

基于C51单片机生理参数采集系统的设计

高越¹, 王芯芯², 陈佩江^{1*}, 余尚岷¹, 张烁阳¹, 李旺圣¹, 王茂帅¹

¹临沂大学机械与车辆工程学院, 山东 临沂

²临沂大学信息科学与工程学院, 山东 临沂

收稿日期: 2023年12月18日; 录用日期: 2024年1月20日; 发布日期: 2024年1月29日

摘要

生理参数采集有助于疾病检测, 但目前医院固定使用的检测仪, 存在操作不便、难以读数、缺乏储存功能等问题。针对这些问题, 本文介绍了一种基于单片机结合物联网的生理参数采集系统, 分别设置了人脸采集模块采集人脸信息进行识别、存储。体温采集模块自动采集患者体温并记录存储。脉搏采集模块采集脉搏的速率。使用蓝牙模块传输患者的人脸信息, 体温、脉搏波数据, 极大地提高了医疗检测效率。

关键词

生理参数, 数据采集, 数据传输, 物联网, 医疗

Design of Physiological Parameter Acquisition System Based on C51 Microcontroller

Yue Gao¹, Xinxin Wang², Peijiang Chen^{1*}, Shangmin Yu¹, Shuoyang Zhang¹, Wangsheng Li¹, Maoshuai Wang¹

¹School of Mechanical and Vehicle Engineering, Linyi University, Linyi Shandong

²School of Information Science and Engineering, Linyi University, Linyi Shandong

Received: Dec. 18th, 2023; accepted: Jan. 20th, 2024; published: Jan. 29th, 2024

Abstract

The collection of physiological parameters is helpful for disease detection, but currently there are only fixed detection devices used in hospitals, which have problems such as inconvenient opera-

*通讯作者。

文章引用: 高越, 王芯芯, 陈佩江, 余尚岷, 张烁阳, 李旺圣, 王茂帅. 基于 C51 单片机生理参数采集系统的设计[J]. 传感器技术与应用, 2024, 12(1): 92-97. DOI: 10.12677/jsta.2024.121011

tion, difficulty in reading, and lack of storage function. In response to these issues, this article introduces a physiological parameter acquisition system based on a microcontroller combined with the Internet of Things, which sets up face acquisition modules to collect facial information for recognition and storage. The temperature collection module automatically collects the patient's temperature and records it for storage. The pulse acquisition module collects the rate of person's pulse. Use Bluetooth modules to transmit patient facial information, body temperature, and pulse wave data, greatly improving the efficiency of medical detection.

Keywords

Physiological Parameters, Data Collection, Data Transmission, Internet of Things, Medical Treatment

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着科技的飞速发展,数字化、智能化已经成为现代医疗设备的发展趋势。在医疗保健领域,生理参数的实时监测也发挥着越来越重要的作用。近年来,我国人口老龄化加快,慢性病发病率上升,而乡村、社区等基层医疗基础设施并不完善,国务院办公厅陆续发布《关于推进建立分级诊疗制度建设的指导意见》等文件指导意见[1]。本设计为医疗服务提供了新的可能性,帮助患者更好的了解和管理自身健康,使得健康数据的采集、分析和共享变的更加便捷和高效。

生理参数的采集在医疗、健康等领域都发挥着极其重要的作用,为诊断患者的病情,患者健康状况的评估等方面提供了重要依据。但是目前的生理参数采集系统具有小范围采集,生理参数采集与分析的准确性较低、传输较慢、使用过程较繁琐等缺点。本文基于 C51 单片机进行生理参数采集系统的设计。当用户使用便携式体检装置进行体检时,首先进行身份识别,通过身份证扫描和人脸识别的方式采集信息。然后自动采集用户体温、脉搏、血氧、血糖、血压等主要生理信号[2]。近些年,人口老龄化程度日益加剧,我国 2019 年《国民经济和社会发展统计公报》报告提示,我国大于 65 岁的老年人至少达 17603 万人,是全国总人口的 12.6% [3]。慢性非传染性疾病由于人口老龄化和生活方式的改变,已成为中国居民最主要的死亡原因和疾病负担。生理信号的采集可为广大老年人群进行疾病预测做下良好铺垫,为未来医疗领域的发展提供了新的思路和方法,推动智能医疗技术的进一步发展。

2. 总体设计

基于单片机的生理参数采集系统是一种用于实时监测生理参数的便捷式移动传输设备。它通过集成生理传感器、信号调理模块、单片机、存储模块、通信模块、显示模块和电源模块,实现了生理参数的采集、存储、处理、传输和显示功能。在硬件方面,系统选用了低功耗、高性能的单片机(AT89C51)作为控制核心,以确保系统的稳定性和响应速度。生理传感器用于采集生理参数,信号调理模块负责对传感器输出信号进行放大、滤波等处理。存储模块(EEPROM)用于存储生理参数数据,通信模块(USB、蓝牙)用于传输生理参数数据,显示模块(LCD 显示屏)用于实时显示生理参数,电源模块确保系统稳定、高效地运行。软件方面,系统采用了单片机编程、传感器驱动、存储模块接口、通信协议实现、显示驱动和用户界面设计等技术,实现了生理参数数据采集、存储、处理、传输和显示的功能。

整个系统在设计过程中充分考虑了用户体验和人机交互，以确保产品的易用性和实用性。红外测温模块采用 MLX90614 红外温度传感器，该传感器通过 I/O 口与单片机相连。通过 TCRT5000 红外传感器采集脉搏波信号，采集后的信号经过放大、滤波后，一路信号输入单片机内置 A/D 转成数字信号，得到脉搏波 [4]；另一路经过整形电路转成方波信号输入单片机 I/O 口计算脉率。蓝牙模块采用 HC-05 芯片，该芯片与单片机通过串口通信，单片机将传感器采集的体温值和脉率通过串口发送给 HC-05，HC-05 再通过蓝牙将数据传送给手机或电脑等，由此实现远程监测病人体征数据的目标 [5]。设计框图简图如图 1 所示。

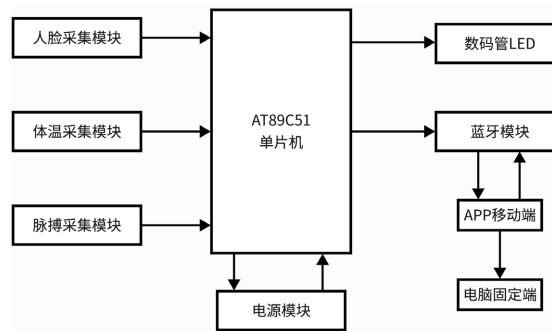


Figure 1. Overall framework structure
图 1. 整体框架结构

3. 人脸采集模块

红外采集模块采用的 C51 单片机使用的是 nVIDIA 公司推出的首款 K8 平台整合芯片组，具有体积小、低功耗、易于学习和使用、兼容性强等优点。C51 单片机的 I/O 口分为输入口和输出口两种，由 P0、P1、P2、P3 共四个端口组成。使用 GND 引脚为其提供电源。红外摄像头的的数据接口连接 C51 单片机的 P3.5 (SCK)、P3.6 (MISO) 和 P3.7 (MOSI) 接口并与摄像头模块的 SCLK、SDA 和 SDIO 引脚相连。P3.0 作为摄像头模块的片选信号。

本设计采用 OmniVisionOV7725 红外摄像头进行人脸信息采集。OV7725 是一款高性能的 CMOS 图像传感器，内置了 850 nm 红外 LED 灯，能够在低光照条件下清晰地捕捉到人脸图像，适用于各种环境。OV7725 最高支持 30 帧/秒的图像采集速度，能够确保人脸检测和人脸识别算法取得良好的效果。

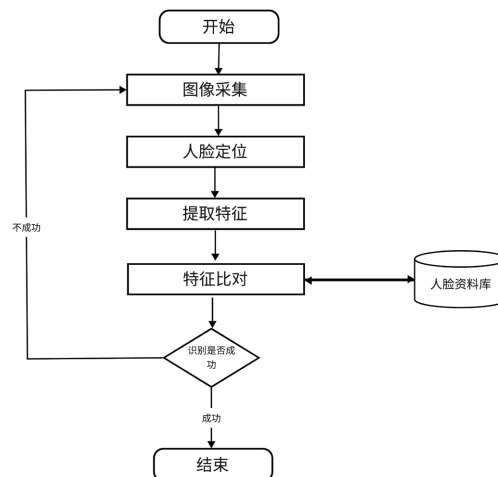


Figure 2. Facial information collection process
图 2. 人脸信息采集流程

红外摄像头与 C51 单片机进行连接后,对 C51 单片机和摄像头模块通过宏定义和相应的头文件设置单片机的相关参数从而进行初始化。在完成初始化工作后,开始人脸检测。红外摄像头采集人脸信息的流程如图 2。

身份识别主要用于确认用户的身份。红外摄像头采集人的面部信息,连接到单片机对应的 SPI 接口。

然后在 LED 显示屏上显示采集的信息。每个人的信息都是复杂的,这也就导致某些情况下人脸识别也会出现误差或识别不上,这就需要人工进行识别,所以设计了一套按键模块,连接到单片机的 GPIO 端口,便于操作和确认用户的身份。使用 FLASH 芯片存储已经识别注册过的用户基本信息,连接蓝牙与远程设备进行通信。

4. 体温采集模块

硬件方面:单片机选择具有足够的 IO 口和计算能力 AT89C51 单片机;在传感器选择上需要考虑到测量体温方法可分为两类,即接触式和非接触式。非接触式大多采用红外测温,优点是可以在不接触患者的情况下进行体温测量,但由于环境温度变化等因素会使误差相对较大。所以在本设计中采用接触式的测温方法,以减小误差,准确的反应出人体体温的变化。设计中使用 DS18B20 数字温度传感器进行腋下接触式测温,其测温范围为 $-55\sim 125$ 摄氏度,当其内部的 A/D 转换器设置为 12 位时,其精度 0.0625 摄氏度,满足体温测量的 0.1 摄氏度的精度要求。DS18B20 独特的单线接口仅需一个端口引脚便可与单片机进行传输。使用单片机的编程语言(C 语言)编写程序运行实现。初始化单片机的 IO 口和其他必要的设置,通过 IO 口读取红外温度传感器的输出信号,根据传感器的规格书,将传感器的输出信号转换为温度值,将温度值存储到单片机的内存中。数码管 LCD 显示屏,用于显示采集到的温度值。

正确将 DS18B20 温度传感器的 VCC 引脚连接到单片机的电源正极,GND 引脚连接到单片机的电源负极。传感器的 OUT 引脚连接到单片机的一个可用 IO 口。LCD 显示屏,将其连接到单片机的合适 IO 口。简图如图 3 所示。

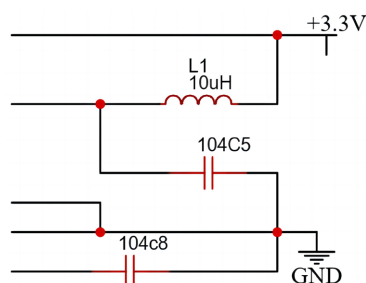


Figure 3. Temperature sensor interface
图 3. 温度传感器接口

5. 脉搏采集模块

脉搏采集模块采用 AT89C51 单片机,采用 Pulse Sensor 作脉搏检测的传感器。采集脉搏信号可以从心电信号中转换得到脉搏值,还可以测量电压时通过压力传感器测到的波动来转换得出脉搏,但是这两种方法均是固定地点检测不能进行移动便捷的检测,而光电容积法适用于移动检测设备,故在设计中采用光电容积法进行脉搏的测量。Pulse Sensor 就是基于光电容积法设计的传感器,Pulse Sensor 是一种基于光电反射的模拟脉搏检测传感器。它可以通过导线将模拟信号传送给单片机,单片机将模拟信号转换成数字信号得到检测的参数[6]。

光电容积法的基本原理是人体组织在血管脉动时使得透光率不同,从而进行脉搏测量。选择波长为

500 nm~700 nm (该波段的光源对动脉血中的氧和血红蛋白有选择性)的发光二极管作为光源。实际中 Pulse Sensor 采用 515 nm 的绿光 LED 作为光源, 可以反映出皮肤浅处的微弱的脉动变化。脉动造成透光率发生变化, 光电转换器接收的反射光线也在变化, 经过放大和输出的电信号也会周期性的变化。这个变化周期就是脉搏率。

在临床上一般是通过心电图来获取脉搏值的, 一个完整的心电周期由 PR 间期、QT 间期和 U 波段构成, 分别对应一个心跳周期的不同阶段。其中 QT 间期的 QRS 波段的幅度较大, 可以取两个周期中对应 QRS 波段的时间间隔作为一次脉搏的时间间隔, 进而获得一分钟内的脉搏次数波形图。

由于 Pulse Sensor 传感器采集得到的是模拟信号, 把模拟信号去除 T 波 P 波 U 波后再转换为方波便可得一个周期内脉搏跳动所需时间, 在模拟信号输出端连结具有合适电压的电压比较器, 得到方波信号后, 正确选择一个波长, 连结单片机输出结果。电路简图如图 4 所示。

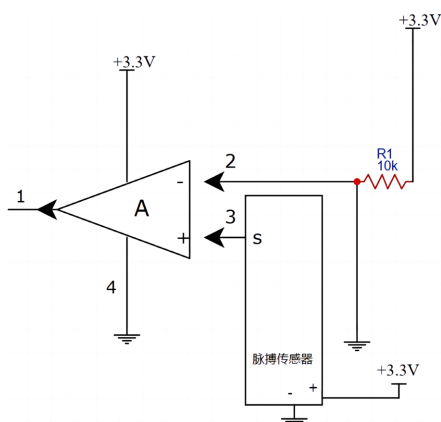


Figure 4. Pulse sensor interface
图 4. 脉搏传感器接口

6. 蓝牙模块

本设计中, 我们选择了蓝牙作为数据传输方式。蓝牙现在已经广泛应用于各种领域, 具有功耗低、传输速度快、安全性较高等特点, 适合用于实时传输单片机采集的各种生理参数。同时, 蓝牙技术还可以进行远程数据传输, 便于医生、家人能够及时的了解和掌握被检测者的情况。

本设计采用的是 HC-05 蓝牙模块, 支持蓝牙 4.0 协议[7], HC-05 蓝牙串口模块与单片机接口相连, 体积小, 指令简洁, 仅有 6 个管脚, 管脚间距为 2.54 mm, 焊接方便[8]。具有较好的兼容性和稳定性。如图 5 所示。

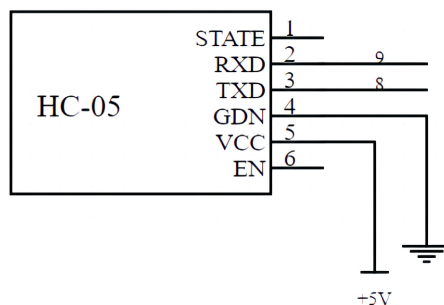


Figure 5. Bluetooth hardware connection
图 5. 蓝牙硬件连接

启动蓝牙模块, 将其设置为可发现状态(discoverable)模式, 其他蓝牙设备就可以搜索到该蓝牙并实现配对。单片机通过蓝牙模块将生理参数信息传输到已经连接的手机或计算机上, 以接受处理这些数据。将接收到的数据存储在本地, 通过网络发给远程服务器来进行分析等工作。当不需要连接时, 可以手动断开连接, 蓝牙模块将变为不可发现状态, 从而保护数据的安全。

在本生理信号采集系统进行各种参数采集的前提下, 采集的一部分信息是患者信息、症状、病史等定性信息, 而另一部分则是诸如呼吸次数、体温等定量信息。根据门诊类别的不同, 电子病历的定量信息往往会以不同的方式展现出来, 在这些定量信息中包含着大量患者的潜在疾病信息, 这些定量信息将成为疾病预测模型的初始数据[9]。本系统采集效率高, 范围广, 能够采集众多数据, 并基于 svm, knn 等算法进行疾病与预测。

7. 结束语

本文介绍了一种基于单片机的生理参数采集系统。该系统具有物联网远程传输, 方便快捷、测量精度高、适于社区老人等优点, 能够改善当今医疗的一些缺点, 提升医疗工作的效率。目前我国医院正处于从单一的数字化医院向着多核心智慧型医院转型的过程中, 只依赖数字化进行常规记录的管理方式逐渐遭到淘汰, 多方位利用智能化系统的道路已经逐渐清晰[9]。通过验证, 该系统可靠性高, 传输便捷, 对于社区老人, 医疗建设发展、医学检测具有积极影响, 具有良好的发展与应用前景。观察最新的研究成果发现, 本系统不足之处在于在更多种类生理参数的采集方面还需发掘更高效准确的模块, 使得系统更加完善。

基金项目

临沂大学 2023 年校级大学生创新创业项目(X202310452503)。

参考文献

- [1] 卢少军. 基于可穿戴式设备和物联网技术的独居老人监护系统的设计与实现[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中师范大学, 2016.
- [2] 王骁. 基于物联网技术的人体生理参数监护平台的研究[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津科技大学, 2018.
- [3] 国家统计局. 中华人民共和国 2019 年国民经济和社会发展统计公报[N]. 中国信息报, 2020-03-02(002).
- [4] 曾绳涛. 基于物联网的远程移动医疗监护系统的设计与实现[D]: [硕士学位论文]. 广州: 广东工业大学, 2014.
- [5] 张琥石, 林伟龙, 黄向军, 罗晓春, 金星伊, 陈洁, 张盈盈, 覃茂昌, 何婷婷. 基于蓝牙的物联网多生理参数监测系统[J]. 物联网技术, 2021, 11(3): 10-13.
- [6] 张锋, 郑皓桦. 基于物联网技术的社区医疗在线监测系统[J]. 物联网技术, 2021, 11(6): 95-97.
- [7] 陈思颖, 邹乐瑶, 王少坤. 基于 ATMEGA32A 单片机和 HC05 的蓝牙信号传输体操机器人设计[J]. 信息与电脑(理论版), 2021, 33(7): 106-108.
- [8] 沈金伟, 张萍. 基于物联网的社区医疗管理系统的设计与实现[J]. 信息与电脑(理论版), 2020, 32(1): 102-104.
- [9] 黄健. 大数据技术下的智慧医院疾病预测[J]. 中国科技信息, 2023(15): 83-86.