

# 基于 YOLOv8 的天花板鼓包修复机器人系统设计

梁佳建 任宇波 韦俊瑞 王伦 龙清泉

绍兴文理学院智能工程学院，浙江绍兴，312000；

**摘要：**针对家庭天花板鼓包开裂维护中高空作业风险大、人工效率低及质量不稳定等问题，本文提出基于 YOLOv8 的自动化维护系统，构建“识别-定位-修复-监控”全流程解决方案。系统通过香橙派部署的 YOLOv8 轻量化网络，实现鼓包实时识别与分类，再经视觉伺服反馈控制 360° 高扭矩云台及滚珠丝杠滑台，保障作业末端精准定位。该系统填补国内该类专用智能化设备空白，为建筑智能装备在家庭维护领域的应用提供技术参考，具备显著实用价值与推广前景。

**关键词：**天花板鼓包修复；YOLOv8 目标识别算法；嵌入式系统

**DOI：** 10.69979/3041-0673.26.03.018

## 引言

目前传统天花板鼓包修复方式仍存在诸多亟待解决的问题。从安全角度看，人工高空作业面临极高风险，登高作业坠落事故率高，狭窄空间内防护设备部署困难，强风、设备老化等因素更加剧了危险。从效率与成本来看，人工鼓包修复依赖目检与手工操作，大面积或多层建筑需多人轮班耗时数周，人工成本逐年攀升，且人工处理天花板鼓包的效果易受疲劳、技术差异等因素影响，人工修复整体效率低下。从环保与健康角度，铲除旧墙面产生的粉尘、喷涂涂料释放的甲醛等有害气体，不仅危害工人健康，也与“绿色施工”标准相悖，许多工人为了防止吸入粉尘在工作时戴好口罩。

## 1 本文主要工作

本文提出基于 YOLOv8 的自动化维护系统，构建“识别-定位-修复-监控”全流程解决方案，并设计含定位、打磨、粉刷、鼓包识别等六大功能单元的机器人系统，以 STM32F103VET6 微控制器协调各部分联动，搭建硬件架构，在 GPU 服务器训练 YOLOv8 模型并部署于香橙派，结合 USB 摄像头实现鼓包实时识别与参数传输。通过视觉伺服控制云台与滑台实现精准定位，用 HC-05 蓝牙建立无线通信。本系统填补国内专用智能化设备空白，为建筑智能装备家庭维护应用提供技术参考。

## 2 机器人系统总体设计

### 2.1 总体方案设计

本系统总体上分为定位机构、打磨机构、粉刷机构、鼓包识别模块、远程监护模块、人机交互模块六大部分，

通过 STM32F103VET6 微控制器来协调各部分工作，整体系统框图如下图 1 所示。

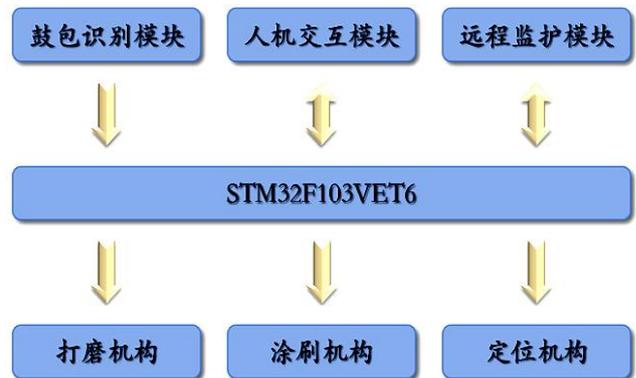


图 1 整体系统框图

整体设计草图如图 2 所示。

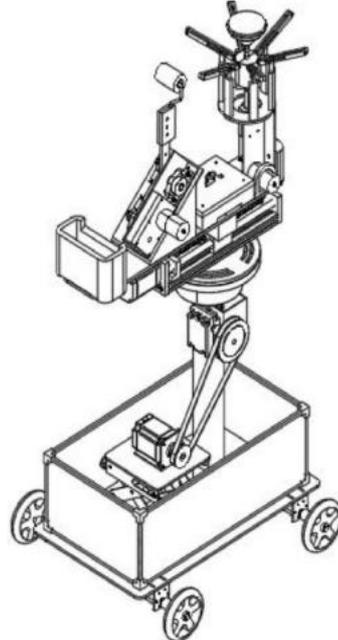


图 2 整体设计草图

## 2.2 硬件控制架构

### 2.2.1 控制模块

采用基于 ARM Cortex-M3 内核的 STM32F103VET6 单片机作为核心控制器, 利用其丰富的高级定时器资源输出多路高精度 PWM 信号, 精准调控步进电机、直流电机及舵机的运动轨迹与转速, 高效协调移动平台、升降机构、云台和修复模块的复杂联动操作。芯片内置的多个定时器确保各机构运动时序的精确同步, 同时通过其 UART 接口连接 HC-05 蓝牙模块, 实现与手机 APP 的稳定无线通讯, 可实时回传系统工作状态数据并可靠接收远程控制指令, 强大的处理能力为整个系统的稳定、高效运行提供了坚实基础。

### 2.2.2 墙面鼓包识别模块

为实现机器人系统对天花板鼓包的高效识别和判断, 设计了一套基于 YOLOv8 的图像识别系统。首先, 在 GPU 服务器上训练识别模型, 之后将模型部署香橙派上。当香橙派通过 USB 摄像头检测到墙面鼓包或者污渍时, 马上向 STM32F103VET6 发送请求信号, 机器人系统停止巡航, 准备上升顶部平台, 对工作区域进行处理。

### 2.2.3 蓝牙模块

采用 HC-05 蓝牙模块实现无线通信功能, 模块通过 UART 串口与 STM32F103VET6 单片机直接连接, 建立稳定的数据传输通道。支持 AT 指令配置, 工作于主从一体模式, 可实现 10 米范围内与 Android/iOS 设备的可靠通信。通过自定义通信协议, 手机 APP 可实时发送运动指令(前进/转向/升降等)并接收装置状态反馈。

### 2.2.4 YOLOv8 目标检测算法

YOLOv8 目标检测算法是实现墙面鼓包和污渍智能识别的核心技术。该算法部署于香橙派上, 通过 USB 摄像头采集墙面图像, 能够动态检测并识别墙面鼓包区域。其整体架构包含 Backbone、PANet 和 Output 等部分, 通过 BottleNeckCSP、Conv1x1、Concat、UpSample、SPP 等组件的协同工作, 有效提取图像中的特征信息, 实现对目标的精准定位与分类。

在实际应用中, 训练好的 YOLOv8 模型在香橙派上运行时, 会对采集到的图像进行实时处理, 当检测到墙面鼓包或者污渍且置信度达到 0.8 及以上时, 会迅速向 STM32F103VET6 微控制器发送请求信号, 使系统停止巡航并准备上升顶部平台进行处理。同时, 算法会计算区域的中心坐标、与图像中心的距离、偏移角度等参数,

并将这些信息通过串口发送给主控芯片, 为后续的精准清洁修复作业提供数据支持, 提升清洁修复的效率和精度(见图 3)。

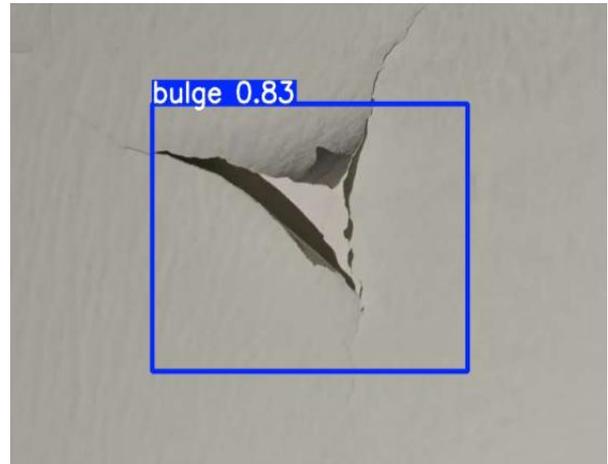


图 3 目标识别效果图

### 2.2.5 智穹控制台 APP 设计

智穹操作台 APP 作为功能强劲、界面简约的操控工具, 依托 Vue 与 SpringBoot 主流前后端框架开发, 致力于为用户带来方便简约的操作体验, 智穹控制台 APP 操作界面如图 4 所示。



图 4 智穹控制台 APP 操作界面图

## 3 结束语

针对家庭天花板鼓包修复人工高空作业风险高、效率低等痛点, 本文设计实现基于 YOLOv8 的自动化修复机器人系统, 构建“识别-定位-修复-监控”全流程方案, 整合六大功能单元保障精准作业。核心技术上, 香

橙派部署的 YOLOv8 算法鼓包检出率达 98.5%，智穹控制台 APP 指令延迟 47ms，兼顾操作便捷性与数据安全性。系统仍需优化 APP 操作引导、复杂光照下识别稳定性等，后续可拓展墙面适配能力，其设计为建筑智能装备在家庭维护领域的应用提供技术参考，具备显著实用价值与推广前景。

### 参考文献

[1] Ultralytics Team. YOLOv8: Real-Time Object Detection and Instance Segmentation[R]. San Francisco: Ultralytics, 2023.

[2] Redmon J, Divvala S, Girshick R, et al. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection[C]. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2016: 779-788.

[3] Corke P. Visual Control of Robots: High-Per-

formance Visual Servoing[M]. Cambridge: MIT Press, 1996.

[4] JustAnswer Home Improvement Expert. How to Repair a Ceiling Bulge Caused by Past Water Damage[EB/OL]. 2024-08-30.

[5] 陈佳. 基于深度学习的天花板鼓包识别与机器人修复路径规划研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2023: 45-58.

[6] 刘焕雨. 机器人视觉伺服控制技术及应用 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2022: 78-92.

作者简介: 梁佳建(2005.08-), 男, 壮族, 广西柳州人, 本科, 研究方向: 机械设计与机器人控制。

基金项目: 国家级大学生科技创新项目 (No. 202510349068)