

基于物联网的自动报警智能拐杖系统的设计*

刘元 吴彦文 卢佳卉 熊雅清 杨凯 刘沛泽

(华中师范大学物理科学与技术学院 武汉 430079)

摘要: 随着社会事件的发生,老人安全出行再次引发人们的重点关注。一种基于物联网能够实现自动报警的智能拐杖能够保障老人安全出行,拐杖系统包括数据采集与数据处理的拐杖终端。该系统利用 ADXL345 三轴加速度传感器测量倾角精度高, SIM908 模块集 GPS 单元与 GSM 单元于一体的特点,可准确获得老人行走状态并进行判断、处理。实验结果证明,该系统可实现定位、摔倒判断、自动报警、通信等功能,克服了目前国内相关产品只能手动报警的缺陷,可为老人安全出行提供保障。

关键词: 智能拐杖;自动报警;三轴加速度传感器;SIM908 模块

中图分类号: TP273+.5 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 520.60

Design of an automatic alarm walking stick system based on Internet of things

Liu Yuan Wu Yanwen Lu Jiahui Xiong Yaqing Yang kai Liu Peize

(College of Physical Science and Technology, Central China Normal University, Wuhan 430079, China)

Abstract: Safety for the old is a matter of considerable interest. It is a design of intelligent walking stick system which can realize automatic alarm based on Internet of things. Data sampling and data processing are included in the walking stick terminal. The system takes good use of which ADXL345 acceleration sensor has the advantage in measuring angles with high precision and SIM908 integrates GPS and GSM to get accurate condition of the old, then decide and take actions. It overcomes the shortage that related domestic products currently can only ask for help manually. Experiment proofs the system can get positions, detect falling down, communication and alarm automatically. It is a method to providing security for the elderly.

Keywords: intelligent walking stick; automatic alarm; three-dimensional acceleration sensor; SIM908

1 引言

传感器技术与智能化设备的发展造就了一系列可穿戴设备与智能化产品,这些产品丰富了人们的生活,解决了许多日常的问题。正如姜向群^[1]指出,我国老龄化现象日益凸显,老人问题成为社会难题。如张佳黎等人^[2]所关注,用智能化产品解决老人问题成为科技工作者关注的热点。智能拐杖应运而生。

人们现已设计出的拐杖的种类繁多,按照使用的人群分为盲人拐杖、残疾人拐杖以及老年人使用的拐杖。本文所讲述的拐杖主要针对老年人使用的具有防丢失功能的智能拐杖。现已有的智能拐杖,如魏庆丽等人^[3]所设计的,能运用 GPS 定位模块探测得到老人的位置信息,在老人有需要的时候进行手动报警。若老人在突发疾病,或是不慎

摔倒昏迷等状态下,没有能力进行按键报警,便不能起到保护老人的作用。由此可见,能实现自动报警功能的智能拐杖,是很有必要的。基于上述原因,作者设计了一款能够实现自动报警的智能拐杖。

2 总体设计方案

如文献^[4-5]所述,物联网即为了实现对事物的识别、跟踪、定位、监控和管理的目的,综合利用各种信息传感设备、现代通信技术,把待识别的事物和网络进行连接。系统基于物联网,它的实现依靠传感器、定位、单片机、通信与显示等技术。图 1 是系统总体功能框图。智能拐杖开始工作后, GPS 单元采集位置信息, ADXL345 传感器采集加速度。当判定老人摔倒时,则通过 GSM 单元向老人家人短信报警,告知老人所在位置信息。整个过程中 LCD1602 显

收稿日期:2016-01

* 基金项目:自然科学基金(61573261, 71471073)、湖北省高等学校省级教学研究(ccnu201439, ccnu201315)资助项目

示老人行走状态。

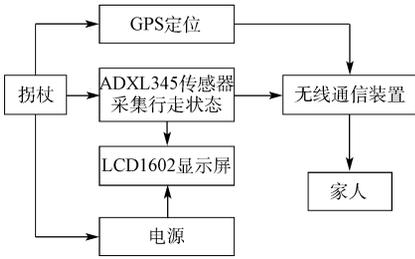


图 1 系统总体功能

2.1 硬件系统设计

本文所涉及智能拐杖系统，主要组成部分为：ADXL345 三轴加速度传感器及其显示模块、SIM908 模块、按键模块。其硬件系统组成框图如图 2 所示，加速度传感与显示模块实现行走状态采集、倾角计算、显示行走状态。所采集的信息和计算出的倾角精确度将在很大程度上影响系统的准确度。SIM908 模块完成定位、发送报警短信与通话等功能。及时发送短信，告知正确的位置信息是救助老人的关键。上述实现的控制器采用 STC89C52。

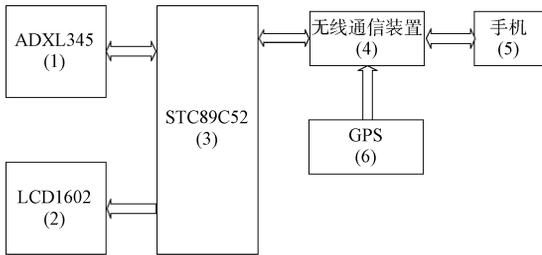


图 2 硬件系统组成框图

2.1.1 加速度传感与显示模块

本模块由 ADXL345 三轴加速度数字传感器、

LCD1602 点阵液晶显示器、STC89C52 组成。MCU 通过处理 ADXL345 测得的加速度进行摔倒判断。使用加速度判断摔倒的方法有两种，一种是加速度值直接判断；另一种是计算倾角判断，倾角计算是间接利用加速度值，可降低偶然性。设水平面坐标 x 和 y ，竖直方向坐标为 z ，3 个空间坐标分量上的加速度的值分别是 A_x 、 A_y 、 A_z ， γ 是拐杖与 z 轴的夹角^[6]。

则可计算出倾角 γ 的值为：

$$\gamma = \arctan\left(\frac{\sqrt{A_x^2 + A_y^2}}{A_z}\right) \quad (1)$$

ADXL345 是数字加速度计，具有小而薄、低功耗、测量范围广、分辨率高的特点，能够检测不到 1.0° 的倾角变化^[7-9]。ADXL345 通过 IIC 总线与微控制器相连。当时钟线与数据线同时被拉高，数据线由高被拉低时，时钟线就会产生周期性的时钟脉冲，三轴加速度传感器将测得空间 x 、 y 、 z 三个坐标轴方向的加速度放进微处理器中的寄存器，微处理器计算出拐杖与竖直方向所成的夹角 γ ，判断老人是否摔倒，并将这些数据显示在 LCD 液晶显示屏上。

2.1.2 GPS 定位与无线通信模块

GPS 定位与无线通信模块由 SIM908 模块、家人手机终端、微控制器 STC89C52 组成。SIM908 模块集成了 GSM 通信和 GPS 定位功能^[10]。GSM 单元装上 SIM 卡后，在 CPU 的控制下，便能实现报警短信的发送与通话功能。GPS 单元上电后，则会接入到移动通信网络，并且按照 CPU 的指令接收相关卫星数据，计算出所处的地理位置的坐标，可通过 GSM 单元发送到移动通信网络上。采用公用通信网能够便捷地将信息传输给家人^[11]。

判定倾角 γ 超过阈值时，CPU 通过 AT 指令集控制 SIM908 模块，以 GSM 短信模式上传 GPS 信息，发送报警短信给家人号码，家人也可与老人电话联系。其电路连接图如图 3 所示。

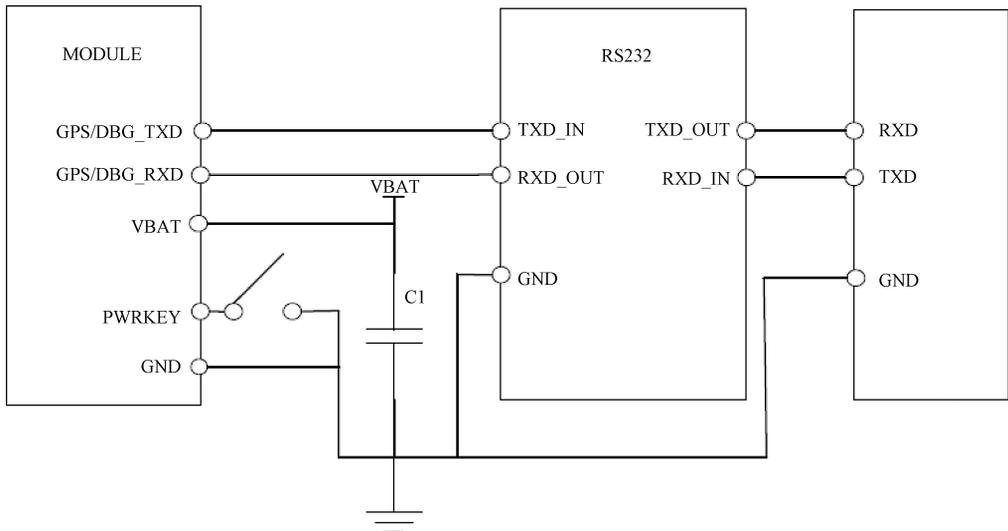


图 3 通信与定位模块连接图

2.2 软件算法

老人出行,打开智能拐杖。拐杖开始获取老人行走的加速度,LCD1602 显示老人行走状态,计算老人与地面的倾角 γ 。当系统测得老人与地面倾角超过一定阈值时,则向家人短信报警。当老人身体感到不舒服或者走失需要帮助的时候,也可以通过按键装置报警。图4是程序流程图。本流程的关键的部分在于能够实时测得老人的行走加速度,进行倾角计算,判断老人是否摔倒。本系统的创新部分在于能否在判断老人摔倒之后,进行自动报警求助家人。因此,下面将主要对这两部分的功能进行分析。

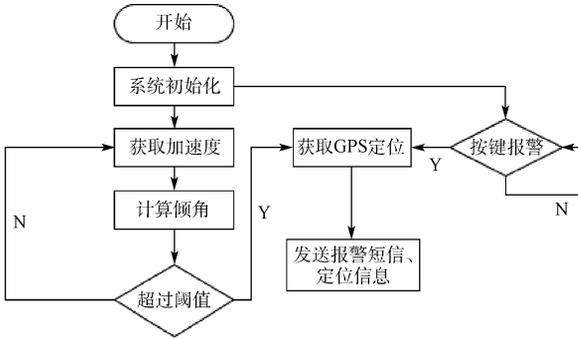


图4 程序流程

2.2.1 数据采集及处理

ADXL345 与 MCU 采用 IIC 通信方式。IIC 总线有两条信号线,分别为数据线 SDA 和时钟线 SCL。其操作时序流程如图5所示。

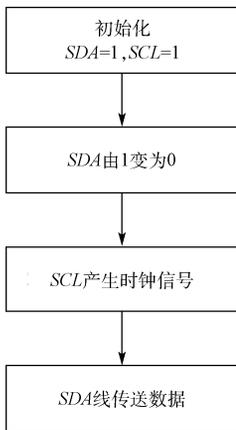


图5 操作时序流程

CPU 接收到的数据存储于寄存器 BUF 里,8 个数据分为 1 组。ADXL345 内部加速度数据,地址范围为 0x32~0x37,其关键代码如下。

```
for (i=0; i<6; i++)
{
```

BUF[i] = ADXL345_RecvByte(); //BUF[0]存储 0x32 地址中的数据

```
if (i == 5)
{
    ADXL345_SendACK(1); //最后一个数据需要回 NOACK
}
else
{
    ADXL345_SendACK(0); //回应 ACK
}
}
```

将测得的加速度代入式(1)计算出倾角 γ ,若 γ 超出所规定的阈值范围则进行短信报警。

2.2.2 报警短信的发送

本系统用到的通信方式是通过 AT 指令集实现的。AT 指令集是计算机与 GSM 通信模块之间常用的一种通信协议。90 年代初提出,不断发展演化并加入 GSM07.05 标准以及 GSM07.07 标准,完全标准化和比较健全的标准。

获取 GPS 信息的关键步骤如下:

Uart1Sends("AT+CGPSPWR=1"); //开启 GPS 功能

Uart1Sends("AT+CGPSRST=1"); //复位 GPS

Uart1Sends("AT+CGPSINF=32"); //获取 GPS 地理位置信息

发送报警短信的关键步骤如下:

Uchar sms_text[]="SOS" //设置内容

Uart1Sends("AT+CMGS=\"130 * * * * 3004\"\\r\\n"); //设置接收号码

Uart1Sends("AT+IPR=0"); //同步波特率

Uart1Sends("AT+CSCS=\"GSM\"\\r\\n");

Uart1Sends("AT+CMGF=1\\r\\n");

串口连续发送 char 型数组,遇到终止号/0 将停止:

```
while (*str != '\0')
{
    SBUF = *str;
    while(!TI); //等待发送完成信号(TI=1)出现
    TI=0;
    str++;
}
```

3 测试结果及分析

设计完成后,进行了功能测试。测试方法及结果:测试者手持传感器模块,设定好家人手机号码。测试者使用拐杖正常行走时,LCD1602 显示屏上可显示出测试者行走状态,如图6所示。

在 SIM908 卡槽插入手机卡后,拐杖端相当于一手机



图 6 LCD1602 显示屏

用户。当测试者模拟摔倒情景时,设定的家人手机会收到该手机号发出的附带定位信息的 AT 指令报警短信,如图 7 所示。

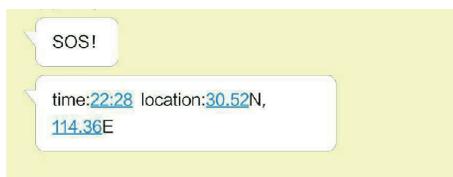


图 7 报警短信

在收到报警短信后,打开查询地址的 APP 客户端,该 APP 客户端使用百度地图提供的百度地图 API 服务,界面如图 8 所示。百度地图 API 提供构建地图的基本接口、路线规划、本地搜索等数据服务^[12]。在客户端中粘贴收到的经纬度信息,点击查询,便可获得拐杖的大致位置信息,如图 9 所示。此时,家人可根据定位信息选择前往找找寻老人或是采取电话询问老人是否需要帮助等措施,对受伤的老人及时提供帮助。由此,智能拐杖作为一种辅助保护老人健康的手段,其作用便显现出来了。

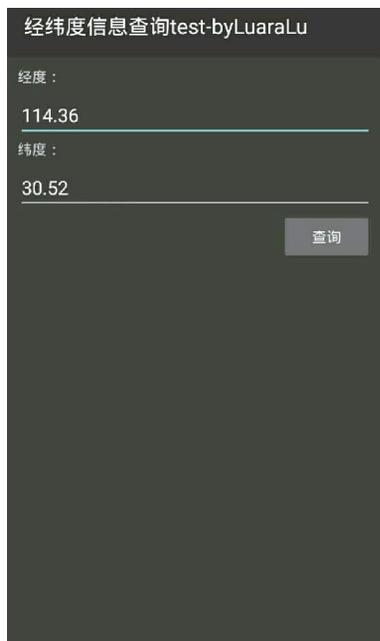


图 8 APP 提供的百度地图 API 服务



图 9 APP 查寻大致位置

的关怀,是各年龄阶段人群对现代科学技术成果共同的分享,也是社会进步的一种体现,人本主义的回归。但现行的产品只能在老人自己清醒时进行手动报警,无法解决“老人摔倒了怎么办”这样的问题。

本研究以解决实际问题为立足点,以 ADXL345 传感器与微控制器相结合,判断老人是否摔倒,进行自动报警,结合无线通信与 GPS 定位技术及时将老人信息传给家人,确保老人安全。该设计成本不高,性能较好,符合现实需求,实验证明,能够为老人提供安全出行保障,具有较高的市场价值。而随着研究的不断深入,智能拐杖上可以嵌入更多的健康监测技术,如体温、运动量、血压等,成为呵护老年群体的科技新产品。

参考文献

- [1] 姜向群. 中国老人人口健康状况及影响因素研究[J]. 人口学刊, 2015(2): 46-56.
- [2] 张佳黎, 隆佳宏, 龙初, 等. 老年人穿戴式智能产品设计要素分析研究[J]. 艺术科技, 2015(6): 242.
- [3] 魏庆丽, 许鹏, 李军, 等. 基于 MSP430 的 GPS 定位智能拐杖设计[J]. 吉林大学学报: 信息科学版, 2012, 30(5): 445-448.
- [4] 吕琼莹, 刘晗, 王晓博, 等. 基于物联网模式的远程无线供水系统的应用[J]. 国外电子测量技术, 2012, 30(10): 30-34.
- [5] 美国国家仪器(NI)有限公司. 网络测试? 测试与测量物联网[J]. 国外电子测量技术, 2015, 34(12): 10-12.
- [6] SU Y P, GONG M F, AN B, et al. Design of a title

4 结 论

智能拐杖的出现,是科技工作者对老年人等弱势群体

angle measurement system based on ADXL345 sensor[J]. Journal of Measurement Science and Instrumentation, 2014, 5(2): 19-22.

- [7] 崔英辉,詹林. 基于三轴加速度传感器的老人摔倒检测[J]. 现代电子技术, 2013, 36(3): 130-132.
- [8] 韩盈党,李哲. MEMS 加速度传感器的数据采集和预处理[J]. 仪表技术与传感器, 2015(2): 16-19.
- [9] 刘鹏,卢潭城,吕愿愿,等. 基于 MEMS 三轴加速度传感器的摔倒检测[J]. 传感技术学报, 2014, 27(4): 570-574.
- [10] 郑红梅,王有杰,陈科,等. 塔机群无线远程安全监控系统设计[J]. 电子测量与仪器学报, 2014, 28(5): 520-527.
- [11] 张大伟,陈佳品,冯洁,等. 面向准为重病人的区域化无线监护系统研制[J]. 仪器仪表学报, 2014, 35(1): 74-81.
- [12] 胡斌,董一兵,刘新,等. 基于百度地图 API 的测震台电子地图服务系统的新设计与实现[J]. 地震研究, 2014, 37(2): 312-316.

作者简介

刘元,1994 年出生,华中师范大学电子信息工程专业

2013 级本科生,研究兴趣为人工智能方向。

E-mail:594177383@qq.com

吴彦文,1971 年出生,博士,教授,硕士生导师,长期从事人工智能与机器视觉的理论与应用研究。完成著作和专业教材 5 本,发表国内外学术论文多篇,有 10 余篇被 SCI 或 EI 收录。

E-mail:wyyw_2002cn@aliyun.com

卢佳卉,1995 年出生,华中师范大学电子信息工程专业 2013 级本科生,主要研究嵌入式方向。

E-mail:13215889@qq.com

熊雅清,1995 年出生,华中师范大学电子信息工程专业 2013 级本科生,研究兴趣为嵌入式方向。

E-mail:905343863@qq.com

杨凯,1993 年出生,华中师范大学电子信息工程 2013 级本科生,研究方向为人工智能。

E-mail:yangkai@mails.ccnuc.edu.cn

刘沛泽,1994 年出生,华中师范大学通信工程 2013 级本科生,主要研究方向为移动通信。

E-mail:512935737@qq.com

罗德与施瓦茨公司推出首个同时支持 SDI 和 IP 的视频板卡

罗德与施瓦茨公司的新的视频板卡 R&S Prios IP 是为所有专业视频和数字电影领域的 OEM 客户所设计的。R&S Prios IP 提供传统的 SDI 接口并且针对 Video over IP 提供 10G 以太网接口,它可以被用作 4 个独立的高清 1080p60 的通道,也可以被用作一个 4K 超高清 60P 的通道。R&S Prios IP 是罗德与施瓦茨视频板卡家族的新成员,公司的视频板卡已在专业视频领域的应用有很大范围的覆盖。

IBC 2016,阿姆斯特丹 — R&S Prios IP 是罗德与施瓦茨公司的新的视频板卡,因它的多功能和高科技而备受关注,它能够同时采集和播出 4 个独立的高清通道或者 1 个 4K 超高清通道。

Prios IP 被设计为用最多 4 个可插拔的 SFP 模块来作为 SDI 接口,每一个 SFP 提供两个 SDI 接口,两个 SDI 模块可以用 10G 以太网模块来代替,这使得 R&S Prios IP 与先进的 Video-over IP 技术相兼容,目前支持的协议有 SMPTE 2022 数据交换和 SMPTE2059 信号同步。数据以无压缩的形式基于 SMPTE2022-6 来传输,在必要的场景下,SMPTE 2022-5 的前向纠错机制可以增补 IP 数据包的丢失,还支持 SMPTE2022-7 IP 数据包信号无缝路由切换保护,在未来还计划支持其他协议。

R&S Prios IP 是针对专业的电影和视频领域的 OEM

客户而设计的,他们可以将此卡集成到他们自己的产品中。Prios IP 的高灵活性可以使客户按照需求将他们的产品在纯 SDI 信号、SDI 与 IP 混合的系统中自由配置。SDI 和 IP 的组合能够使上层应用将传统视频技术与最先进的 IP 技术相联系,例如多个 SDI 的摄像机可以被连接到板卡上,它的信号可以被转换为 IP 进入到 IP 网络中被相关基于 IP 的录制设备或者远程编辑工作站所运用。

尤其虚拟直播室的应用得益于低延迟的快速 PCIe 3.0 x8 总线,四个仅以一半长度设计的 SFP 模块使得 R&S Prios IP 极其紧凑,这导致以前对于复杂的多接口的应用场景需要多个板卡接口,现在可以用 Prios IP 在一个服务器上实现。

R&S Prios IP 的软件开发工具集与成熟的 Atomix 视频板卡产品线相兼容,支持 R&S Atomix 的软件可以稍做修改后去支持 Prios IP。

R&S Prios IP 灵活的将 SDI 与 IP 技术相结合,它对于任何在专业视频领域想从 SDI 平滑的转换到 IP 的客户都非常有用,这个视频板卡覆盖了 SDI 和 IP 领域的所有功能。

罗德与施瓦茨公司的 Prios IP 视频板卡针对 SDI 版本将会在 2016 年年底正式发布,在 2017 年会对 Video-over-IP 功能进行改造。