

附件 1 复杂环境智能保障技术教育部重点实验室开放课题指南

2026001 复杂环境下自跟随机器人目标跟踪技术研究

视觉跟随式移动平台可有效替代人工完成物资运输、安防巡逻及日常陪护等任务，然而，传统自跟随方案多依赖专用信标（如 UWB、红外标签）或预设轨迹，在人员密集、光照变化、目标姿态剧烈变动等复杂场景下，易出现目标丢失、身份切换及实时响应滞后等问题，导致跟随稳定性与可靠性不足。针对上述挑战，本课题拟开展基于机器视觉与多算法融合的自跟随机器人目标跟踪技术研究，具体研究内容包括：轻量化目标检测与 TensorRT 推理加速方案设计，多目标跟踪与身份保持机制研究，以及基于深度相机的实时测距与运动控制策略开发。基于 YOLOv8n、DeepSORT 与 OSNet 的协同架构，可在无需目标佩戴任何设备的前提下，完成行人检测、多目标身份分配、特定目标锁定及持续跟随。通过引入多角度静态模板匹配机制，有效抑制姿态变化引发的跟踪失效；结合双目深度相机获取目标与机器人的实时距离，并输出底盘运动控制指令。本课题拟实现目标识别准确率 $\geq 99\%$ ，系统端到端跟随帧率 ≥ 12 FPS，单帧推理延迟较原始模型降低不低于 25 ms，跟随距离误差 ≤ 0.3 m，角度误差 $\leq 5^\circ$ ，可在室内外人员混杂、光照非均匀等场景下实现稳定自主跟随，最大有效跟随距离 ≥ 10 m。

预期成果：

- （1）申请发明专利不少于 1 项（需受理）；
- （2）发表或录用 SCI/EI 论文不少于 1 篇；
- （3）完成自跟随机器人系统样机 1 套及技术研究报告 1 份。

2026002 海洋水色光学参数高光谱智能重构技术研究

高光谱水色遥感是精准刻画复杂海洋环境、解析海洋生态系统动力过程的重要途径。然而，传统的长时序水色卫星观测多依赖宽波段的多光谱传感器，且各载荷间的光谱响应特性存在显著差异，限制了浮游植物吸收系数等核心固有光学参数高光谱特征的长时序演变分析。针对上述传统多光谱观测面临的问题，本课题拟开展基于人工智能技术的海洋水色光学参数高光谱智能重构技术研究，具体研究内容包括：连续高光谱信号高保真重构体系设计、多源跨卫星平台高光谱映射机制构建以及标准化水色特征数据集研制。基于跨载荷智能重构技术，可以突破传统水色卫星观测的物理局限，获取涵盖遥感反射率与典型水体固有光学参数的高精度连续高光谱数据。高光谱数据可以为大尺度空间下极端海洋环境事件的长时序追踪与防灾减灾决策提供连续、可靠的核心数据支撑。本课题拟实现可见光波段高光谱重构（范围覆盖 400-700 nm），光谱分辨率优于 5 nm，重构多种卫星传感器（至少 3 种）的遥感反射率和典型固有光学量光谱（如浮游植物吸收系数），并构建覆盖 1998 年至今的长时序标准化高光谱重构数据集。

预期成果：

- （1）构建高光谱智能重构模型并生成标准化数据集 1 套
- （2）发表或录用 SCI/EI 论文不少于 1 篇
- （3）研究报告 1 份

2026003 面向水下复杂环境的特定目标图像扭曲修复技术研究

视觉成像检测方法可以直观地获取水下特定目标的图像信息，然而受到水体扰动、介质折射及局部流场变化等复杂环境因素影响，采集的视频图像容易产生周期性几何扭曲、随机性局部形变、边缘弱化与结构失真等问题，从而导致目标误判、跟踪不稳定甚至特定目标丢失。针对上述水下特定目标成像失真问题，本课题拟开展面向复杂水下环境的目标图像扭曲修复技术研究，具体研究内容包括：复杂水下成像退化机理分析、目标轮廓信息增强方法研究以及水下扭曲图像修复模型构建。基于水下扭曲图像修复技术，可以改善退化视频图像的外廓结构表达质量，增强目标轮廓边缘与主体结构的连续性，提高水下特定目标在工程检测和连续追踪中的识别可靠性。本课题拟以含特定目标的水下扭曲视频序列为主要研究对象，逐帧完成图像扭曲修复，并输出修复后视频图像序列；结合典型水下扭曲失真视频图像开展修复验证，拟采用 PSNR、FSIM 等客观指标及目标结构可辨识性对修复效果进行综合评价。研究成果可以为水下扭曲图像处理、工程检测以及基于视频识别技术的水下特定目标连续追踪提供技术支撑。

预期成果：

- (1) 申请发明/国防专利不少于 1 项（需受理）
- (2) 发表或录用 SCI/EI 论文不少于 1 篇
- (3) 研究报告 1 份

2026004 复杂环境地下目标探测方法研究

地下目标探测是地下空间安全评估、危险遗留物识别以及地质调查等领域的重要技术基础。地磁探测方法凭借非接触、被动式、高时效等固有优势，可通过目标体与周围介质磁性差异引起的磁异常信息，实现对地下异常体的位置、形态及物性参数的有效分析。然而，在实际野外探测中，复杂环境常伴随地形剧烈起伏、载体平台运动不稳定、传感器姿态动态变化、采样轨迹非规则分布以及强环境磁干扰等多重不利因素，致使传统规则网格磁测数据的获取极为困难，磁异常场重建精度严重下降，进而制约了地下目标的准确识别与反演。针对上述复杂环境下的探测难题，本课题拟开展适应性强、鲁棒性高的地下目标探测方法研究。具体研究内容包括：面向磁场数据采集与定位，设计非规则采样条件的磁异常场重建与数据补全方法，以弥补实测数据稀疏或缺失所带来的信息损失；结合磁场物理约束、空间连续性约束和邻域采样信息，提升异常体参数估计的物理一致性和数值稳定性；设计复杂背景下地下目标位置、几何形态和磁性参数的联合反演算法和识别方法。通过将物理规律、空间邻域信息与数据驱动策略深度融合，有效抑制复杂环境下噪声与采样非理想性的干扰，显著提高磁异常场重建的保真度和反演结果的可靠性。基于上述研究，将形成一套适应复杂环境的、基于地磁信号处理与智能反演的技术体系，可广泛应用于工程地下异常体探测、浅层铁磁目标识别以及未爆弹等危险遗留物的快速筛查等典型场景，为复杂环境下地下目标的高效、低成本、智能化探测提供有力技术支撑。

预期成果：

- (1) 发表或录用 SCI/EI 论文不少于 1 篇或申请发明专利 1 项；
- (2) 形成地下目标探测数据集 1 套；
- (3) 形成地下目标重建与反演算法程序 1 套；
- (4) 研究报告 1 份。

2026005 暖云降水形成及其人工影响的关键云物理过程研究

暖云降水是我国人工影响天气增雨作业的重要目标对象，其形成和发展受湍流混合、夹卷过程、云滴谱演变及碰并增长等多种云微物理过程共同影响。然而，目前对于暖云降水形成的关键控制机制、气溶胶与环境热动力条件的调制作用以及人工催化响应机理仍缺乏系统认识，制约了暖云人工影响天气作业的科学化和精准化发展。针对上述问题，本课题拟开展暖云降水形成及其人工影响关键云物理过程研究，具体研究内容包括：基于飞机、雷达等多源观测资料，研究暖云湍流混合、夹卷过程、云滴谱演变及碰并增长机制，揭示环境热动力条件和气溶胶背景对暖云降水形成及人工催化响应的影响规律，发展暖云降水潜力识别和人工影响天气作业条件判据。通过本课题研究，预期揭示暖云降水形成及人工催化响应的关键物理机制，为暖云增雨科学作业和效果评估提供理论支撑。

预期成果：

- (1) 发表或录用 SCI 论文不少于 1 篇
- (2) 形成研究报告 1 份

2026006 人工智能驱动的强大降水监测预警与预报关键技术研究

暴雨和短时强降水是我国最主要的灾害性天气之一，其突发性强、致灾风险高，对人民生命财产安全和经济社会发展造成重要影响。受天气系统多尺度相互作用以及观测资料时空分辨率限制等因素影响，强降水监测预警和预报仍面临较大挑战。近年来，人工智能、机器学习和气象大模型等新技术快速发展，为提升强降水监测识别能力、改进预报精度和提高灾害风险预警水平提供了新的技术途径。针对上述需求，本课题拟开展人工智能驱动的强大降水监测预警与预报关键技术研究，具体研究内容包括：利用卫星、雷达、地面观测及数值模式等多源资料，开展人工智能和机器学习技术在强降水识别、预报及风险预警中的应用研究。通过本课题研究，预期发展人工智能驱动的强大降水监测预警与预报新方法，提高强降水识别、预测和风险评估能力，推动人工智能技术在灾害天气监测预警中的应用，为防灾减灾和气象业务发展提供技术支撑。

预期成果：

- 1) 发表或录用 SCI 论文不少于 1 篇
- 2) 形成研究报告 1 份