山东省科学技术奖提名公示内容

（2025年度）

1. **项目名称：**

跨模态智能感知与自适应时空推理理论及方法

1. **提名者及提名意见、提名等级**

**提名者：**

戴琼海 中国工程院院士 清华大学 计算机科学与技术

**提名意见**：

本项目以人工智能多模态协同感知与动态推理的交叉技术创新为突破口，重点解决跨模态数据语义鸿沟深、动态环境时空建模弱、高算力依赖部署难等制约通用人工智能发展的核心难题。针对异构模态数据表达不兼容问题，项目构建跨模态协同感知理论框架，提出跨模态通用表征学习框架（Uni-Perceiver），提出模态无关特征映射与自监督对比学习技术，助力解决多模态语义对齐瓶颈，实现图像、文本、点云等异构数据的高效融合，标注数据需求明显降低。针对动态场景时空推理鲁棒性差的问题，建立动态时空推理技术体系，构建多尺度时空卷积网络（MSTCN），创新层级时空特征提取与注意力融合机制，助力解决长时依赖建模限制，提升预测精度。针对计算资源受限场景部署效率低的问题，研发自适应高效计算技术，设计动态剪枝、低比特量化与跨任务知识蒸馏方法，在边缘设备上实现保持推理精度的同时降低计算开销。

**提名等级**：

提名该项目为2025年度山东省自然科学奖 一 等奖。

1. **项目简介**

人工智能技术正在广泛应用于计算机视觉、自然语言处理、自动驾驶、医学影像分析等领域，但在多模态信息融合、时空动态推理、计算资源受限环境下的智能计算等方面仍然面临瓶颈。本项目针对跨模态通用表征学习、高效时空建模与智能推理、自适应计算优化三个关键科学问题，构建了一系列创新性理论体系和高效计算方法，推动了人工智能系统在复杂环境下的自主感知、动态推理和高效计算能力。

本项目的核心科学发现主要体现在以下三个维度：

1、跨模态通用表征学习与自适应特征交互：针对异构数据语义鸿沟问题，本研究构建了基于深度对齐的跨模态特征映射模型，提出动态注意力引导的层次化特征交互机制；通过建立跨模态语义关联矩阵和自适应特征权重分配算法，实现了视觉-语言-语音等多源异构数据在统一语义空间的高效映射。

2、高效时空表征学习与智能推理：提出了多粒度时空卷积神经网络架构，结合可微分时空注意力机制，构建了层次化时空特征金字塔模型；通过设计长短程时空依赖建模模块，实现了动态场景的精准建模与推理。

3、自适应计算优化与高效模型设计：建立了基于神经架构搜索的轻量化模型自动生成框架，提出动态计算路径选择算法；通过构建计算代价-性能平衡的优化目标函数，实现了模型计算图的自适应压缩与重构。

**四、代表性论文专著目录**（限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 | SDOF-GAN: Symmetric dense optical flow estimation with generative adversarial networks | IEEE Transactions on Image Processing | DOI: 0.1109/TIP.2021.3084073  Electronic ISSN:1941-0042  Print ISSN:1057-7149 | 2021.07.06 | Tongtong Che, **Yuanjie Zheng,** Yunshuai Yang, Sujuan Hou, Weikuan Jia, Jie Yang, Chen Gong | Yuanjie Zheng | Tongtong Che | 13 | SCIE | 是 | 是 |
| 2 | Information bottleneck-based interpretable multitask network for breast cancer classification and segmentation | Medical Image Analysis | DOI: 10.1016/j.media.2022.102687  Online ISSN: 1361-8423  Print ISSN: 1361-8415 | 2022.11.12 | Junxia Wang, **Yuanjie Zheng**, Jun Ma, Xinmeng Li, Chongjing Wang, James Gee, Haipeng Wang, Wenhui Huang | Yuanjie Zheng, Haipeng Wang, Wenhui Huang | Junxia Wang | 26 | SCIE | 是 | 是 |
| 3 | From points to parts: 3D object detection from point cloud with part-aware and part-aggregation network | IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence | DOI: 10.1109/TPAMI.2020.2977026  Electronic ISSN: 1939-3539  Print ISSN: 0162-8828 | 2021.07.01 | Shaoshuai Shi, Zhe Wang, Jianping Shi, Xiaogang Wang, **Hongsheng Li** | Hongsheng Li | Shaoshuai Shi | 344 | SCIE | 否 | 否 |
| 4 | Predicting unseen antibodies’ neutralizability via adaptive graph neural networks | Nature Machine Intelligence | DOI: 10.1038/s42256-022-00553-w EISSN: 2522-5839 | 2022.11.07 | Jie Zhang, Yishan Du, Pengfei Zhou, Jinru Ding, Shuai Xia, Qian Wang, Feiyang Chen, Mu Zhou, Xuemei Zhang, Weifeng Wang, Hongyan Wu, Lu Lu, **Shaoting Zhang** | Jie Zhang, Hongyan Wu, Lu Lu, Shaoting Zhang | Jie Zhang  Yishan Du | 16 | SCIE | 否 | 否 |
| 5 | PointRCNN: 3D object proposal generation and detection from point cloud | IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) | DOI: 10.1109/CVPR.2019.00086  Electronic ISSN: 2575-7075  Print ISSN: 1063-6919 | 2020.01.09 | Shaoshuai Shi, Xiaogang Wang, **Hongsheng Li** | Hongsheng Li | Shaoshuai Shi | 983 | SCIE | 否 | 否 |
| 合计 | | | | | | | | 1382 |  |  |  |

1. **主要完成人和完成单位情况**

**主要完成人：**

郑元杰、贾伟宽、李鸿升、张少霆、侯素娟

**主要完成单位：**

山东师范大学、香港中文大学、上海商汤智能科技有限公司