

## 2.25【A25】浓烟环境人体目标判别【中电海康】

### 1. 命题方向

智能计算

### 2. 题目类别

计算类

### 3. 题目名称

浓烟环境人体目标判别

### 4. 背景说明

#### 【整体背景】

在火灾救援中，浓烟弥漫的环境会极大地影响消防员的视野，阻碍他们快速定位和救援被困人员。在火场中，烟雾不仅会遮挡可见光，使得传统的视觉手段失效，还会造成高温和其他有害气体的危害，增加救援的难度和危险性。

为了提升火灾救援的效率，现代消防系统中逐渐引入了机器人技术，特别是搭载多种传感器的智能救援机器人。这些机器人可以在危险的环境中代替消防员进入火场，通过搭载红外、热成像等传感器，突破烟雾遮挡，帮助探测和识别被困人员的位置。

然而，当前技术在浓烟环境中的识别效果仍存在挑战。例如，烟雾对可见光和红外光的不同程度衰减、复杂的温度场以及环境中的干扰物体，都会对人体识别算法带来挑战。因此，开发能够在浓烟环境下精确识别人类目标的智能算法，对于提升火灾救援效率具有重要意义。

本题目旨在通过智能计算技术，设计并实现能够在浓烟环境中有效识别人体目标的算法。参赛团队需基于提供的传感器数据（如红外图像、热成像数据等），开发高效、鲁棒的算法，用于浓烟环境下的目标检测，提升机器人在复杂环境中的感知能力，最终辅助消防人员更快、更准地定位被困人员。

#### 【公司背景】

中电海康无锡科技有限公司成立于2018年1月，注册资本13.1亿元，是中电海康集团有限公司全资子公司。公司以“建成国内小微特机器人行业的创新型一流企业，建成国家级物联网技术和产业高地”为愿景，以“落地硬核科技，服务国计民生”为使命，以“小微（特种）机器人”领域为研究方向，面向社

会安全、消防应急、安全生产等行业构建产品体系，在场景化解决方案牵引下布局智能化模组部件、数字化应用领域，着力打造小微特机器人产业及人才高地。

### 【业务背景】

随着智能科技的飞速发展，消防救援领域也在不断探索将先进的机器人技术应用于实际救援任务中。特别是在高风险的火灾现场，传统的人工救援方式面临着巨大的挑战和风险，浓烟弥漫、能见度低、温度高等因素常常导致救援效率低下，甚至威胁救援人员的生命安全。

中电海康无锡科技有限公司作为一家致力于开展小微特机器人及系统研制的企业，我们公司专注于将智能计算、自动化技术与实际救援需求紧密结合，为公共安全和消防领域提供前沿解决方案。公司致力于研发结合双模态传感器（红外、热成像）的智能算法，提升机器人在复杂火场中的感知能力，辅助消防员快速识别和营救被困人员。

通过此次竞赛命题，公司希望激发高校创新，开发出能突破烟雾遮挡的精准检测算法，应用于救援机器人的优化升级，提升产品竞争力，并推动智能救援技术的发展，满足消防市场需求。

## 5. 项目说明

### 【问题说明】

在火灾救援中，浓烟环境严重影响消防员对被困人员的识别与定位，传统的视觉传感器在这种条件下效果不佳，导致救援效率低下。为了有效应对这一挑战，我们需要开发两种关键算法：

**(1) 去烟算法：**该算法旨在降低浓烟对图像的干扰，通过图像处理和增强技术，提升在烟雾环境中的可见性。通过改善图像质量，去烟算法能够提取出更多有用信息，使后续的目标识别更为准确。

**(2) 人体识别算法：**在经过去烟处理的图像上，人体识别算法负责准确定位和识别被困人员。该算法需要在复杂的背景和环境变化中保持高识别率，确保能够迅速找到需要救助的人。

通过结合这两种算法，我们的目标是实现浓烟环境下的高效人体目标判别，帮助消防机器人更快地识别和定位被困人员，从而提升救援效率和安全性。

补充说明：去烟算法可服务于人体识别算法。也可选择独立使用原始双光视频用于人体识别算法而不使用去烟算法处理过的视频流。

### 【用户期望】

对于此次项目开发，命题企业希望达成以下期望：

(1) **高准确率**：开发的去烟算法和人体识别算法应能够在浓烟环境中保持高识别准确率，确保消防机器人能有效识别被困人员。**补充说明：优先避免漏报，在此基础上减少错报。**

(2) **实时性能**：算法应具备实时处理能力，能够在动态变化的火灾现场快速响应，实时传输识别结果，帮助消防员迅速做出决策。**补充说明：计算硬件平台为瑞芯微RK3588s。**

(3) **鲁棒性**：算法需要具备较强的鲁棒性，能够应对不同浓度的烟雾和复杂背景，确保在各种环境条件下都能稳定运行。**补充说明：针对不同烟雾场景分别进行测试。**

(4) **用户友好性**：最终解决方案应易于集成到现有的消防机器人系统中，并为消防员提供直观的用户界面，方便操作和理解。**补充说明：最终完成算法输入形式为并行双视频流（红外相机+热成像），输出形式为已绘制检测框及对应置信度的单一视频流。**

通过实现以上目标，命题企业希望借助这两种算法的结合，推动智能消防技术的发展，提升救援机器人的应用价值，为消防行业提供切实可行的解决方案。

## 6. 任务要求

### 【开发说明】

需针对浓烟环境下的人体目标判别项目，完成以下任务：

(1) **去烟算法开发：**

①设计和实现一种去烟算法，能够有效减少图像中的烟雾干扰；

②该算法需具备图像增强能力，以提升目标可见性，为后续识别提供高质量输入。

**补充说明：基于红外视频输入开发去烟算法，作为人体识别算法输入图像的前处理，主要目的为特征强化。**

## **(2) 人体识别算法开发：**

①在经过去烟处理的图像基础上，开发精准的人体识别算法；

②该算法需能够实时识别和定位被困人员，具有高准确性和低误报率。

**补充说明：识别输出为检测框以及对应置信度。人体识别算法也可以使用原始双光视频流，而不使用经去烟算法处理过的视频。**

## **(3) 双模态融合开发：**

①结合企业提供的可见光、红外和热成像视频数据，设计并实现多模态融合策略；

②通过融合数据，提升浓烟环境下的目标检测准确率和鲁棒性；

③确保融合后的特征提取与深度学习模型能够有效融合并提高目标识别的效果。

**补充说明：融合算法中包含双视频标定及对齐流程，作为人体识别算法一部分，服务于目标识别提升，最终效果体现于识别算法的输出。**

## **(4) 性能测试与评估：**

①在不同浓烟浓度和复杂背景下，对开发的算法进行全面测试；

②提供性能测试评估报告，包括识别准确率、处理速度和鲁棒性等指标。

**补充说明：基于所提供视频进行测试。**

## **【技术要求与指标】**

### **(1) 相关技术：**

①图像处理技术：图像处理算法不限，可采用开源算法；

②计算机视觉库：可使用开源库进行算法开发和测试，如 OpenCV、TensorFlow、PyTorch 等库；

③数据集：利用企业提供的双模态视频数据集，包括时间同步的浓烟环境拍摄的红外视频、热成像视频，时长不低于5分钟，进行训练和验证；

④多模态融合技术：通过融合可见光、红外和热成像视频数据，提升在浓烟环境中的目标检测准确率和鲁棒性。支持模态对齐（如时间同步、空间配准）、特征提取与深度学习融合策略（如自注意力机制或多模态联合学习模型）

。补充说明：可使用公开数据集，可进行数据增强。

## （2）开发完成程度指标：

### ①去烟算法：

A. 在企业提供的数据集上运行去烟算法后得到的图像主观视觉质量明显改善；

B. 实现图像处理时间不超过实时要求，每帧耗时不超过100ms。

### ②人体识别算法：

A. 在经过去烟处理的图像上，实现识别准确率不低于80%；

$$\text{准确率 (Precision)} = \frac{\text{真正例 (TP)}}{\text{真正例 (TP)} + \text{假正例 (FP)}}$$

B. 识别处理时间应控制在200毫秒以内，以确保实时响应。

### ③多模态融合：

A. 在融合视频后的目标检测任务中，目标识别的准确率应提升至少 85%，体现多模态融合的优势。查全率（Recall）应达到 99.9%，确保识别到绝大多数目标，减少漏报。

补充说明：去烟算法可通过计算信息熵及平均梯度进行客观图像质量及特征强度评估作为效果参考，最终目的为提升识别算法效果；算法耗时的计算包含预处理及后处理。

通过完成以上任务和技术指标，学生团队将为智能消防技术的发展提供有价值的解决方案，提升火灾救援的效率和安全性。

### 【提交材料】

- (1) 项目概要介绍；
- (2) 项目简介 PPT；
- (3) 项目详细方案；
- (4) 项目演示视频；
- (5) 企业要求提交的材料：
  - ①作品介绍；
  - ②作品Demo；
  - ③作品演示视频。
- (6) 团队自愿提交的其他补充材料。

**补充说明：介绍中包含测试结果具体数据。**

### 【任务清单】

- (1) 准备结果文件：整理模型预测结果，确保格式正确；包括单模态和融合后的结果文件；
- (2) 统计TP、FP、FN：计算得到的真正例、假正例和假负例；
- (3) 确定IoU阈值：设定IoU阈值，进行评估判断；
- (4) 计算Precision（精度）和Recall（召回率）：在不同置信度下计算每类的Precision和Recall，并绘制P-R曲线；
- (5) 计算AP：根据P-R曲线计算每类的平均精度（AP）；
- (6) 汇总与报告：整理结果并编写报告，展示P-R曲线和AP结果。

**补充说明：包含每帧计算耗时，最终检测结果分别进行mAP50与mAP50-95评估。**

### 【开发工具与数据接口】

- (1) 开发工具：开发工具以及开发平台不限，可以借助开源的工具；
- (2) 编程语言：Python、C++ 或其他主流编程语言；
- (3) 深度学习框架：TensorFlow、PyTorch 或其他企业允许的框架；
- (4) 计算机视觉库：OpenCV、Scikit-image 等；

(5) 数据接口：企业将通过网盘提供。网盘链接：

<https://pan.baidu.com/s/1y40QkoPk1Anb2YLTXD-xMg?pwd=wrxrh> 提取码：  
wrxrh（数据集是未对齐的视频格式数据集（需要设计算法对齐，双光视频的时间偏差不超过3s，最终验收也是类似的双光视频）

（为了解决采集参数和空间位置校正参数问题。由于存在两个相机基线的问题，所以双图融合参数需要根据目标距离进行对齐。我们的目标距离设定为10m，提供参数和对齐后的数据集。根据10m距离，特征提取出来的点进行的匹配参数。参数和例子见网盘：链接：

[https://pan.baidu.com/s/10J8dVIAf30c\\_GKAXB\\_9Aow?pwd=qxdw](https://pan.baidu.com/s/10J8dVIAf30c_GKAXB_9Aow?pwd=qxdw) 提取码：  
qxdw)

补充说明：最终验收数据为总长大于5分钟的红外光谱相机及热成像仪所录制的烟雾场景下视频，起始时间与结束时间差异在3s内，未进行空间对齐，红外光谱相机视频帧率为25fps，热成像视频帧率为30fps，RK3588开发及模拟运行环境可使用瑞芯微官方所提供rknn-toolkit2 docker镜像。

## 7. 其他

无

## 8. 参考信息

无

## 9. 评分要点

赛题评分要点见附件一：A 类企业命题初赛统一评分标准。