

文章编号: 2095-2163(2023)09-0176-04

中图分类号: TM925.42

文献标志码: A

穿戴式智能按摩仪控制模块设计及实现

黎裕达, 钟敦华, 许纯菲, 陈依桐, 李建华

(上海健康医学院 医疗器械学院, 上海 201318)

摘要: 本文介绍了一种能够便捷地为亚健康人群进行按摩的穿戴式按摩仪的控制模块,其可以通过产生中低频电脉冲来为用户提供按摩服务。用户通过智能终端(如手机或平板电脑)可以自主调节按摩的频率、位置和力度等参数,使用十分方便灵活。该控制模块采用了上位机(APP)和底层控制系统的组合方式,底层控制系统以51单片机为核心,通过蓝牙通信与上位机连接,实现了无线控制的功能,为用户提供更加舒适和便捷的按摩体验。

关键词: 穿戴式按摩仪; 控制模块; 智能终端

Design and implementation of control module for intelligent wearable massage instrument

LI Yuda, ZHONG Dunhua, XU Chunfei, CHEN Yitong, LI Jianhua

(College of Medical Instrumentation, Shanghai University of Medicine and Health Sciences, Shanghai 201318, China)

[Abstract] This paper presents a control module for a wearable massager that can easily provide massage to sub healthy people. It can provide massage services to users by generating low and medium-frequency electrical pulses. The user can adjust the frequency, position, and intensity of the massage and other parameters independently through an intelligent terminal (such as a cell phone or tablet computer), which is very convenient and flexible to use. The control module adopts the combination of the upper computer (APP) and the underlying control system. The underlying control system takes the 51 microcontrollers as the core and connects with the upper computer through Bluetooth communication to realize the function of wireless control, providing users with a more comfortable and convenient massage experience.

[Key words] wearable massage instrument; control module; intelligent terminal

0 引言

随着时代的高速发展,快节奏的生活方式使许多年轻人的身体状况呈现亚健康状态。亚健康是指机体没有器质性病变指标,但却呈现出免疫力下降、生理功能低下、活力降低、适应能力不同程度减退的一种生理、心理状态^[1]。大多以疲乏无力困倦、腰膝酸软、情绪低落、睡眠障碍、注意力不集中、记忆力下降等为主要症状,严重影响了人们的工作、生活和学习效率。亚健康状态已成为当今社会威胁人类健康的隐形杀手,成为医学研究的热点问题^[2]。亚健康的治疗方法主要有运动疗法、物理疗法等,其中按摩治疗具有较好的效果^[3]。

随着人们对健康状况的关注不断增强,穿戴式

按摩仪作为一种重要的健康管理产品,得到了广泛的应用和关注。国内外市场上已经有许多厂商生产和销售穿戴式按摩仪产品。其中,国内市场上穿戴式按摩仪的主要品牌有百思图、宝贝家和天天向上等;国外市场上穿戴式按摩仪的主要品牌有SIXPAD、Theragun和Hyperice等等。

通过调研分析发现,虽然市场上已有很多的品牌,但还不同程度的存在一些问题。例如:产品的橡胶质量不佳,使用寿命较短,电池容量不足等等^[4-5]。未来产品的研发方向应该是逐步实现智能化,提高产品的安全性、舒适性和使用寿命,进一步满足消费者的需求,从而在市场上更加占有优势。在整个穿戴式按摩仪的设计和开发中,其核心部分的智能控制模块,占有非常重要的地位。本文设计

作者简介: 黎裕达(2000-),男,本科生,主要研究方向:健康大数据;钟敦华(2002-),男,本科生,主要研究方向:健康大数据;许纯菲(2003-),女,本科生,主要研究方向:智能医疗器械;陈依桐(2003-),女,本科生,主要研究方向:健康大数据;李建华(1982-),男,硕士,讲师,主要研究方向:智能医疗器械。

通讯作者: 李建华 Email:lijianh407@yeah.net

收稿日期: 2022-10-24

的穿戴式按摩仪的智能控制模块,采用单片机等低功耗元器件,使用智能设备原有的蓝牙模块与单片机实现蓝牙通信,达到无线测控的目的,使得按摩仪的安全性能高、隐蔽性好,且能够智能控制、操作简单。

1 系统设计

1.1 总体结构

本穿戴式按摩仪智能控制模块的构建由硬件和软件两部分组成。其中,硬件结构以 51 单片机为核心,主要包括蓝牙模块、LED 显示模块、继电器模块、电路控制模块等 4 部分;软件部分从内容上主要包含下位机程序、上位机程序(手机 APP 程序)部分^[6-8],系统架构如图 1 所示。

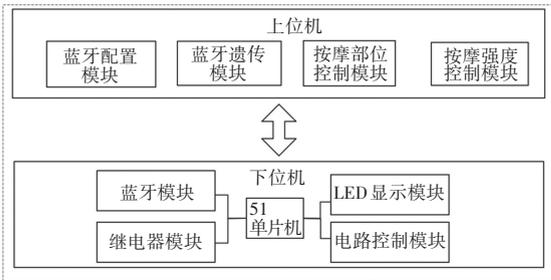


图 1 系统架构

Fig. 1 System architecture diagram

使用者进入安装在智能设备(如智能手机、平板电脑等)上的 APP,点击需要进行电刺激按摩的穴位,APP 生成控制指令,控制指令由智能设备通过蓝牙连接发送到按摩仪的电路控制模块,由单片机解析指令,控制按摩仪相应穴位点发出电刺激进行按摩^[9-10]。

1.2 设计思路

穿戴式按摩仪智能控制模块的功能由上位机和下位机协作完成。上位机使用 Android Studio 软件作为开发环境,实现 APP 通过智能设备自带的蓝牙搜索功能来连接单片机,连接成功后,通过 APP 发送指令到单片机,单片机进行相应的回应。下位机使用单片机搭载蓝牙功能模块,可发送蓝牙信号、接收蓝牙信号,实现接收上位机发出的信号,由单片机解析指令,控制相应电路开始工作。

2 模块开发与实现

2.1 上位机应用设计

系统中上位机应用部分采用原生态 Android 开发,主要包括蓝牙配置、按摩部位控制、按摩强度控制和蓝牙通信 API 模块。如图 2 所示,上位机功能

包含如下子模块:

(1) 蓝牙配置模块主要负责蓝牙通讯链路的建立和维护。在 APP 中,蓝牙配置模块采用自带的蓝牙配对功能模块,使用系统提供的蓝牙 API 接口,快速实现智能终端与蓝牙通讯链路的建立。

(2) 按摩部位控制模块主要负责响应用户的按摩部位选择,通过点击相应的按摩部位,实现对指定区域的部位进行按摩控制。在 APP 中,按摩部位控制模块根据硬件设备提供的按摩区域,动态生成按摩部位界面,可供用户自由选择按摩区域。

(3) 按摩强度控制模块主要负责按摩强度的控制。在 APP 中,按摩强度控制模块通过控制电流大小来控制按摩强度。用户可以根据自身需要选择适当的按摩强度。

(4) 蓝牙通信 API 模块主要负责蓝牙数据的打包、发送等。在 APP 中,蓝牙通信 API 模块采用原生态 Android 蓝牙 API,实现蓝牙数据的发送和接收。同时,为了提高蓝牙数据传输的稳定性和可靠性,该模块还在数据传输中增加了校验和等待机制。

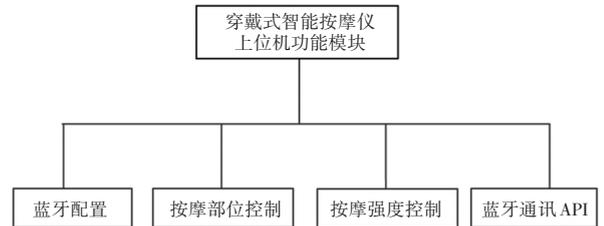


图 2 上位机功能模块图

Fig. 2 Functional module diagram of the upper control computer

2.2 上位机应用开发

本项目使用 Microsoft Windows 平台,Android APP 开发环境为 Android Studio 3.0 以上版本,该版本集成了相应的 Android SDK、Android debug bridge 及 Android 虚拟机。Android Studio 整合 gradle 构建工具,新的构建工具提取了 Ant 和 Maven 的优点,并将其完美的集合。使用 Android Studio 开发工具,可以轻松地以 Android 系统为基础进行各种所需的软件开发;Android Studio 支持 Git、Markdown、Gradle 等多种插件。所以在整个设计中,选择 Android Studio 作为 APP 开发工具。如图 3 所示,使用 Android Studio 完成 APP 界面设计后,可以相应调整页面布局。

2.3 下位机芯片选型

51 单片机是目前最普及的 8 位 MCU,其采用普通结构和总线寄存器,不仅具有完美的中央集中式管理功能,还拥有各种各样的启动逻辑和丰富的控

制指令系统。由于51单片机容易上手、使用方便且价格亲民,本设计的下位机采用了51单片机^[11-12]。单片机程序采用C语言在Keli编译器中进行开发,主要包括蓝牙数据的解析(串口通讯)和控制端口的处理(I/O操作)。

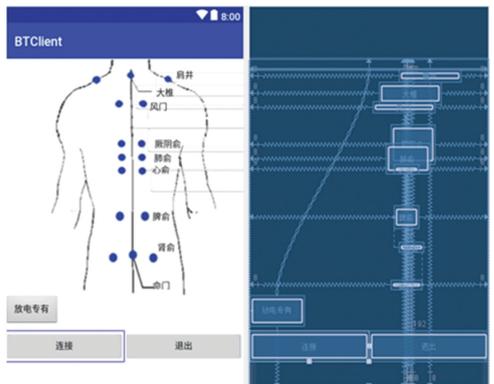


图3 APP 页面设计

Fig. 3 APP UI design

2.4 下位机程序开发

下位机程序以单片机程序为主,采用较为常用的Keli C51集成开发环境。Keli提供了一个完美的单片机程序开发环境,其中包括编译器、宏观汇编、链接器、库管理以及强大的模拟调试器等。

开发环境采用C语言作为开发语言,具有兼容的51系列单片机。与汇编语言相比,C语言在功能、结构、易读性和维护等方面具有明显的优势。下位机程序的主要功能是接收上位机传输过来的指令。尽管本设计中采用蓝牙透传模块实现无线传输,但对于下位机,即单片机而言,该传输方式与串口传输模式的原理相同。下位机程序流程如图4所示。

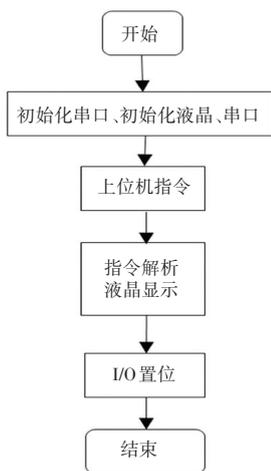


图4 下位机工作流程

Fig. 4 Program Flow Chart of lower computer

3 数据通讯

3.1 蓝牙传输

考虑到使用的舒适性及上位机软件使用的方便性,设计中使用蓝牙作为上位机和下位机之间的通讯方式。蓝牙是一种无线电技术,支持短距离(通常在10米之内)的设备通信。许多装置,包括手机、无线耳机、笔记本电脑、平板电脑以及相关的周边设备,都能通过蓝牙交换无线信息。设计使用Bluetooth通讯技术,在实现无线通讯的前提下,是便捷性、可靠性、经济性综合考虑后的最佳方案。

设计使用HC-06蓝牙串口通信模块来实现上位机和下位机之间的交互通信,HC-06 Bluetooth串行通信模块是使用最广泛的Bluetooth模块之一。又称作蓝牙透明传输模块,相对于上位机和下位机可以认为该模块是透明的,对于上位机只需要当成是蓝牙进行处理,对于下位机只需按照串行端口^[13-15]进行处理。

3.2 通讯协议

在上位机APP和单片机程序之间的通信过程中,主要涉及到两者之间的数据交换,在此项目中设计的数据格式见表1。

表1 交换数据结构表(协议)

Tab. 1 Exchange Data Structure (Protocol)	
数据(char 型号)	意义(穴位名称及强度)
A	大椎
B	肩颈
.....
1	柔缓力度
2	正常力度
3	高强度

4 模块测试与分析

根据以上方案设计并实现的智能控制模块,完成了穿戴式按摩仪样机的制作。在样机测试过程中,排除了可能对电脉冲按摩有不快感的人群后,招募了20名有脊柱健康问题的“正常人”作为实验参与者。

使用SPSS分析软件对实验结果进行统计分析,比较实验组和对照组之间的疗效差异,分析穿戴式按摩仪器的有效性和可行性。

实验组(穿戴式按摩仪器)数据设置:

平均按摩时间:30分钟

平均按摩强度:中等

平均按摩频率:每分钟 50 次
 平均按摩部位:腰椎、肩颈部位
 对照组(未穿戴式按摩仪器)数据设置:
 平均按摩时间:15 分钟
 平均按摩强度:中等
 平均按摩频率:每分钟 30 次
 平均按摩部位:腰椎、肩颈部位

表 2 对照组和实验组疗效判定比较

Tab. 2 Comparison tab of Control group and experimental group

组别	例数	显效/例	有效/例	无效/例	有效率/%
对照组(A组)	20	5	10	5	75.0
实验组(B组)	20	8	11	1	95.0

由表 2 所示的测试结果可见,与对照组相比,实验组有效率明显高于对照组 ($P < 0.05$)。可以得出结论,穿戴式按摩仪具有一定的有效性和可行性,对缓解参与者的亚健康问题有明显改善。参与者在使用穿戴式按摩仪后,舒适感提升、疲劳感减少、亚健康问题综合分数下降,证明穿戴式按摩仪是一种行之有效的保健工具。

5 结束语

随着科学社会发展,计算机技术的持续进步,手机、平板等智能设备的功能愈发完善,已经成为人们尤其是年轻人生活中必不可少的一部分,在按摩仪中引入智能化,并且使用智能设备进行相关连,完全符合当今社会发展趋势。智能化的按摩仪不仅可以更加安全有效地对使用者进行身体舒缓治疗,且体积小、便捷的特点也减轻了使用者的使用空间成本和时间成本,为今后类似的器械设计提供了新的思路。

目前,本设计的智能控制模块能够进行基础的运行工作,后期可在智能控制模块中加入健康大数

据、健康管理等模块,实现由按摩仪持续收集人体健康数据,然后通过蓝牙通信传输到智能设备上,APP 会将采集到的数据上传到云端,经过大数据整理分析后,将报告发送给专业的医务人员,由专业人士给出健康处方等。

参考文献

- [1] 刘洋,杨婷,李壮,等. 亚健康状态的中医病机和辨治思路与方法[J]. 长春中医药大学学报,2022,38(7):717-720.
- [2] 罗仁. 中西医结合亚健康研究新进展[M]. 北京:人民卫生出版社,2017:7.
- [3] 王柱辉,候新彦. 推拿(按摩)调治亚健康的选穴用穴规律探析[J]. 世界最新医学信息文摘,2021,21(55):259-260.
- [4] HSU H C, WANG P C, WANG J J, et al. Reliability design on wearable device for initial osteoarthritis (OA) on knee joints [C]//2016 International Conference on Electronics Packaging (ICEP). IEEE, 2016: 149-153.
- [5] 常寅林,高阳. 一种脉冲信号控制电机的按摩仪的设计[J]. 仪表技术与传感器,2019(1):81-83.
- [6] 茅昕怡,何羽娴,王雅楠,等. 基于蓝牙通信的智能拔罐器的设计与实现[J]. 北京生物医学工程,2020,39(2):179-185.
- [7] 谭国良,余江,方世豪,等. 基于单片机和 APP 的健康监测系统[J]. 南方农机,2020,51(5):39-42.
- [8] 郭敏. 面向老年人的 Android 手机健康助手 APP 的设计与实现[D]. 镇江:江苏大学,2019.
- [9] 符译丹,董恒. 基于手机 APP 控制的电梯永磁同步电动机智能控制系统设计[J]. 价值工程,2020,39(9):212-213.
- [10] 李凯,刘丽霞,曹杨. 基于手机 APP 蓝牙控制的提线木偶的设计与调试[J]. 科技创新与应用,2019(16):12-14.
- [11] 牛仲金,赵天文,杜衍喆. 一种模块独立的单片机开发板设计[J]. 集成电路应用,2020,37(4):64-65.
- [12] 章程. 基于 51 单片机智能家居的设计[J]. 智库时代,2019(30):282-283.
- [13] 吴杰,王小妮,刘鹏,等. 智能小车蓝牙通信模块设计与实现[J]. 北京信息科技大学学报(自然科学版),2019,34(6):64-69.
- [14] 柴智,扈国华,李丹. 基于蓝牙的嵌入式设备无线升级的研究与实现[J]. 电气自动化,2019,41(6):104-106.
- [15] 董国钢. 单片机控制蓝牙模块硬件接口设计[J]. 江西电力职业技术学院学报,2019,32(5):13-14.

(上接第 175 页)

表 1 实验结果
 Tab. 1 Experimental results

模型	mAP/ %	Precision/ %	FPS
YOLOv6	87.6	86.8	32
YOLOv6+CBAM+Ghost	88.8	88.3	33.5

5 结束语

本文提出了一种改进的 YOLOv6 模型用于电动单车违法停放检测,在 YOLOv6 模型的 neck 部分加入 Ghost 卷积模块,并在输入端部分嵌入 CBAM 卷

积注意力模块。相比与传统的 YOLOv6 模型,目标的检测精度和推理速度得到一定的提升,具有一定的实际应用价值。

参考文献

- [1] 公安部发布关于规范电动车停放充电加强火灾防范的通告[J]. 汽车与安全,2018(10):44.
- [2] 张志远,罗铭毅,郭树欣,等. 基于改进 YOLOv5 的自然环境下樱桃果实识别方法[J]. 农业机械学报,2022,53(S1):232-240.
- [3] 李雅雯,孙浩然,胡跃明,等. 基于注意力机制与多尺度特征融合的电极缺陷 YOLO 检测算法[J/OL]. 控制与决策:1-9 [2023-06-06].