

## 一种基于生理信号检测的多功能拐杖

郑万挺, 陈亮亮

温州医科大学眼视光学院、生物医学工程学院, 浙江 温州 325035

**【摘要】**为预防老年人出行时高血压、高血糖等疾病带来的伤害,本研究设计在拐杖原有辅助行走的基础功能上,加入一系列的生物传感器,通过拐杖对老年人的体温、血压、心率等生理指标进行采集以及实时分析,降低心脑血管疾病突发的概率,并通过物联网相关功能,将检测数据实时传输给手机平台下的IOS和Andriod等操作系统,让子女更好地关注到老人健康。

**【关键词】**生理信号检测;生物传感器;多功能;拐杖

**【中图分类号】**R339.1;TB368.1

**【文献标志码】**A

**【文章编号】**1005-202X(2019)04-0457-05

### Design of a multifunctional walking stick for physiological signal monitoring

ZHENG Wanting, CHEN Liangliang

School of Ophthalmology and Optometry, School of Biomedical Engineering, Wenzhou Medical University, Wenzhou 325035, China

**Abstract:** A multifunctional walking stick with a series of biological sensors was designed to prevent the injuries caused by hypertension, hyperglycemia and other diseases when the elderly were travelling. The designed walking stick can be used to achieve the real-time monitoring of physiological indicators of the elderly, such as temperature, blood pressure and heart rate, so as to reduce the probability of cardiovascular and cerebrovascular diseases. Moreover, the detection data can be transmitted to mobile phone operating systems, such as IOS, Andriod and so on, so that children can pay close attention to the health of the elderly.

**Keywords:** physiological signal detection; biological sensor; multifunctional; walking stick

### 前言

随着我国经济的迅速发展,人们的生活水平在不断提高,然而,我国人口老龄化趋势愈发严重<sup>[1]</sup>。人进入衰老阶段之后,各种生理机能急剧下降,容易步态不稳、摔跤;其次,老年人易骨质疏松,容易发生骨折,这些都极大地限制了老年人自身的身体活动和社会交往活动。针对患有高血压等疾病的老年人的突发情况,本文设计的拐杖将实现对老年人的体温、血压、心率等生理指标的高效采集以及实时分析,这些功能的实现能大大减小老年人突发高血压的概率,也能适时提醒老年人及时休息,将对老年人的生活质量带来极大的帮助<sup>[2]</sup>。

### 1 系统设计方案

本文在研究目前市场上常见的智能拐杖的基础上,通过机械结构和结构力学分析,进行了一定程度的改良,并在相应的位置上增加了检测生理信号的传感器,最终在Solidworks软件里画了设计初稿。基于生理信号检测的多功能拐杖设计图如图1和图2所示。

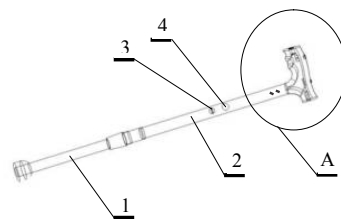


图1 多功能拐杖设计图

Fig.1 Design of a multifunctional walking stick

如图1和图2所示,基于生理信号检测的多功能拐杖由拐杖头部(A)、拐杖底部(1)以及拐杖身部(2)

**【收稿日期】**2018-12-05

**【基金项目】**国家级大学生创新创业训练计划项目(201610343016)

**【作者简介】**郑万挺,硕士,实验师,主要从事传感器检测、自动控制、单片机应用等方面的研究,E-mail: 913660537@qq.com

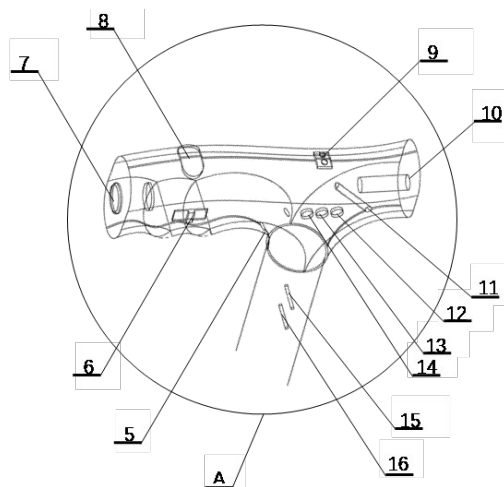


图2 多功能拐杖设计图(拐杖头)

Fig.2 Design of the head of a multifunctional walking stick

3部分构成,由红外体温检测系统、心率检测系统、血压检测系统、收音机系统、GPS导航及照明辅助系统这5大系统组成。红外线体温检测系统的红外线体温检测口(11)位于拐杖头部前下方,其红外线体温检测控制开关(12)位于拐杖头部前方右侧;心率检测系统的心率检测口(9)位于拐杖头部前方上侧,其心率检测控制开关(13)位于拐杖头部前方右侧;血压检测系统的血压测量接口(7)位于拐杖的正后方,其血压测量控制开关(14)位于拐杖头部前方右侧。收音机检测系统的收音机旋钮(3)和收音机喇叭(4)位于拐杖身部。GPS导航及照明辅助系统中的GPS(15)位于拐杖身部,照明灯(10)位于拐杖头部正前方,其照明开关(6)位于拐杖头部后侧右方。最后,生理信号检测的数据显示口(8)位于拐杖头部后方上侧,该拐杖的充电口(5)位于拐杖头部后方下侧。

## 2 硬件设计

本项目通过北斗 ATGM336H-5N 模块实现实时卫星定位、通过 MKB0706 模块实现心率及血压的测量、通过 GY-MCU90615 红外体温模块实现体温测量,并通过 HC-05 蓝牙模块将监测数据传送至自主研发设计的“易生活”APP。以下将对每个检测系统做详细介绍。

### 2.1 红外体温检测系统

本系统采用的模块 GY-MCU90615 是一款非接触温度检测模块,电路如图3所示。工作电压为3~5V,功耗小、体积小。其工作原理是通过单片机读取红外温度数据,串口(TTL电平)通信方式输出<sup>[3]</sup>。笔者设置串口的波特率为9 600 bps,设置询问输出方式,可适应不同的工作环境。

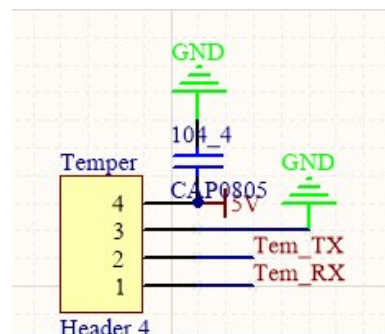


图3 红外体温检测系统电路图

Fig.3 Circuit diagram of infrared temperature detection system

### 2.2 心率、血压检测系统

本系统采用自适应心率、血压监测方案,电路如图4所示,主要由 YKB1712 脉搏血压传感器芯片搭配 HRB6708 脉搏芯片和算法芯片 SFB9712 来实现自适应的心率血压,提高准确度和适应性。心率传感器芯片采用光电式容积脉搏波描记(PPG)的方式感应人体的脉搏信息并加以提取,通过脉搏芯片 HRB6708 和算法芯片 SFB9712 输出心率、血压、脉搏波等串口信号。血压方案主要通过 PPG(ECG 可以定制)特征认知、跟踪对比监测用户的血压变化趋势<sup>[4]</sup>。

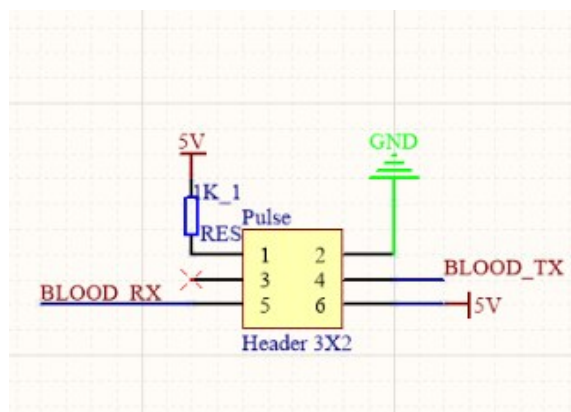


图4 心率、血压检测系统电路图

Fig.4 Circuit diagram of a system for the monitoring of heart rate and blood pressure

### 2.3 GPS定位系统

本系统通过 ATGM336H-5N 模块,可以实现对全球卫星定位系统:美国 GPS 定位系统的访问,电路如图5所示。GPS 定位系统是以全球 24 颗定位人造卫星为基础,向全球各地全天候地提供三维位置、三维速度等信息的一种无线电导航定位系统<sup>[5]</sup>。系统在制板时没有对 GPS 添加控制开关,打开拐杖电源自动启动 GPS 定位,原因是 GPS 与卫星相连需要大约 1 min 的时间,反复开关用户体验就会很差<sup>[6]</sup>。

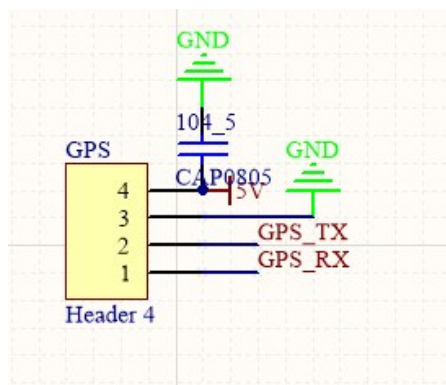


图5 GPS定位系统电路图

Fig.5 Circuit diagram of GPS location system

## 2.4 数据传输系统

数据传输系统位于多功能拐杖的拐身,它以单片机和蓝牙HC05模块为主,整个装置由数据采集、传送、接受3个部分组成。采集部分由传感器、信号放大器、A/D转换电路、单片机、存储器、串口通信等构成;传送部分利用天线进行数据的无线传输;末端通过无线模块、串口通信传送数据<sup>[7]</sup>。系统通过蓝牙数据传输实现拐杖与手机APP的互动,蓝牙传输系统见图6。

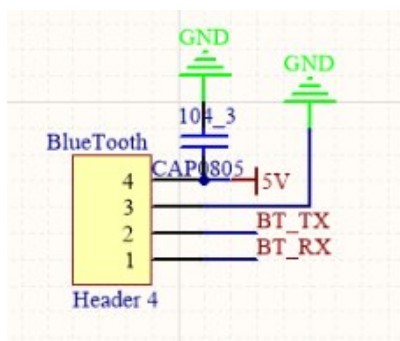


图6 蓝牙传输系统电路图

Fig.6 Circuit diagram of Bluetooth transmission system

## 3 软件设计

系统微处理器采用K60单片机,编程采用模块化设计,系统程序由主程序和一系列的子程序构成<sup>[8]</sup>。主程序负责系统的初始化及各子程序的调用。各子程序包含有红外体温检测、心率及血压检测、GPS定位、“易生活”APP等程序。

### 3.1 红外体温检测程序

先将要用到的部分进行初始化,包括模数转换部分、液晶显示部分以及中断函数部分;随后设置合适的中断函数参数;利用串口接收中断获取体温数据,并将数据显示于OLED液晶屏上;另外判断APP是否发送指定指令,若有,将血压、心率数据添加校

验位后发送给APP<sup>[9-11]</sup>。红外体温检测程序流程图如图7所示。

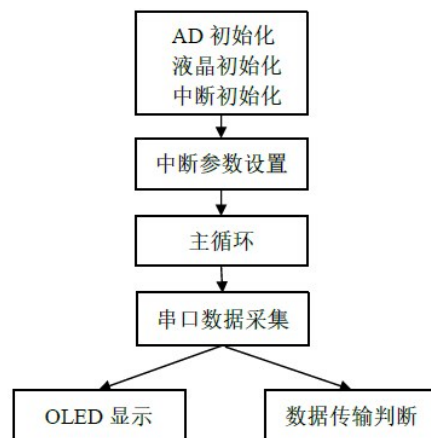


图7 红外体温检测程序流程图

Fig.7 Flow chart of infrared temperature detection

### 3.2 心率及血压检测程序

先给血压心率模块发送一组校准码,等待模块校准结束后发送的校准结果,并对校准结果进行判别,判断模块是否校准完成,若是,向模块发送查询请求,收到测量数据后提取相关数据;再做一个脱落判断,判断模块是否还放置在手腕皮肤处,若没有脱落,将测量数据进行保存和显示。判断APP是否有发送相关指令,若有,将测量数据添加校验位后发送给APP,心率血压检测程序流程图如图8所示。

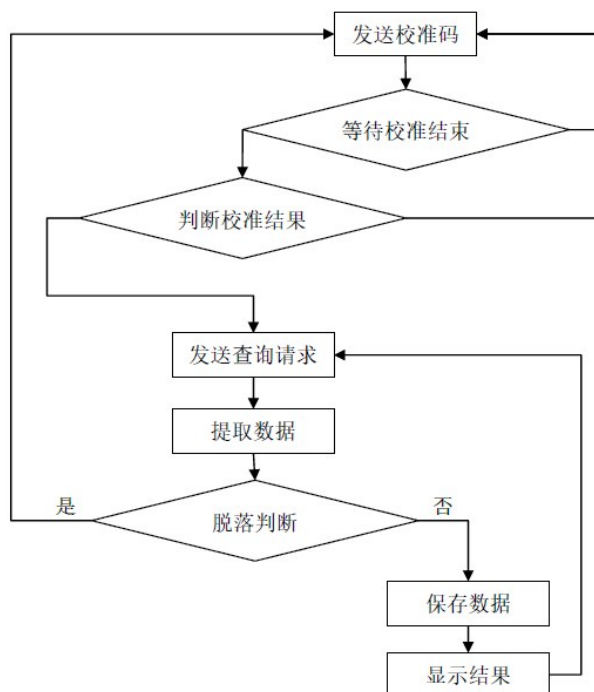


图8 心率、血压检测程序流程图

Fig.8 Flow chart of the monitoring of heart rate and blood pressure



### 3.3 GPS定位程序

先对串口进行初始化,随后判断GPS是否已与卫星连接,若已连接,通过串口接收模块测得的数据,并通过校验位提取出时间和经纬度坐标,并显示在OLED液晶显示屏上。判断APP是否发送有相关指令,若有,将测量数据添加校验位后发送给APP。GPS定位程序流程图如图9所示。

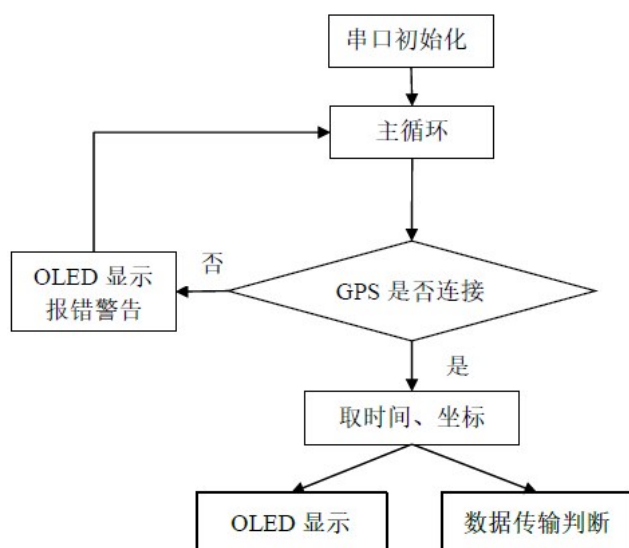


图9 GPS定位程序流程图

Fig.9 Flow chart of GPS location

### 3.4 “易生活”APP

本项目利用Android Studio开发了拐杖配套手机APP。UI界面包括欢迎页和主页面。使用JAVA语言编写了蓝牙相关程序,在主页面添加了“搜索蓝牙设备”、“蓝牙设备配对”、“发送数据”和“接收数据”。APP与拐杖蓝牙模块配对连接,随后APP发送指定指令A给拐杖,拐杖接收到该指令后将血压、心率、体温数据发送给APP,APP接收数据后对数据进行处理(识别标志位)并将不同的数据显示在其相应的位置上;APP发送指定指令B给拐杖,拐杖接收到该指令后将经纬度数据发送给APP,APP接收数据后对数据进行处理(识别标志位)并根据经纬度信息在地图上显示相应位置<sup>[12]</sup>。部分功能界面如图10所示。

## 4 结语

本项目组在研究目前市场上常见的智能拐杖基础上,通过机械结构和结构力学分析,进行了一定程度的改良,并在相应的位置上增加了检测生理信号的传感器,将生理信号的检测功能融入其中也属于本拐杖的创新点之一,相对于目前市场上已有的多功能拐杖来说,除常规生理指标的检测功能的实现以外,增加了更多实用的功能,如实现短信数据传输、收音、GPS定位等<sup>[13]</sup>。各项功能保持长时间的准

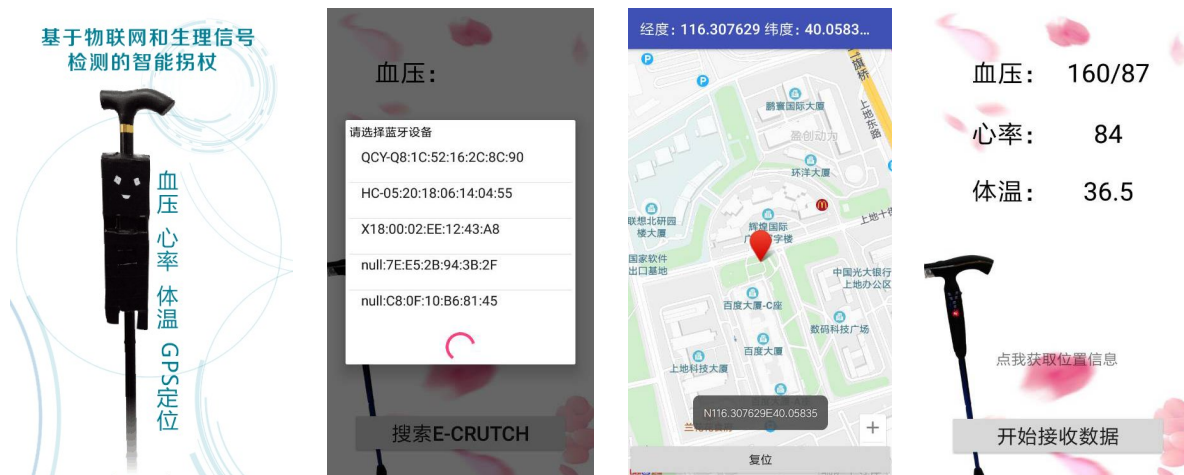


图10 “易生活”APP功能界面

Fig.10 Function interface of "easy life" APP

确度和低耗能也是本拐杖的又一创新点,在电路设计上最大电流不超过8 mA;电源目前采用2节锂电池供电,低电压保证了老年人人身安全。整个拐杖功能位置上设计采用部分集中,将大部分功能汇集在一起<sup>[14]</sup>。同时根据老年人自身特性,将功能位置设计得更加简单,极大地避免老年人因记忆力衰退而导致误操作<sup>[15]</sup>。

## 【参考文献】

- [1] 蒋逸飞, 武汝剑, 朱国杰, 等. 基于单片机应用的智能拐杖设计[J]. 无线互联科技, 2018, 15(14): 67-68.  
JIANG Y F, WU R J, ZHU G J, et al. Design of intelligent walking stick based on singlechip microcomputer application [J]. Wireless Interconnection Technology, 2018, 15(14): 67-68.
- [2] 李佳佳, 刘宁. 基于STC15F2K60S2单片机的智能拐杖设计[J]. 信息技术与网络安全, 2017, 36(14): 92-94.  
LI J J, LIU N. Design of intelligent walking stick based on the single

- chip STC15F2K60S2 [J]. Information Technology and Network Security, 2017, 36(14): 92-94.
- [3] 轩运动, 赵湛, 方震, 等. 基于无线体域网技术的老人健康监护系统的设计[J]. 计算机研究与发展, 2011, 48(S2): 355-359.
- XUAN Y D, ZHAO Z, FANG Z, et al. A wireless body sensor network for elderly health monitoring[J]. Journal of Computer Research and Development, 2011, 48(S2): 355-359.
- [4] 刘二根, 王露, 左黎明. 一种集成SM2芯片的智能拐杖安全系统[J]. 宜春学院学报, 2018, 40(6): 1-7.
- LIU E G, WANG L, ZOU L M. A safe and intelligent crutches system integrated with SM2 chips [J]. Journal of Yichun University, 2018, 40(6): 1-7.
- [5] 秦凡, 张善文, 赵宝辉, 等. 基于STM32的智能导盲拐杖[J]. 物联网技术, 2017, 7(10): 67-68.
- QIN F, ZHANG S W, ZHAO B H, et al. Intelligent guide stick based on STM32[J]. Internet of Things Technologies, 2017, 7(10): 67-68.
- [6] 沈燕, 高晓蓉, 孙增友. 基于单片机的超声波测距仪设计[J]. 现代电子技术, 2012, 35(7): 126-129.
- SHEN Y, GAO X R, SUN Z Y. Design of ultrasonic ranging instrument based on MCU[J]. Modern Electronics Technique, 2012, 35(7): 126-129.
- [7] 方仁杰, 朱维兵. 基于GPS定位与超声波导盲拐杖的设计[J]. 计算机测量与控制, 2011, 19(5): 1154-1157.
- FANG R J, ZHU W B. Design of guiding blind cane based on GPS positioning and ultrasonic detection[J]. Computer Measurement & Control, 2011, 19(5): 1154-1157.
- [8] 孟凤果. 单片机应用技术项目式教程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2016.
- MENG F G. MCU application technology project tutorial [M]. Beijing: China Machine Press, 2016.
- [9] 王玉花, 李璐, 张长史. 基于CC3200的GPS定位智能拐杖设计[J]. 仪器仪表用户, 2017, 24(2): 8-10.
- WANG Y H, LI L, ZHANG C S. Design of GPS positioning intelligent walking stick based on CC3200 [J]. Electronic Instrumentation Customer, 2017, 24(2): 8-10.
- [10] 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): 445-449.
- WEI Q L, XU P, LI J, et al. Design of GPS positioning intelligent crutches[J]. Journal of Jilin University (Information Science Edition), 2012, 30(5): 445-449.
- [11] 陈艳婷, 李志鹏, 贾丹平. 盲人智能拐杖的设计[J]. 科技创新导报, 2016, 13(6): 77-78.
- CHEN Y T, LI Z P, JIA D P. The design of the intelligent walking stick for the blind[J]. Science and Technology Innovation Herald, 2016, 13(6): 77-78.
- [12] 贾丹平, 王岩, 王阳, 等. 多功能盲人智能拐杖的设计[J]. 电子设计工程, 2016, 24(14): 136-142.
- JIA D P, WANG Y, WANG Y, et al. Design of multifunctional smart cane for the blind[J]. Electronic Design Engineering, 2016, 24(14): 136-142.
- [13] 刘国传, 陆琳, 侯明, 等. 智能化盲人超声拐杖的研制[J]. 医疗装备, 2007, 20(3): 1-2.
- LIU G C, LU L, HOU M, et al. A study on the intelligent ultrasonic cane for the blind[J]. Chinese Journal of Medical Device, 2007, 20(3): 1-2.
- [14] 姜斌, 王强. 功能智能盲人拐杖助手的开发与设计[J]. 自动化技术与应用, 2014, 33(4): 112-116.
- JIANG B, WANG Q. Development and design of the assistant for the multifunctional intelligent blind crutch[J]. Techniques of Automation and Applications, 2014, 33(4): 112-116.
- [15] 李娜. 基于MCU的智能定位报警拐杖研究[J]. 电子设计工程, 2012, 20(8): 112-114.
- LI N. Research of intelligent positioning alarm crutch based on the MCU[J]. Electronic Design Engineering, 2012, 20(8): 112-114.

(编辑: 薛泽玲)