

Application of the Elderly Fall-Down Detection System Based on MMA7260 Acceleration Sensor

Daoxia Jiang, Wei Fu

Faculty of Mechanical Electronic and Information Engineering, Jiangsu Polytechnic of Finance and Economics, Huaian Jiangsu

Email: jiangdaoxiao@sohu.com, fuweixinyu1981@163.com

Received: Dec. 6th, 2015; accepted: Dec. 17th, 2015; published: Dec. 24th, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

MMA7260 acceleration sensor is used in the elderly fall-down detection system for the elderly fall-down phenomenon. The sensor's network nodes information collection and data analysis will be realized by the step's features extracting and the corresponding displacement as well as velocity operating. The elderly physical condition will be told to the guardian in time.

Keywords

MMA7260, Acceleration Sensor, Fall-Down Detection, Control

MMA7260加速传感器在老年人跌倒检测系统中的应用

蒋道霞, 傅 伟

江苏财经职业技术学院机械电子与信息工程学院, 江苏 淮安

Email: jiangdaoxiao@sohu.com, fuweixinyu1981@163.com

收稿日期: 2015年12月6日; 录用日期: 2015年12月17日; 发布日期: 2015年12月24日

摘要

针对老年人摔倒现象, 将MMA7260加速度传感器运用到老年人跌倒检测系统中, 通过步态特征提取方案, 经数学运算得出相应的位移、速度值, 从而实现传感器网络节点的信息采集与数据分析工作, 将老人的身体状况实时告知监护人。

关键词

MMA7260, 加速传感器, 跌倒检测, 控制

1. 引言

近年来, 据权威调查, 我国公共养老服务不足, 而老龄化又不断上升, 因此, 针对老龄人员摔倒问题, 设计一种检测装置, 将老人实际生活中发生的摔倒现象及时报告给子女, 一方面可以减轻社会和子女的压力, 另一方面也可以提高老年人的生活质量。

现有的对老年人的活动信息采集及摔倒检测技术可分为三类[1] [2]: 1) 基于视频的摔倒检测技术: 使用范围受到限制, 只能对固定空间范围实现摔倒检测。2) 基于声学的摔倒检测技术: 由于精度不高, 一般作为辅助的检测方法。3) 基于加速度传感器的摔倒检测技术: 可实时监控人体活动, 不受限制, 因此多数采用此方法来检测老年人摔倒。

本文针对老年人摔倒这一现象, 运用 Freescale 公司的三轴加速度传感器 MMA7260 来提取老年人的步态特征测量老年人的步态信号, 并对信号进行采样, 将信号传输到存储器, 进而及时发送到女子手中。

2. MMA7260 加速传感器简介

MMA7260 的功能如图 1 所示。X、Y、Z 三个相互垂直方向上的加速度由 G-Cell 传感单元感知, 经过容压变换器、增益放大、滤波器和温度补偿后以电压信号输出。

MMA7260 设计稳定, 防震能力强, 模块的尺寸为 $23 \times 26 \text{ mm}$, 供电电压为 $3.3 \sim 8 \text{ V}$, 通过拨码开关选择灵敏度, $\pm 1.5 \text{ g}/2 \text{ g}/4 \text{ g}/6 \text{ g}$ 。灵敏度高, 在 1.5 g 量程下为 800 mV/g ; 低的功耗, 工作时电流为 $500 \mu\text{A}$, 休眠模式下为 $3 \mu\text{A}$; 低的通滤波器具有内部信号调理功能。

MMA7260 芯片应用广泛, 根据需要, 人体跌倒检测适用的是 $1 \sim 2 \text{ g}$ 的级别。MMA7260 三轴加速传感器主要检测物件运动和方向, 根据物件的运动和方向改变输出信号的电压值。各轴的信号在不运动或不被重力作用的状态下(0 g), 其输出为 1.65 V 。如果沿着某一个方向活动, 或者受到重力作用, 输出电压就会根据其运动方向以及设定的传感器灵敏度而改变其输出电压。用单片机的 A/D 转换器读取此输出信号, 就可以检测其运动和方向[3] [4]。

MMA7260 功能说明如下:

- 1) X, Y, Z——加速度传感器三轴模拟量输出;
- 2) g-Select1, g-Select2——灵敏度量程选择, 设置方法见下表:

g-select2	g-select1	g-Range	Sensitivity
0	0	1.5 g	800 mv/g
0	1	2 g	600 mv/g
1	0	4 g	300 mv/g
1	1	6 g	200 mv/g

- 3) MODE——使能设置, 高电平加自此端口模块工作, 低电平则休眠;
- 4) 3.3V, 5V——模块供电端, 可直接通过 3.3 V 端向模块供电, 也可通过 5 V 后通过模块背面的 3.3 V 稳压器向模块供电;
- 5) 采用了信号调理、单级低通滤波器和温度补偿技术, 并且提供了 4 个灵敏度量程选择的接口和休眠模式接口。

G-Cell 传感单元物理模型如图 2 所示, 由一对挠性轴支撑极板及中间极板上的检测块组成, 且极板构成了两个背对背电容, 当系统受到加速度冲击时, 检测质量块所附属的中间极板就会偏离无加速度时的位置, 因为中间极板到固定极板的距离发生变化, 电容值随之改变, 经过容压变换, 增益滤波和温度补偿后以电压信号输出。

3. 系统构架分析

造成跌倒的因素有很多, 老年人摔倒最主要的因素是身体失衡, 根据这一原因设计跌倒探测器系统, 该系统主要由中央处理器、加速度传感器及通信模块组成, 根据需求, 由中央处理器采集加速度传感器数据, 将分析得到的身体姿态信息及报警信息进行发布, 通过通信模块按协议进行发布。系统原理构架如图 3 所示。

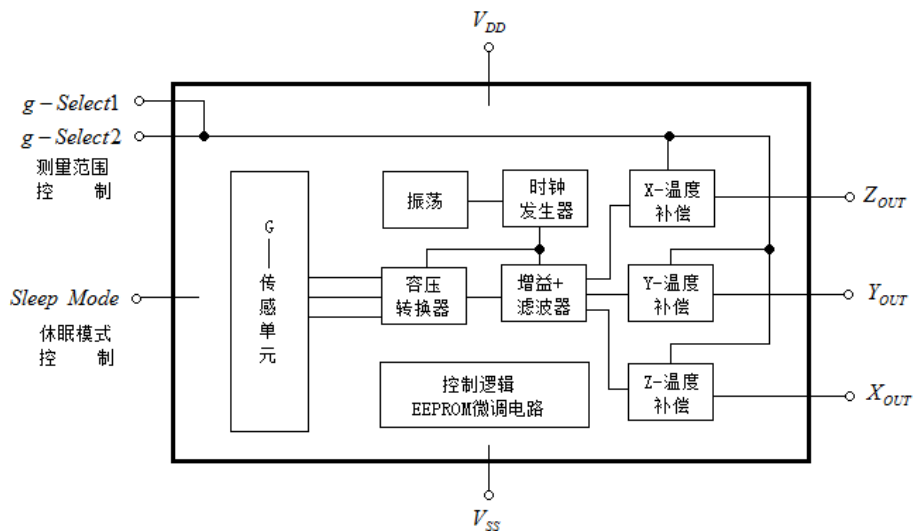


Figure 1. The inner structure function diagram of the MMA7260
图 1. MMA7260 内部结构功能框图

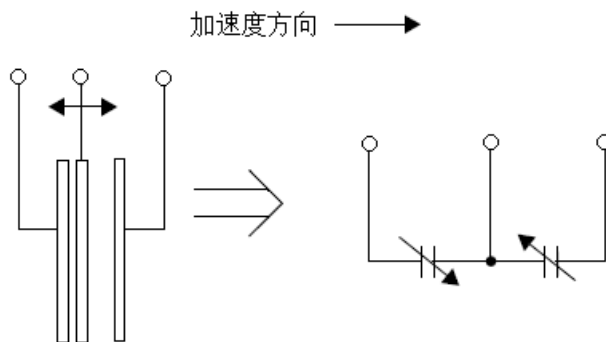


Figure 2. The physical model of G-Cell sensor
图 2. G-Cell 传感器物理模型

加速度采集模块是基于 MMA7260 三轴加速度的传感器, 通过采集人体跌倒时的加速度, 然后转换成模拟电压信号输出, 信号经中央处理器模块转换成数字信号, 并通过芯片跌倒检测算法的分析与计算, 检测使用者是否跌倒, 如跌倒便报警。

拨码开关的最高位用来控制程序的整体功能。若该位为 0, 则为跌倒监测模式, 此模式状态, 可实时检测老人的身体位置, 判断是否跌倒, 不去向存储器存储数据。为 1 位时, 处于实验模式, 将人体发生的加速度的数据记录下来并进行存储, 供实验数据分析用。

当中央处理器模块探测到有跌倒发生时, 通过 CDMA 模块 gpsOne 定位, 取得定位数据并将消息数据发送到控制中心, 实现对跌倒目标的跟踪。选择体积小、功耗低的 CDMA 模块, 可保证传输可靠, 数据定位准确。

中值滤波、低通滤波以及卡尔曼滤波都是以前最常用的去除噪声方法, 在不同的场合选择也有所差异。本设计中它采用卡尔曼滤波的方式, 通过其直观的时域语言, 只需有限的观测数据及简单的递推算法, 即可过滤噪声产生的毛刺信号, 还可以推广到非平稳随机过程, 便于计算机进行实时处理。选取的向后跌倒时 Y 轴数据, 进行滤波处理, 并通过 Matlab 软件分析。系统的硬件设计中, 为避免模拟量输出受数字噪声的干扰, 设计时, 信号通道上加 RC 滤波电路。考虑到阻抗匹配, 实际电路选用电阻为 1 k Ω , 电容为 0.1 μ F。如图 4 所示。

根据跌倒探测器的需求分析, 具体的实现方案设计采用如图 5 所示的架构。该架构基于高性能、低功耗单片机——MC9S08QG8, 通过获取加速度传感器的采集信息, 经分析和计算后实现跌倒探测及报警

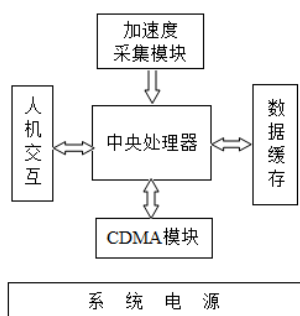


Figure 3. System architecture diagram

图 3. 系统构架图

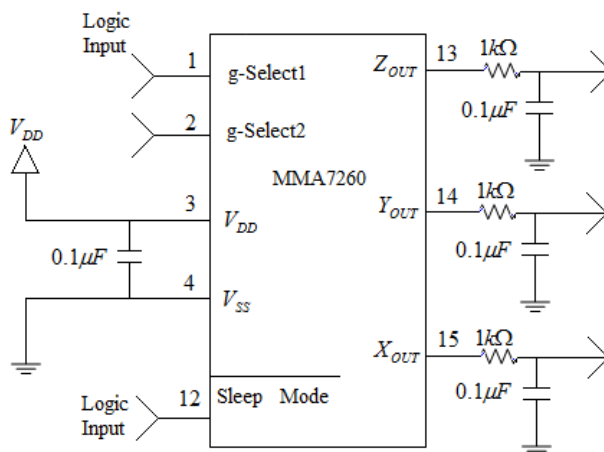


Figure 4. MMA7260 peripherals

图 4. MMA7260 外围连接图

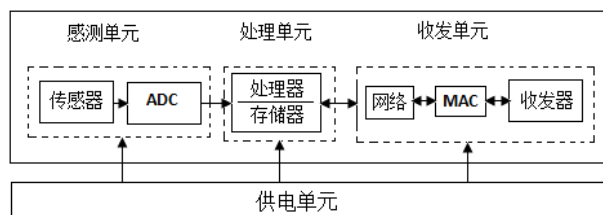


Figure 5. Wireless sensor node structure

图 5. 无线传感器节点结构图

等项功能。

跌倒为无意识状况下由站立平坐姿态向躺倒姿态的转变。跌倒发生时, 通过 X、Y、Z 三个方向上的加速度值变化来作为判断跌倒的重要参考依据。

跌倒检测技术主要分为三类[3]: 基于视频的跌倒检测系统, 基于声学的跌倒检测系统, 基于穿戴式传感器的跌倒检测系统。由于基于穿戴式传感器的跌倒检测系统不会受到检测地点的限制, 所以基于穿戴式传感器的跌倒检测系统比基于视频或声学系统更适合应用于跌倒探测器。基于穿戴式传感器的跌倒检测系统将微型传感器嵌入了可穿戴的设备, 系统实时监测人体的活动, 当人体的运动参数发生改变时, 通过算法判断是否发生了跌倒。目前, 判别是否发生跌倒的方法主要有判断阈值的方法和利用模式识别的方法。本设计采用判断阈值的方法。跌倒过程中, 对象的加速度、速度和位移三种矢量均发生了变化, 通过一定的方法, 对使用者的跌倒状态进行建模并提取对象的加速度特征, 就能够利用此参数对使用者的身体姿态进行分析。

加速度采集模块采用飞思卡尔的 MMA7260 三轴加速度传感器芯片, 实现人体三轴向的加速度数据变化的采样。采用带有电池电量检测、人机交互的液晶显示和按键操作等功能的单片机外围电路, 如果老人发生跌倒时, 通过 CDMA 模块将信息进行传输, 再由中央处理器完成跌倒的算法分析, 通过 CDMA 中的 gpsOne 定位功能, 获取人体跌倒的具体位置, 并且将该信息通过 CDMA 网络发送到应急处理中心。

一套完整的系统需要硬件和软件相互协调来完成, 软件部分可以实现系统的主要功能, 本系统的软件设计中, 根据跌倒检测系统的设计要求, 软件系统要具备串口通信(主要是系统硬、软件的连接部分、实时接收数据, 并根据要求把数据转换成可用的形式)、跌倒检测(根据采集到的加速度数据, 经过预处理和跌倒检测算法判断是否发生跌倒)和报警处理等功能(若发生跌倒, 通过报警处理功能弹框报警)。跌倒系统软件工作流程如图 6 所示, 系统软件主要实现 5 方面的功能, 即: 监控各单元的工作状况、对加速度进行实时采集、人机交互功能、跌倒检查功能以及报警处理功能。通过串口, 从网关获取采集信息, 完成初始化后, 通过上位机实时接收数据, 对采集到的数据进行数值转换、去噪及滤波等, 由探测器检测算法判断老人是否跌倒, 如跌倒便报警。

1) 串口的初始化: 主要用来对各个硬件端口和传感器进行初始化设定相应的功能位, 读取拨码开关的读数, 并对程序阈值作一定程度的修改[5]。

2) 数据接收: 初始化完成后, 数据采集节点开始采集数据, 通过网关节点和串口连接, 上位机进行实时数据接收。

3) 数据预处理: 对采集到的数据进行数值转换、去除噪声和卡尔曼滤波, 经过以上步骤使数据更为精确。

4) 跌倒判断环节, 主要是检测是否跌倒, 如果未跌倒, 该环节将循环监测, 如果检测到跌倒将会跳出循环进入下一环节。

5) 系统报警环节, 报警信息和定位信息是通过 CDMA 短信的方式发送给接收方, 当发生跌倒后需

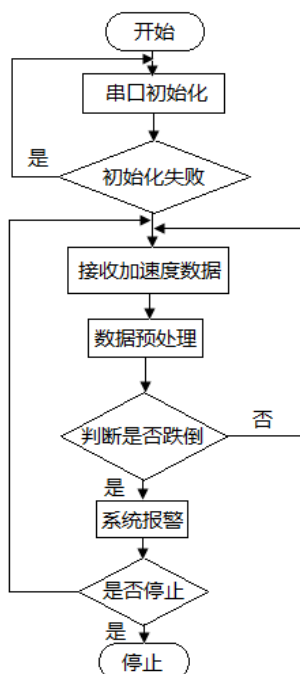


Figure 6. Software diagram of the fall detection system

图 6. 跌倒检测系统软件流程图

要发布报警时, 首先进行 gpsOne 定位, 再把报警信息和定位数据通过短消息发送给接收者。

6) 停止, 当上位机发送停止命令后, 由网关节点通知数据采集节点停止工作, 系统进入停止状态。

4. 结论

本文提出了一种基于加速度传感器的步态特征提取方案设计, 运用加速度传感器 MMA7260 测量步态的加速度信号, 通过控制器进行数模转换, 对信号进行采样, 将数据存储到存储器中, 测试系统可采用便携式蓄电池, 方便, 更换快捷, 为老人跌倒后将信息及时报警给监护人提供了很大方便。

基金项目

基于物联网的老人智能监护系统的研究与实现(HAG2013068), 基于无线传感网的居民健康服务系统研究(HAS2014023)。

参考文献 (References)

- [1] 万纓, 等. 运动目标检测算法的探讨[J]. 计算机仿真, 2006, 23(10): 221-226.
- [2] 邵文坤, 等. 动态场景下的运动目标跟踪方法研究[J]. 计算机仿真, 2006, 23(5): 181-184.
- [3] 孙新香. 基于三轴加速度传感器的跌倒检测技术的研究与应用[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海交通大学, 2008.
- [4] Freescale Semiconductor Datasheet (2007) MMA7260: $\pm 1.5\text{ g} - 6\text{ g}$ Three Axis Low-g Micromachined Accelerometer.
- [5] 闫俊泽. 基于三轴加速度传感器的老年人跌倒监测系统的开发[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2012.