

2026 年度山东省科学技术奖拟提名项目公示内容 (自然科学奖)

一、项目名称

水下及多源降质图像的退化机理表征与精细解译方法

二、提名者、提名意见及等级

提名者： 山东电子学会

提名意见：该项目紧密贴合新一代人工智能与海洋强国等国家重大战略需求，针对降质复杂难归因、退化机理难表征、局部失真难精细”三大关键挑战，创新性建立“机理表征一本征解耦一精细解译”的新方法。该研究不仅为破解海洋生态探测、城市智能安防等复杂场景下的视觉感知难题提供了坚实的理论支撑，实现退化机理、人类视觉先验与视觉智能的深度融合。

在理论与方法层面，项目取得一系列具有国际领先水平的突出原创性成果。研究团队率先提出水下退化机理启发的无参考图像质量评价方法与多视角特征表征方法；进而，通过构建多源降质机理引导的本征图像分离表征新方法，成功突破多源特征深层耦合的视觉解译瓶颈；最后，项目创新性结合人类“由粗到细”的视觉认知先验，提出基于候选判别区域的逐步迭代解译方法，建立“判别-候选-修正”的递进表征闭环，显著提升模型对宏观结构与微观细节的高保真重构能力。这些系统性工作促使水下及多源降质图像解译技术实现向“机理引导一认知驱动”的跨越式升级。

特别是，该项目自2017年启动以来，始终坚持“深耕水下、辐射多源、反哺基础”的研究构思，其前瞻性布局得到了3项国家自然科学基金面上项目及2项山东省泰山学者青年专家项目的持续有力资助。尤为突出的是，这些连续获批的科研项目，其核心攻关方向与该项目的科学发现节奏高度契合：从早期的水下特定退化机理探究，到中期的多源复杂场景通用解译与水下应用，再到近期迈向复杂降质大模型的精细解译研究，充分证明团队“探机理一究本质一精解译”的渐进式科学探索链路的前瞻性和系统性，更为其理论体系的不断演进提供了坚实的科学保障。

项目核心成果在人工智能与计算机视觉领域高水平期刊及会议累计发表学术论文20余篇，获授权国家发明专利10余项。代表性工作被国际顶尖同行学者高度评价为“开辟了新的研究途径”与“极大地推动了图像和谐化发展”，并在多项解译基准任务上展现出卓越的泛化能力。此外，该项目四位完成人历经十余年的紧密协作与联合攻关，团队始终扎根基础研究前沿，充分展现了潜心钻研、求真务实的科学精神。

综上所述，该项目理论方法体系完整、原创性突出、国家战略导向明确，完全符合自然科学奖的评定标准，特此郑重提名。

拟提名该项目为2026年度自然科学奖二等奖。

三、项目简介

本项目聚焦水下及多源复杂场景降质图像精细解译这一视觉智能领域的基础核心挑战。针对图像在水下、遮挡、传输及复杂光照环境中产生的严重质量退化，探索由退化机理引导、人类视觉先验驱动的人工智能解译新范式。项目旨在满足人类视觉高保真体验与机器智能精准认知的需求，为海洋生态探测、城市智能安防及数字内容创作等关键场景提供核心技术支撑，是推动视觉智能技术跨越式发展的重要突破口。本项目围绕“降质复杂难归因、退化机理难表征、局部失真难精细”三大关键科学挑战，深度融合自然物理成像机制与人类视觉认知规律，沿着“探机理 -> 究本质 -> 精解译”的研究主线，构建“机理表征一本征解耦一精细解译”的全新理论与方法体系。主要科学发现如下：

1. 退化机理驱动的水下图像质量评价与多视角表征：针对水下介质吸收散射导致的严重退化及评价标准缺失难题，深度剖析光衰减物理机制，提出退化机理驱动在无参考图像质量评价方法；同时突破单一观测维度，构建多视角特征深度融合的表征与协同分类机制，为复杂降质解译奠定评价基准与表征基础。

2. 多源降质图像退化引导的本征图像分离表征与解译：针对多源图像跨域光照差异导致的全局视觉不和谐，提出基于本征图像理论的分离表征方法，并通过探索长程上下文与全局建模技术，实现反射率与光照本征图像的分离表征与协同解译，为多源降质图像解译提供全新的理论基础和先进技术。

3. 人类视觉先验驱动的多源图像递进表征与精细解译：针对复杂转译任务中局部伪影难以消除的痛点，引入人类视觉“由粗到细、关注局部”的认知先验，构建基于候选判别区域的对抗解译网络，通过“判别-候选-修正”的递进表征与局部定向修复机制，有效解决宏观结构连贯与微观细节真实难以兼顾的难题，显著提升了多源降质图像的高保真精细解译能力。

本项目在人工智能及计算机视觉领域的顶级期刊和会议上发表学术论文15余篇，获授权国家发明专利10余项。项目代表性成果被国际顶尖同行学者高度评价为“开辟了新的途径”和“极大地推动了图像和谐化发展”。项目研究直接面向抢抓新一代

人工智能发展的国家重大战略，成果在海洋强国建设、智慧城市治理及数字经济等领域具有广阔的产业化前景，对引领视觉智能科技前沿进步、赋能实体经济产业升级具有重要的战略意义。

四、代表性论文专著目录

序号	论文（专著）名称	刊名（出版社）	Doi /ISSN（ISBN）	发表（出版）时间	作者（按刊物发表顺序）	通讯作者 （含共同）	第一作者 （含共同）	他引 总次数	检索 数据库
1	An Imaging-Inspired No-Reference Underwater Color Image Quality Assessment Metric	Computers & Electrical Engineering	10.1016/j.compeleceng.2017.12.006	2018 年 8 月 1 日	Yan Wang, Na Li, Zongying Li, Zhaorui Gu, Haiyong Zheng, Bing Zheng, Mengnan Sun	Haiyong Zheng	Yan Wang	302	谷歌学术
2	Automatic Plankton Image Classification Combining Multiple View Features via Multiple Kernel Learning	BMC Bioinformatics	10.1186/s12859-017-1954-8	2017 年 12 月 28 日	Haiyong Zheng, Ruchen Wang, Zhibin Yu, Nan Wang, Zhaorui Gu, Bing Zheng	Bing Zheng	Haiyong Zheng	130	谷歌学术
3	Intrinsic Image Harmonization	IEEE/CVF Computer Vision and Pattern Recognition	10.1109/CVPR46437.2021.01610	2021 年 6 月 19 日	Zonghui Guo, Haiyong Zheng, Yufeng Jiang, Zhaorui Gu, Bing Zheng	Haiyong Zheng	Zonghui Guo	139	谷歌学术
4	Transformer for Image Harmonization and Beyond	IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence	10.1109/TPAMI.2022.3207091	2023 年 11 月 1 日	Zonghui Guo, Zhaorui Gu, Bing Zheng, Junyu Dong, Haiyong Zheng	Haiyong Zheng	Zonghui Guo	63	谷歌学术
5	Discriminative Region Proposal Adversarial Network for High-Quality Image-to-Image Translation	International Journal of Computer Vision	10.1007/s11263-019-01273-2	2020 年 11 月 1 日	Chao Wang, Wenjie Niu, Yufeng Jiang, Haiyong Zheng, Zhibin Yu, Zhaorui Gu, Bing Zheng	Haiyong Zheng, Zhibin Yu	Chao Wang, Wenjie Niu, Yufeng Jiang	86	谷歌学术
合计								720	谷歌学术

五、主要完成人情况

1. 郑海永，排名1，中国海洋大学，教授，电子工程学院副院长，山东省泰山学者青年专家，主持国家自然科学基金4项，是代表作1的第一作者，是代表作2、3、4、5的通讯作者，发起并主导三个科学发现点的研究工作，基于水下退化机理提出水下图像质量评价及其表征方法、人类视觉先验和图像成像机制的创新解译理论，提出本征图像分离与逐步迭代的精细解译方法。

2. 郭宗辉，排名2，中国海洋大学，副教授，山东省泰山学者青年专家，主持国家自然科学基金面上项目1项，是代表作3、4的第一作者，基于多源场景图像退化机理完成本征图像分离表征与解译技术方案设计和算法实现，主导第二个科学发现点的相关技术突破，确保方法科学性和实用性。

3. 顾肇瑞，排名3，中国海洋大学，高级实验师，是代表作1、2、3、4、5的共同作者，负责三个发现点的实验设计和数据分析工作，主导数据集的整理与标准化，为本研究的顺利开展提供宝贵的实验数据和测试平台。

4. 郑冰，排名4，中国海洋大学，教授，电子工程学院院长，是代表作2的通讯作者，代表作1、3、4、5的共同作者，是项目指导者，负责三个科学发现点的战略规划与方向把控，确保研究始终聚焦于退化机理和精细解译核心科学问题，统筹实验场所与条件，确保项目各项工作的顺利进行。

六、主要完成单位情况

1.第一完成单位：中国海洋大学

该完成单位对本项目贡献：中国海洋大学作为本项目的唯一完成单位，为项目的立项、实施及重大理论突破提供了全方位

的平台保障与智力支撑，对三项核心科学发现做出了决定性贡献。依托在海洋科学与信息科学领域的深厚交叉学科积淀，学校为项目提供了高性能计算资源与复杂多源视觉数据采集平台，有力保障了水下及多源降质图像退化机理表征与精细解译研究的顺利开展。同时，学校高度重视人工智能基础理论研究，大力扶持“微纳感知与信息智能”等前沿团队建设与发展，组织计算机视觉、人工智能与海洋科学等领域的专家力量进行协同攻关，有效促成人类视觉先验、多源成像机制与精细解译技术的闭环。

此外，学校积极拓宽国内外学术交流网络，提供专项资源大力推动项目团队主导和参与高水平学术会议及合作，搭建广泛的学术互动平台。通过持续的资源辐射与推广，学校不仅加速了本项目核心研究成果的展示与传播，显著提升了项目在降质图像表征与智能解译领域的国际学术声誉，更为视觉认知基础理论创新与产业应用作出了重要贡献。