

基于多传感融合的老年人跌倒检测系统*

冯涛 陈洪波 朱振朋 高青 刘喻

(桂林电子科技大学生命与环境科学学院 桂林 541004)

摘要: 针对老龄化社会对老年人跌倒监测的现实需求,融合三轴加速度传感器、压力传感器与超声测距模块等多传感器信息,研制了便携式老年人跌倒监测系统。该系统以 MSP430F149 为控制器,通过 ZigBee 方式来实现监测系统与数据中心之间的通信。采取阈值判断算法来检测跌倒是否发生,并具有自动报警以及手动解除报警的功能。在系统的测试实验中,对于左倒、右倒、前倒、后倒、坐下、起跳和行走等 7 种人体运动姿态模式进行检测,正确率达 99%。本系统的成功研制,可以为老年健康监测物联网提供功能支持,为发生跌倒的老年人得到及时的帮助。

关键词: 多传感器数据融合技术;老年人;跌倒监测;ZigBee

中图分类号: TP216 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.8040

Fall monitoring system for elderly people based on multi-sensor data fusion technology

Feng Tao Chen Hongbo Zhu Zhenpeng Gao Qing Liu Yu

(School of Life and Environmental Science, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: In the background of the growing demand of fall monitoring system for elderly people, a portable fall monitoring system is developed based on multi-information fusion of triaxial acceleration sensor, plantar pressure pickup and ultrasonic ranging device. Firstly, MSP430F149 is selected as microcontroller, and the ZigBee is used for the communication between the monitoring system and data center. Secondly, the threshold technology is applied for fall recognition. The new system also had function of automatic alarm and manual lifting of the alarm. The experimental results shows that the recognition rate reaches at 99% for the body movement posture model, include the falling left, falling right, falling forward, falling backward, sitting down, jumping, and walk. The development of the system can provide function support for the IOT (internet of things) of health monitoring for elderly people, especially can help the falling people in time.

Keywords: multi-sensor data fusion technology; elderly people; fall monitoring; ZigBee

1 引言

老龄化现状已经是一个世界性的热门话题,当然也是我国必须面对的问题。随着医疗科技的进步、人们健康意识的提高和全世界人均寿命的延长,使得社会老龄化人口日益增加,此种社会现状已经成为世界性的问题^[1]。在这种社会现状的大背景下,当然“空巢老人”渐渐增多^[2],老年人赡养问题也越来越让更多人担忧,老年人日常照顾问题受到各界人士的广泛关注^[3]。

目前,老年人跌倒监测的方法^[4]主要有:1)基于视频图像技术的人体跌倒监测系统的设计,采用基于三维人体模型的方法设计并实现了针对视频输入的人体运动跟踪系

统^[5]。利用计算机视频图像处理技术分析人体三维姿态信息结构,仿真人体姿态种类,对用户姿态参数进行自动采集和准确计量,但这种方法的缺点是老年人的隐私得不到有效的保证,使用范围也受到限制。2)基于室内人体热释红外跌倒监测系统的设计^[6],通过热释红外成像技术,借助菲涅尔透镜组合^[7],对人体姿态数据采集分析,使用了这种系统主要是使用范围受到很大的局限。3)有很多穿戴式设备,用来检测人体跌倒^[8],也有很多用三轴加速度传感器数据来反映人体姿态信息,这些设备都是传感器比较单一,误判率较高^[9]。

本文利用布置于人体上三轴加速度传感器模块^[10]、测量人体腰间对地距离的超声测距模块和观察脚底压力变化

收稿日期:2015-09

* 基金项目:国家自然科学基金(81460273)、广西科技攻关计划项目(桂科攻 1348020-10)、广西自然科学基金(2013GXNSFA019325)资助项目

否发生。多传感器数据融合跌倒监测流程图如图 3 所示。利用三轴加速度传感器信息计算出 X、Y、Z 轴的轴向加速度,再通过计算人体加速度向量幅值 $SMV^{[15]}$ ($SMV = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$ 表征人体运动的剧烈程度),也称为合加速度数据。采取阈值方法来判断人体的跌倒是否发生。判断的阈值是通过多次实验总结得出。

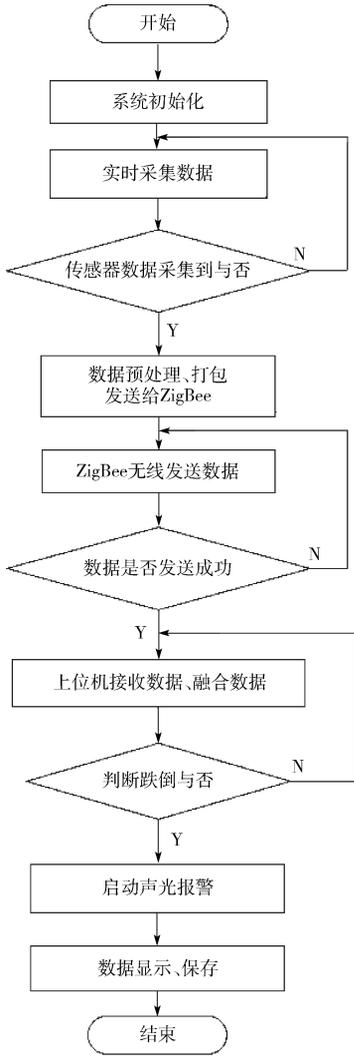


图 2 系统软件整体设计流程

3.2 无线传输软件部分

无线传输部分软件设计主要是基于 ZigBee 2007/PRO 协议栈中开发。图 4 是 CC2530 软件设计流程图,底层开发基本上是协议栈本身可以完成,发送、接收协议都是直接调用协议栈的底层函数来完成。

3.3 上位机软件部分

如图 5 所示,该部分为数据中心部分,包括 PC 数据中心和手机数据中心,PC 数据中心接收到客户终端传输来的数据,主要是对数据进行处理、分析、显示和存储,以方便远程实时监测、查询;手机数据中心接收到客户端传输

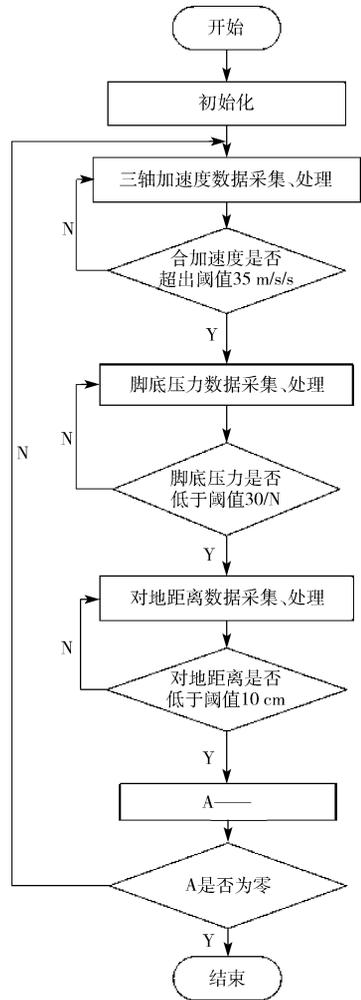


图 3 多传感器数据融合跌倒判断流程

来的数据,同样是对数据进行处理、分析、显示和存储,当监测到人体有意外情况发生跌倒,手机通过蓝牙自动启动手机内部的 GPS 功能,获取装置佩戴者的具体位置信息,并且把位置信息通过消息推送的形式或者是短信的形式发送给监护人。

4 传感器佩戴与实验结果

4.1 传感器佩戴方案

如图 6 显示了系统传感器的佩戴方案。三轴加速度传感器与超声模块放置于腰间,压力传感器放置于脚底。在佩戴装置时要注意:1)超声探头应垂直于地面,这样能保证测到准确的腰间对地距离;2)三轴加速度传感器防止放置角度发生变化,如果放置角度变化,测量初始数据就发生变化,导致测量不准确;3)在脚底压力传感器的放置过程中,应尽量保证受力面的平整,不能有凹凸状出现,要不然则传感器“记忆”效果减弱,重则有可能造成传感器损坏。

4.2 实验结果

为了设备验证的可靠性、阈值的合理性和跌倒判断的

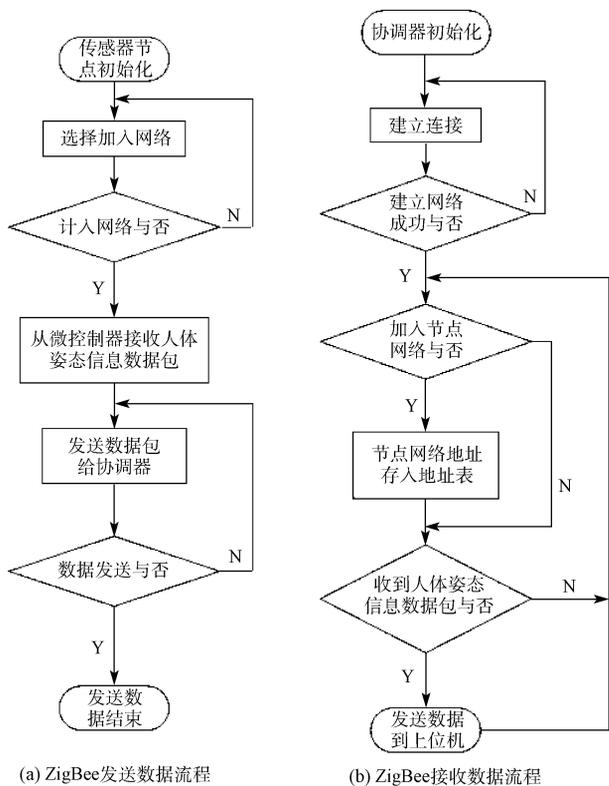


图4 无线传感器网络软件设计流程

可以看出,本系统有着比较高的正确判断率。实验中,前倒和起跳发生了误判,准确率分别为98%和96%,其他姿态方式的识别准确率均为100%。综合各种跌倒方式,本系统的跌倒检测正确率为99%。

表1 测试跌倒数据统计

测试状态	测试次数	正常判断	错误判断	正确率(%)
左倒	50	50	0	100
右倒	50	50	0	100
前倒	50	49	1	98
后倒	50	50	0	100
坐下	50	50	0	100
起跳	50	48	2	96
行走	50	50	0	100

5 结论

本文旨在设计用于物联网的老年人跌倒监测系统,其主要方法是采用三轴加速度传感器、脚底压力传感器和超声测距传感器多传感器信息融合来监测判断是否发生跌倒、报警、数据实时保存等功能的实现。主要用了多传感器数据融合技术对人体姿态情况监测,来判断老年人跌倒与否。

本系统体积小、质量轻、很适合随身携带,可用于物联网老年人跌倒监测,适合用于老年医院、养老院、监护中心等局域性场所,便于接收监测群体性数据。老龄化社会现状越来越突显,空巢老人越来越多,这样监测老年人的跌倒情况越来越重要,老年人跌倒之后,通过本系统能得到及时的救助,让老年人得到更好的监护。

参考文献

- [1] 彭亮,王裔艳. 上海高龄独居老人研究[J]. 南方人口, 2010(5): 24-31.
- [2] 冯娇. 空巢老人生存状态及社会工作对策研究[D]. 西安:西北大学, 2012.
- [3] 黄于扬. 农村空巢老人的生活需求及社会支持的研究[D]. 成都:西南财经大学, 2012.
- [4] 余辉,郑晓悦,张力新,等. 老年人跌倒监测及远程救助系统的研究与实现[J]. 计算机工程与应用, 2011, 47(35): 245-248.
- [5] 陈加,吴晓军,王煜. 基于蒙皮模型和 WEOPA 的人体外形和运动跟踪[J]. 仪器仪表学报, 2012, 33(1): 69-75.
- [6] 施皖,毛丽民,俞雷,等. 基于热释红外的蚂蚁搜索机器人群智系统设计[J]. 电子世界, 2014(5): 154-156.

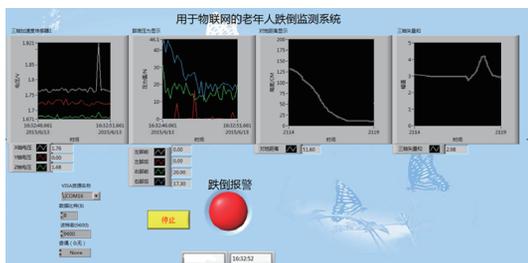


图5 PC端数据中心界面

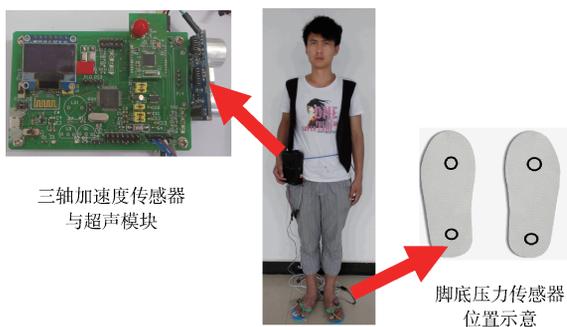


图6 传感器佩戴展示

准确性,总共统计了左倒、右倒、前倒、后倒4种跌倒情况和坐下、走、跳3种正常活动情况的数据,实验对每种情况各做50例,统计得出判断跌倒情况如表1所示。从表1可

(下转第180页)