

闫培，博士研究生（注：前两页为简历，后续部分为附录）

出生年月：1994年3月 所属单位：华中科技大学人工智能与自动化学院

所属实验室：多谱信息智能处理技术全国重点实验室

联系电话：+8618390981147 邮箱：laoyandujiang@163.com

博士导师：谭毅华教授，伍冬睿教授；Prof. Shijian Lu (联合培养导师)

研究方向：人工智能—计算机视觉—表征学习，图像匹配 主页：<https://github.com/laoyandujiang>



教育背景

2023.4-2024.4	新加坡南洋理工大学, 计算机科学与工程学院	联合培养博士
2019.9-至今	华中科技大学, 人工智能与自动化学院, 模式识别与智能系统专业	工学博士生
2016.9-2019.6	华中科技大学, 人工智能与自动化学院, 模式识别与智能系统专业	工学硕士
2012.9-2016.6	中南大学, 地球科学与信息物理学院, 遥感科学与技术专业	工学学士

一作论文

[1] **Pei Yan**, Yihua Tan, Shengzhou Xiong, Yuan Tai, Yansheng Li. *Learning Soft Estimator of Keypoint Scale and Orientation with Probabilistic Covariant Loss*[C]. *CVPR*, 2022: 19406-19415. (CCF A类会议)

[2] **Pei Yan**, Yihua Tan, Yuan Tai. *Repeatable Adaptive Keypoint Detection via Self-Supervised Learning* [J]. *Science China Information Sciences*, 2022, 65(11): 212103. 即《中国科学：信息科学（英文版）》(CCF A类期刊, 中科院二区期刊, IF=8.8)

[3] **Pei Yan**, Yihua Tan, Yuan Tai, Dongrui Wu, Hanbin Luo, Xiaolong Hao. *Unsupervised Learning Framework for Interest Point Detection and Description via Properties Optimization* [J]. *Pattern Recognition*, 2021, 112: 107808. (中科院一区Top期刊, IF=8.0)

[4] **Pei Yan**, Yihua Tan. *Random Repeatable Network: Unsupervised Learning to Detect Interest Point*[C]// *International Conference on Bio-Inspired Computing*, 2018: 405-414. (EI检索会议)

[5] (审稿阶段) **Pei Yan**, Xuanyu Xiang, Tianwei Zhong, Ling Shao, Shijian Lu, Yihua Tan. *Set-by-Set Searching: Reduce the Bias of Local Feature in the Inference Stage*. Submitted to *ECCV 2024*.

合作发表论文

[1] Hong Chen, **Pei Yan**, Sihe Xiang, Yihua Tan. *Dynamic Cues-Assisted Transformer for Robust Point Cloud Registration*[C]. *CVPR*, 2024: 21698-21707. (CCF A类会议)

[2] Longfei Yan, **Pei Yan**, Shengzhou Xiong, Xuanyu Xiang, Yihua Tan. *MonoCD: Monocular 3D Object Detection with Complementary Depths*[C]. *CVPR*, 2024: 10248-10257. (CCF A类会议)

[3] Jiahao Nie, Yun Xing, Gongjie Zhang, **Pei Yan**, et al. *Cross-Domain Few-Shot Segmentation via Iterative Support-Query Correspondence Mining*[C]. *CVPR*, 2024: 3380-3390. (CCF A类会议)

[4] Jiashuo Shi, **Pei Yan**, Liang Zhou, et al. *Rapid All-in-Focus Imaging via Physical Neural Network Optical Encoding*[J]. *Optics and Lasers in Engineering*, 2023, 164: 107520. (中科院二区, IF=4.6)

[5] Bo Yang, Xinxing Chen, Xiling Xiao, **Pei Yan**, et al. *Gaze and Environmental Context-Guided Deep*

Neural Network and Sequential Decision Fusion for Grasp Intention Recognition[J]. **IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering**, 2023. (中科院二区, IF=4.9)

[6] Shengzhou Xiong, Yihua Tan, Yansheng Li, Cai Wen, **Pei Yan**. *Subtask Attention Based Object Detection in Remote Sensing Images*[J]. **Remote Sensing**, 2021, 13(10): 1925. (中科院二区, IF=5.0)

[7] Yihua Tan, Shengzhou Xiong, **Pei Yan**. *Multi-branch Convolutional Neural Network for Built-up Area Extraction from Remote Sensing Image*[J]. **Neurocomputing**, 2020, 396: 358-374.(中科院二区,IF=6.0)

[8] Ying Li, Chao Tao, **Pei Yan**, Zhengrong Zou. *Graph Cut Energy Driven Earthquake-damaged Building Detection from High-resolution Remote Sensing Images*[J]. **Acta Geodaetica et Cartographica Sinica**, 2017, 46(7): 910. 即《测绘学报》(核心期刊, IF=3.4)

科研竞赛

✧ 第二届“天智杯”人工智能挑战赛**第三名** (战支航天系统部装备部主办, 省部级竞赛, 2020)

简介: 基于深度学习和压缩感知技术, 实现遥感视频时敏目标的检测和跟踪。取得“态势感知数据智能化处理应用”赛道第三名, 获项目成果转化经费20万元。本人在竞赛团队中排序为第一。

项目经历

✧ 面向低适配场景的图像特征自监督学习方法与应用研究 (**主持项目**, 已结题。中央高校基本科研业务费资助基金, 华中科技大学创新研究院立项, 2022-2023。主要编程语言: Python)

✧ 视觉概念学习驱动的小样本目标识别技术研究 (参与, 承担项目申请书的主体撰写工作, 在研。国家自然科学基金面上项目, 2024-2027。主要编程语言: Python)

✧ 基于生成对抗网络的信道特性迁移 (技术骨干, 且负责技术验收和结题答辩, 已结题。中国电科第54研究所立项, 2020-2022。主要编程语言: Python)

✧ 红外序列图像目标智能检测技术 (技术骨干, 且负责开题答辩、技术验收和结题答辩, 已结题。战支航天系统部装备部立项, 2021-2022。主要编程语言: Python)

✧ 基于深度学习的遥感影像目标解译技术 (技术骨干, 已结题。重点实验室基金一般项目, 军委装备发展部立项, 2019-2020。主要编程语言: Python)

✧ 基于深度学习的SAR遥感图像目标检测与识别技术 (技术骨干, 已结题。十三五预研项目, 军委装备发展部立项, 2019-2020。主要编程语言: Python)

✧ 监视/巡逻场景下人员行为识别技术研究 (技术骨干, 已结题。中国船舶集团有限公司第717研究所立项, 2018-2019。主要编程语言: Python, C++)

✧ 面向高速公路场景的大型车辆检索技术研究 (技术骨干, 已结题。项目成果获中国智能交通协会科学技术一等奖, 2017。主要编程语言: C++, Python)

奖励及荣誉

国家留学基金委**公派联合培养博士奖学金** (2022)

博士研究生国家奖学金 (2022), 华中科技大学**优秀博士学业奖学金** (2022)

华中科技大学**优秀班干部** (2021), 华中科技大学**三好研究生** (2020)

国家励志奖学金 (2013, 2015), 中南大学**“米塔尔”奖学金** (2014)

中南大学**优秀学生** (2013, 2014), 中南大学**优秀团员** (2014)

简历附录

一作论文简介

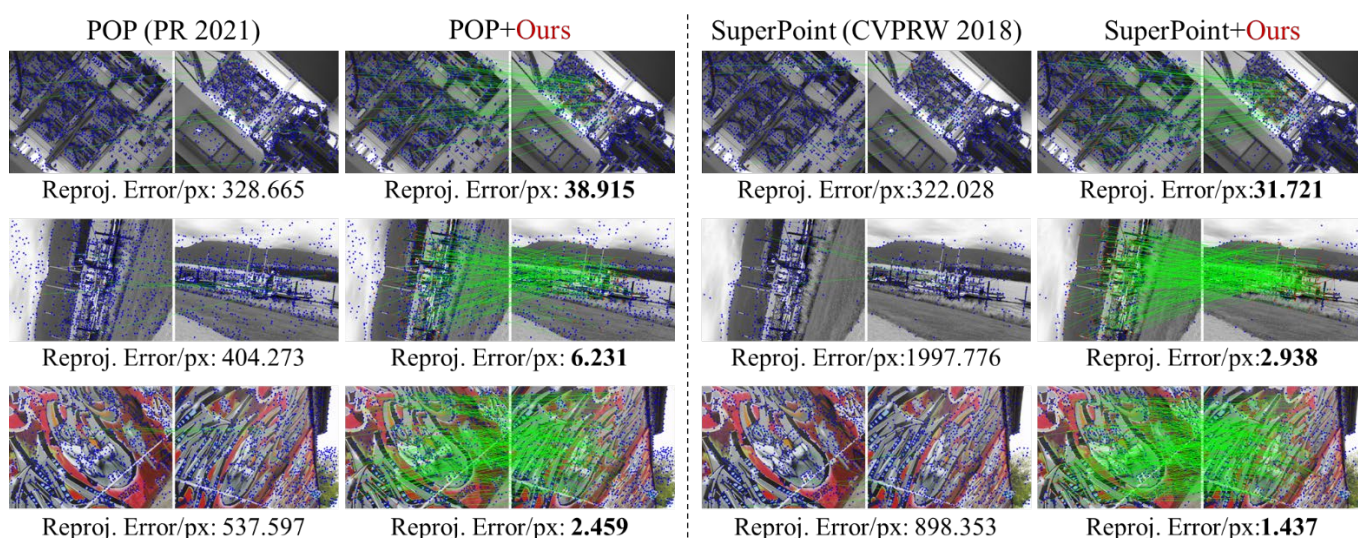
[1] **Pei Yan**, Yihua Tan, Shengzhou Xiong, Yuan Tai, Yansheng Li. *Learning Soft Estimator of Keypoint Scale and Orientation with Probabilistic Covariant Loss*[C]//*CVPR*, 2022: 19406-19415. (CCF A类会议)

研究动机：为提升剧烈几何变化场景下图像匹配精度，设计基于自监督学习的几何参数估计模块。

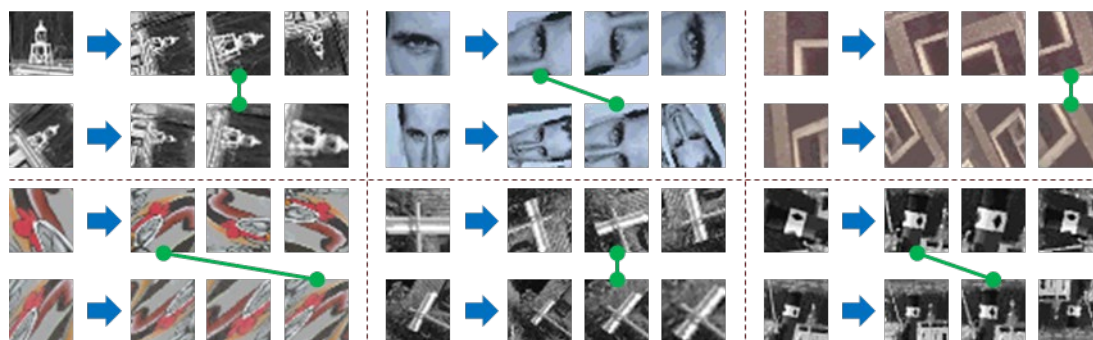
主要贡献：

1. 基于分类模型架构实现特征点尺度和主方向的估计，可适应特征点尺度和主方向的内在歧义性；
2. 设计了针对特征点尺度和主方向的自监督损失，以保证不同图像间尺度和主方向预测的一致性；
3. 该模块可直接与多种特征点提取模型结合，显著且稳定地提升了图像匹配精度。

部分实验结果：



图注：“POP”和“SuperPoint”为当时效果较优的两个代表性图像匹配方法，“POP+Ours”和“SuperPoint+Ours”表示将本文所设计模块与基准模型组合。“Reproj. Error”为重投影误差（单位为像素），取值越小表明匹配精度越高。上述图像均为测试集图像。



图注：该图展示了使用本文方法对局部图像进行几何校正的结果。蓝色箭头左侧和右侧分别为原始局部图像和几何校正后的局部图像，每个图像保留三个置信度最高的几何校正结果。绿线表示最终被成功匹配的图像对。由上述结果可知，尽管原始局部图像之间的差异显著，使用本文方法校正的局部图像中存在差异较小的结果，因而有效提升了特征匹配成功率。

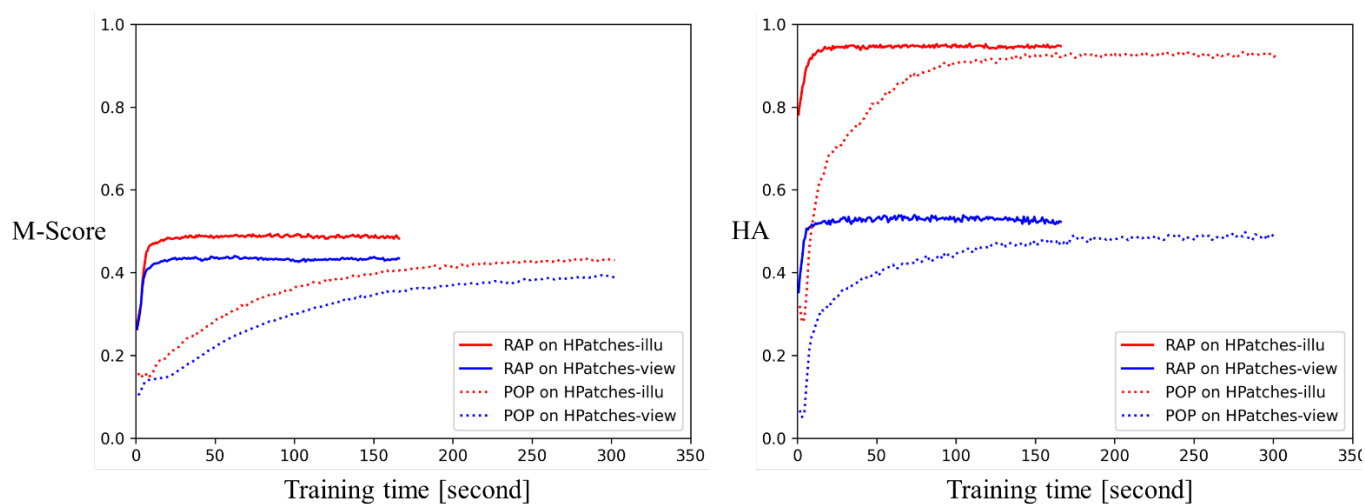
[2] **Pei Yan**, Yihua Tan, Yuan Tai. *Repeatable Adaptive Keypoint Detection via Self-Supervised Learning* [J]. *Science China Information Sciences*, 2022, 65(11): 1-25. 即《中国科学：信息科学（英文版）》(CCF A类期刊, 中科院二区期刊, $IF=8.8$)

研究动机：为构建模块化、适配于多种描述模型的特征点检测模块，设计相应的自监督学习算法。

主要贡献：

1. 设计了一种简洁的自监督目标函数，该函数在特征点稀疏性约束下最大化特征点的重复性；
2. 设计了一种交替优化算法以驱动模型完成快速优化，并从理论上证明了该算法的收敛性；
3. 该模型可与已有特征点描述模型进行组合，在相机姿态估计、三维重建等任务中取得性能提升。

部分实验结果：



图注：图中横轴表示在图像序列集合上的平均训练时间，纵轴表示模型在某训练时刻对当前图像序列的匹配精度，“M-Score”表示匹配得分指标，“HA”表示单应矩阵估计正确率指标。图中实线表示本文方法的精度曲线，虚线表示基准方法的精度曲线。本文方法具有良好的收敛性，相对于基准方法可减少90%以上的训练时间。

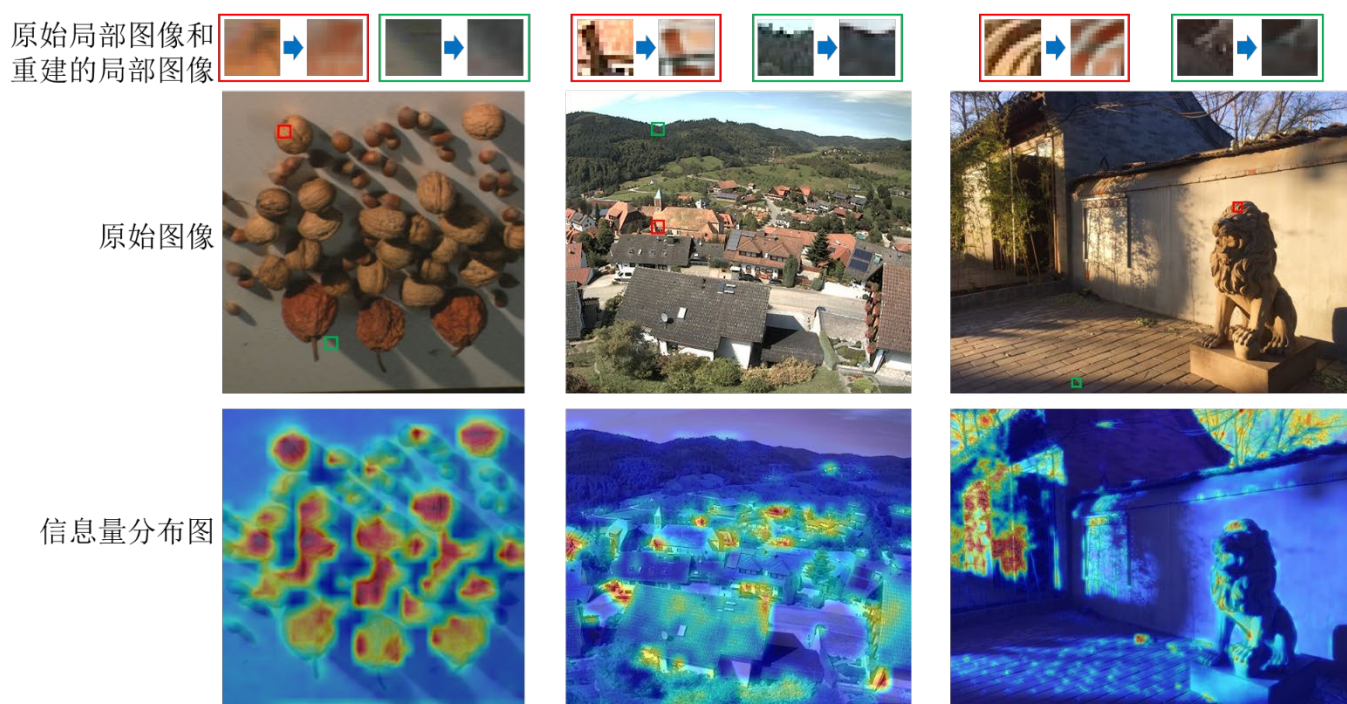
[3] **Pei Yan**, Yihua Tan, Yuan Tai, Dongrui Wu, Hanbin Luo, Xiaolong Hao. *Unsupervised Learning Framework for Interest Point Detection and Description via Properties Optimization* [J]. *Pattern Recognition*, 2021, 112: 107808. (中科院一区Top期刊, $IF=8.0$)

研究动机：为灵活优化特征点的多种性质，设计可集成不同特征点性质的自监督学习算法。

主要贡献：

1. 定义了一种通用的优化特征点性质的目标函数，可集成不同的特征点性质并实现联合优化；
2. 设计了一种新的特征点性质，即信息量，用于促进模型在信息丰富的区域提取特征点；
3. 设计了一种近似的期望最大化优化算法，该算法可针对本文中不可导的目标函数实现高效求解。

部分实验结果：



图注：本文提出的特征信息度量在测试图像上的计算结果。第一行展示了若干代表性的局部图像及对应的网络重建图像，将二者之间的重建误差作为对应区域的信息量。第三行展示了图像各位置的信息量分布情况，红色越深表示算法预测的信息量越大。结果表明图中主要结构和强纹理区域被预测为高信息量区域，在此类区域内提取特征点具有更好的鲁棒性。

[4] **Pei Yan**, Yihua Tan. *Random Repeatable Network: Unsupervised Learning to Detect Interest Point*[C]// *International Conference on Bio-Inspired Computing*, 2018: 405-414. (EI检索会议)

（该会议论文后被扩充为期刊论文[3]，其内容被论文[3]包含，因此不再专门展开介绍）

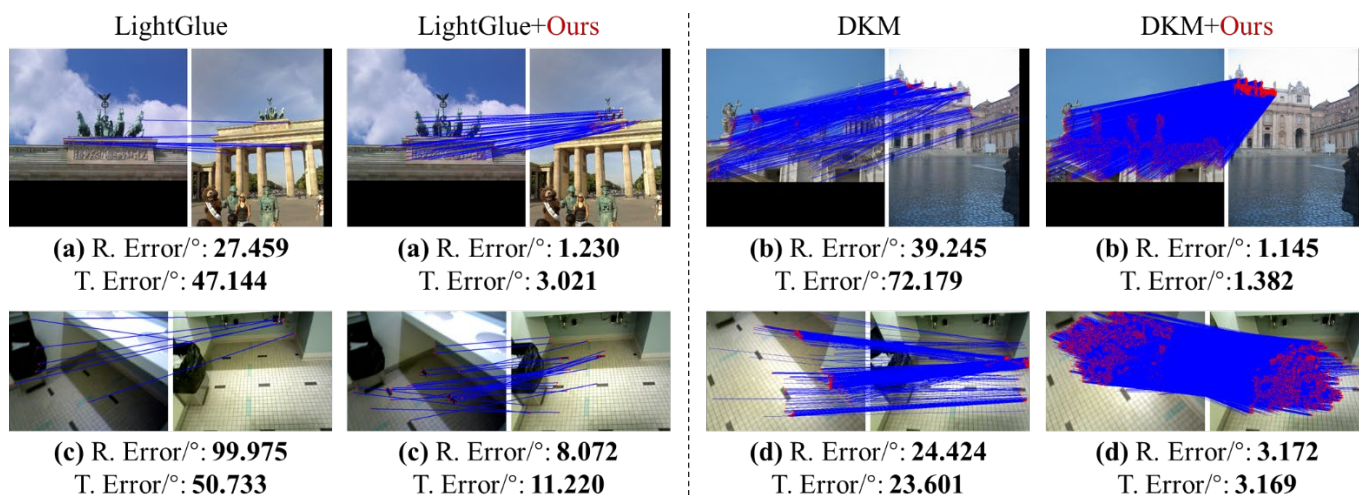
[5] (审稿阶段) **Pei Yan**, Xuanyu Xiang, Tianwei Zhong, Ling Shao, Shijian Lu, Yihua Tan. *Set-by-Set Searching: Reduce the Bias of Local Feature in the Inference Stage*. Submitted to *ECCV 2024*.

研究动机：降低现有特征匹配模型对弱几何变化的偏向，提升各类特征对剧烈几何变化的适应性。

主要贡献：

1. 为降低模型负面偏向提出新的视角：无需额外训练，仅改进模型推理过程即可降低模型偏向性；
 2. 设计了多尺度主方向特征计算和搜索策略，无需重新训练即可提升特征对几何变化的鲁棒性；
 3. 所设计方法可与不同模型组合，具备良好推理速度的同时显著提升各种几何变化下的匹配精度。
-

部分实验结果：



图注：“DKM”和“LightGlue”为近期效果较优的两个代表性图像匹配方法，“DKM+Ours”和“LightGlue+Ours”表示使用本文方法增强基准模型。“R. Error”和“T. Error”分别为旋转向量和平移向量的偏转误差，取值越小表明匹配精度越高。(a)和(b)为室外场景图像之间的匹配，(c)和(d)为室内场景图像之间的匹配。上述图像均为测试集图像。

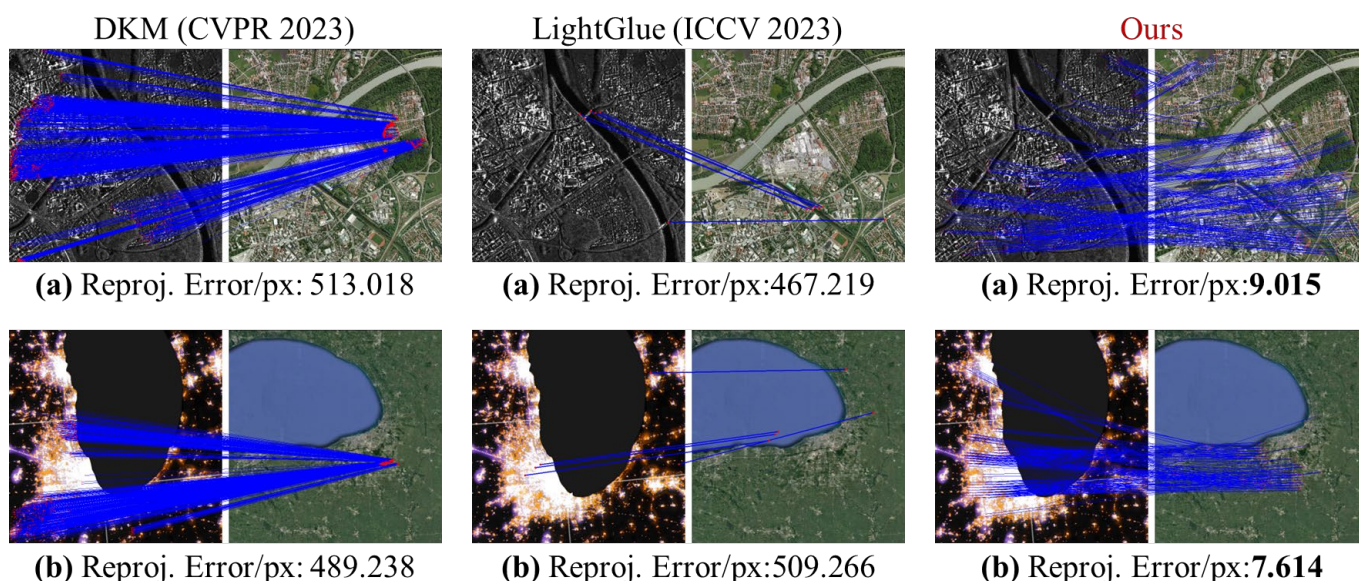
[6] (拟投期刊ISPRS) **Pei Yan**, Xuanyu Xiang, Tianwei Zhong, et al. *Robust Image Matching via Self-Supervised Adaptation of Vision Foundation Model*.

研究动机：借助视觉大模型习得的丰富语义特征，提升多种场景下的图像匹配精度。

主要贡献：

1. 设计了线性复杂度的提示（prompt）模块，使得大模型提取的特征适配于图像匹配任务；
2. 设计了间隔自适应的噪声对比估计损失，降低了低辨别区域的训练难度，提升了模型收敛效果；
3. 将所设计方法用于Stable Diffusion和Dinov2两种大模型，在多种场景下取得了当前最佳精度。

部分实验结果：

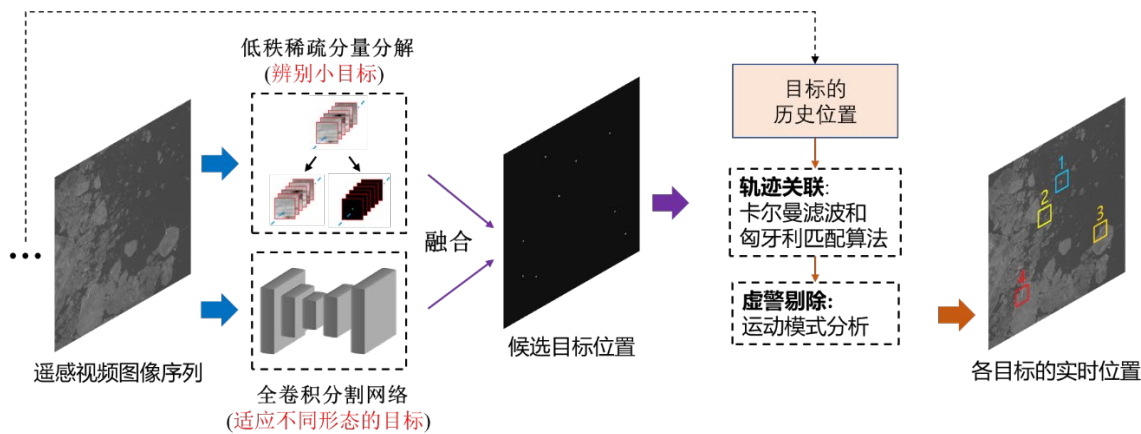


图注：“DKM”和“LightGlue”为近期效果较优的两个代表性图像匹配方法，“Ours”为本文方法。“Reproj. Error”为重投影误差（单位为像素），取值越小表明匹配精度越高。(a)为SAR遥感图像与可见光遥感图像之间的匹配，(b)为昼间可见光图像与夜间可见光图像之间的匹配。图中所有方法均未使用遥感图像进行训练。

主持及参与项目简介

2022-2023
(已结题) **项目名称：**面向低适配场景的图像特征自监督学习方法与应用研究
个人职责：主持项目
基本信息：中央高校基本科研业务费资助基金，华中科技大学创新研究院立项
编程语言：Python
需求简介：
面向含有剧烈光照变化、显著视角变化、弱纹理区域、成像模态变化等因素的低适配场景，以自监督学习的方式构建鲁棒的图像匹配模型。
技术实现：
相关技术已形成论文成果[1], [5], [6]，请参见“一作论文简介”中的介绍。

2021-2022
(已结题) **项目名称：**红外序列图像目标智能检测技术
个人职责：技术骨干，且负责开题答辩、技术验收和结题答辩
基本信息：战支航天系统部装备部立项，获第二届“天智杯”人工智能挑战赛第三名
编程语言：Python
需求简介：
以遥感图像序列为输入，自动发现并跟踪其中的时敏弱小目标。
技术实现：
(1) 提取图像序列中的显著点作为候选对象。该环节同时执行两种目标检测方法，然后通过决策级融合获得候选对象。第一种检测方法基于张量的低秩稀疏分量分解算法，旨在将图像序列中的小目标分离为稀疏分量。第二种检测方法基于全卷积深度网络，旨在适应处于特殊外观形态的目标。
(2) 跟踪候选对象并滤除虚警。基于卡尔曼滤波和匈牙利匹配算法完成多目标跟踪，然后统计并分析各目标的运动模式，不符合时敏目标运动规律的候选对象将被视为虚警而剔除。



图注：弱小目标检测与跟踪的模型框架

2020-2022

项目名称：基于生成对抗网络的信道特性迁移

(已结题)

个人职责：技术骨干，且负责技术验收和结题答辩

基本信息：中国电科第54研究所立项

编程语言：Python

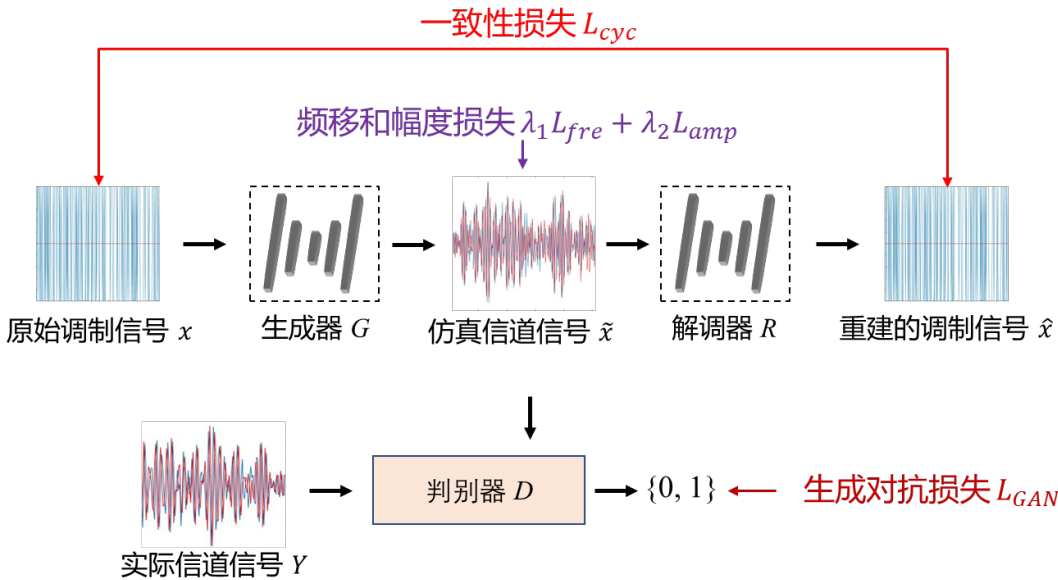
需求简介：

在非协作条件下估计出给定传输环境所对应的信道模型，该模型以原始调制信号为输入，要求输出信号带有给定传输环境的信道特性。

技术实现：

(1) 基于CycleGAN框架构建信道模型，其包含生成器、解调器和判别器。生成器实现为一维全卷积网络，其以原始调制信号为输入，生成仿真信道信号。解调器对仿真信道信号执行解调操作，解调出的信号应逼近于原始信号判别器试图区分仿真信道信号和真实信道信号，从而驱动仿真信道信号的分布接近于真实分布。

(2) 设计针对频移一致性和幅度一致性的损失，促使仿真信道信号的频移值和幅度值与实际信道信号接近。



图注：基于CycleGAN信道迁移模型框架

2019-2020

项目名称：基于深度学习的遥感影像目标解译技术

(已结题)

个人职责：技术骨干

基本信息：重点实验室基金一般项目，军委装备发展部立项

编程语言：Python

需求简介：

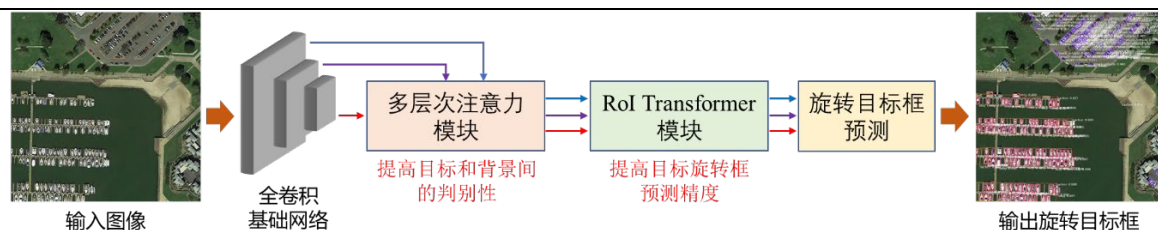
基于深度学习方法，在复杂背景遥感影像中准确定位感兴趣目标位置。

技术实现：

(1) 该模型被实现为端到端学习的深度卷积网络，在此基础上引入两个新的模块从而提高目标定位准确性。

(2) 引入多层次注意力模块，通过突出不同层次的显著特征以提高目标和背景间的判别性。

(3) 引入RoI Transformer模块提取具有旋转不变性的特征，以提高目标旋转方向的预测精度。



图注：遥感目标检测模型框架

2018-2019 **项目名称：**监视/巡逻场景下人员行为识别技术研究

(已结题) **个人职责：**技术骨干

基本信息：中国船舶集团有限公司第717研究所立项

编程语言：Python, C++

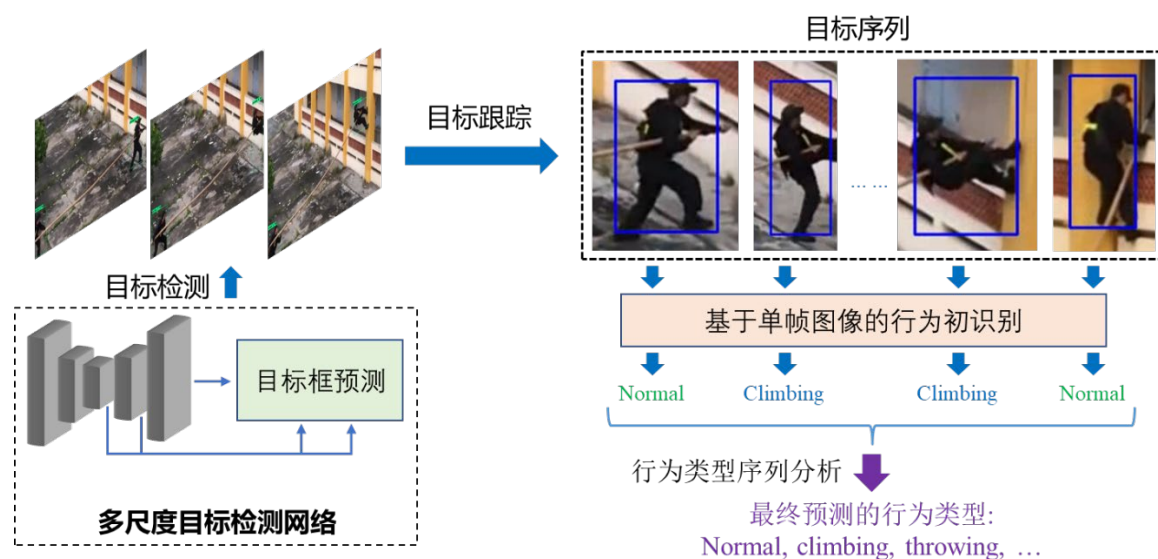
需求简介：

分析视频中的目标序列，对目标所处的行为类型完成实时识别。

技术实现：

(1) 实时检测并跟踪各帧图像中的人员目标，并对其行为进行初分类。该模型基于Yolo-v3架构进行实现，并使用含行为标签的训练集进行模型微调。

(2) 针对每个目标当前和历史的行行为初分类结果进行序列分析，实时输出各目标的当前行为类型。



图注：人员行为识别整体流程框架

2016-2018 **项目名称：**面向高速公路场景的大型车辆检索技术研究

(已结题) **个人职责：**技术骨干

基本信息：项目成果获中国智能交通协会科学技术一等奖

编程语言：C++, Python

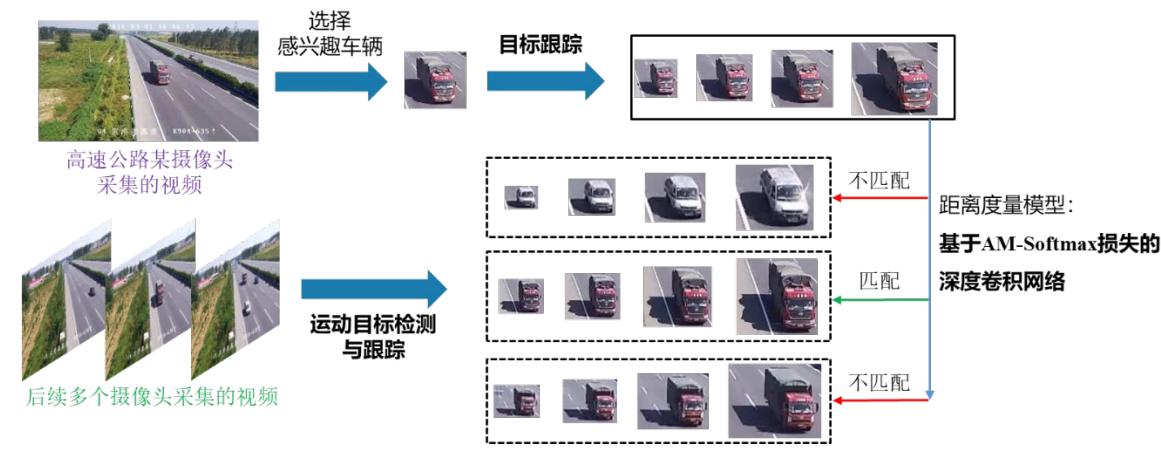
需求简介：

在高速公路场景下，给定某车辆在某摄像头下出现的位置，检索该车辆在其他摄像头下的视频片段。

技术实现：

- (1) 实现视频中运动目标检测和序列关联，并利用道路分割区域剔除虚警；
- (2) 自动提取大规模运动目标序列，结合SIFT特征匹配完成标签合并和数据清洗；
- (3) 训练度量学习深度网络实现车辆的重识别。该网络基于深度分离卷积进行构

建，并使用AM-Softmax作为损失函数完成训练。



图注：跨摄像头车辆检索整体流程框架