['吉', 'A', 'A', '2', '6', '6', 'G']

图9 车牌识别结果

Fig.9 The recognition result of license plate

5 结论(Conclusion)

本文通过OpenCV库完成车牌图像的预处理以及车牌定位和车牌分割,最后搭建卷积神经网络分别对车牌中的汉字、字母和数字进行模型训练和评估,模型评估准确率较好,能够有效地进行车牌识别。在整个车牌识别的流程中发现,在车牌定位过程中形态学操作参数的设定比较重要,设定得不好可能会影响定位车牌的效果。另外,本文在车牌字符识别过程中搭建了一个神经网络,分别对汉字和字母、数字进行训练。结果显示,汉字模型评估的准确率较低,这是由于汉字相对来说比较复杂,在之后的研究中需要对汉字的神经网络结构进行进一步的调整,以提高模型的准确率。

参考文献(References)

- [1] 邓嘉诚,黄贺声,杨林,等.车辆牌照识别技术现状[J].现代信息技术,2019(16):78-83.
- [2] 常巧红,高满屯.基于HSV色彩空间与数学形态学的车牌定位研究[J].图学学报,2013,34(4):159-162.
- [3] 马巧梅,王明俊,梁昊然.复杂场景下基于改进YOLOv3的车牌定位检测算法[J].计算机工程与应用,2021,57(7):198-208.
- [4] 聂文都,蔡锦凡.基于OpenCV与SVM的车牌识别方法[J].计算机与数字工程,2021(6):1244-1247,1268.
- [5] 王汝心,马维华.结合HOG特征的车牌识别方法[J].计算机时代,2021(7):1-5.
- [6] 陶星珍,李康顺,刘玥.基于深度学习模型LeNet-5-L的车牌识别算法[J].计算机测量与控制,2021,29(06):181-187.
- [7] ZHAI W F, GAO T, FENG J. Research on pre-processing methods for license plate recognition[J]. International Journal of Computer Vision and Image Processing (IJCVIP), 2021, 11(1):47-79.
- [8] 胡逸龙,金立左.基于深度学习方法的中文车牌识别算法[J].工业控制计算机,2021(5):63-65.
- [9] 朱克佳,郝庆华,李世勇,等.车牌识别综述[J].现代信息技术, 2018,2(5):4-6.
- [10] 余海林,翟中华.计算机视觉[M].北京:清华大学出版社, 2021:81-83.

作者简介:

高艳(1985-),女,硕士,讲师.研究领域:大数据,人工智能.

刘海峰(1987-),男,硕士,讲师.研究领域:计算机应用技术.