

Design of a Smart Bracelet for Elderly Care

Xinjia Liu[#], Xiuwen Yang, Yue Fan, Feiyu Li, Jin Rui

School of Information and Communication Technology, Beijing University of Information Technology, Beijing, 100101, China

[#]Email: 1127555467@qq.com

Abstract

This study proposes an intelligent elderly care bracelet that can help children of elderly people living alone in an aging society take care of their health and life safety. Based on STM 32 technology, the bracelet uses single chip computer to realize real-time monitoring of the key body parameters of the elderly. The data is uploaded to the elderly care service platform mini-program "Smart Butler" through the Internet, and compared with the national standard health parameters for the elderly. In case of an abnormality, the small program will remind the children through a pop-up screen alarm to ensure that they can take timely action. Users can obtain health information and elderly care services through the platform, and can also put forward personalized needs, so that the needs of the elderly can be met in time. The platform also includes a regular reminder function to help the elderly take their medicine on time and avoid health problems. The results of this project are expected to greatly improve the quality of life of the elderly, reduce the pressure of children's care, and create a more secure pension environment for the elderly and their families. Through continuous improvement and user feedback, we are committed to realizing the innovative vision of smart elderly care services.

Keywords: STM 32 Technology; JavaScript; the Elderly Living Alone; Smart Pension

一种智慧养老手环的设计研究*

刘芯嘉*, 杨秀文, 樊悦, 李菲宇, 芮金

北京信息科技大学, 北京 100101

摘要: 本研究设计提出了一种智能养老手环, 可以帮助老龄化社会中独居老人子女照顾老人的健康与生命安全。手环基于 STM32 技术, 利用单片机实现实时监测老人的关键身体参数。数据通过互联网上传至 JavaScript 编写的养老服务平台——“智慧管家”小程序, 与国标老年健康参数比对。一旦出现异常, 小程序将通过弹屏报警提醒子女, 确保他们能及时采取行动。用户可以通过该平台获取健康信息和养老服务, 还可以提出个性化需求, 使老人的需求得到及时满足。平台还包括定时提醒功能, 帮助老人按时服药, 避免健康问题的发生。该研究有望极大地改善老年人的生活质量, 减轻子女的照料压力, 为老人和家庭创造更安心的养老环境。通过持续的改进和用户反馈, 我们致力于实现智慧养老服务的创新愿景。

关键词: STM32 技术; JavaScript; 独居老人; 智慧养老

引言

随着人口老龄化的加剧, 养老需求结构正在从生存型向发展型转变, 同时老龄事业和养老服务还存在发展不平衡不充分等问题; 面对老龄人口逐年攀升, 空巢老人和慢性病老年人数量持续增加, 国民养老意识日渐提升, 社会对养老院的需求也日趋增长, 关注老年人的健康和生活质量变得越发重要^[1]。为了缓解老龄化带来的问题, 智能养老产品应运而生, 用于解决子女照料独居老人与老人自身生命安全之间的矛盾。本文基

*基金资助: 受北京信息科技大学 2023 年促进高校内涵发展-大学生科研训练项目 (5112210831) 支持。

于 STM32 技术，设计了一款“邻客”智能手环，辅以“智慧管家”小程序。硬件部分利用传感器进行老人的体温、睡眠、心率、呼吸等重要身体参数的信息采集，通过单片机实时监测控制，并将数据上传至 JavaScript 编写的养老服务平台--“智慧管家”

小程序，与国标老年健康参数或老人长期健康数据进行比较。在出现异常情况时，小程序将通过弹屏报警提醒子女，以便他们能够迅速采取行动；用户也可以通过平台获取相关健康服务信息，提出个性化需求。此外，该小程序还具备定时提醒功能，提醒老年人按时用药，从而避免因遗忘而产生的健康问题。

1 手环系统的整体设计

1.1 系统整体方案的设计

本系统的设计是为老年人提供健康监测服务，通过与互联网技术结合开发出新的智慧养老服务。结合智能可穿戴技术设计并制作出了一款便于老年人穿戴的智能手环，与传统的监测式医疗设备相比，可穿戴式设备具有便携、远程监护等优点，老人在家就可以对自己的身体进行实时监测。

本系统总体结构的框架图如下图 1 所示。如图所示，本系统分为手环和微信小程序两个部分，它们依托于蓝牙技术进行数据通信。智能可穿戴手环电子产品部分包括了六个模块，主要是进行健康监测、运动状态监测。

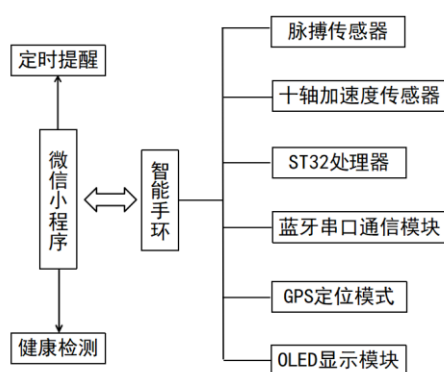


图 1 系统总体结构图

2 手环系统硬件设计：邻客智能手环

智能手环的主要功能就是采集手环使用者的心率数据、运动状态、体温和位置等信息，然后通过显示屏显示采集到的信息，同时利用蓝牙通信，手环使用者的亲属手机中相应的 APP 上会同步更新数据信息。智能手环的硬件设计部分主要有以下几个模块构成：STM32 主控模块、心率采集模块、运动状态采集模块、蓝牙通信模块、GPS 定位模块以及 OLED 显示模块。图 2 为系统总体硬件设计结构图。

2.1 硬件搭建过程研究方法

搭建基于 STM32 的智能手环的硬件部分是研究的关键，它涉及硬件选择、设计、连接和测试等多个方面。

主控制芯片是整个硬件结构的一个主要核心元器件，其主要工作是获取各功能模块采集的数据信息，并且要对其进行解析，然后传送数据至显示屏。本系统的核心处理器采用 STM32 系列大容量存储密度处理器 STM32F030F4P6。STM32F030F4P6 系列芯片是内核为 32 位的 ARMCortex™-M0 微处理器芯片，代码效率高，配置的外设接口数量较多，并且集成度高、功能强，具有良好的实时性，性价比高，其主系统如图 3 所示^[2]。

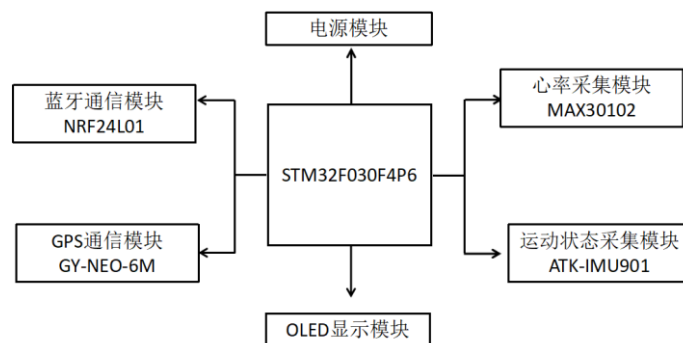


图 2 系统总体硬件设计结构图

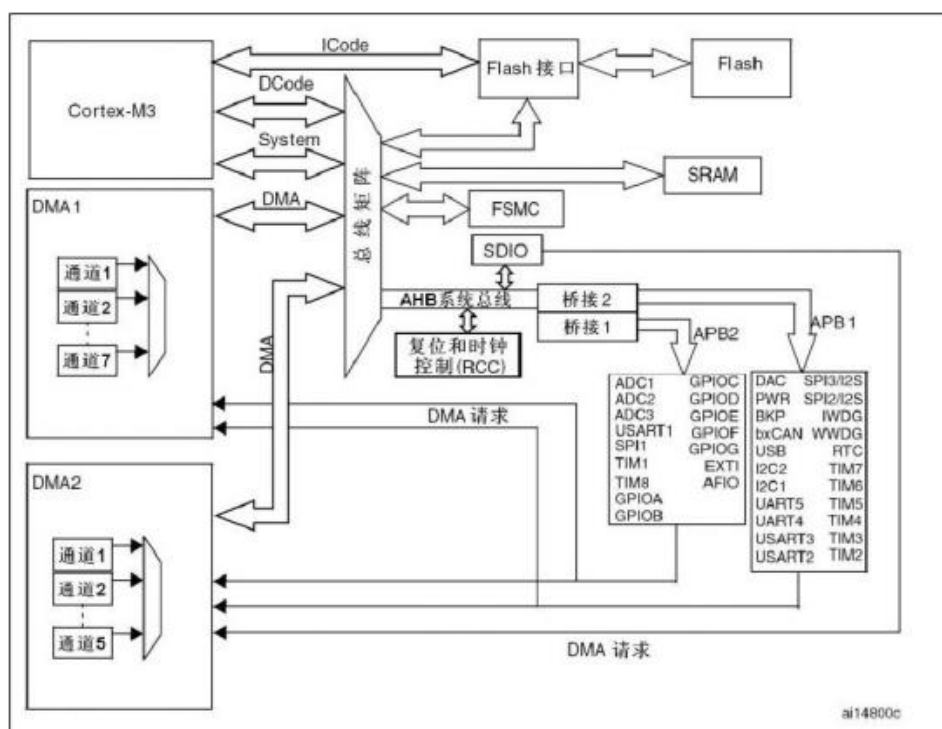


图 3 STM32 系统结构图

2.2 需求分析和硬件选择

2.2.1 需求分析

首先，明确智能手环的需求，包括所需的传感器类型（例如心率传感器、加速度计、温度传感器）、显示屏类型（例如 OLED、TFT）、蓝牙模块和电池规格等。

STM32 微控制器选择：选择适合项目需求的 STM32 微控制器型号。考虑处理器性能、内存容量、GPIO 引脚数以及其他特性。

2.2.2 传感器选择

根据手环的功能，选择合适的传感器，确保它们与 STM32 微控制器兼容。

本系统采用 MAX30102 心率传感器，适宜于移动性强的可穿戴设备，使用光电容积脉搏波描记法(PPG)进行心率的监测，此方法是无创的，通过光电信号进行测量，并且是连续地测量出心率的。MAX30102 是一个集成的红外光学生物传感器模块，既可以直接实现测量脉搏的功能，同时也可以直接监测人体的心

率。MAX30102 心率传感器有两个 LED，一个是红光，另一个是红外光，作为一个光学传感器必然内置光电检测器和光学器件，此外为了抑制环境光对检测结果的影响，还包含有一个具有低噪声的电子电路，同时具有 I2C 接口。如图 4 为 MAX30102 的实物图^[3]。



图 4 MAX30102 实物图

显示屏选择：选择合适的显示屏，考虑分辨率、大小、显示技术等因素。

蓝牙模块选择：选择支持蓝牙通信的模块，确保与 STM32 兼容，并能满足通信需求。

电池管理：选择适当的电池和管理系统，以满足电源需求，并实现低功耗设计。

2.3 硬件设计和电路图绘制

电路设计：根据硬件需求和选择的组件，设计手环的电路图。确保所有组件正确连接，包括传感器、显示屏、蓝牙模块、电池等。

电源管理：设计电源管理电路，以提供稳定的电源供应，并确保电池充电和管理正常运行。

布局设计：设计硬件布局，考虑各个组件的位置，以便在手环外壳内合理安装。

原理图绘制：根据电路设计，绘制详细的原理图，包括元件的连接和电路图标注。

2.4 PCB 设计和制造

PCB 布局：根据电路设计，设计 PCB（Printed Circuit Board）布局，包括元件的位置和连接路径。

PCB 绘制：使用专业的 PCB 设计软件，将布局设计转化为 PCB 绘制文件。确保所有连接正确。

制造 PCB：将 PCB 绘制文件发送给 PCB 制造商，制造 PCB 板。确保制造质量和规格符合设计要求。

2.5 组件采购和组装

组件采购：采购所有必要的硬件组件，包括 STM32 微控制器、传感器、显示屏、蓝牙模块、电池等。

PCB 组装：将所有组件焊接到 PCB 板上，确保连接正确、焊点牢固。

外壳设计与制造：设计手环外壳，包括按钮、带扣、显示屏窗口等。然后制造手环外壳，确保组装的机械稳定性和防水性能。

2.6 软硬件集成与测试

硬件连接：将制造好的硬件组件连接到 STM32 微控制器，包括传感器、显示屏、蓝牙模块等。

固件烧录：将手环的固件程序烧录到 STM32 微控制器中。

功能测试：确保所有传感器和组件正常工作，手环可以采集和显示数据，与蓝牙模块通信。

2.7 性能优化和测试

低功耗设计：优化电源管理系统和软件，以降低功耗，延长电池寿命。

性能测试：测试手环的性能，包括数据采集速度、显示响应时间、蓝牙连接稳定性等。

2.8 用户测试和反馈收集

用户测试：邀请用户参与测试，让他们佩戴手环并提供反馈，以评估用户体验。
问题修复：根据用户反馈，修复潜在问题，改进手环的功能和界面。

2.9 硬件搭建总结和文档编写

总结：总结硬件搭建过程，记录关键问题和解决方案。

文档编写：编写详细的硬件搭建文档，包括电路图、PCB 设计、组件清单、装配步骤等。

以上硬件搭建过程的详细研究方法涵盖了从需求分析到最终组装和测试的所有关键步骤。通过系统性的方法，可以确保基于 STM32 的智能手环硬件的可靠性和性能。这一过程的成功执行是项目成功的关键。

3 软件设计：智慧管家小程序

STM32F030F4P6 是智能手环系统中的微控制处理器单元，先初始化需要用到的串口,A/D,定时器，接着通过串口，I2C，A/D 等驱动蓝牙模块，心率采集模块，加速度传感器等。下图 5 是本系统的软件流程图。

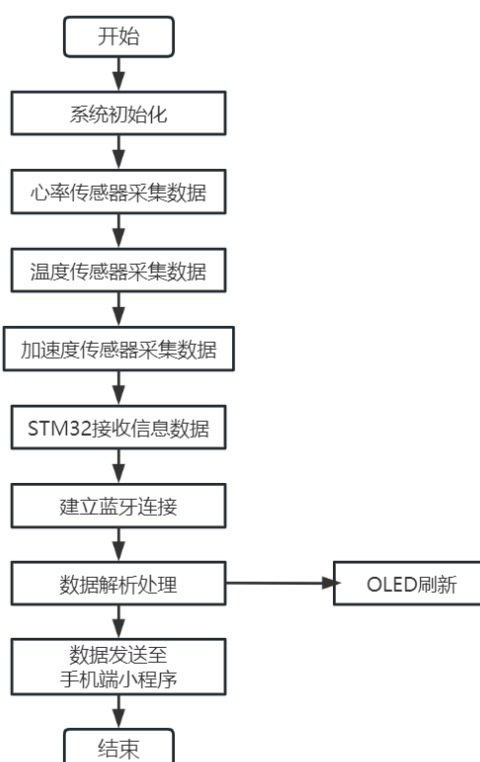


图 5 系统总体软件设计工作流程图

3.1 研究方法

在搭建小程序与 STM32 智能手环进行交互的过程中，小程序的开发是核心任务之一。小程序将充当用户与手环之间的桥梁，为用户提供友好的界面，实现数据的展示、控制和交流。本节将详细介绍小程序的开发流程和关键步骤。

3.2 功能设计

在小程序开发之前，首先需要明确定义小程序的功能和界面设计。这些功能应该与 STM32 手环的特性相匹配，以实现数据传输、控制手环功能、显示生理数据等。以下是一些可能包括的功能：

用户登录与注册：为用户提供账户管理，确保数据安全。

手环连接：实现与 STM32 手环的连接和断开连接功能。

数据显示：显示手环采集的生理数据，如心率、步数、睡眠质量等。
通知管理：接收并显示来自手环的通知，如短信、来电通知等。
手环控制：远程控制手环功能，如启动/停止监测、切换显示内容等。
数据同步：实现手环数据与小程序的同步，确保用户可以随时查看历史数据。

3.3 前端开发

前端开发是小程序开发的核心部分，它决定了用户界面的外观和交互。以下是前端开发的主要步骤：

界面设计：设计小程序的界面，包括主屏幕、数据展示页面、设置页面等。确保界面清晰、直观，符合用户习惯。

页面布局：使用 HTML 和 CSS 来创建页面布局，确保界面元素的正确排列和样式。

交互设计：为每个界面添加用户交互，如按钮点击、数据刷新、手势识别等。

数据绑定：将前端界面与后端数据源进行绑定，以确保数据的动态展示和更新。

3.4 心率检测部分程序设计

心率采集模块中，首先需要获取心率模块采集到的原始数据，此处将这个变量命名为

Signal。此部分程序的主要步骤如下：首先对 TIM3 定时器进行初始化，接着选用 update event 作为 TRGO，然后通过 TIM3 定时器中断来触发 ADC 通道，并且在每隔 2ms，即一个定时周期。结束后便要重新触发一次，下一步是进入 ADC 中断服务函数，此时便得到心率采集模块采集到的原始数据，将它存放在 Signal 中。此过程的基本流程如下图 6 所示^[4]。



图 6 获取心率模块采集的原始数据流程图

蓝牙连接：实现与 STM32 手环的蓝牙连接和数据交互，确保数据的及时传输。本系统设计选取 NRF4L1 模块作为手环的蓝牙通信模块，通过串口与 STM32 进行通信，完成数据的发送和接收。本系统中的波特率一致配置成 9600，并且蓝牙模块的波特率也是 9600，两者的配置应当相同，否则后续无法进行正常的通信。此外还需要在帧结尾传输一个停止位，设置为无奇偶校验位，接着打开使能串口 1 的中断。

3.5 GPS 定位部分程序设计

本系统设计选取 NEO-6M 模块作为手环的 GPS 定位模块，通过串口与 STM32 进行通信，完成数据的发送和接收，设置串口收发器即可进行通信，主要设置波特率、收发模式等功能。同蓝牙串口通信的第一步一样，同样是设置中断收发器的 10 口，此处需要将 USART1 中的 TX 引脚设定为推挽输出模式，引脚输

出时钟频率设为 50MHz，RX 引脚配置为推挽浮空输入模式，波特率一致设定为 9600，帧结尾传输一个停止位，设定为无奇偶校验位。

3.6 后端设计

后端开发是支持小程序的关键，它负责处理用户数据、通信和安全性。以下是后端开发的主要步骤：

服务器架构：选择适当的服务器架构，可以是传统的 Web 服务器、云服务，或者自建服务器。

数据库设计：设计数据库结构，用于存储用户信息、手环数据、日志等。

API 开发：开发 API 接口，用于小程序与后端之间的数据传输和交互。

数据安全：实施数据加密、用户身份验证等安全措施，保护用户隐私和数据安全。

服务器管理：确保服务器的稳定性和可靠性，及时处理服务器问题。

3.7 测试

完成小程序开发后，进行用户测试是必不可少的步骤。测试旨在发现和修复潜在的问题，改进用户体验。以下是测试的主要方面：

3.7.1 硬件部分测试

将手环的各部分模块电路元件组装，程序编译无误后，使用下载线将程序烧录到手环硬件当中。程序烧录完成后，给手环连接上锂电池，上电以后，可以看到手环显示屏显示身体状态、心率、温度，如图 7。

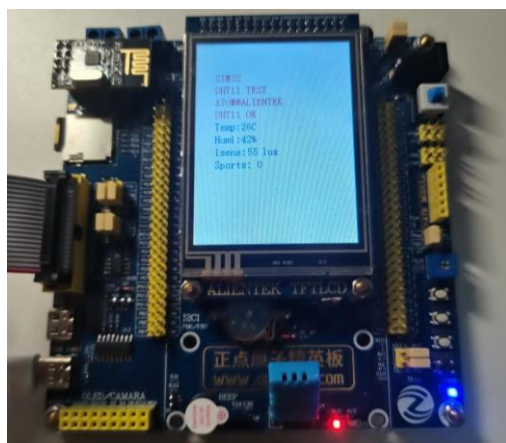


图 7 手环上电显示图

3.7.2 软硬件联合测试



图 8 小程序主界面图

手机内打开相应的微信小程序后，需要打开手机蓝牙，进入小程序界面后点击扫描，便可开始搜索附近蓝牙设备，找到手环蓝牙并连接。待蓝牙连接成功后，便可直接进入手环小程序的主界面，在主界面上会相应的显示出手环显示屏上所展现的数据，包括体温、心率、身体状态，如图 8 所示。

总之，小程序开发是与 STM32 智能手环交互的关键环节之一。通过明确定义功能、精心设计界面、开发前后端，以及进行用户测试，可以确保小程序的质量和用户体验。

4 结语

本研究结合当今老龄化社会的背景，设计了一款基于 STM32 的智能养老手环，利用单片机实现实时检测老人的身体参数，结合手环还设计了一个由 JavaScript 编写的养老服务平台——“智慧管家”小程序，将采集到的健康数据上传到小程序与国标老年健康参数比对。一旦出现异常，小程序将通过弹窗报警的方式提醒子女采取行动。小程序还提供个性化服务，为老人创造更好的养老环境。

设计了手环软硬件系统，硬件的核心处理器采用 STM32 系列大容存储密度处理器 STM32F030F4P6，智能手环的硬件设计部分主要有以下几个模块构成：STM32 主控模块、心率采集模块、运动状态采集模块、蓝牙串口通信模块、GPS 定位模块以及 OLED 显示模块。智能手环的主要功能就是采集手环使用者的心率数据、睡眠、体温和位置等信息，通过显示屏显示采集到的信息，同时利用蓝牙串口通信，建立手环与微信小程序的联系，手环使用者的亲属可随时调用数据，对老人进行健康监测。

对整体硬件系统和软件进行联合测试，进入手环小程序的主界面，在主界面上会相应的显示出手环显示屏上所展现的数据，包括体温、心率、身体状态。

本研究虽然达到了预期的结果，但是想要成功面世还需要进行改进。在后期可以减小硬件的体积，使设计得到优化，并考虑增加更多的功能。可以给手环增加音视频的功能，当老人遇到危险的时候，子女可以更好的了解老人的处境，有效的采取措施。小程序的 UI 界面的设计可以更精美一些，还可以增加一些健康类科普文章，电台讲座等，还可以让社区医护人员入驻小程序，平时可以寻医问诊，解决一些小毛病，节约老年人去医院的时间。

参考文献

- [1] 两会特稿.应对人口老龄化，代表委员建言:全力推动养老服务高质量发展.法制日报.2022.3
- [2] STM32F030F4P6 Technical Manual.2013; 8
- [3] MAX30102 Heart Rate Sensor Technical Manual.2013; 8
- [4] Jing Tian. Design and implementation of elderly smart bracelet based on STM32. Nanjing University of Posts and Telecommunications.2020.6; 30-31

【作者简介】

¹ 刘芯嘉（2004-），女，汉族，大学，本科生，电子信息工程，就读于北京信息科技大学信息与通信工程学院。
1127555467@qq.com

² 杨秀文（2003-），女，汉族，大学，本科生，电子信息工程，就读于北京信息科技大学信息与通信工程学院。
2316887104@qq.com

³ 樊悦（2004-），女，汉族，大学，本科生，电子信息工程，就读于北京信息科技大学信息与通信工程学院。

⁴ 李菲宇（2003-），女，汉族，大学，本科生，电子信息工程，就读于北京信息科技大学信息与通信工程学院。

⁵ 芮金（2002-），男，汉族，大学，本科生，通信工程，就读于北京信息科技大学信息与通信工程学院。