

**企 业 项 目 实 践**

**课 程 任 务 书**

题目： 机器视觉与缺陷检测关键技术研究

姓 名： 缪文韬

学 号： U202210849

同组成员： 胡淼发 武彦君

班 级：机械本硕博 2201 班

（任务起止日期： 2025 年 3月 17 日 ～ 2025 年 12 月 31 日）

1. 题目来源

本课题作为菲尼克斯电气有限公司参与校企联合指导的企业项目实践课题，来自于南京菲尼克斯电气有限公司生产实际需求。

在现代工业生产中，工件表面缺陷的快速检测对于保证产品质量至关重要。传统的人工检测方式效率较低，难以满足批量生产的需求。机器视觉检测系统逐渐成为一种重要的解决方案。

在菲尼克斯生产设备上，有端子和连接器的产品检测，如端子缺陷检测，机器视觉则是关键技术：

（1）提升生产效率：人工检测缺陷的方式效率低下且易受主观因素影响。企业急需引入机器视觉与缺陷检测技术，实现自动化、高速的产品质量检测，传统人工检测难以跟上生产节奏，而机器视觉系统可快速、准确地识别元件是否存在焊接不良、尺寸偏差等缺陷，大幅提升生产效率，降低人工成本。

（2）保障产品质量一致性：品质量是企业立足市场的根本。不同检测人员对缺陷的判断标准可能存在差异，导致产品质量不稳定。机器视觉与缺陷检测技术基于统一的算法和标准，能精确、稳定地检测产品缺陷，确保每一件产品都符合高质量标准，避免因人工检测疏忽而导致的次品流出，维护企业品牌形象。

（3）降低生产成本：品缺陷若在生产后期甚至销售后才被发现，将带来高昂的返工、召回成本。机器视觉与缺陷检测技术可在生产过程中尽早发现缺陷，及时进行调整和修复，减少废品率和后续损失。

本课题旨在设计并实现机器视觉与缺陷检测技术。本课题会选择合适的工业相机进行图像采集并对图像进行预处理和特征提取，结合实际的应用场景，选择合适的缺陷检测算法进行缺陷识别，并优化算法以提高检测精度和速度。本课题会通过控制器来进行集成，在实际生产场景中测试所设计的缺陷检测系统，对检测精度、实时性和稳定性进行验证和调整。

1. 实践目标

（1）结合具体场景研究并实现产品缺陷检测算法：调研现有机器视觉与缺陷检测算法的优缺点，针对具体产品缺陷特征，通过改进算法结构、调整参数设置以及融合多种算法优势等方式，提升算法的检测精度与速度。综合考虑算法实现的性能/效率以满足实时检测，算法能适应系列工件，避免检测失效。

（2）构建基于工业边缘计算平台的集成系统：集成机器视觉、自动化单元和边缘控制系统、边云协同平台和用户交互界面等组件，构建无缝衔接的机器视觉缺陷检测系统。确保各硬件设备与软件算法之间实现高效协同工作，适用于实际生产环节，系统设计能考虑稳定性与可靠性因素，具备良好的环境适应性，确保在复杂工业环境下正常工作。

1. 实践内容

（1）工件图像采集系统搭建：选用适合的工业相机和光源，建立稳定的图像采集系统，确保图像质量满足缺陷检测需求。

（2）图像预处理与特征提取：对采集的工件图像进行预处理（如灰度化、去噪等），并提取工件表面缺陷的特征信息。

（3）缺陷检测算法实现与优化：结合实际应用场景，选择合适的缺陷检测算法（如边缘检测、纹理分析等）进行缺陷识别，并优化算法以提高检测精度和速度。

（4）基于边缘控制器的系统集成：将缺陷检测系统与边缘控制系统进行集成，实现检测结果的实时反馈与自动化处理，确保系统能够稳定运行。

（5）系统测试与验证：在实际生产场景中测试所设计的缺陷检测系统，对检测精度、实时性和稳定性进行验证和调整。

1. 任务与分工

项目组成员：

武彦君（U202210872）

胡淼发（U202210840）

缪文韬（U202210849）

主要任务与分工：

1. 项目需求分析和系统功能定义（完成人：武彦君）
2. 缺陷检测算法环境搭建和算法研究(完成人：胡淼发)
3. 机器视觉系统标定和图像采集软件编写(完成人：缪文韬)
4. 实验装置边缘控制器软件架构设计(完成人：缪文韬)
5. 缺陷检测AI算法在边缘控制系统的部署(完成人：缪文韬)
6. 视觉系统与自动化分拣系统的集成(完成人：武彦君)
7. 系统测试和验证(完成人：武彦君)
8. 技术报告撰写(完成人：武彦君)

五、已具备的实践条件

（1）实验装置

菲尼克斯电气公司提供课题所需的实验装置，该装置厨房的摆设布局

描述已自动生成由三轴抓取系统、视觉检测系统、仓储货架、控制系统等组成。在开放的控制平台实现对工件的缺陷检测和标定识别、智能存储，配合数字化的信息管理平台，实现物料存储应用场景的智能化。设备硬件整体长宽1000x500mm。

设备平台的控制系统硬件基于菲尼克斯边缘控制器EPC1502，并配有总线耦合器、数字量输入输出模块，FL SWITCH 1005N超薄工业交换机，UNO2-PS/24DC开关电源、ESTUN伺服控制器ED3L PN、海康视觉相机，以及基本外设。主要采用PROFINET通讯连接。

边缘控制器EPC1502同时支持IEC61131-3、MATLAB Simulink、C++、C#、Java、Python等，适用于协议转换、数据采集和云计算。通过DisplayPort本地输出可视化内容，支持多种协议，例如：http、https、FTP、SNTP、SNMP、SMTP、SQL、MySQL、DCP等，两个独立的以太网接口和WIFI，一致的图形编程接口。

边缘控制器支持智能机器视觉算法和运动控制程序的开发，实现视觉检测和运动控制的融合，根据视觉检测算法结果，控制自动化单元将元件分类抓取到仓储货架的不同位置。

（2）算法研发平台

学校导师实验室提供算法研究平台，包括运动控制算法仿真环境、柔性自动化数字孪生环境、深度学习算法训练所需的算力平台等。

六、进程安排

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 设计阶段 | 设计内容摘要 | 周数 | 备 注 |
| 选题和需求分析 | 明确具体的设计目标，进行需求分析和功能定义 | 第2周 |  |
| 概要方案设计 | 完成概要方案设计，细化模块接口 | 第3周 |  |
| 算法研究和实验 | 进行视觉检测算法研究和实验工作 | 第5-8周 |  |
| 边缘控制软件设计 | 完成基于边缘控制器的算法部署和自动化软件开发 | 第9-11周 |  |
| 调试 | 基于实验装置进行硬件和软件调试 | 第12-13周 |  |
| 系统集成测试 | 完成系统功能集成测试和功能验证 | 第14-15周 |  |
| 总结和文档整理 | 1. 汇总整理项目过程文档  2. 总结团队合作和项目管理经验；  3. 撰写项目报告书和个人总结。 | 第16-17 周 |  |
| 答辩 | 答辩展示及导师评分。 | 第 18周 |  |

七、实践成果要求

1. 系统设计报告1份；

2. 算法研究报告1份；

3. 边缘控制软件程序1份。

八、参考资料

[1] 冯毅萍、张龙等. 新一代开放式控制平台--PLCNEXT开发与应用. 北京：化学工业出版社，2025

[2] Pytorch深度学习编程框架资料

[3] OpenCV编程资料：[www.opencv.org](http://www.opencv.org)

指导教师： 陈冰

企业导师： 李慧敏、赵冰清

2025年 3 月 15 日