

山东省自然科学奖拟提名项目公示材料

项目名称	人机同构的仿生视觉导航理论与方法
提名者	中国石油大学（华东）
提名意见	<p>在当前西方国家对我国算力禁运、芯片供给围堵的严峻形势下，提升硬件费效比的智能算法研究意义重大。视觉导航旨在为下游任务提供指引，助力它们精准聚焦于所处环境中的主体对象，是提升硬件费效比的重要途径。主流视觉导航方法与人类生理机制呈“人机异构”状态，导航效果远不如真人实操，亟需新理论与新方法。</p> <p>该项目以仿生智能为手段，从“人机同构”这一创新视角取得了三个重要科学发现：提出了视觉通路仿生的外源数据获取方法，为达成类人导航提供数据支撑；构建了视脑协同仿生的细粒度环境感知范式，有效促成异构信息的互补融合，为达成类人导航提供稳定性保障；形成了人机同构的仿生视觉导航基础理论，为突破常规方法在效率、精度、柔性极限提供理论支撑。</p> <p>五篇代表作 Web of Science 引用 382 次，引用覆盖 19 个国家和地区，包括 4 位中、美、欧院士、12 位 IEEE Fellow。该项目成果使第一完成人陈程立诏获评山东省优青、第十四届青岛市青年科技奖、山东省人工智能优秀青年奖；陈程立诏、彭冲均入选美国斯坦福全球前 2% 顶尖科学家榜单，方玉明连续入选爱思唯尔中国高被引学者榜单。</p>
提名等级	2025 年度山东省自然科学奖 <u>二</u> 等奖
项目简介	
<p>在西方国家对我国实施算力禁运、芯片供给围堵截的当下，于有限硬件算力条件下提升算法性能极限，已成为大国博弈的关键战场。在此背景下，大力发展可提升硬件费效比的智能算法，无疑是我国在大国角逐中制胜的法宝。</p> <p>作为提升硬件费效比的重要途径——视觉导航——旨在为下游任务提供指引，助力它们精准聚焦于所处环境中的主体对象，进而使得在算力受限的“具身智能体”（如无人机）上部署高计算需求的复杂任务成为可能。其核心基础理论主要基于人类视觉显著性机制，关键在于模拟人的视觉特点，快速定位环境中最重要的内容。主流方法专注于如何在“视觉层面”更好地模拟显著性机制，忽视了多个对该机制产生直接影响的重要方面，比如最为重要的视脑协同，涉及数据、感知、推理等多个方面，与人类生理机制存在较大区别，呈“人机异构”状态，导航效果远不如真人实操，亟需新理论与新方法。</p> <p>受视觉与大脑在“显著性判定”层面的高效协作机制启发，该项目以仿生智能为手段，从“人机同构”这一创新视角提出了适用于复杂多源异构环境的仿生视觉导航理论与方法。重要科学发现如下：</p>	

(1) 视觉通路仿生的外源数据链入方法：针对特征降重导致的数据需求激增问题，以视觉通路为参照，提出了“外源数据”全新理念，发现链入与本源数据具有“同质”特性的外源数据可模拟视觉余晖，能够有效缓解特征重叠，降低数据需求，减少关键内容遗漏几率。

(2) 视脑协同仿生的细粒度模态感知范式：发现事先进行模态通道级的细粒度感知，可避免低质模态造成的负面影响，揭示了底层异构显著源的互补融合的底层逻辑，形成了视脑协同仿生的细粒度模态感知范式，有效促成异构信息的最优互补融合，为类人导航提供稳定性保障。

(3) 人机同构的仿生视觉导航基础理论：重新审视了显著性的共性规律，厘清了符合人类认知规律的显著性判定机制，形成了以视、脑生理交互过程为启发的仿生视觉导航理论，为突破常规方法在效率、精度、柔性极限提供理论支撑。

五篇代表作 Web of Science 引用 382 次，单篇最高引用 151 次，严格 SCI 他引 286 次，引用覆盖 19 个国家和地区，其中包括 4 位中、美、欧院士、12 位 IEEE Fellow。该项目成果使第一完成人陈程立诏获评山东省优青、第十四届青岛市青年科技奖、山东省人工智能优秀青年奖；陈程立诏、彭冲均入选美国斯坦福全球前 2% 顶尖科学家榜单，方玉明连续入选爱思唯尔中国高被引学者榜单。

主要完成人情况表

第 1 完成人	姓名	陈程立诏	行政职务/技术职称	教授
	完成单位	中国石油大学（华东）	工作单位	中国石油大学（华东）
	陈程立诏是代表作 1、3、4、5 的第一作者，同时也是代表作 2 的通讯作者，对本项目主要学术贡献具体如下： <p>(1) 针对异构融合冲突问题，提出了一种能够规避学习冲突的模态关系建模方法；</p> <p>(2) 为进一步提升本源关键目标定位性能，提出了全新的“外源数据”概念，能够稳定提升检测精度；</p> <p>(3) 提出了一种闭环式高层知识语义反馈指导的显著性目标检测网络架构。</p>			
第 2 完成人	姓名	彭冲	行政职务/技术职称	教授
	完成单位	青岛大学	工作单位	青岛大学
	彭冲是代表作 1、3、5 的通讯作者，对本项目主要学术贡献具体如下： <p>(1) 从数据挖掘的角度，设计了一种将外源数据链入本源空间并指导关键目标检测的有效方法；</p> <p>(2) 提出了一种充分利用时空低秩一致性约束的高效求解方法。</p>			
第 3 完成人	姓名	李帅	行政职务/技术职称	教授
	完成单位	北京航空航天大学	工作单位	北京航空航天大学

	李帅是代表作 4 的通讯作者，对本项目主要学术贡献：提出了一种支持旋转对齐的仿生低秩分解方法，可从复杂环境中精准定位重要目标。		
第 4 完成人	姓名	张晓伟	行政职务/技术职称
	完成单位	青岛大学	工作单位
	张晓伟是代表作 1 的并列通讯作者，对本项目主要学术贡献：从降低计算开销的角度，设计了一种特征解耦的方法来缓解外源约束对本源目标检测的不利干扰。		
第 5 完成人	姓名	方玉明	行政职务/技术职称
	完成单位	江西财经大学	工作单位
	方玉明视代表作 5 的第三作者，对本项目主要学术贡献：提供了仿生视觉显著性检测网络架构的初步结构设计思路。		
主要完成单位情况			
第一完成单位	单位名称	中国石油大学（华东）	
	中国石油大学（华东）是代表作 2 和 5 的第一完成单位		
第二完成单位	单位名称	青岛大学	
	青岛大学是代表作 1 和 3 的第一完成单位		
第三完成单位	单位名称	北京航空航天大学	
	北京航空航天大学是代表作 4 的第一完成单位		
第四完成单位	单位名称	江西财经大学	
	江西财经大学是代表作 5 的第三完成单位		

代表性论文专著目录 (不超过 5 篇)

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	通讯/一作 (主编)是 否为第一完 成人	第一署名单 位是否为第 一完成单位
1	Improved Robust Video Saliency Detection Based on Long-Term Spatial-Temporal Information	IEEE Transactions on Image Processing	10.1109/TIP.2019.2934350	2019-08	Chenglizhao Chen, Guotao Wang, Chong Peng, Xiaowei Zhang, Hong Qin	Chong Peng, Xiaowei Zhang	Chenglizhao Chen, Guotao Wang	65	SCI	是	否
2	Improving RGB-D Salient Object Detection via Modality-aware Decoder	IEEE Transactions on Image Processing	10.1109/TIP.2022.3205747	2022-09	Mengke Song, Wenfeng Song, Guowei Yang, Chenglizhao Chen	Chenglizhao Chen	Mengke Song	31	SCI	是	是
3	Depth-quality-aware Salient Object Detection	IEEE Transactions on Image Processing	10.1109/TIP.2021.3052069	2021-01	Chenglizhao Chen, Jipeng Wei, Chong Peng, Hong Qin	Chong Peng	Chenglizhao Chen	73	SCI	是	否

4	Video Saliency Detection via Spatial-temporal Fusion and Low-rank Coherency Diffusion	IEEE Transactions on Image Processing	10.1109/TIP.2017.2670143	2017-02	Chenglizhao Chen, Shuai Li, Yongguang Wang, Aimin Hao, Hong Qin	Shuai Li	Chenglizhao Chen	102	SCI	是	否
5	A Novel Long-term Iterative Mining Scheme for Video Salient Object Detection	IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology	10.1109/TCSVT.2022.3185252	2022-06	Chenglizhao Chen, Hengsen Wang, Yuming Fang, Chong Peng	Chong Peng	Chenglizhao Chen	15	SCI	是	是
合计								286	SCI	5/5	2/5