

同行专家业内评价意见书编号： 20250855127

附件1

**浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）
同行专家业内评价意见书**

姓名： 孙尉宁

学号： 22260028

申报工程师职称专业类别（领域）： 机械

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）制

2025年05月16日

填表说明

一、本报告中相关的技术或数据如涉及知识产权保护、军工项目保密等内容，请作脱密处理。

二、请用宋体小四字号撰写本报告，可另行附页或增加页数，A4纸双面打印。

三、表中所涉及的签名都必须用蓝、黑色墨水笔，亲笔签名或签字章，不可以打印代替。

四、同行专家业内评价意见书编号由工程师学院填写，编号规则为：年份4位+申报工程师职称专业类别(领域)4位+流水号3位，共11位。

一、个人申报

（一）基本情况【围绕《浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）工程类专业学位研究生工程师职称评审参考指标》，结合该专业类别(领域)工程师职称评审相关标准，举例说明】

1. 对本专业基础理论知识和专业技术知识掌握情况(不少于200字)

在本专业学习过程中，本人系统掌握了机器视觉以及智能消防领域的基础理论知识和专业技术，尤其在火焰检测技术方面具备了扎实的理论基础与丰富的实践经验。火焰作为火灾预警和处置的关键目标，其检测准确性对保障人身财产安全至关重要。通过对传统烟雾、温度传感器等方法的深入理解，本人认识到基于视觉的火焰检测在复杂环境下具有更强的适应性和场景理解能力。为此，本人深入研究了可见光与热红外多模态图像处理技术，设计并优化了TD-Trans和TDMM-

Trans火焰检测网络，有效提升了火焰与干扰物的区分能力及系统鲁棒性。在此基础上，本人还结合视频时序特征进行误检与漏检优化，并成功将检测方案部署于智能消防机器人平台，在真实火焰场景中完成了系统验证。通过这一系列理论与技术的学习与实践，本人已能够独立解决复杂工程问题，展现出扎实的专业能力和科研素养。

2. 工程实践的经历(不少于200字)

在工程实践方面，本人围绕火焰检测的实际应用需求，深入开展了多项研究与系统开发工作，积累了丰富的实践经验。为提升火灾预警系统的智能化水平，本人主导设计并实现了基于可见光与热红外的多模态视频火焰检测系统，涵盖数据集构建、模型设计、时序信息融合和机器人平台部署等完整流程。项目初期，本人基于实际火焰场景采集数据，构建了VFD和MMFD两个具有代表性的数据集，为后续模型训练提供了基础。随后，设计了TD-Trans与TDMM-Trans检测网络，通过引入注意力机制、多尺度结构和模态融合策略，有效提升了火焰检测的准确性与鲁棒性。在此基础上，本人进一步融合视频时序信息，采用光流分析与小波特征建模方法，解决了偶发误检与漏检问题。在项目最后阶段，本人将整体检测系统集成至智能消防机器人中，并在真实火焰环境中完成了实地验证实验，成功检验了方案的实用性与工程价值。这些实践不仅加深了本人对工程问题本质的理解，也锻炼了本人在方案策划、系统开发与跨学科协作中的综合能力。

3. 在实际工作中综合运用所学知识解决复杂工程问题的案例（不少于1000字）

火焰在社会生产与生活中具有不可或缺的地位，但火灾高频发生对人类生命财产安全造成了长期威胁，且防控难度日益攀升。随着消防装备从传统机械化迈向智能化，对火焰目标的实时、准确检测成为火灾预警和处置的关键。相比于传统烟雾、温度和气体传感器，基于视觉的火焰检测技术在场景理解方面更具全面性，近年来受到广泛关注。然而，目前大多数视觉检测方案主要依靠可见光单模态图像，难以有效应对复杂背景以及透明火焰、强光等多种干扰因素。为克服单模态检测方案的局限性，部分工作尝试引入热红外模态中的温度信息，并采用先进行单模态检测后再融合多模态结果的策略进行火焰检测，但此类方案往往由于直接依赖单模态检测结果、跨模态对齐困难以及时序信息利用不足等问题，检测效果欠佳。基于上述问题，本人开展了基于可见光与热红外多模态视频的火焰检测方案研究，从可见光单模态图像火焰检测网络设计、可见光-

热红外多模态图像的信息融合、视频时序特征建模以及机器人平台验证等多个层面展开探索，以期发展应对复杂火灾场景的火焰检测新方案。通过运用所学知识与实践技术探索，本人已解决如下复杂工程问题：

1.

针对可见光单模态图像下火焰目标与相似干扰物难以区分的问题，提出了基于全局特征理解

的可见光单模态火焰检测网络——Tripple-D Transformer (Detect、Deformable and Denoising Transformer, TD-

Trans)。具体工作包括：首先，为解决火焰检测数据集规模较小、场景单一的问题，构建了专门的可见光模态火焰检测数据集——Visible Fire

Datasets (VFD)；其次，针对过往火焰检测方案中火焰目标与相似干扰物的难区分现状，设计了以注意力机制为核心的编码-

解码框架，强化了模型对图像全局特征的理解与融合，显著提升了火焰与干扰物间的区分能力；进一步，为应对不同尺寸火焰带来的检测难点，引入多尺度特征结构并使用可变形注意力合理降低计算负担，在确保捕捉小目标火焰区域详细信息的同时仍能兼顾效率；此外，为克服网络训练中二分图匹配与随机初始化导致的训练不稳定性与收敛较慢问题，结合了基于交并比的查询选择机制和去噪训练机制，从而提高模型在早中期训练阶段的稳定性和收敛速度。多组实验结果表明，TD-

Trans模型可在保证快速收敛和高效检测的前提下，显著增强对于火焰与干扰物的辨别能力，为后续基于可见光和热红外多模态图像的火焰检测网络设计奠定了坚实基础。

2.

针对单模态图像在复杂环境干扰和火焰形态多样性方面的固有场景局限及现有多模态火焰检测方案中对单模态结果的直接依赖和复杂调参问题，设计了融合可见光与热红外图像的多模态火焰检测网络——Tripple-D Multi-modal Transformer (TDMM-

Trans)。具体而言，首先构建了多模态火焰检测数据集——Multi-Modality Fire Dataset (MMFD)；随后，为解决过往多模态方案直接依赖单模态检测结果导致的检测性能不足问题，设计了单模态特征提取-多模态特征层信息交互-

目标检测的三层次递进式特征层融合结构，使模型能够自主学习模态对齐与模态信息融合；进一步，针对不同模态图像特征弱对齐问题，提出了模态搜索注意力机制，通过引入跨模态查询的方式，实现模型自学习对齐并融合两种模态的关键特征；此外，为避免传统后融合方案中繁琐的人工先验设计和后处理调参问题，采用了“二分图匹配”和“模态二分图一致”策略，确保TDMM-

Trans在训练过程中自适应地纠正模态配准误差以及解决重叠目标框问题。多组实验结果验证了该方案在提高检测性能和系统鲁棒性方面的有效性与可行性。

3.

针对图像火焰检测的偶发误检/漏检问题，设计了结合视频时序信息的多模态火焰检测框架。在实际应用场景中，即使有较高精度的多模态图像火焰检测模型，仍可能因某些特殊干扰因素而出现少量偶发的误检或漏检。虽然这些失误的发生概率较低，但一旦用于无人消防作业，就会对整体决策造成潜在风险并可能带来严重损失。为此，针对火灾现场具有连续燃烧和形变剧烈的特点，本方案在多模态模型TDMM-

Trans检测结果的基础上融合了光流分析和轮廓点R通道波动特征等时序信息，通过Horn-Schunck光流检测和离散小波变换的手段进一步降低了偶发性误检与漏检的概率，实现更精准更稳定的火焰识别。实验结果显示，在合理阈值设置下，结合时序信息可有效降低算法的漏检与误检概率，与原检测方案相比具有更优的检测性能。

4.

智能消防机器人实验验证。实际案例中，将本方案部署至智能消防机器人上，开展了在真实火焰场景中的验证性实验。通过实际火焰场景下的评测，验证了方法在提升火灾监测效能与减轻消防人员风险方面的可行性和实用价值。

（二）取得的业绩（代表作）【限填3项，须提交证明原件（包括发表的论文、出版的著作、专利证书、获奖证书、科技项目立项文件或合同、企业证明等）供核实，并提供复印件一份】

1. 公开成果代表作【论文发表、专利成果、软件著作权、标准规范与行业工法制定、著作编写、科技成果获奖、学位论文等】

成果名称	成果类别 [含论文、授权专利（含发明专利申请）、软件著作权、标准、工法、著作、获奖、学位论文等]	发表时间/ 授权或申 请时间等	刊物名称 /专利授权 或申请号等	本人 排名/ 总人 数	备注
A Study on Flame Detection Method Combining Visible Light and Thermal Infrared Multimodal Images	权威期刊	2024年11月12日	Fire Technology	1/6	已发表
一种视觉位置识别方法、电子设备、介质	发明专利申请	2023年07月05日	申请号：2023108106821	2/3	导师一作，本人二作
第二届“启智杯”机器视觉设计大赛	获奖	2024年04月11日		3/3	浙江省二等奖

2. 其他代表作【主持或参与的课题研究项目、科技成果应用转化推广、企业技术难题解决方案、自主研发设计的产品或样机、技术报告、设计图纸、软课题研究报告、可行性研究报告、规划设计方案、施工或调试报告、工程实验、技术培训教材、推动行业发展中发挥的作用及取得的经济社会效益等】

(三) 在校期间课程、专业实践训练及学位论文相关情况	
课程成绩情况	按课程学分核算的平均成绩: 88 分
专业实践训练时间及考核情况(具有三年及以上工作经历的不作要求)	累计时间: 2 年(要求1年及以上) 考核成绩: 86 分
本人承诺	
个人声明: 本人上述所填资料均为真实有效, 如有虚假, 愿承担一切责任, 特此声明! 申报人签名: 孙树宁	

22260028

二、日常表现考核评价及申报材料审核公示结果

日常表现 考核评价	非定向生由德育导师考核评价、定向生由所在工作单位考核评价： ☒ 优秀 ☐ 良好 ☐ 合格 ☐ 不合格 德育导师/定向生所在工作单位分管领导签字（公章）：徐海 2018年05月24日
申报材料 审核公示	根据评审条件，工程师学院已对申报人员进行材料审核（学位课程成绩、专业实践训练时间及考核、学位论文、代表作等情况），并将符合要求的申报材料在学院网站公示不少于5个工作日，具体公示结果如下： ☐ 通过 ☐ 不通过（具体原因： 工程师学院教学管理办公室审核签字（公章）：) 年 月 日

浙江大学研究生院
攻读硕士学位研究生成绩表

学号：22260028		姓名：孙尉宁		性别：男		学院：工程师学院			专业：机械			学制：2.5年			
毕业时最低应获：26.0学分				已获得：30.0学分					入学年月：2022-09			毕业年月：			
学位证书号：						毕业证书号：						授予学位：			
学习时间		课程名称		备注	学分	成绩	课程性质	学习时间		课程名称		备注	学分	成绩	课程性质
2022-2023学年秋季学期		工程技术创新前沿			1.5	89	专业学位课	2022-2023学年春夏学期		工程伦理			2.0	99	公共学位课
2022-2023学年秋冬学期		机器学习			3.0	84	跨专业课	2022-2023学年夏季学期		研究生英语基础技能			1.0	免修	公共学位课
2022-2023学年秋冬学期		研究生论文写作指导			1.0	93	专业学位课	2022-2023学年春夏学期		优化算法			3.0	92	专业选修课
2022-2023学年秋冬学期		高阶工程认知实践			3.0	78	专业学位课	2022-2023学年春夏学期		人工智能制造技术			3.0	91	专业学位课
2022-2023学年秋冬学期		智能工业机器人及其应用			3.0	89	专业选修课	2022-2023学年夏季学期		研究生英语			2.0	免修	公共学位课
2022-2023学年冬季学期		新时代中国特色社会主义思想理论与实践			2.0	93	公共学位课	2023-2024学年秋季学期		深度科技国际创业前沿			1.0	90	跨专业课
2022-2023学年冬季学期		产业技术发展前沿			1.5	90	专业学位课			硕士生读书报告			2.0	通过	
2022-2023学年春季学期		自然辩证法概论			1.0	90	公共学位课								

说明：1. 研究生课程按三种方法计分：百分制，两级制（通过、不通过），五级制（优、良、中、及格、不及格）。

2. 备注中“*”表示重修课程。

学院成绩校核章：

成绩校核人：张梦依

打印日期：2025-06-03





A Study on Flame Detection Method Combining Visible Light and Thermal Infrared Multimodal Images

Weining Sun and Yuanhao Liu, Polytechnic Institute, Zhejiang University, Hangzhou 310015, China

Feng Wang and Le Hua, Zhejiang Huaxiao Technology Co., Ltd, Hangzhou 310053, China

Jianzhong Fu and Songyu Hu ^{*}, Key Laboratory of 3D Printing Process and Equipment of Zhejiang Province, College of Mechanical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China and The State Key Laboratory of Fluid Power and Mechatronic Systems, College of Mechanical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China

Received: 25 March 2024/**Accepted:** 18 October 2024

Abstract. Fire disasters pose a significant threat to human safety. Therefore, timely and effective fire detection is crucial for mitigating these threats. Combining visible light and thermal infrared for multimodal flame detection can fully utilize the visual and temperature distribution information of flames, potentially considerably enhancing the accuracy and robustness of flame detection methods. This approach is a highly promising detection method. However, the visible light and thermal infrared modalities differ fundamentally in imaging principles, pixel resolution, and texture information. Thus, effective fusion of these modalities becomes challenging. To address this issue, a novel flame detection method that integrates visible light and thermal infrared images is introduced. For the visible light modality, an overall model based on Mask R-CNN is designed, with ConvNeXt as the backbone, FPN as the neck, and a cascade structure as the detection head. Then, for the thermal infrared modality, to adapt to its weak semantic and strong texture features, we specifically modified the model's neck to better extract the underlying texture information of the image using the PAFPN structure. Furthermore, we designed a multimodal fusion algorithm using GIoU to fuse detection information from the visible light and thermal infrared modalities to address the weak alignment of detection targets in imaging principles, pixel resolution, and texture information. Experimental results on both public and self-collected datasets demonstrate that our proposed method outperforms other mainstream target detection networks in flame detection. Moreover, ablation experiments suggest that multimodal fusion significantly improves the overall

^{*}Correspondence should be addressed to: Songyu Hu, E-mail: syhu166@zju.edu.cn

Weining Sun and Yuanhao Liu have equally contributed to this work and should be considered co-first authors.





310013

浙江省杭州市西湖区古墩路 701 号紫金广场 C 座 1506 室 杭州求是
专利事务所有限公司
邱启旺(0571-87911726-808)

发文日:

2023 年 07 月 05 日



申请号: 202310810682.1

发文序号: 2023070501440080

专利申请受理通知书

根据专利法第 28 条及其实施细则第 38 条、第 39 条的规定, 申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日等信息通知如下:

申请号: 2023108106821

申请日: 2023 年 07 月 03 日

申请人: 浙江大学

发明人: 胡松钰, 孙尉宁, 傅建中

发明创造名称: 一种视觉位置识别方法、电子设备、介质
经核实, 国家知识产权局确认收到文件如下:

权利要求书 1 份 3 页, 权利要求项数: 10 项

说明书 1 份 7 页

说明书附图 1 份 6 页

说明书摘要 1 份 1 页

专利代理委托书 1 份 2 页

发明专利请求书 1 份 4 页

实质审查请求书 文件份数: 1 份

申请方案卷号: 邱-231-207-陈

提示:

1. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时, 可以向国家知识产权局请求更正。

2. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 再向国家知识产权局办理各种手续时, 均应当准确、清晰地写明申请号。

审查员: 蔡薇薇

联系电话: 010-62356655

审查部门: 初审及流程管理部



荣誉证书

HONORARY CREDENTIAL

A506 团队:

你们的作品“能实现标准件检测的双目视觉系统设计”在 2024 年度第二届“启智杯”机器视觉设计大赛中, 荣获

创意赛道二等奖

团队成员: 吴正豪、张青雨、孙尉宁 指导老师: 胡松钰

特发此证, 以兹鼓励。



2024年4月11日