

基于 STM32 的智能药盒设计研究

计鹏杰

西北民族大学电气工程学院，甘肃省兰州市，730030；

摘要：随着公众健康意识的提升和生活品质的改善，家庭医疗管理逐渐显现出其重要性。智能药盒作为一种创新的药品管理工具，其便利性和实用性日益受到家庭的青睐。通过智能药盒，家庭成员能够更有效地管理药品，进而提升药物治疗的效果和安全性。通过本文的研究，深入了解了智能药盒的设计、功能及其应用效果，并分析了存在的问题和不足之处。基于这些研究成果，提出了改进建议。未来，随着科技的不断进步和医疗需求的不断增长，智能药盒将会得到更广泛的应用和发展。

关键词：吃药提醒；蓝牙通信；取药检测；报警

DOI：10.69979/3060-8767.25.04.028

引言

随着医疗技术的不断发展，人们对药物治疗的依赖性越来越强。然而，由于种种原因，如医生的误诊、药品的质量问题、患者的依从性等，药物治疗的效果并不总是理想的。因此，设计一种能够智能识别药品、提醒患者服药、并能够将服药情况反馈给医生的智能药盒，可以提高药物治疗的效果和安全性。智能药盒作为家庭医疗健康管理的重要组成部分，具有实时监测药品存储状态、提醒服药、远程管理等功能，对于提高患者服药依从性、减少药品浪费和误服具有重要意义。

1 系统设计及相关技术

1.1 系统构成

本文设计的智能药盒，主要包括核心控制模块、显示模块、取药检测模块、时钟模块、蓝牙通信模块、倾角检测模块、蜂鸣器报警模块、按键设置模块、电源模块等。核心部分是 STM32 微控制器，负责整体系统的运行和控制。此外，还包括传感器模块用于实时监测药品状态；以及通信模块实现与外部设备的连接和数据传输。软件部分主要实现系统的智能化功能，包括药品管理如：存储、检索和过期提醒、定时提醒、按时按量推送服药信息、远程监控等。用户可通过触摸屏、LED 显示屏或手机 APP 与智能药盒进行交互，方便设置用药计划、查看用药提醒和用药记录。^[1]为整个系统提供稳定的电源供应，确保系统持续稳定运行。系统构成如图 2-1 所示。



图 2-1 系统构成框图

1.2 系统器件选型

以确保系统的正常运行在满足系统要求的前提下，综合考虑器件的成本、性能和可靠性。尽量选择性价比高的器件，避免盲目追求高性能而忽视成本。同时，也需要考虑到系统的可维护性和可扩展性，以便在未来进行系统升级或扩展时能够方便地更换或添加器件。所以主控制器选择使用 STM32F103C8T6 单片机，使用语音模块 ISD1820，倾角传感器 ADXL345 模块，引入按键进行报警异常时的报警取消操作，引入光敏电阻来向主控制芯片发送药盒的开启状态，蓝牙通信模块，进行药盒工作状态的数据显示。^[2]

1.3 系统设计方案

基于前面对系统的功能的阐述，同时结合对系统构成中的各个子模块的器件选型，对需要的器件的价格和实现功能、精度等多方面考虑后，确定系统的最终设计方案。

智能药盒利用功能强大的 STM32F103C8T6 单片机作为主要控制器件，在它的外部搭载 ADXL345 传感器进行药盒状态数据采集，将采集的状态信息返回给 STM32F103C8T6，进行分析判断。同时 STM32F103C8T6 在分析结果显示为药盒状态异常时，利用蓝牙通信模块将信息发

送到指定的手机 APP 中。^[3]异常情况时控制蜂鸣器报警,提示周围人们进行帮助。若出现错误报警,老人通过独立按键,即可取消报警。

2 系统硬件设计

2.1 核心控制电路

本次设计选用 STM32F103C8T6 型号的单片机。考虑到模块数量和功能需求,选择了 STM32 增强系列中的 STM32F103 系列。这款单片机内置 ARM32 位 Cortex-M3 CPU,最高工作频率 72MHz,性能达 1.25DMIPS/MHz。在存储方面,该单片机集成了 32~512KB 的 Flash 和 6~64KB 的 SRAM,提供了足够的存储空间。STM32F103C8T6 作为核心组件,此系统架构简洁高效,集成了晶体振荡电路与复位模块等核心组件。核心控制单元为 STM32 单片机,配备晶振与复位电路。为智能药盒提供了稳定且高效的最小控制单元。

2.2 药盒状态检测电路

倾角传感器 ADXL345 模块可实时监测药盒状态,判断是否在未到吃药时间被拿起,若时间未到则报警提示。ADXL345 是一款小而薄、超低功耗的 3 轴加速度计,价格低且引脚不复杂,满足低成本、高效率开发需求。它支持 I2C 和 SPI 接口,有 32 级 FIFO 存储,集成多种运动检测机制和灵活中断方式。智能药盒利用 ADXL345 监测药盒倾斜状态,通过特定引脚与 STM32 连接。

2.3 按键电路

本文设计的智能药盒,可以设置四个吃药时间,各个吃药时间的具体时分设置需要按键电路中的各个按键分别设置完成。按键电路中共有五个按键,当长时间按下按键 K3,自动进入到吃药时间设置界面,界面中显示四个时间点,默认刚进入选择为第一个时间点。^[4]通过左右按键调整设置的小时和分钟还有当前设置时间点的开启状态。开启为 0,关闭为 C。上下按键负责调整时间的大小。每次按下一个按键,将低电平信号“0”送入 STM32F103C8T6 的 PB6~PB9 和 PB11 口,根据按键按下状态,控制显示器显示修改结果。

2.4 时钟电路

DS1302 时钟芯片具有精确的时钟计数器,能够提供准确的时间和日期记录,并且支持 BCD 码和二进制码两种时间格式,可以进行自动切换。此外,它还具有闹钟功能,可以设置多个闹钟,并支持中断输出,可通过外部中断引脚触发。DS1302 时钟芯片广泛应用于计算机、家用电器、电子设备和工业控制等领域。它准确可靠、功能丰富。通过 SPI 接口,用户可以方便地设置和读取

DS1302 的寄存器内容,实现时钟的初始化和运行。

2.5 盒盖开启检测电路

智能药盒为了可以检测用户是否开启药盒,采用的是光检测原理,利用光敏电阻检测盒盖开启和关闭,光敏电阻检测到光,标识盒盖开启,光敏电阻未检测到光,标识盒盖关闭。光敏电阻的一个引脚接 GND,另一个引脚接单片机的 PA0~PA4 口,将检测的光强信号结果送入单片机种。

2.6 显示电路

该显示器还具备独特的接口设计,仅需几条线路即可实现多点通信,有效降低了对单片机端口的占用。这一特性不仅简化了分布式传感应用的设计流程,还显著减少了逻辑电路的使用量。^[5]

LCD1602 采用标准的 14 脚(无背光)或 16 脚(带背光)接口,显示屏的引脚 1 应连接至 GND,引脚 2 应连接至 VCC。引脚 3 需接入一个滑动变阻器。引脚 4 至 14 则分别与单片机的 PB12~PB15、PA11、PA8、PA12、PA15、PB3~PB5 对应连接。引脚 15 连接至 3.3V 的 VCC,而引脚 16 则与 GND 引脚相接。

2.7 报警电路

在此电路中,三极管 Q1 的集电极与 VCC 相连,确保其正常工作状态。而其基极则通过一个阻值为 10k 的电阻 R1 与 STM32F103C8T6 的 PA7 端口相连。通过这种方式,可以通过 PA7 端口的电平输出状态,实现对 BUFFER 发声与停止的精准控制。具体而言,当 PA7 端口输出低电平时,蜂鸣器将开始发声;而当 PA7 端口输出高电平时,蜂鸣器则停止发声。这一设计使得蜂鸣器的报警功能能够根据实际需求进行灵活调整与控制。

2.8 蓝牙通信电路

蓝牙通信模块采用 HC-05 蓝牙传输,6 个引脚,6 引脚接 GND,5 接电源 5V 的 VCC,4 接 GND,3 接 STM32F103C8T6 的 PA10 口,2 接 STM32F103C8T6 的 PA9 口,用于发送和接收数据。

3 系统软件设计

3.1 系统主程序

系统进入启动模式,首先初始化 ADXL345、HC-05、LCD1602,让各个模块开始进入工作模式。

程序启动后,首要任务是配置单片机的各引脚。随后,将依次进行 ADXL345、HC-05、LCD1602 以及 DS1302 的初始化操作。待所有设备初始化完毕后,系统将读取 DS1302 的时钟信号,并同步进行按键检测,以确定每个按键的当前状态。若有按键按下,执行该按键对应

功能,若按键未被按下,则调用倾斜度监测程序,在未到吃药时间拿起药盒,蜂鸣器报警;吃药时间到,蜂鸣器报警,吃完药,关闭蜂鸣器,同时蓝牙数据传输到手机端显示,最后将数据显示到LCD1602上。

3.2 光强检测程序

测光子程序运行时,会持续接收模数转换器传输至单片机的数据。程序内部设定了光线强度的标准值,当检测到的光线值超过这一预设阈值时,标识药盒盒盖的开启,当光线检测结果低于设定的值则标识盒盖关闭。

3.3 液晶显示程序设计

显示字符操作过程中,执行LcdInit()方法,初始化完成。在将SQL拉低,SDA拉高,此时将地址值加一,再讲数据值加1,不断的进行数据写入操作,判断若数据写入结束,刷新显示。

3.4 蓝牙通信子程序

HC-05 蓝牙模块在完成初始化之后,首要的任务是获取mySendFlag_tick的值。这个值,作为一个关键的标识符,能够明确告诉是否满足发送数据的条件。当mySendFlag_tick的值显示为true时,这意味着系统已经准备就绪,可以开始数据的传输过程。在获取到mySendFlag_tick的值为true之后,接下来的步骤是去掉mySendFlag_tick位。这是一个关键的步骤,因为只有移除了这个位之后,系统才能够释放资源,开始发送数据。当数据发送出去之后,的工作并未结束。接下来,需要对串口接收到的数据进行处理。这个过程涉及到数据的解析、校验以及后续的应用等操作。

3.5 报警子程序

系统上电后,报警子程序初始化,初始化完成后,进入等待调用模式,程序一旦被调用,则将传入对应的标志位为0,代表着需要进行报警,则将低电平“0”写入蜂鸣器控制端口。若传入的对应标志位为1,则代表着不需要报警,则将低电平“1”写入蜂鸣器控制端口。

3.6 APP的简要描述

打开手机的蓝牙功能,确保手机蓝牙处于可被发现状态。在APP中选择搜索或添加智能药盒,此时APP会自动搜索附近的蓝牙设备。当搜索到智能药盒后,点击药盒名称进行配对连接。连接成功后,APP会显示已连接状态。

4 系统测试

系统测试包含三项功能测试。首先是药盒拿起检测功能测试,系统上电后,STM32单片机和ADXL345模块正常工作指示灯点亮。测试时,先将检测装置水平放置模拟未到吃药时间,然后倾斜或拿起药盒,此时蜂鸣器发声报警,表示错误吃药时间。测试结果与预期一致,功能通过。其次是吃药提醒功能测试,测试中特意遮挡光敏电阻模拟药盒关闭状态,设置吃药时间为10:37,系统时钟与预设时间吻合时,光敏电阻感应到药盒关闭而时间已到,系统触发报警机制,蜂鸣器发出洪亮急促的声音提醒服药。打开药盒后,光敏电阻状态改变,系统检测到药盒已打开,药物可能已被取用,蜂鸣器停止报警。最后是手机显示功能测试,智能药盒通过蓝牙技术与手机建立稳定数据连接,用户可随时随地查看药盒状态,包括药品剩余量、上次服药时间等,并设置服药提醒时间和剂量,确保按时按量服药。此外,药盒还能记录每次服药时间和剂量,帮助用户形成良好用药习惯。测试结果与预期一致,功能通过。

5 结论

智能药盒帮助老年人更好地管理药物,为老年人提供方便、实用的药品管理工具,通过智能提醒功能,帮助他们按时服药,避免漏服或错服的情况,同时还可以反馈服药情况给医生,提高药物治疗的效果和安全性。智能药盒减少药品浪费,可以通过智能识别药品的有效期、质量等信息,减少药品的浪费,提高药品的使用效率。随着物联网技术的不断发展和智能家居市场的日益壮大,智能药盒作为家庭医疗健康管理的重要组成部分,具有广阔的应用前景和巨大的市场潜力。

参考文献

- [1] 吴宇豪,吕佳轩,翟恩国. 物联网智能家用药盒[J]. 儿童故事画报,2024,(10):38.
- [2] 蔡金娜,孙炜. 智慧养老模式数字化转型下的产品研究[J]. 丝网印刷,2024,(04):100-102.
- [3] 吕妍,郭雅聪,徐新华. 基于多方联动的养老模式探索[J]. 市场周刊,2024,37(04):30-33.
- [4] 曹国忠,范晓霞,孙寅迪,等. 基于TRIZ冲突解决理论的老年用品可用性设计方法[J]. 机械设计,2024,41(01):195-203.
- [5] 周婷婷,苏梦婷,田崑颖,等. 基于移动医疗应用技术接受模型的社区老年慢性病患者智能药盒使用体验的质性研究[J]. 军事护理,2024,41(01):1-4.