

车载健康监测系统中的信息监测及传输

张宣妮*, 夏欣, 王兆源, 桑家祺, 李旭乘, 余荣洁, 赵峥汉

咸阳师范学院物理与电子工程学院, 陕西 咸阳

收稿日期: 2026年5月8日; 录用日期: 2026年6月1日; 发布日期: 2026年6月5日

摘要

车载健康监测系统需实时监测驾乘人员的健康状况, 包括脉搏心率, 血压, 血氧饱和度等信息, 并能及时处理甚至紧急呼救。为了保证多路信息准确、快速检测和传输, 采取措施: 一是在器件选取上选用性能优良的主控单元和外设模块, 并使其适配性良好; 二是针对健康数据, 科学地给出传输和响应优先级, 确保信息处理和执行的效果。通过对心率和血氧饱和度两路信息的仿真, 验证了设计的合理性和有效性。

关键词

健康监测, 信息传输, 实时, 优先级

Information Monitoring and Transmission in Vehicle-Mounted Health Monitoring System

Xuanni Zhang*, Xin Xia, Zhaoyuan Wang, Jiaqi Sang, Chengxu Li, Rongjie Yu, Zhenghan Zhao

College of Physics and Electronic Engineering, Xianyang Normal University, Xianyang Shaanxi

Received: May 8, 2026; accepted: June 1, 2026; published: June 5, 2026

Abstract

The vehicle-mounted health monitoring system needs to monitor the health status of drivers and passengers in real time, including pulse rate, blood pressure, blood oxygen saturation, and be capable of timely processing and even emergency rescue. To ensure the accurate and rapid detection and transmission of multiple information channels, measures are taken: first, select high-performance main control units and peripheral modules with good compatibility; second, scientifically give transmission

*通讯作者。

and response priorities for health data to ensure the effect of information processing and execution. Through the simulation of two information channels of heart rate and blood oxygen saturation, the rationality and effectiveness of the design are verified.

Keywords

Health Monitoring, Information Transmission, Real-Time, Priority

Copyright © 2026 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

生命健康与安全是人类社会发展永恒的追求，驾车出行作为人们日常交通的主要形式之一，已普及到千家万户，但驾驶员的健康状况直接影响着行驶的安全性，因此车载健康检测预警系统的研究成为人们关注热点。随着汽车行业快速发展，汽车保有量不断增多，智能化、网联化、自动化已经日渐成熟，为车载健康检测系统的研发创造了良好的条件[1]。近年来，为了提升驾车安全提出的构想是：研发汽车的智能化健康监测系统，能实时诊断司机的健康状况，在司机出现突发健康问题，能及时发送提醒或呼叫救援。目前的车载健康检测系统要么功能单一，要么因多传感器数据传输耗时长，不能实时有效监测。怎样实现数据的高效存储、快速处理与智能分析，成了急需解决的问题。在此背景下，本文基于大学生创新创业项目研究，设计一种基于可穿戴设备的车载健康监测系统，该系统可由手臂佩戴的仪器获取驾驶员心率、血压、血氧等数据信息，当指标出现异常时提供语音提醒，同时通过车载导航将驾驶员人体健康参数以短信的方式发送给监控端，实时监测驾驶员的身体状况，对突发的驾驶员心肌梗塞，血压血糖等引起的眩晕能提前报警，并能使车辆及时合理制动，为人们的安全出行保驾护航。

2. 车载健康检测系统的信息采集与传输

车载健康检测系统检测驾乘人员的心率、血压、血氧和体温等数据信息，同时能对数据信息分析处理，当数据超出正常范围时，能发出报警信息并加以临时保护，制动车辆并打开双闪，避免交通事故的发生。车载健康检测系统整体框图如图 1 所示。

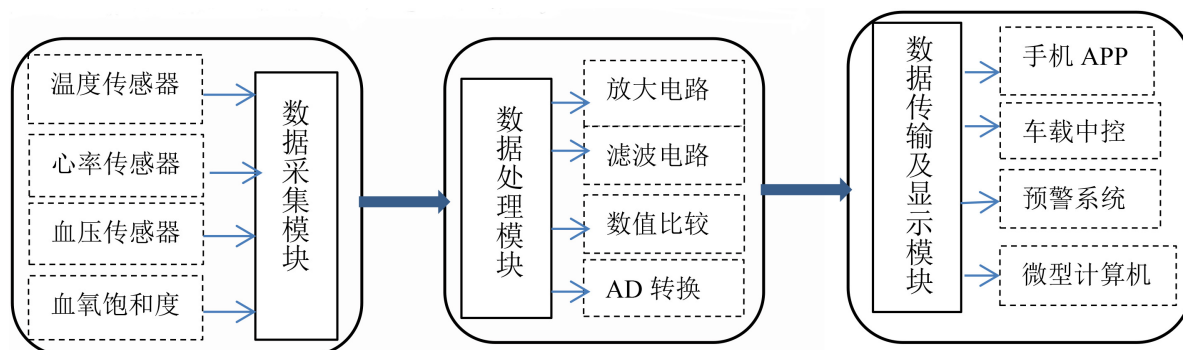


Figure 1. Block diagram of the vehicle-mounted health detection system

图 1. 车载健康检测系统整体框图

光源峰值波长为 515 nm 的绿光, 与血红蛋白吸收峰匹配, 能有效检测皮肤浅表微动脉的血液容积变化, 从而获得较高的脉搏信号灵敏度; 2) 受室外环境光(特别是红外线)的影响更小, 测量更稳定, 更适合用于运动腕表等户外可穿戴设备; 3) 具有体积小、结构简单, 便于与光电探测器、滤波放大电路等集成, 适合嵌入方向盘、智能手表、指夹等各类健康监测设备。

车载健康检测系统的检测数据众多, 多源头、异构的健康数据对数据处理和传输提出更高要求: 怎样实现数据的高效存储、快速处理与智能分析, 成了急需解决的问题, 传统的数据管理架构面对这样巨大的数据流时往往难以招架, 怎样借助引入边缘计算、云计算、人工智能等新兴技术举措, 优化数据集成及处理的流程, 构建灵活性和高效性兼备的医学信息平台, 已成为当下研究的热门方向之一[7]。本文经过多方对比, 采用 5G 网络实现低延迟、高可靠性的数据传输, 使远程实时监测变为现实, 与先进的可穿戴设备相结合, 系统能同步采集多种身体生理参数, 并利用边缘计算节点做初步分析, 显著缩短数据响应时长, 增进系统的实时性及稳定性, 应用人工智能算法, 进一步增强了系统的智能判别能力, 使系统有能力在大量数据中识别潜在异常走向, 完成早期疾病预警及个性化健康管理。尽管远程医疗在信息传输技术方面已取得飞快的进展, 但在实际进行应用时依旧面临很多挑战, 在开展数据采集的端口, 怎样保证不同设备相互间的兼容性与数据标准化还是难题; 在数据传送过程中, 怎样在复杂网络环境中维持连接的稳定性、降低丢包率与延迟, 也是迫切要突破的技术壁垒[8]-[10]。

2.2. 信息传输优先级

虽然采用 5G 网络可实现低延迟、高可靠性的数据传输, 使远程实时监测变为现实, 并利用边缘计算节点做初步分析, 显著缩短数据响应时长, 增进系统的实时性及稳定性, 但是健康数据的多源头, 异构性, 必然会占用信道资源, 产生时间延迟[11], 因此对信息处理分优先级更能科学合理应对。在健康检测心率、血压、血氧和体温等数据中, 其中心率指数对健康影响极大, 而且短时间内会危及患者生命[12], 因此相应的信息传输要求在准确的基础上, 必须快速通畅, 因此在优先级里定为最高级。采取以下措施确保心率数据优先传输处理: 第一, 通过 CDN 多源优先级设置: CDN(内容分发网络)服务允许用户在添加源时设置优先级, 高优先级的数据会优先传输和处理; 第二, 源站健康检查与优先级切换: 用户可以设置多个源站, 并为多源站设置优先级。对优先级最高的源站的数据传输网络及时健康检查及清理, 防止发生信息丢失和传输堵塞。在 CDN 多源优先级设置的代码实现中, 需结合回源策略、权重分配和健康检查三大核心逻辑, 确保高优先级源站优先响应。以下是关键代码示例与设计要点:

```
#在 CDN 边缘节点配置中定义源站组及优先级
upstream origin_servers {
#格式: server [源站地址] weight = [权重] max_fails = [健康检查阈值] fail_timeout = [熔断时间]
server primary.origin.com weight = 5 max_fails = 2 fail_timeout = 30 s; # 主源站(优先级最高)
    server backup1.origin.com weight = 3 max_fails = 3 fail_timeout = 60 s; # 备用源站 1
server backup2.origin.com weight = 1 backup; # 兜底源站(仅在其它源站不可用时启用) #
高级策略: 按响应时间动态调整优先级
fair; # 启用公平调度算法(需安装第三方模块)
}
```

关键参数说明:

weight: 权重越高, 流量分配比例越大(主源站通常设置为备用源的 2~5 倍);
max_fails/fail_timeout: 实现自动熔断, 当源站响应失败超过阈值时临时降级;
backup: 标记为备用源, 仅在主源不可用时启用。

综上所述，在多源数据传输中，优先级顺序的设定需要综合考虑数据的重要性、实时性要求以及基站的健康状态等因素。通过合理设置优先级，可以有效提升数据传输的效率和可靠性。

3. 信息采集及传输

车载健康检测系统中，信息采集及传输流程是关键，实现对患者数据的准确收集、安全传输以及有效运用。本文采用 ESP8266 进行数据采集与传输，数据采集与传输电路如图 3 所示。ESP8266 通信模块可以在 ArduinoIDE 的主程序内创建函数进行编写，将 Arduino 开发板连接的检测模块数据传输至服务器 [13]。ESP8266 具有超低功耗的 32 为微型 MCU，带有 16 位精简模式，主频可达 160 MHz，支持实时操作系统 [13]。

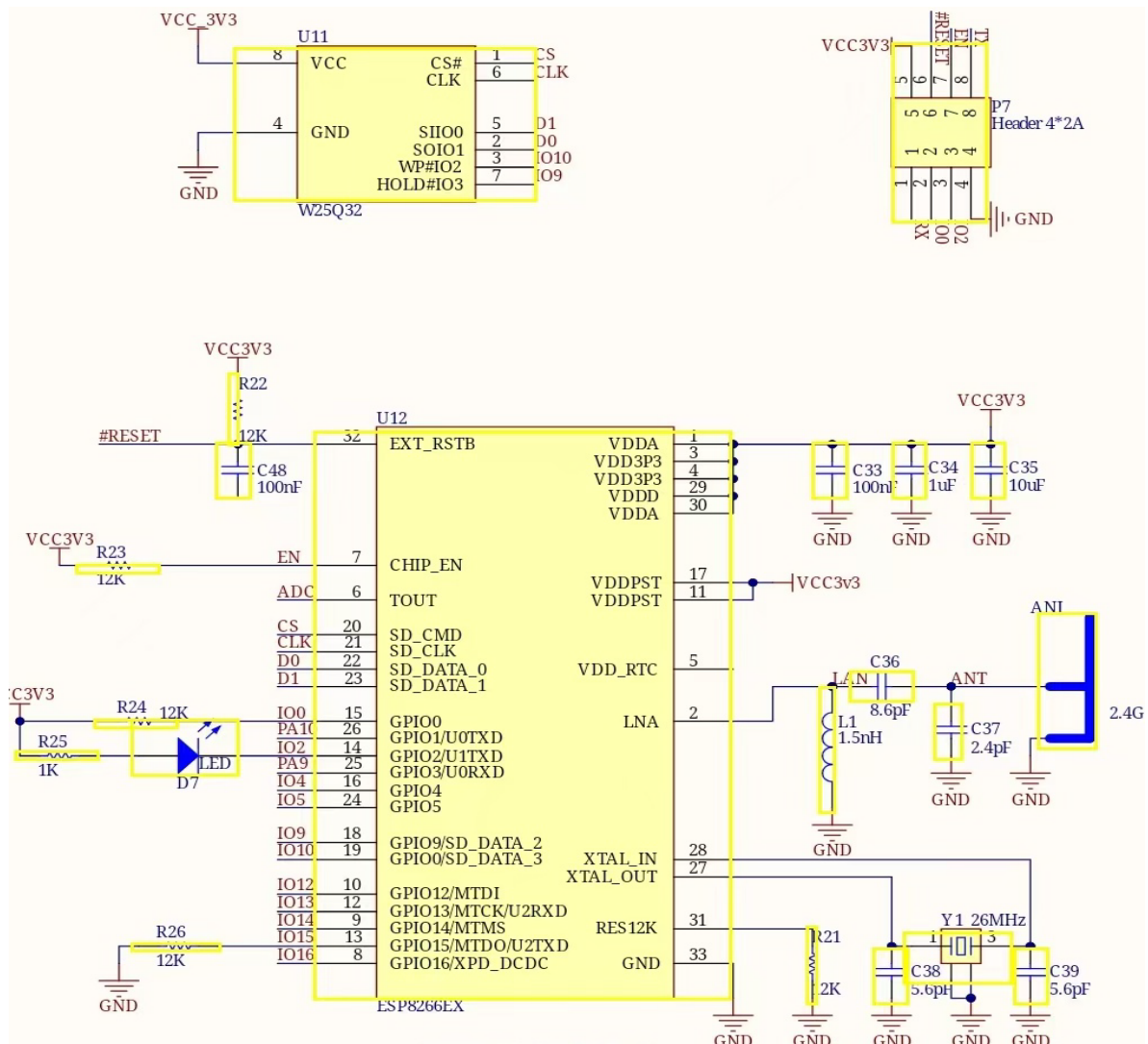


Figure 3. ESP8266 Data acquisition and transmission circuit
图 3. ESP8266 数据采集与传输电路

C8T6 与 ESP8266 之间主要通过 UART 串口进行硬件连接，并使用 AT 指令集作为软件通信协议。硬件连接：TX (如 PA9/USART1_TX) RXC8T6 发送，ESP8266 接收 RX (如 PA10/USART1_RX) TXC8T6

接收, ESP8266 发送任意 GPIO (如 PB12) CH_PD (使能)拉高(3.3 V)使模块工作, 可接 C8T6 GPIO 控制任意 GPIO (如 PB13) RST (复位)低电平复位, 可接 C8T6 GPIO 控制(可选), CH_PD 引脚: 必须接高电平(3.3 V)模块才能工作, 悬空会导致模块不启动。

为保证通信顺畅, 需要稳定的 3.3 V 独立供电、正确的 UART 交叉连接、一致的波特率设置, 以及遵循 AT 指令集的字符串交互协议。ESP8266 在 Wi-Fi 连接/数据传输瞬间峰值电流可达 200~350 mA。采用独立的 3.3V LDO 为其供电, 并在 VCC 引脚附近并联 $\geq 470\mu\text{F}$ 的电解电容和 100 nF 的陶瓷电容以抑制电压跌落。

ESP8266 在车载健康检测系统所起作用:

- 1) 接上各类传感器, 实时采集被监护对象生理或者环境的相关数据。
- 2) 借助蜂窝数据网络把数据上传到云端服务器或移动终端, 完成远程实时管控。
- 3) 借助 ESP8266 实现心率计、血压计等的连接, 数据实时上传到家医双方的手机 APP。并在 CDN(内容分发网络)中设置心率监测数据为最高优先级, 相应数据会优先传输和处理; 同时设置多源站优先级, 心率监测数据为最高优先级, 首先对优先级最高的源站的数据传输网络及时健康检查及清理, 以确保信息传输通畅。

4. 系统监测仿真及分析

本研究借助微控制器构建血氧检测系统硬件平台, 借助配置 I2C/SPI 通信协议达成 MAX30100 血氧传感器与 LCD 显示屏之间的数据交互, 上位机微控制器掌管信号处理事宜, MAX30100 模块开展 X1/X2 双通道的心率和血氧信号收集, LCD1 显示屏可实时显示 SpO₂ 值与心率等生理参数。先对系统预测试, 状态如图 4 所示, 系统状态正常。

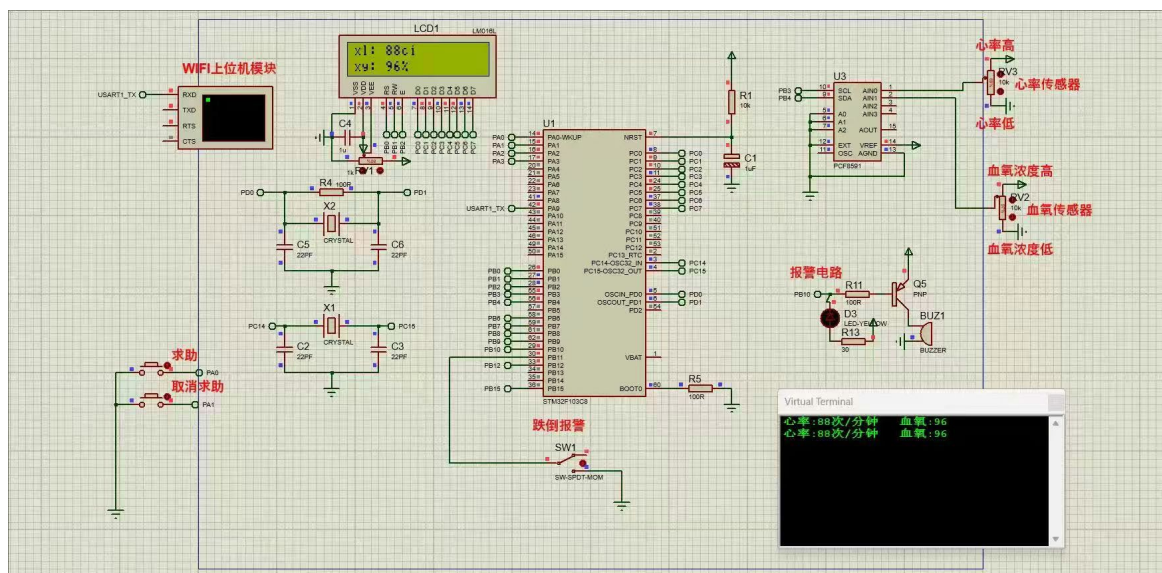


Figure 4. System pre-test
图 4. 系统预测试

接着对系统输入信号进行测试, 结果如图 5 所示。

正常测试: (以血氧饱和度测试, 血氧饱和度正常范围是 95%~100%, 当低于 94%时, 就会报警) LCD 显示为“88c1”(设备正常在线)。当输入 X2 = 95% (X2 通道传输血氧饱和度数据)。

响应时间：数据从传感器到 LCD 的延迟 < 0.1 秒，符合实时性要求。

出现异常测试：

低血氧报警：当输入 $X2 = 85\%$ 时，系统触发声光报警，并在 LCD 标注“Low SpO₂”。

心率每分钟 60~100 次时，在正常范围内，系统不会执行动作；当心率每分钟低于 60 次或超过 110 次时，生命会受到威胁，应该启动报警：语音播报并把信息传输到车辆中控系统，车辆制动并打开双闪，同时把潜在危险信息传给医疗中心和家人手机 APP 中。

在数据采集与传输的阶段，系统成功把血氧数据采集到了，接着通过通信协议(I2C/UART)实时传至上位机，多路信号可开展并行处理工作，单次传输的延迟时长少于 50 ms，顺应实时性的实际需求。处于报警触发系统当中，若血氧饱和度低于设置的阈值(X2 取值为 95%)时，系统迅即启动声光报警，响应的持续时间长度 < 1 秒。针对异常场景的测试，系统实际的报警触发比例为 100%，不存在误报及漏

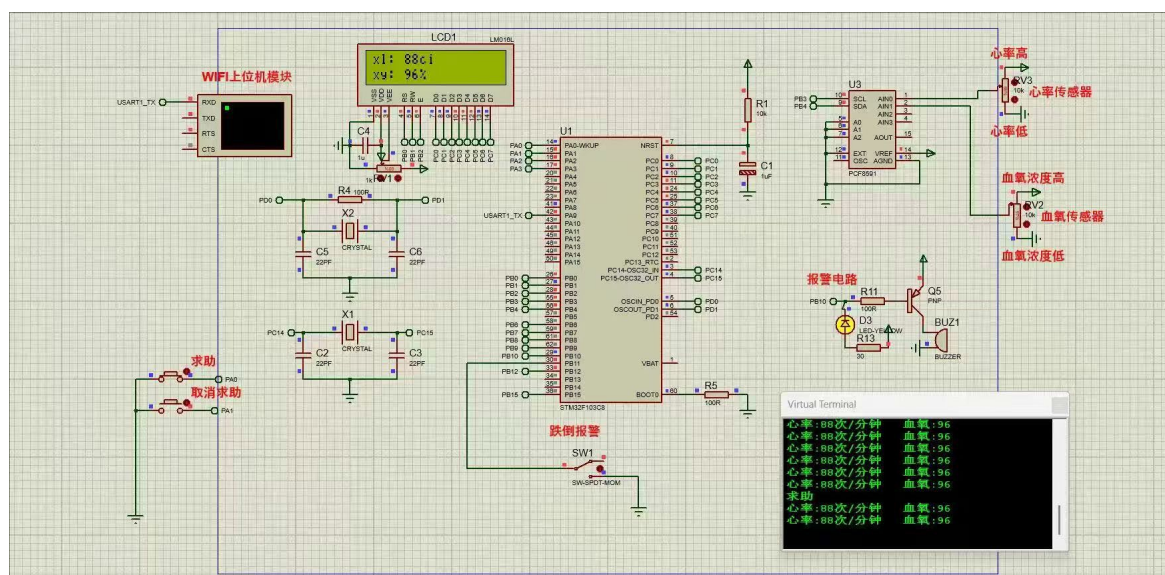


Figure 5. Heart rate and blood oxygen simulation test results

图 5. 心率血氧仿真测试结果

报的问题出现。对于此实验的关键分析数据优先级，报警机制分级处理，实现了对资源调度及响应策略的优化，远程传输有着可靠的属性，呈现出网络适应性，支持中断状态后继续传输，若网络出现波动(丢包率 $< 10\%$)，数据完整性依然可以维持。

5. 结论

本文基于主控芯片 C8T6 与多参数传感电路，实现了心率、血氧等的在线监测与报警功能。心率、血氧传感器通过 I2C 协议输出数据，LCD1 实时显示关键参数，PIN-O 的多路引脚支持批量信号输入，验证了系统多路信号的并行处理能力。为实现紧急报警，系统采用 ESP8266 进行数据采集与传输，对信号分优先级处理，在 CDN (内容分发网络)中设置心率监测数据为最高优先级，相应数据会优先传输和处理；同时设置多源站优先级，心率监测数据为最高优先级，首先对优先级最高的源站的数据传输网络及时健康检查及清理，保证紧急情况下的响应速度和信道的通畅。结合心率阈值判断与血氧饱和度阈值判断，最高优先级信息检测响应时间 < 0.1 秒，误报率 $< 0.5\%$ 。

仿真实验表明，车载健康监测与报警功能表现良好，呈现高实时的效果和良好的拓展潜力，尤其针

对医护场景而言,适用性表现明显,往后借助算法升级与功能扩充,让数据和车辆中控深度对接,能实现智能化呼救的功能,进一步提高其在复杂环境里的综合性能。

基金项目

本文得到 2024 年全国大学生创新创业训练计划项目(202410722017)和咸阳师范学院校级重点项目(XSYK21038)的资助。

参考文献

- [1] 李新,邵开丽,靳宗信. 基于传感器融合的车载健康监测综述[J]. 物联网技术, 2020, 10(1): 13-15.
- [2] 王翔. 可穿戴式心率传感监测装置的研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 电子科技大学, 2019.
- [3] 陈晓丹,李浩源,曾伟超,等. 基于超宽带雷达深度学习的人体健康监测系统设计[J]. 仪表技术, 2025(2): 58-62.
- [4] 薛娟娟,周春丽,丁玲玲. 基于生物信息参数的人体健康监测系统设计[J]. 自动化与仪器仪表, 2024(7): 331-334, 339.
- [5] 张力,赵钢,俞文博,等. 基于STM32单片机的人体健康指标采集系统的设计[J]. 现代工业经济和信息化, 2022, 12(2): 81-83.
- [6] 崔腾,王高杰,周灵. 基于stm32的穿戴式健康监测系统设计[J]. 信息技术与信息化, 2021(2): 78-80, 84.
- [7] Alshehri, D., Noman, N., Chiong, R., Miah, S.J., Sverdlov, A.L. and Ngo, D.T. (2025) Factors Influencing the Adoption of Internet of Medical Things for Remote Patient Monitoring: A Systematic Literature Review. *Computers in Biology and Medicine*, **192**, Article ID: 110142. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2025.110142>
- [8] 吴运华. 基于无线网络传感器控制的远程医疗监护系统设计与研究[J/OL]. 自动化技术与应用: 1-4. <https://link.cnki.net/urlid/23.1474.TP.20241112.1610.065>, 2026-05-21.
- [9] 李泓,牛菁. 基于大数据的施工人员健康监控自动化系统开发[J]. 自动化技术与应用, 2026, 45(1): 137-141.
- [10] Balci, M., Tasdemir, S., Ozmen, G. and Golcuk, A. (2022) Machine Learning-Based Detection of Sleep-Disordered Breathing Type Using Time and Time-Frequency Features. *Biomedical Signal Processing and Control*, **73**, Article ID: 103402. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2021.103402>
- [11] 汪立宇. 强噪声背景下心电信号滤波及特征识别方法研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆邮电大学, 2020.
- [12] Doudou, M., Bouabdallah, A. and Berge-Cherfaoui, V. (2019) Driver Drowsiness Measurement Technologies: Current Research, Market Solutions, and Challenges. *International Journal of Intelligent Transportation Systems Research*, **18**, 297-319. <https://doi.org/10.1007/s13177-019-00199-w>
- [13] Berwal, D., Kuruba, A., Shaikh, A.M., Udupa, A. and Baghini, M.S. (2022) SpO₂ Measurement: Non-Idealities and Ways to Improve Estimation Accuracy in Wearable Pulse Oximeters. *IEEE Sensors Journal*, **22**, 11653-11664. <https://doi.org/10.1109/jsen.2022.3170069>