

智能防近视坐姿矫正眼镜

张敏 孟令军 王志国 张皓威

(中北大学 电子测试技术国防科技重点实验室 太原 030051)

摘要: 针对青少年近视以及坐姿不正确的问题,专门为中小學生开发了一款智能防近视眼镜。该系统采用低功耗微型单片机作为主控,通过 ADXL345 加速度传感器感知用户的阅读姿势或者写字姿势,在姿势不正确时,LED 呼吸灯闪烁、语音播报提醒,督促用户保持正确的姿势,达到预防近视的目的。经多次测试,实验结果表明,系统内置的 EEPROM 可以存储用户佩戴 10 小时左右的坐姿数据,这些数据可以通过蓝牙上传到安卓手机客户端,在数据分析完成后,从坐姿表格可以看出使用者的坐姿状况,以便于家长监控。

关键词: 防近视;坐姿矫正;低功耗;蓝牙传输

中图分类号: TN919 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.99

Intelligent anti-myopia sitting posture correction glasses

Zhang Min Meng Lingjun Wang Zhiguo Zhang Haowei

(National Key Laboratory for Electronic Measurement Technology, North University of China, Taiyuan 030051, China)

Abstract: As it was that the problem of short-sightedness of teenagers and incorrect posture, A kind of intelligent anti-myopia glasses was developed for primary and secondary school students. With the built-in sensor to perceive the data of the user's reading posture or writing posture, when the user's sitting posture is not correct, the system had built-in patch LED breathing lights flashing and voice broadcast to remind the user to maintain the correct posture to prevent myopia. During multiple tests, the experiment result indicates that the system built-in EEPROM could store about ten hours data of user sitting posture. the data could be imported to android mobile phone client through bluetooth which were designed and developmented, the data were parsed to draw the table about the posture of user after analysing datas in order to observe the children situation.

Keywords: anti myopia; sitting posture correction; low-power consumption; Bluetooth transmission

0 引言

近视形成的主要原因之一是长时间的近距离使用眼睛,导致眼球中睫状肌失去弹性,从而影响晶状体正常恢复^[1]。睫状肌在眼睛中可以改变晶状体形状,以调节对物体对焦距离的肌肉组织。长时间的近距离用眼,容易使睫状肌缺乏锻炼,导致持续紧张或痉挛而失去灵活的自我调节能力,引发近视^[2]。良好的坐姿能够有效地减少长时间的学习所带来的生理疲劳和保护脊椎及眼睛视力。因此在生活中应当保持合适的眼距,养成正确的坐姿。

本研究的人群定位为 6 岁以上不满 14 岁的儿童,处于这一时期的儿童易收到外界刺激,易兴奋也易疲劳,注意力集中的时间短^[3]。同时儿童的身高逐渐变化,身体各部尺寸有所变化,这时候养成正确的坐姿和站姿,对儿童的骨骼

发育有较大影响。坐姿监督对少年儿童的生长发育具有非常重要的现实意义。不规范的坐姿会损害眼睛视力,使孩子们身体发育不良,影响他们健康^[4]。现阶段市场的主要产品有以下类型:“矫姿宝”防近视架、可穿戴矫正器、背背佳等物理类矫正器,预防的方法主要靠老师、家长提醒孩子脊椎矫正器等物理类矫正器^[5]。佩戴耳挂式坐姿矫正器,长时间佩戴不舒服造成厌烦心理。智能提醒仪、耳挂式坐姿矫正器等新型产品,虽然更加智能,由于实时性差,不能更好的实现人机交互^[6-8]。

本文研究目的是设计一款适合中小学生的坐姿矫正防近视眼镜,用于检测少年儿童在书写过程中出现错误坐姿后矫正。手机客户端与产品实现数据通信,使用更加便捷,易于佩戴、操作,在保证良好的使用功能的前提下,让儿童在使用的过程中养成良好的坐姿习惯,提高健康意识。

1 系统总体结构

本系统主要有防近视眼镜硬件部分和安卓客户端软件两部分组成。

为了实现防治近视的功能,硬件电路设计主要由坐姿检测、蓝牙传输、RTC 时钟模块、语音模块以及电源模块组成。使用时,CPU 采集三轴加速度传感器的数据,检测读写坐姿是否正确,若坐姿错误通过语音模块提醒,将其存储到 EEPROM 中。

若手机客户端需要坐姿数据,蓝牙连接成功后,将数据上传并保存,数据经过处理后绘制表格显示到界面上。整个系统的供电由锂电池提供。系统结构如图 1 所示。

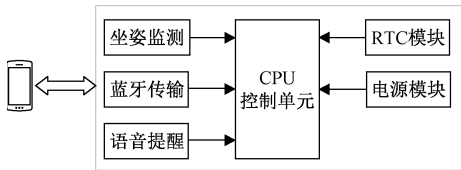


图 1 系统整体结构

2 硬件设计

2.1 电源设计

本系统设计的亮点在于对系统功耗的有效控制。一方面,系统设计的三轴传感器在用户佩戴眼镜时系统自动唤醒,除了在矫正坐姿功能中检测用户阅读/写字姿态外,摘下眼镜后,通过判断三轴传感器采集的数据是否保持不变,若是,则判断用户不再使用设备,系统自动进入休眠模式,传感器和无线模块不再工作,这种方式省去了电源开关的设计,提高了使用的便利性,还在一定程度降低了系统的功耗,增加系统待机和使用时间^[9]。另一方面,当设备工作 30 min 后,则自动进入休眠模式,对于用户来说,长时间使用眼部产生疲劳,需要休息。表 1 所示为各模块的功耗汇总表。

表 1 不同工作模式下功耗汇总

工作模式	工作电压/V	工作状态(电流)	待机模式(电流)
ADX	3.3	30 μ A	0.1 μ A
RTC	3.3	0.25 μ A	0.25 μ A
蓝牙	3.3	1.3 μ A	150 nA
CPU	3.3	3.3 mA	<0.1 μ A
整体	3.3	15.6 mA	2.52 μ A

2.2 ADXL345 三轴加速度传感器

ADXL345 是一个完整的三轴加速度测量系统,有 $\pm 2g$, $\pm 4g$, $\pm 8g$, 或 $\pm 16g$ 的可选择测量范围^[10]。可测量运动或者冲击引起的动态加速度,也能测量精准加速度,例如重力加速度,将设备用作倾斜传感器使用。图 2 所示

为标定传感器 Y 轴的波形图,测量不同的偏转角度得到与加速度的关系,根据此关系进行坐姿检测。

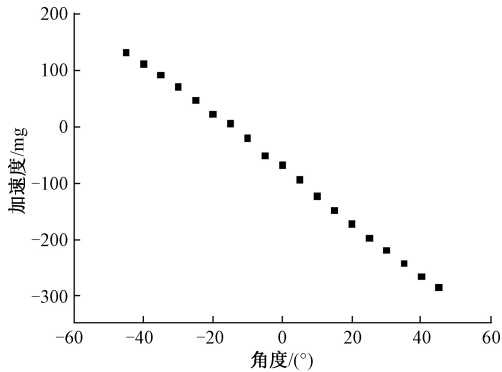


图 2 传感器标定图

3 系统软件设计

3.1 系统软件的整体

由于单片机性能的限制,本文所设计的智能防近视坐姿矫正眼镜,使用实时操作,通过外部中断进行不同的操作。系统软件结构如图 3 所示。

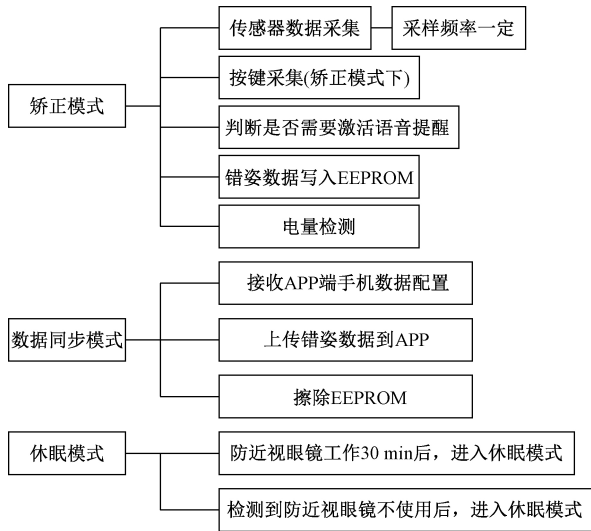


图 3 系统软件结构

软件设计分为 3 种模式,即“休眠模式”、“矫正模式”和“数据同步模式”。在“矫正模式”中,系统完成对用户坐姿的检测,电池用电量的监测以及坐姿数据的存储。在“数据同步模式”中,系统需要接收用户设置的偏头角度以及低头角度的设定,同时将系统存储的数据发送到客户端进行数据解析。在“休眠模式”中,系统完成对传感器、无线模块以及语音模块的休眠,时钟模块进行时间校准,独立工作。

3.2 坐姿检测

本系统的难点是如何通过传感器准确的识别错误坐姿,例如使用者身体的轻微移动、生活的小习惯,以及不正确的佩戴方式等都将引起传感器的变化,从而导致误判。

通过检测到的坐姿方式,语音模块给出合理的建议,通过 CPU 内部算法,很好的解决了检测坐姿产生的问题。流程如图 4 所示。

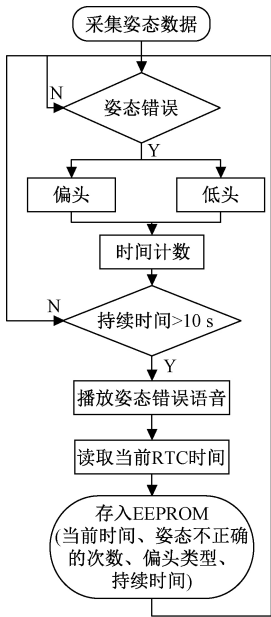


图 4 坐姿检测流程

3.3 安卓客户端软件设计

蓝牙传输模块进行数据同步处理,这样就可以实现将 EEPROM 中存储的坐姿数据传输到蓝牙端口的智能 Android 系统手机端^[11]。由于手机端蓝牙设备可以扫描到附近很多设备,所以需要确认设备端口再进行数据传输。在手机接收数据时,可以同时打开对应的接收界面,对使用过程中记录的坐姿数据进行分析处理。建立文件及时地地保存接收的信息,以便日后查看数据。蓝牙模块接收后按照 BLE 协议中的通用总规范,将数据封装成加密无线信号并发送出去,与之处于连接状态的蓝牙设备将接收到的数据包同样按照相同的协议解析,恢复原始数据后提供客户端 APP^[12]。BLE 协议数据帧格式如表 2 所示。

表 2 BLE 数据格式

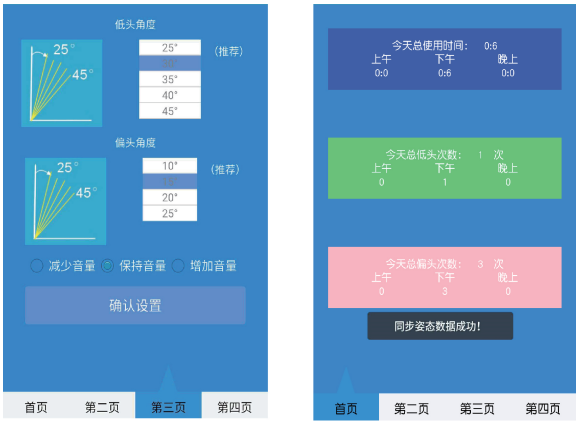
帧同	开机时间	错姿次	错姿	错姿持续	关机时间
步码	字节数	数字字节数	检测	时间	字节数
FAF7	6	1	1	1	6

3.4 APP 数据显示

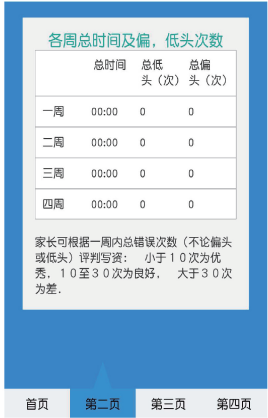
首先,进行设备连接,APP 显示“正在扫描设备,请打开防近视眼镜开关”,设备连接成功后,首先 APP 设置低头角度、偏头角度,用户可根据自己的情况选择合适的角度,语音提醒可以调整音量,通过蓝牙将本地时间下发给设备,内部有 RTC 时钟模块,便于 EEPROM 中存储的时间与当前时间一致。设置界面如图 5(a)所示。“确认设置”后,硬

件设备通过蓝牙接收数据并解析。

设备将存储的错姿数据上传到手机 APP,若 APP 接收到数据后,则显示“同步姿态数据成功”,数据解析后在界面上显示,如图 5(b)所示。若传输失败,则重新传送。家长可以看到在不同的时间段得到偏头和低头的次数。用户可佩戴一段时间后,通过分析每周使用的总时间以及偏头或者低头的总次数,产生一个总体评价,如图 5(c)所示,孩子的坐姿是否得以改观以便于寻求更好的解决措施。



(a) 设置界面 (b) 同步姿态数据界面



(c) 评价界面

图 5 APP 显示界面

4 实验结果

4.1 实验数据

针对儿童一个月的数据追踪,可得到如下数据结果,选择最大低头角度为 25°,最大偏头角度为 15°,统计 4 周的使用结果如表 3 所示。

表 3 数据结果

周数	总时间/min	总低头次数	总偏头次数
第 1 周	256	21	18
第 2 周	270	17	15
第 3 周	268	13	12
第 4 周	234	8	9

从这一个月内的数据情况分析,儿童的坐姿情况明显好转,并且可以重新调整低头角度与偏头角度,根据佩戴者的使用情况实时调整,更加有助于坐姿矫正。

4.2 性能分析

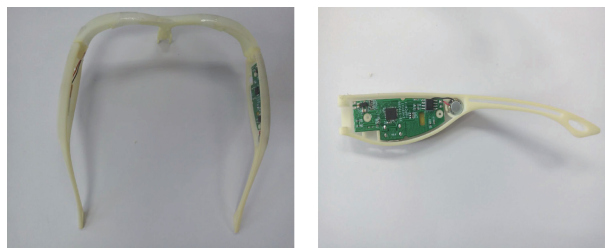
本系统的主要性能指标有待机时间、三轴检测精度、APP 性能测试、便携性。

从实际测试的情况来看,由于本系统从器件选择、CPU 控制等一系列方式来降低功耗,有效待机时间可以达到 1 d 以上。

三轴检测精度方面,使用 PF70 系列的角度旋转器分析传感器检测结果^[13],传感器测量时引入的误差基本可以忽略。

手机 APP 通过 Android 版本测试,安卓版本 4.3 以上均可使用^[14],由于其占用内存大小为 9.7 MB,安装包大小为 1.83 MB,所以对于现有市场的安卓手机普遍适用。

便携性方面,本系统所选器件均为体积最小的器件,在保证系统功能完善的情况下,尽可能地缩小了整体体积。防近视坐姿矫正眼镜组装之后如图 6(a)所示,镜框右侧装有硬件电路板如图 6(b)所示。



(a) 实物图

(b) 硬件电路板

图 6 防近视矫正眼镜原型

5 结 论

本系统设计的优点在于在硬件上,实现了低功耗,从电源模块的选择、蓝牙模块选择以及设备功能各个方面,较于市场上其他的产品,功耗低,较为新颖,各方面更加贴近小学生的心理及生理特征。在软件上,将手机 APP 与蓝牙设备相连接,物联网作为时代的潮流,与孩子的健康紧密的联系在了一起,系统简单,界面友好,操作便捷^[15]。

本文研究的智能防近视坐姿矫正眼镜将人机交互模式、传感器和蓝牙传输通信等技术一体化融合后应用于本系统开发实践,并通过系统的软硬件优化实现了“物联网与健康”的主题,有很大的技术优势与工程实用性。

参考文献

- [1] 袁迪波.不规范书写坐姿的多类特征融合识别方法研究[D].长沙:湘潭大学,2016.
- [2] 张恒,王新怀,梁博,等.基于 MSP430 智能防近视眼镜的设计[J].电子产品世界,2015,22(4):58-62.
- [3] KUO Y S, VERMA S, SCHMID T, et al. Hijacking power and bandwidth from the mobile phone's audio interface[C]. Proceedings of the First ACM Symposium on Computing for Development, ACM, 2010:24.
- [4] 石立,胡文.基于蓝牙传输的数据采集系统的设计与研究[J]. 科技创新导报,2015(22):252-253.
- [5] 冯暖.基于蓝牙技术的煤矿防爆监测系统[J].实验室研究与探索,2017,36(1):290-292.
- [6] 王骥,郭海亮,任肖丽.基于蓝牙低功耗技术的智能健康监测手表系统[J].生物医学工程学杂志,2017,34(4):557-564.
- [7] 崔鹏伟,阴伟锋,魏俊,等.基于重力加速度传感器的智能坐姿矫正仪的研究与设计[J].工业控制计算机,2016,29(12):137-138.
- [8] 周俊帆,罗云.基于重力驱动的坐姿矫正机构原理及其设计[J].上海交通大学学报,2016,50(2):182-187.
- [9] 王晓艳.基于 Android 系统的生理数据蓝牙传输技术[J].计算机光盘软件与应用,2015,18(3):54,56.
- [10] 李正明,于勇亮,许伯强.一种基于物联网的生理健康监测系统[J].电子器件,2015,38(5):1037-1041.
- [11] 温川雪,周洪建,张俊飞.基于智能手机与移动网络的远程生命体征监测系统的设计[J].生物医学工程学杂志,2015,32(1):86-92.
- [12] 王晓艳.基于 Android 系统的生理数据蓝牙传输技术[J].计算机光盘软件与应用,2015,18(3):54,56.
- [13] 孙月兴,张帅.基于 STM32 的智能耳机控制系统设计问题分析[J].卷宗,2017(2):101.
- [14] 李明,唐文力.儿童智能坐姿矫正器体验性设计研究[J].设计,2017(20):120-121.
- [15] 郭玉喜.基于 Real Sense 的坐姿检测与纠正系统的设计与实现[D].长春:吉林大学,2016.

作者简介

张敏,硕士研究生,主要研究方向为动态测试存储技术、机器视觉与模式识别。

E-mail:1464578577@qq.com