

# 基于STM32的自动泊车系统设计与实现

曲怡名, 牟星宇, 李金洋, 李雯娟, 高九州\*

吉林建筑大学电气与计算机学院, 吉林 吉林

收稿日期: 2026年3月17日; 录用日期: 2026年4月7日; 发布日期: 2026年4月21日

## 摘要

针对城市停车难及泊车安全性问题, 设计一款基于STM32单片机的多传感器融合自动泊车系统硬件平台。该系统以STM32F103C8T6为核心控制器, 集成红外避障传感器与超声波传感器实现环境感知, 采用L293D芯片构建电机驱动电路, 配合独立按键电路、电源电路及显示模块, 支撑侧方位入库与倒车入库两种模式的稳定运行。通过硬件模块选型论证、电路原理图设计及实物搭建测试, 验证了硬件系统的可靠性与兼容性。测试结果表明, 该硬件平台可实现障碍物精准检测、电机平稳驱动及车位精准定位, 为自动泊车功能提供了坚实的硬件支撑, 具有较高的工程应用价值。

## 关键词

自动泊车, STM32, 多传感器融合, 硬件设计, 电机驱动

# Design and Implementation of an Automatic Parking System Based on STM32

Yiming Qu, Xingyu Mou, Jinyang Li, Wenjuan Li, Jiuzhou Gao\*

School of Electrical and Computer Science, Jilin Jianzhu University, Jilin Jilin

Received: March 17, 2026; accepted: April 7, 2026; published: April 21, 2026

## Abstract

To address the problems of difficult parking and parking safety in cities, a hardware platform for an automatic parking system based on multi-sensor fusion with a STM32 microcontroller is designed. The system uses STM32F103C8T6 as the core controller, integrates infrared obstacle avoidance sensors and ultrasonic sensors for environmental perception, adopts the L293D chip to build the motor drive circuit, and cooperates with an independent key circuit, power supply circuit and display module to support the stable operation of two modes: parallel parking and reverse parking.

\*通讯作者。

文章引用: 曲怡名, 牟星宇, 李金洋, 李雯娟, 高九州. 基于 STM32 的自动泊车系统设计与实现[J]. 动力系统与控制, 2026, 15(2): 186-194. DOI: 10.12677/dsc.2026.152019

Through hardware module selection demonstration, circuit schematic design and physical construction test, the reliability and compatibility of the hardware system are verified. Test results show that the hardware platform can achieve accurate obstacle detection, stable motor drive and precise parking space positioning, providing a solid hardware support for automatic parking function, and has high engineering application value.

## Keywords

Automatic Parking, STM32, Multi-Sensor Fusion, Hardware Design, Motor Drive

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

### 1.1. 论文研究背景及意义

随着汽车保有量激增,城市车位资源稀缺与泊车技术门槛问题日益突出,新手驾驶员泊车碰撞、刮擦事故频发。自动泊车系统作为智能驾驶辅助核心功能,其硬件平台的稳定性与感知精度直接决定泊车效果。硬件系统需实现环境感知、指令执行、状态反馈等核心功能,通过多传感器协同与高效驱动电路设计,解决复杂环境下的车位识别、障碍规避及精准定位难题。因此,开展多传感器融合的自动泊车硬件系统设计,对提升泊车安全性与效率、推动智能驾驶技术落地具有重要现实意义。

### 1.2. 国内外研究现状

国外在自动泊车硬件领域起步较早,特斯拉、Waymo 等企业已实现激光雷达、高清摄像头与超声波传感器的多维度融合硬件方案[1],硬件集成度与环境适应性较强。国内研究多聚焦于低成本硬件方案优化,以单片机为核心,搭配超声波与红外传感器的组合方案成为主流[2],但在多传感器数据同步、抗干扰能力等方面仍有提升空间[3]。当前硬件研究的核心趋势是在控制成本的同时,提升传感器感知精度与硬件模块兼容性,为复杂泊车场景提供可靠支撑。

### 1.3. 本文研究内容与结构

本文重点开展自动泊车系统硬件设计与实现,核心内容包括:硬件总体架构设计、核心模块选型论证(主控芯片、传感器、电机驱动等)、各功能电路(主控电路、传感器电路、电机驱动电路等)详细设计、硬件实物搭建与测试验证。论文结构如下:第2章阐述硬件系统总体方案与模块选型;第3章详细介绍各功能电路设计;第4章说明硬件实现与测试过程;第5章总结设计成果与改进方向。

## 2. 系统方案设计

### 2.1. 系统总体设计

自动泊车硬件系统由传感器系统、中央控制模块、执行模块、电源模块及人机交互模块五部分组成[4]。传感器系统包含红外避障传感器(检测车位边缘与近距离障碍)和超声波传感器(测量中远距离障碍距离);中央控制模块采用 STM32F103C8T6 单片机,负责接收传感器数据并输出控制指令[5];执行模块由 L293D 电机驱动芯片与 TT 马达组成,实现小车转向、调速与启停[6];电源模块通过 7805 稳压芯片将 7.2

V 锂电池电压转换为 5 V 稳定电压，为各模块供电；人机交互模块采用独立按键实现模式切换与启停控制。系统硬件框架如图 1 所示。

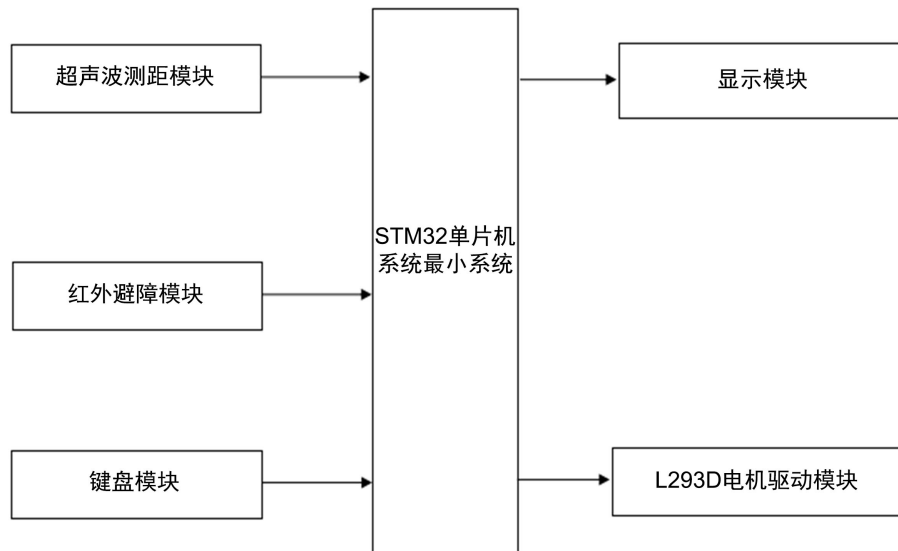


Figure 1. System framework  
图 1. 系统框架

## 2.2. 核心模块方案论证

### 2.2.1. 主控制芯片选型

对比三种方案：MSP430 微处理器[7]驱动能力有限，无法满足多传感器数据处理需求；CC2530 微控制器[8]成本较高，且易受干扰，不适用于低成本方案；STM32F103C8T6 基于 ARM Cortex-M3 内核，具备 64 KB 程序存储、20 KB SRAM，支持多外设接口与在线编程，稳定性高、成本适中，且开发资源丰富，可高效处理传感器数据与电机控制指令，故选定其作为主控芯片[9]。

### 2.2.2. 传感器选型

红外避障传感器选用 YL-62 型号，响应速度快、成本低、抗干扰能力强，检测距离可调范围最大达 50 mm，适用于车位边缘与近距离障碍检测[10]；超声波传感器选用 CH-SR04 型号，检测范围 0~5 m，测量精度高，不受光线影响，可实现中远距离障碍测距。两种传感器协同工作，弥补单一传感器的检测局限，提升环境感知全面性[11]。

### 2.2.3. 电机驱动模块选型

对比 S8550 双极晶体管驱动[12]与 L293D 芯片驱动方案：前者无法实现高功率电机驱动与调速，后者为双 H 桥电机驱动芯片，支持 4.5 V~36 V 宽电压输入，每通道最大输出 600 mA 电流，可实现电机正反转与 PWM 调速，且内置二极管保护电路，稳定性强，故选用 L293D 作为电机驱动芯片，搭配 TT 马达提供动力[13]。

### 2.2.4. 按键与电源模块选型

按键模块采用独立按键电路，结构简单、响应迅速，满足模式切换、启停控制与调速需求；电源模块选用 7805 线性稳压器芯片，输出稳定 5 V 电压，配合 470  $\mu$ F 电解电容稳定电路，确保各模块供电可靠性[14]。

### 2.2.5. 电源方案与接地策略论证

系统包含数字电路(STM32 主控、按键)、模拟信号处理(红外传感器信号比较)及大功率驱动电路(电机),不同模块对电源噪声的敏感度与干扰强度差异显著[15]。为保证传感器采样精度与系统运行稳定性,电源设计需采用分区供电与单点接地策略:将电源地划分为模拟地(AGND)、数字地(DGND)与功率地(PGND),三者通过磁珠或  $0\ \Omega$  电阻在电源输入端单点连接,以阻断高频数字噪声与电机反电动势通过地回路耦合至敏感模拟电路[16]。同时,针对电机启停导致的电源电压跌落,需在功率电源输入端增加大容量电解电容进行储能与缓冲,并在各模块电源入口处配置高频去耦电容。

## 3. 系统硬件设计

### 3.1. 主控电路设计

STM32F103C8T6 最小系统电路包含电源电路、时钟电路、复位电路三部分。电源电路通过 VCC 引脚接入 3.3 V 电压, GND 引脚接地[17]; 时钟电路采用 8 MHz 外部晶振,配合 30 pF 瓷片电容构建振荡电路,为系统提供稳定时序信号;复位电路采用上电复位方式,通过电容与电阻组成的 RC 电路实现复位功能[18]。

### 3.2. 传感器电路设计

#### 3.2.1. 红外避障传感器电路

YL-62 红外传感器的 VCC 引脚接 5 V 电源, GND 引脚接地, OUT 引脚通过 LM324 运算放大器连接至 STM32 的 GPIO 引脚。运算放大器将传感器输出信号与基准电压比较,输出高低电平信号,实现障碍检测[19]。传感器安装于小车底盘左右两侧,用于检测车位边缘与两侧障碍,电路设计如图 2 所示。

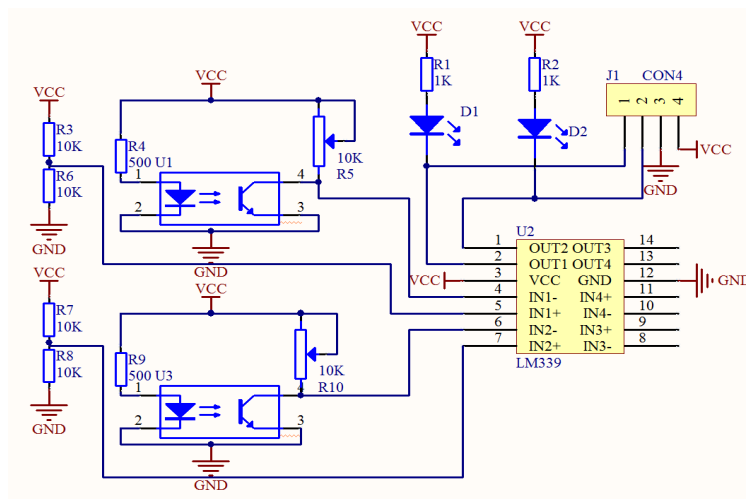


Figure 2. Circuit design diagram  
图 2. 电路设计图

#### 3.2.2. 超声波传感器电路

CH-SR04 超声波传感器的 VCC 引脚接 5 V 电源, GND 引脚接地, Trig 引脚(触发端)与 STM32 的 PA0 引脚连接, Echo 引脚(接收端)与 STM32 的 PA1 引脚连接。通过 STM32 向 Trig 引脚输出至少  $10\ \mu\text{s}$  的高电平信号,触发传感器发射超声波, Echo 引脚接收反射波并输出脉冲信号, STM32 通过计算脉冲宽度获取障碍距离[20]。传感器安装于小车尾部,用于倒车入库时的距离测量,硬件接口如图 3 所示。

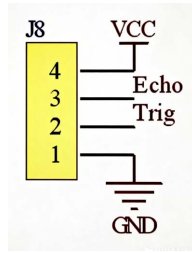


Figure 3. Ultrasonic sensor  
图 3. 超声波传感器

### 3.3. 电机驱动电路设计

L293D 芯片的 VSS 引脚接 5 V 电源, Vs 引脚接电机驱动电源(3~6 V), GND 引脚接地。芯片的 IN1、IN2 引脚与 STM32 的 PB0、PB1 引脚连接, 控制左侧电机正反转; IN3、IN4 引脚与 STM32 的 PB2、PB3 引脚连接, 控制右侧电机正反转; ENA、ENB 引脚与 STM32 的 PWM 输出引脚连接, 通过 PWM 信号调节电机转速。左侧电机连接 OUT1、OUT2 引脚, 右侧电机连接 OUT3、OUT4 引脚[21]。电路中加入续流二极管, 防止电机反电动势损坏芯片, 电机驱动原理图如图 4 所示。

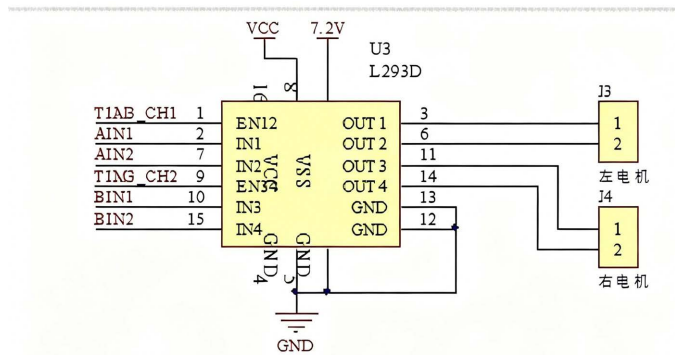


Figure 4. Schematic diagram of motor drive  
图 4. 电机驱动原理图

### 3.4. 按键与电源电路设计

#### 3.4.1. 按键电路

系统采用三个独立按键(K1, K2, K3), 分别实现系统启停、模式切换与调速功能。按键一端接地, 另一端通过上拉电阻连接至 STM32 的 GPIO 引脚(K1 接 PC0、K2 接 PC1、K3 接 PC2)。按键未按下时, GPIO 引脚为高电平; 按下时, 引脚接地变为低电平, STM32 通过检测电平变化识别按键操作[22], 电路设计如图 5 所示。

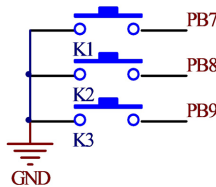


Figure 5. Button circuit design  
图 5. 按键电路设计

### 3.4.2. 电源电路

电源电路输入为 7.2 V 锂电池，通过 7805 线性稳压器芯片将电压稳压至 5 V，为 STM32 单片机、传感器及按键模块供电。电路中并联 470  $\mu\text{F}$  电解电容与 0.1  $\mu\text{F}$  瓷片电容，分别用于滤除低频干扰与高频干扰，确保输出电压稳定。电源系统采用 7.2 V 锂电池输入，通过分区供电与单点接地策略抑制噪声：功率电源经 1000  $\mu\text{F}$  高频电容滤波后直接供给 L293D 电机驱动，并在芯片旁并联 100  $\mu\text{F}$  与 0.1  $\mu\text{F}$  电容吸收波动；稳压前级经磁珠接入 7805 稳压器，输出 5 V 后再通过磁珠分割为模拟电源(+5 V\_A，供红外传感器及比较电路)与数字电源(+5 V\_D，供超声波传感器、按键及 STM32 I/O 口)，分别配置 47  $\mu\text{F}$ /0.1  $\mu\text{F}$  与 10  $\mu\text{F}$ /0.1  $\mu\text{F}$  电容滤波；STM32 核心 3.3 V 由 AMS1117 从 +5 V\_D 降压并配置去耦电容。地平面划分为功率地(PGND)、模拟地(AGND)与数字地(DGND)，在 7805 地脚通过 0  $\Omega$  电阻或磁珠单点汇合，确保大电流回路与敏感电路隔离。此外，续流二极管紧贴 L293D 放置、每个 VDD 引脚独立配置 0.1  $\mu\text{F}$  电容并就近接地、传感器信号线串接 100  $\Omega$  电阻，进一步抑制电机噪声与信号干扰，保障系统稳定运行[23]。电源电路图如图 6 所示。

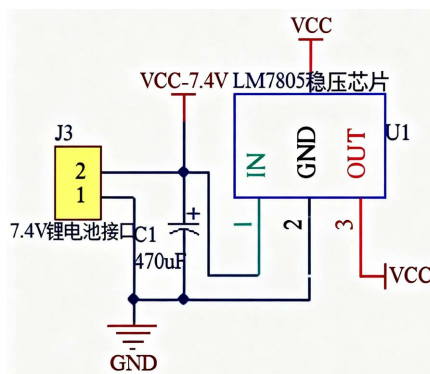


Figure 6. Power circuit diagram  
图 6. 电源电路图

## 4. 系统实现与测试

### 4.1. 硬件实物搭建

按照设计的电路原理图，选用万用板、STM32F103C8T6 最小系统板、YL-62 红外传感器、CH-SR04 超声波传感器、L293D 驱动模块、TT 马达、7.2 V 锂电池等元件进行硬件搭建。搭建过程中注重焊接质量，确保各模块接线正确，传感器与电机安装位置符合设计要求(红外传感器安装于底盘两侧，超声波传感器安装于车尾)。

### 4.2. 硬件测试与结果分析

#### 4.2.1. 传感器性能测试

对红外避障传感器进行测试，调节电位器将检测距离设定为 7 cm，当障碍物距离小于 7 cm 时，传感器输出低电平，STM32 成功识别障碍信号，响应时间小于 10 ms；超声波传感器测试中，在 0~5 m 范围内测量不同距离障碍物，测量误差小于 3%，满足泊车距离检测需求。

#### 4.2.2. 避障测试

倒车入库的关键在于红外避障传感器，本设计选择在车尾安装了两个红外传感器。当车辆靠近障碍物时，传感器会发射红外线，而障碍物会吸收这些红外线，导致传感器接收到的反射信号弱化。为了确

保传感器的稳定性和准确性，需要对传感器的灵敏度进行调整。通过调节电位器，可以解决传感器在检测过程中可能出现的不稳定等问题。在调试过程中，将障碍物检测距离设定为 7 厘米，即当车辆距离障碍物不到 7 厘米时，传感器会发出警示信号。需要特别指出的是，左右两侧超出检测范围的障碍物将不会被传感器识别到，此时仅有电源指示灯会亮起，而开关不会触发动作。这一设计能够有效地辅助驾驶员实现安全、准确的倒车入库操作。避障测试图如图 7 所示。



Figure 7. Obstacle avoidance test diagram  
图 7. 避障测试图

#### 4.2.3. 电机驱动测试

通过 STM32 输出 PWM 信号控制 L293D 芯片，实现电机正反转与调速。测试结果显示，电机转速随 PWM 占空比线性变化，占空比范围 0%~100%，转速调节平稳，正反转切换响应迅速，无卡顿现象，满足小车泊车时的运动控制需求。

#### 4.2.4. 侧方位泊车测试

搭建停车位需要几个小纸箱。小车的起始位置左右两侧各放置一堵窄墙，以便小车可以在狭窄的环境中进行精确入库。然后，在前方设置其他的纸箱，以创建侧方停车的条件。接着，按下 K3 键选择两侧停车位。开始测试，如图 8 所示。



Figure 8. Side parking diagram of the car  
图 8. 小车侧方位停车图

#### 4.2.5. 倒车入库测试

倒车入库的条件与侧方停车类似。小车在起始位置后，按下 K3 键选择倒车入库，然后按下 K1 键启动。红外传感器将寻找空位并自动将车辆倒入车库，如图 9 所示。

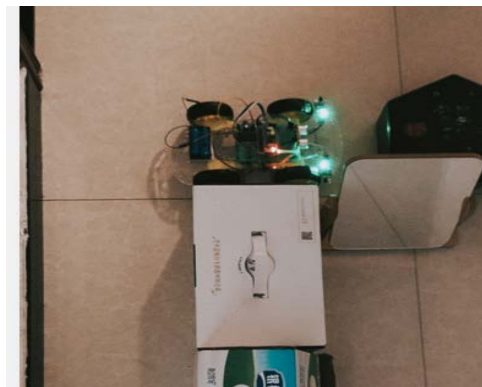


Figure 9. Diagram of the car reversing and entering the warehouse  
图 9. 小车倒车入库图

#### 4.3. 测试问题与改进方向

测试中发现，在砂石路面或坡度路面时，传感器数据易受干扰，电机驱动稳定性下降。后续可优化传感器安装结构，增加防干扰屏蔽层；选用性能更优的电机与驱动芯片，提升复杂路面的适应能力；优化电源电路滤波设计，进一步降低电压波动对硬件性能的影响。在侧方位泊车与倒车入库连续测试中，使用示波器监测 7805 输出端(5 V)与 STM32 的 3.3 V 电压轨[24]。结果显示：未进行地线分区时，电机启动瞬间 5 V 电压跌落达 0.8 V，3.3 V 轨伴随 200 mV 高频毛刺，导致超声波传感器偶发误触发。优化电源与接地设计后，5 V 电压跌落降至 0.2 V 以内，3.3 V 纹波小于 50 mV，传感器采样稳定性显著提升，连续 20 次泊车测试中未出现因电源干扰导致的逻辑错误[25]。后续可在 PCB 量产版本中采用四层板设计，增加独立电源层与地层，进一步降低回路电感，提升电磁兼容性。

### 5. 总结

本文完成了基于 STM32 单片机的多传感器融合自动泊车系统硬件设计，通过模块选型论证、电路设计、实物搭建与测试验证，构建了稳定可靠的硬件平台。该硬件系统集成红外与超声波传感器实现环境感知，采用 L293D 芯片实现电机高效驱动，支持两种泊车模式的稳定运行。测试结果表明，硬件系统具备障碍精准检测、电机平稳控制、车位精准定位等核心功能，满足自动泊车基本需求。后续可通过优化传感器布局、提升硬件集成度、增强抗干扰能力等方式，进一步提升系统性能，为实际车辆应用提供更完善的硬件支撑。

### 致 谢

本文的完成离不开导师的悉心指导与同学的热心帮助，同时感谢相关文献作者提供的研究思路与技术支持。在硬件设计与测试过程中，导师对模块选型、电路优化等关键问题给予了宝贵建议，帮助解决了诸多技术难题。在此，谨向所有给予支持与帮助的老师、同学和同仁表示衷心的感谢。

### 基金项目

2025 年大学生创新创业训练计划资助项目。

项目名称：自动泊车系统的设计与研究。

项目编号：S202510191094。

## 参考文献

- [1] 周健鑫, 莫磊. 基于多源传感器融合的抗天气干扰目标检测方法[J/OL]. 工程科学学报, 1-13. <https://link.cnki.net/urlid/10.1297.tf.20251231.0928.004>, 2026-01-02.
- [2] 蔡旻昊, 徐赛, 陆华忠, 等. 电子鼻茶叶无损分类的传感器温度漂移噪声补偿[J]. 中国农机化学报, 2026, 47(1): 325-330+345.
- [3] 钟一曼. 基于 MOFs 材料的抗生素荧光传感器研究进展[J]. 广东化工, 2025, 52(24): 48-51.
- [4] 张丽华, 李江, 石志海, 等. 基于距离的纸基传感器可视化定量检测酸浓度[J/OL]. 分析试验室, 1-8. <https://link.cnki.net/urlid/11.2017.TF.20251225.1643.006>, 2026-01-02.
- [5] 吴俊, 赵睿, 苏明坤, 等. 认知无线传感器网络下抗拜占庭攻击的 SW-WSPRT 算法[J/OL]. 西安邮电大学学报, 1-10. <https://link.cnki.net/urlid/61.1493.TN.20251225.0911.002>, 2026-01-02.
- [6] 张毅刚. 单片机原理与应用[M]. 第4版. 北京: 高等教育出版社, 2021.
- [7] 郭亨, 何瀚. 基于单片机的变电站高压电缆沟道火灾自动预警方法[J]. 自动化应用, 2024, 65(19): 179-181.
- [8] 曾珞亚, 林丽纯, 蔡述庭. 微机原理与单片机技术理论与实践融合贯通的渐进式教学模式探索[J]. 计算机教育, 2025(11): 188-192.
- [9] 邱月, 李海燕. 基于 AI 技术与学科竞赛的“单片机原理及应用”课程教学改革探索[J]. 科技资讯, 2025, 23(21): 208-213.
- [10] 张志远. 基于单片机技术的电力系统负荷频率自动化控制系统[J]. 电子设计工程, 2025, 33(19): 79-83.
- [11] 王娟, 李宝泉, 张振涛. 人工智能驱动的高职院校单片机技术课程改革研究[J]. 创新创业理论与实践, 2025, 8(18): 176-178.
- [12] 常若熙, 窦文淼, 齐浩哲, 等. 基于 STM32 的智能化监测头盔设计与应用[J]. 工业控制计算机, 2025, 38(12): 136-138.
- [13] 张强志, 黄杰贤, 张铭, 等. 基于 STM32 与 PID 控制的智能平衡车[J]. 物联网技术, 2025, 15(24): 78-82.
- [14] 王雅楠, 王凯旋, 王莹. 基于 STM32 与 PPG 技术的便携式血氧实时监测系统设计与实现[J]. 家电维修, 2025(12): 86-88.
- [15] 蔡良洪. 电气工程中的自动化技术应用策略[J]. 通讯世界, 2025, 32(12): 127-129.
- [16] 张雨东, 潘福江, 余春贤. 机械设计制造及其自动化技术在智能制造领域的应用研究[J]. 当代农机, 2025(11): 22-23.
- [17] 白峻臣, 吴屹昂, 吴琼. 车联网中基于 UWB 定位的自动泊车技术研究综述[J/OL]. 无线电工程, 1-39. <https://link.cnki.net/urlid/13.1097.tn.20251205.1441.004>, 2026-01-02.
- [18] 朱茂飞, 彭相, 谷曼, 等. 应用干扰观测器的自动泊车路径跟踪控制[J/OL]. 机械设计与制造, 1-7. <https://doi.org/10.19356/j.cnki.1001-3997.20251201.005>, 2026-01-02.
- [19] 高颖, 张祖锋, 寇旻阳, 等. 基于 OPENMV 的自动泊车系统的设计与研究[C]//天津市电子学会. 第三十九届中国(天津) 2025'IT、网络、信息技术、电子、仪器仪表创新学术会议论文集. 2025: 170-175.
- [20] 王安定. 多传感器融合技术在自动泊车中的应用研究[J]. 大众汽车, 2025(9): 22-24.
- [21] 阚卫峰, 胡煜, 解恒晖. 面向智慧场站基于 SLAM 定位的公交客车自动泊车系统研究[J]. 商用汽车, 2024(3): 62-67.
- [22] 黄琳, 童海华. 起底自动驾驶芯片背后的秘密[N]. 中国经营报, 2022-04-04(C07).
- [23] 袁斌, 周宇, 吴瑞明, 等. 面向移动机器人路径规划的改进智能水滴算法[J]. 机械设计与制造, 2026(1): 157-161.
- [24] 杨欣悦. 基于信息熵的鲁棒核自适应滤波算法研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 电子科技大学, 2023.
- [25] 李昂. 面向机器人环境感知理解的视觉 Transformer 网络关键技术研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京邮电大学, 2023.