

2026 年度陕西省自然科学奖公示信息

项目名称		大规模多模态数据高效聚类算法研究					
提名者		陕西省知识产权局					
提名意见							
我单位认真审阅了该项目提名书及附件材料，确认全部材料真实有效，并按照要求对该项目的基本情况进行了公示，公示期间无异议。 该项目针对大规模多模态数据高效聚类算法存在的互补信息不足、鲁棒性差、算法复杂度高、语义不明等难题，在国家自然科学基金等 3 个主要项目的支持下，经过 10 年潜心研究，取得了一些原创性成果揭示了影响多模态聚类性能的内在成因，完善了部分理论，形成了一系列鲁棒张量低秩表征方法，有效解决了多模态聚类性能退化和不稳定等问题。基于该成果在国际顶级学术期刊上发表多个代表性论文，得到了国内外学术同行的重点关注和积极评价，部分成果已应用到智慧交通领域，体现了该成果具有重要的学术影响力和应用价值。 根据《陕西省科学技术厅关于做好 2026 年度省科学技术奖提名工作的通知》，参照自然科学奖评定条件和评定标准，提名该项目为陕西省自然科学奖二等奖。							
主要完成人情况							
排名	姓名	技术职称	工作单位			完成单位	
1	高全学	教授	西安电子科技大学			西安电子科技大学	
2	王前前	讲师	西安电子科技大学			西安电子科技大学	
主要完成单位							
排名	单位名称						
1	西安电子科技大学						
代表性论文（专著）目录							
序号	论文（专著） 名称/刊名/ 作者	年卷页码 （xx 年 xx 卷 xx 页）	发表 （出 版） 时间 （年 月 日）	通讯作 者（含 共同）	第一作 者（含 共同）	作者	论文署名单位
1	Enhanced Tensor RPCA and its Application/ IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence/ Quanxue Gao, Pu Zhang, Wei Xia , Deyan Xie , Xinbo Gao, Dacheng Tao	2021 年 43 卷 2133-2140 页	2021 年 06 月 01	高全学	高全学	Quanxue Gao , Pu Zhang, Wei Xia, Deyan Xie , Xinbo Gao , Dacheng Tao	西安电子科技大学， 悉尼大学

2	Tensorized Bipartite Graph Learning for Multi-View Clustering , IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence , Wei Xia , Quanxue Gao , Qianqian Wang , Xinbo Gao , Chris Ding, and Dacheng Tao	2023 年 45 卷 5187-5202 页	2023 年 04 月 01 日	高全学	夏伟	Wei Xia , Quanxue Gao , Qianqian Wang , Xinbo Gao , Chris Ding, and Dacheng Tao	西安电子科技大学, 重庆邮电大学, 香港中文大学, 悉尼大学
3	View-Consistency Learning for Incomplete Multiview Clustering , IEEE Transactions on Image Processing, Ziyu Lv, Quanxue Gao , Xiangdong Zhang, Qin Li , and Ming Yang	2022 年 31 卷 4790-4802 页	2022 年 07 月 18 日	高全学	吕梓瑜	Ziyu Lv, Quanxue Gao , Xiangdong Zhang, Qin Li , and Ming Yang	西安电子科技大学, 深圳信息职业技术学院, 韦斯特菲尔德州立大学
4	Graph Embedding Contrastive Multi-Modal Representation Learning for Clustering , IEEE Transactions on Image Processing, Wei Xia , Tianxiu Wang, Quanxue Gao , Ming Yang , and Xinbo Gao	2023 年 32 卷 1170-1183 页	2023 年 02 月 10 日	高全学	夏伟	Wei Xia , Tianxiu Wang, Quanxue Gao , Ming Yang , and Xinbo Gao	西安电子科技大学, 北京航天自动控制研究所, 埃文斯维尔大学, 重庆邮电大学,

5	Multi-View Subspace Clustering via Structured Multi-Pathway Network, IEEE Transactions on Neural Networks and Learning System, Qianqian Wang , Zhiqiang Tao , Quanxue Gao , and Licheng Jiao	2024 年 35 卷 7244-7250 页	2024 年 05 月 01 日	高全学	王前前	Qianqian Wang , Zhiqiang Tao , Quanxue Gao , and Licheng Jiao	西安电子科技大学, 罗切斯特理工学院,
---	--	-------------------------	------------------	-----	-----	---	---------------------

客观评价

研究成果得到国内外知名学者的持续关注、引用和评价，代表性评价如下：

1. 国际电气电子工程学会终身会士（IEEE Life Fellow）、国际模式识别学会会士（IAPR Fellow）、亚太人工智能协会会士（AAIA Fellow）、中国自动化学会会士、香港浸会大学计算机科学系荣休讲座教授 Yuan Yan Tang 及其合作者于 2023 年发表于《IEEE Transactions on Image Processing》的文章引用了增强型张量鲁棒主成分分析算法，文章指出：传统 TRPCA 方法通常对低秩张量中的奇异值进行同等惩罚，忽略了不同奇异值之间的差异；[16]所提出的 ETRPCA 以加权张量 Schatten-p 范数替代传统张量核范数，使模型能够区别处理具有明确物理意义的不同奇异值，从而缓解传统 TRPCA 方法同等惩罚奇异值的局限。（注：[16]为代表性论文 1）

2. 国际电气电子工程学会会士（IEEE Fellow）、纽约大学坦登工程学院教授 Yao Wang 及其合作者于 2023 年发表于《IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology》的文章引用了增强型张量鲁棒主成分分析算法，文章指出：[50]所提出的 ETRPCA 采用加权 t-Schatten-p 范数最小化方法，能够处理目标张量数据中不同奇异值之间的显著差异信息。（注：[50]为代表性论文 1）

3. 国际光学工程学会会士（SPIE Fellow）、澳门大学科技学院计算机与信息科学系教授 Yicong Zhou 及其合作者于 2022 年发表于《IEEE Transactions on Multimedia》的文章引用了增强型张量鲁棒主成分分析算法，文章指出：[45]发展了用于图像恢复的增强型张量鲁棒主成分分析模型。（注：[45]为代表性论文 1）

4. 国际电气电子工程学会会士（IEEE Fellow）、工业与应用数学学会会士（SIAM Fellow）、国际知名应用数学与数据科学学者、12 届冯康科学计算奖得主、香港浸会大学理学院院长、数学系讲座教授兼数据科学讲座教授 Michael K. Ng 及其合作者于 2025 年发表于《IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems》的文章用了张量二部图学习多视图聚类算法，文章指出：[9]采用 L12 范数正则项提升了算法的鲁棒性。（注：[9]为代表性论文 2）。

5. 英国皇家工程院院士、国际模式识别协会会士（IAPR Fellow）、英国电气工程师学会会士（IEE Fellow）、英国萨里大学杰出教授 Josef Kittler 及其合作者于 2026 年发表于《IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence》的文章引用了张量二部图学习多视图聚类算法。文章指出，该算法[5]提出了基于方差的去相关锚点（VDA）选择策略，能够确保所选择的锚点覆盖数据的全部类别。（注：[5]为代表性论文 2）。

6. 国际电气电子工程学会会士（IEEE Fellow）、中国仿真学会仿真技术应用专委会主任委员、中国仿真学会理

事、中国自动化学会系统仿真专业委员会副主任委员、南京大学机器人与自动化学院副院长陈春林教授及其合作者于 2024 年发表于《IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems》上的文章展开对视图一致性学习的不完备多视图聚类算法的描述，文章指出：IMSC-AGL 忽视了多视图数据的一致和特定嵌入，为了考虑这些信息，Lv 等人提出视图一致性学习的不完备多视图聚类[41]，将每个视图的样本分成视图重要部分和不重要部分，再根据重要性学习不同视图的关联矩阵。（注：[41]为代表性论文 3）。

7. 国际电气电子工程师学会会士（IEEE Fellow）Ivor W. Tsang 及其合作者于 2025 年发表于《IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence》的论文引用了代表作 4。文章将代表作 4 归纳为利用对比学习增强多图融合的代表性工作，指出多尺度、对比学习或张量拼接等技术能够增强多图融合，体现了代表作 4 在多模态、多视图对比图学习方向的代表性贡献。（该文参考文献[48]为代表作 4。）

8. 国际模式识别协会会士（IAPR Fellow）、英国皇家工程院院士、英国电气工程师学会（IEE/IET Fellow）、英国机器视觉协会杰出会士（BMVA Fellow）、萨里大学杰出教授 Josef Kittler 及其合作者于 2024 年发表于《IEEE Transactions on Multimedia》的文章介绍了多路径网络模型，文章指出：SMpNet [45]是一种深度多视图子空间聚类算法，它利用结构化多路径卷积神经网络以逐层的方式学习每个视图的表示。（注：[45]为代表性论文 5）。

项目简介
多模态数据成为目前数据的主流形式，作为无标签跨视图数据的基本分析工具——多模态数据聚类算法受到了广泛的关注，已被应用于遥感图像解译，医学图像分割，无人驾驶等领域。本成果针对多模态聚类在实际应用中的关键问题进行探索，主要包括： 1. 鲁棒张量低秩表征理论分析：针对现有基于奇异值分解的张量低秩表征技术在处理具有异构性和长尾分布特征的多源数据时存在的表征鲁棒性不足、视图间互补信息挖掘不充分等问题，提出了自适应加权张量 Schatten p-范数的鲁棒张量表征模型。 2. 大规模高效张量低秩表征分析：针对大规模多视图数据分析中锚点选择鲁棒性不足，以及现有基于张量低秩约束的多视图聚类方法存在视图间互补信息挖掘不充分、抗噪鲁棒性不足、难以有效处理大规模数据、优化目标与聚类结构脱节等问题，基于上述建立的鲁棒低秩表征理论，构建了张量化二步图鲁棒多视图聚类模型。 3. 深度多视图聚类理论分析：针对现有深度多视图聚类方法普遍存在视图一致性学习不足、无法处理外样本、特征提取单一且聚类损失设计受限的问题，构建了统一的深度鲁棒多视图聚类解决方案。
完成人合作关系说明
王前前（第二完成人）自 2014 起师从高全学教授攻读博士学位，毕业后加入高全学领导的跨模态数据分析科研团队，王前前（第二完成人）主要负责深度多模态聚类算法的实现。