

# 设计基于嵌入式技术的智能手环

大平后机械与电  
子工程学院  
山东农业工程学院电子  
工程系 中国济南  
z2013433@sdaeu.edu.cn

机械与电子工程  
学院  
电子工程 中国山东农业  
工程学院，济南  
163989212@qq.com

李兆林 机械与电  
子工程学院  
山东农业工程学院电子  
工程系 中国济南  
32036332686@qq.com

清馨  
山东农业工程学院机械  
与电子工程学院 中国济  
南 1255514281@qq.com

**摘要**—随着科学技术的发展和医疗水平的不断提高，我们对自身的健康越来越重视。智能手环以其体积小、携带方便、可实时监测健康状况等优点受到越来越多人的青睐。本文设计的基于嵌入式的智能手环以 STM32 作为主控芯片，并配备了心率和血压检测模块、空气温湿度检测模块、计步模块、振动模块和 OLED 屏幕显示模块。通过 C 语言实现编程，最终可实现日期时间显示、空气温湿度检测、心率检测、卡路里检测、血压检测、计步等功能，并将所有检测数据显示在 OLED 屏幕上。该智能手环具有强大的设计功能和低廉的价格，为用户带来了更好的使用体验。

**关键词**—嵌入式、智能手环、数据监控

## 1. 引言

### A. 研究背景和意义

智能手环是智能可穿戴设备中最具代表性的产品之一。它可以详细记录用户每天的身体状况、运动量、热量消耗等数据，并将这些数据同步到手机、平板电脑等设备上，从而指导健康生活，用户可以根据自己的运动强度制定科学健康的运动计划。

### B. 国内外研究现状

数据显示，2013-2017 年智能手环市场交易规模趋于增长态势，目前智能手环的技术和功能基本能满足大多数人的使用要求。但是，如果2018年以后厂商在技术上没有突破，或者没有实现产品差异化，智能手环的市场交易额将会大幅下降[1]。

美国是世界上最早提出可穿戴智能检测设备并设计出原型的国家。美国的媒体实验室在 20 世纪 60 年代初就提出了多媒体、传感器和无线通信等创新技术，并将所有探测器

植入人们平时穿的衣服中，以检测人们的身体状况。美国人高度期待

智能可穿戴技术可以得到更好的发展，同时也期待着更先进技术[2]的出现。

C. 研究内容和意义

该课题主要包括以下研究内容

- 1) 显示系统时间，包括设计系统时间的准确性和可靠性。
- 2) 闹钟提醒时间的设定精度和振动电机的振动频率设计。
- 3) 心率和血压检测设计。
- 4) 温湿度检测设计。
- 5) 检测步数和卡路里消耗量。研究意义：

在设计上将运动手环和医疗手环的功能集成在一个智能手环上，使智能手环的功能更加完善，为用户提供更好的使用体验，同时还可能衍生出其他科技产品，推动智能产业的发展。

II. 总体设计

在课题研究现有运动手环的基础上，增加了温湿度检测和血压检测功能，使智能手环的功能更加完善。智能手环的设计分为硬件设计和软件设计。硬件设计方面采用 STM32F411 作为主控芯片，主要用于采集相关数据，分析处理相关信息，协调整个系统中的各个模块。在软件设计方面，通过 Keil 5 编程软件用 C 语言编写程序。整个系统框图如图 1 所示。

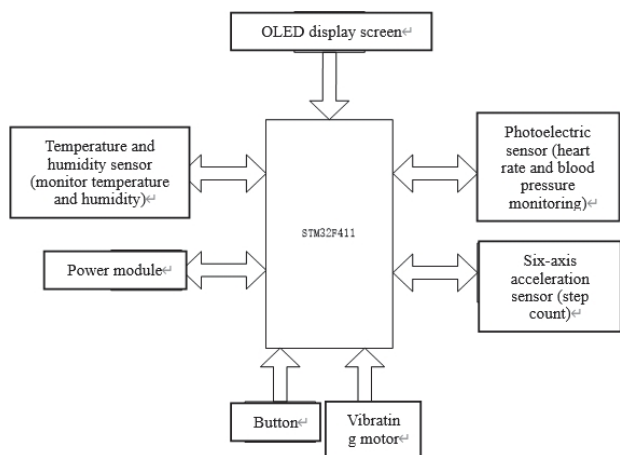


图 1.系统整体框图

### III. 硬件设计

#### A. 主控芯片

选择 STM32 作为设计中主要控制芯片的原因包括

- 广泛使用 ARM 内核。
- 仅扩展功能模块的接口就很多。
- STM32 价格合理。
- 功耗低，运行速度快。
- 支持所有嵌入式操作系统

主控芯片原理图如图 2 所示。

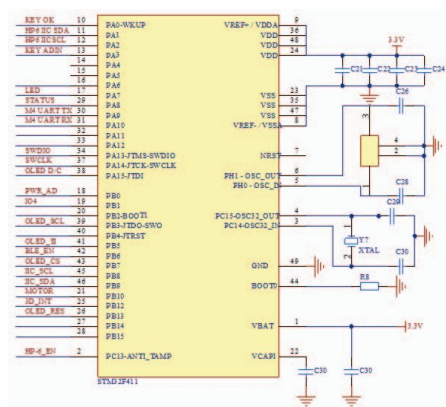


图 2.主控芯片示意图

#### B. 心率和血压检测模块

心率和血压由光电传感器通过光电血压计（PPG）进行检测。HP-6 光电传感器的原理图如图 3 所示。

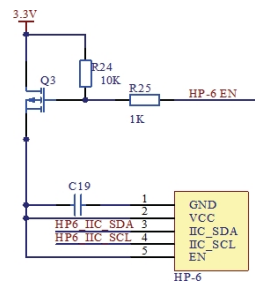


图 3. HP-6 光电传感器示意图

心率和血压是通过可见光在人体内的反射，用光敏血压计（PPG）检测出来的。

检测到的光信号被转换成电信号，然后经过完善、分析和计算，得出心率和血压。

#### C. 温湿度检测模块

温湿度集成数字输出传感器体积超小，但精度非常高。因此，它得到了广泛的应用 [5]。SHT20 温湿度传感器就是其中之一。其原理图如图 4 所示。

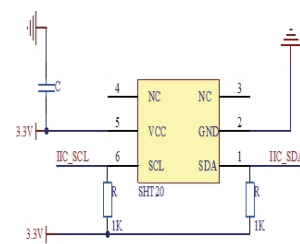


图 4. SHT20 原理图

#### D. 步数模块

步进计数功能由 MPU6050 六轴加速度传感器实现。MPU6050 的原理图如图 5 所示。

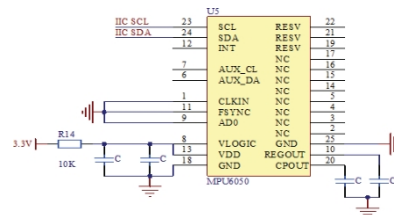


图 5. MPU6050 原理图

用户将智能手环佩戴在手腕上，运动时随着手腕的抖动，MPU6050 各轴的加速度值会发生周期性的明显变化，数据经过记录、分析和计算得到行走步数。

#### E. OLED 显示屏

经过综合考虑，系统设计选用了 OLED 显示屏。OLED 显示屏的原理图如图 6 所示。



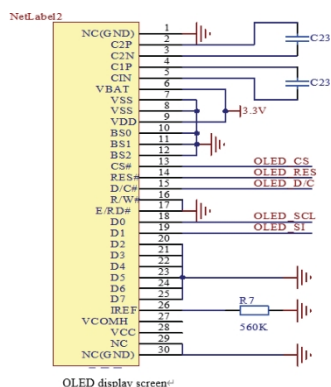


图 6.OLED 电阻式显示屏示意图

#### F. 按钮设计

智能手环的按钮主要用于唤醒手环屏幕和切换手环功能。按钮原理图如图 7 所示。

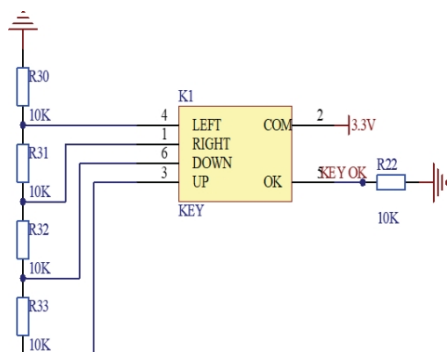


图 7.按钮示意图

#### G. 振动电机

在设计中，智能手环支持闹钟设置，可用于晨起呼叫或提醒。振动电机原理图如图 8 所示。

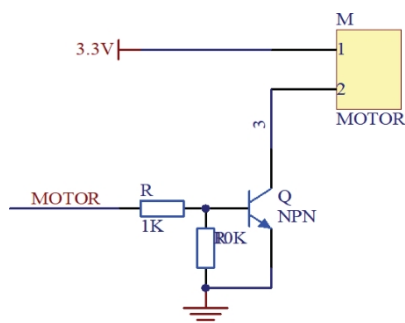


图 8. 振动电机示意图

### IV. 软件设计

常见的编程语言包括 C 语言和汇编语言。汇编语言编程效率高，内存小，但属于低级语言，需要了解相关硬件结构，编程难度大，可移植性差。C 语言兼具高级语言和低级语言的某些特点，拥有丰富的编程语言，但其编程难度大，可移植性差。

可调用的函数库。因此，系统使用 C 语言进行程序设计和开发，整个程序由主程序和所有子程序组成[7]。

#### A. 设计主程序

主程序是整个程序的主体部分，它与所有模块的程序融为一体，完成系统初始化、信息显示、信息处理、数据传输、控制信号发射等功能。总程序设计流程图如图 9 所示。

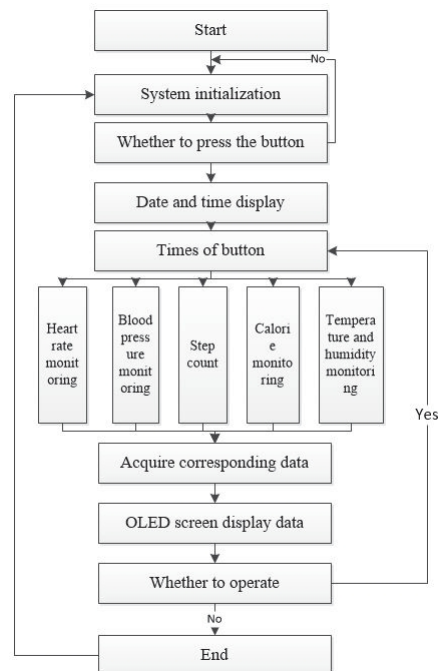


图 9. 一般程序流程图

#### B. 次级计划的设计

系统中使用 C 语言编程实现所有模块的功能。C 语言具有强大的模块化设计特性，促进了模块化编程和调用的实现[10]。

##### ● 温湿度采集

系统开始工作，温湿度传感器等待指令。当检测到温度和湿度时，主控芯片唤醒 SHT20 温湿度传感器。温湿度采集流程图如图 9 所示。



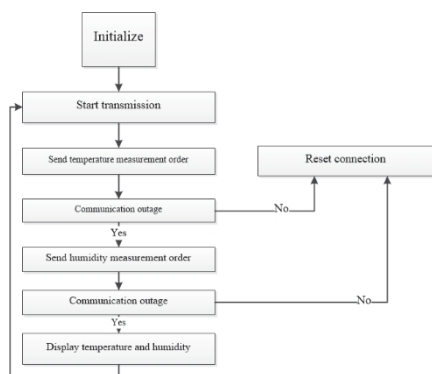


图 10.温湿度采集流程图

#### ● 心率和血压数据采集

系统开始工作，心率和血压传感器等待指令。当检测到心率或血压时，主控芯片唤醒心率和血压传感器，并将检测到的心率或血压显示在 OLED 显示屏上。心率和血压数据采集流程图如图 11 所示。

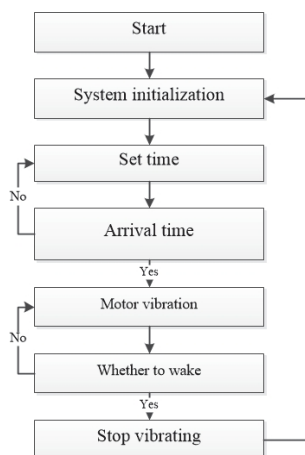


图 11.心率和血压数据采集流程图

#### ● 步进计数数据采集

系统开始工作时，加速度传感器启动。在运动过程中，所有轴的加速度值都会发生明显变化，系统会记录并分析这些数据，从而得出行走步数。如果您想观察步数，可以将按钮转到计步功能，OLED 显示屏上将显示当前步数。计步数据采集流程图如图 12 所示。

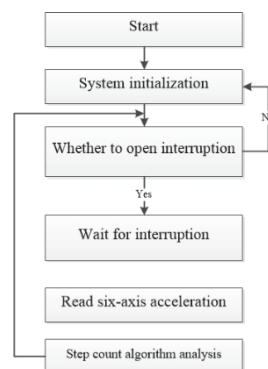


图 12.步数数据采集流程图

#### ● 数据显示

系统启动后，屏幕上将显示日期和时间。如果不执行进一步操作，屏幕将在 3-4 秒后变暗。按下按钮后，屏幕将亮起；可通过按下按钮选择不同的功能，并在 OLED 显示屏上显示检测到的数据。

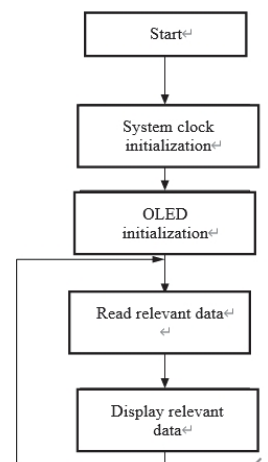


图 13 数据显示流程图

#### ● 设置闹钟

系统开机后，设置闹钟时间，振动电机等待指令。到了指定时间，主控芯片会向振动电机发出启动指令，振动电机开始振动。闹钟设置流程图如图 14 所示。

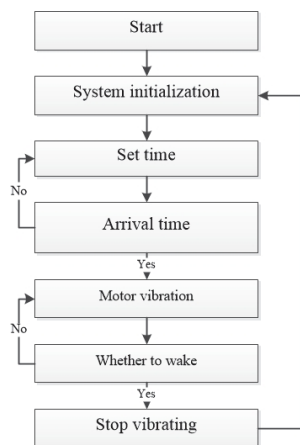


图 14.闹钟设置流程图

## V. 摘要

本文设计的基于嵌入式的智能手环以 STM32 微控制器作为主控芯片，并配备了心率和血压检测模块、空气温湿度检测模块、计步模块、振动模块和 OLED 屏幕显示模块。通过 C 语言实现编程，最后显示日期和时间、空气温湿度检测、心率和血压。

智能手环的速率检测、卡路里检测、血压检测、计步等功能得以实现，OLED 屏幕显示的所有检测数据在时间校准、手感优化等方面的设计预期也得以提升。智能手环目前市场上出现的时间还不长，还需要继续研究，争取在技术上有更大的突破，使智能手环的功能更强大，性能更稳定，为用户提供更多的服务。

## 参考资料

- [1] 宋宝林.可穿戴设备现状及未来发展方向综述 [J].硅谷，2014,7（08）：9-10.
- [2] 杨婷，黄涛，谢亮.基于STM32微控制器的智能手环设计[J].Science Mosaic，2016（08）：190-192.
- [3] 文全刚.嵌入式系统电路原理与应用[M].北京航空航天大学出版社，2009
- [4] 孙超，王有思，陈红艳，陆宇.智能腕带心率测量系统的设计[J].中小企业管理与科技（上旬刊），2018（08）：149-150.
- [5] Guo Xiaoke.单芯片技术在 "智能 "电子产品中的应用[J].通信电源技术，2018,35（01）：177-178
- [6] 李红，王强.C语言程序设计问答》。北京：中国机械工业出版社，2010年。
- [7] Chen Ping, Chen Yan.基于蓝牙技术的温度测量数据采集系统 [J].仪器技术与传感器，2005（11）：40-42.



