

项目名称：模式智能学习与计算研究

主要完成人：陈俊龙、唐远炎、张太平、尤新革、潘治文

主要完成单位：澳门大学，重庆大学、华中科技大学

推荐单位意见：

我单位认真审阅了该项目推荐书及附件材料，确认全部材料真实有效，相关栏目均符合国家科学技术奖励工作办公室的填写要求。按照要求，我单位和项目完成单位都已对该项目的拟推荐情况进行了公示，目前无异议。

本项目组经过十余年系统研究，取得如下一些科学发现：1、提出了经由等价全连接神经网络共轭梯度训练算法，并应用到控制理论领域，提出了自适应神经网络反馈控制和自适应模糊控制理论，实现了多输入输出系统的稳定控制；显著地减少了控制过程中需要估计的参数数量；2、发现了图像模式拓扑结构、逻辑结构与代数表示之间稳定性质，提出了模式特征不变性表示理论与拓扑结构保持的非负矩阵因式分解理论，解决了图像几何模式特征分析中仿射不变、光照不变及代数表示中几何特征和频域信息保持三个关键理论难题；3、发现了小波变换模指数区分不同结构图像奇异性特征，提出了模角分离理论。创新性构造了适于图像骨架模式提取的小波函数，实现了不同结构奇异性检测与灰度图像骨架抽取。

本项目发表了 SCI 收录论文 170 余篇，包括发表在《IEEE Trans. on PAMI》等 IEEE 汇刊论文 39 篇，国际模式识别学会会刊《Pattern Recognition》15 篇。被国内外同行在国际权威期刊《IEEE TPAMI》、《IEEE TIP》等上引用和评价。

对照国家自然科学奖授奖条件，同意推荐该项目申报 2016 年度国家自然科学奖二等奖。

项目简介：

从包含大量冗余和干扰信息的图像数据中提取计算机可识别的模式特征并进行有效计算是模式识别与智能系统等领域研究的核心基础理论。图像模式的几何拓扑特征不变性表示与提取，图像不同奇异性特征的提取，模式系统智能学习与计算等是该领域长期未能解决并制约模式识别和计算机视觉在诸多方面得到推广应用的理论瓶颈。本项目就这一共性科学问题展开十六年系统研究，取得如下科学发现：

① 发现了反馈神经网络和非线性系统的动态特性，揭示了两者之间的联系，提出了自适应神经网络反馈控制和自适应模糊控制理论，实现了多输入输出系统

的稳定控制；显著地减少了控制过程中需要估计的参数数量，有效地降低了优化控制过程中的在线计算负载和优化时间，对于提升工业控制效能和经济性具有重要的实用价值，为不确定性系统控制提供了新的理论工具。

② 发现了图像模式拓扑结构、逻辑结构与代数表示之间稳定性质，揭示三者之间内在规律，建立了图像模式其代数表示模型，提出了模式特征不变性表示理论与拓扑结构保持的非负矩阵因式分解理论，解决了图像几何模式特征分析中仿射不变、光照不变及代数表示中几何特征和频域信息保持三个关键理论难题。

③ 发现了小波变换模指数能区分不同结构图像奇异性特征的性质，揭示了不同结构奇异性与小波变换模指数对应关系，提出了模角分离理论。率先分离了 Step 型及 Dirac 型两种不同结构奇异性特征，解决了近 40 年法国科学院院士 Mayer 等使用 Hölder 指数刻画了不同结构信号奇异性却不能分离的问题，创新性构造了适于图像骨架模式提取的小波函数，成功实现了不同结构奇异性检测与灰度图像骨架抽取。

研究成果分别在《IEEE Trans. on PAMI》、《IEEE Trans. on IP》等 IEEE 汇刊发表论文 39 篇，国际模式识别学会会刊《Pattern Recognition》15 篇，共计 SCI 论文 170 余篇，获发明专利授权 3 项，计算机软件著作权 1 项，同时被 11 个美国专利引用。8 篇代表性论文 SCI 他引 553 次，总他引 1112 次，两篇代表性论文获评 ESI TOP 千分之一高引用率论文，20 篇主要论文 SCI 他引 1045 次，总他引 2550 次。论文引用来自 47 个国家和地区高校及研究机构的专家、学者，包括中国工程院院士、加拿大皇家科学院院士、英国皇家工程院院士、荷兰皇家艺术与科学院院士、美国青年总统奖获得者、美国总统计算机视觉科学顾问委员会主席、美国航天局模式识别顾问委员会主席、两任《IEEE TPAMI》主编等。

相关研究成果获教育部自然科学奖一等奖 1 项，获重庆市自然科学奖二等奖 2 项，被国际权威《Handbook of Pattern Recognition and Computer Vision》收录在该手册的第二、三版(1999, 2005)。两名完成人被评选为 IEEE Fellow 和 IAPR Fellow，首次在中国主办第 16 届国际模式识别大会 (ICPR) 并任大会主席，担任 11 个本研究领域国际会议主席，担任 1 个 IEEE 汇刊主编，3 个 IEEE 汇刊编委和其他 3 个 SCI 期刊副主编，并创办 SCI 刊物一个。

客观评价：

论文引用情况：

根据第三方查新出具的检索报告，在美国科学引文索引(SCI)数据库，8 篇代表性论文 SCI 他引 553 次，总他引 1112 次；20 篇主要论文 SCI 他引 1045 次，总他引 2550 次。具有以下特点：

权威性:引用论文的期刊大多数是该领域权威的期刊；引用论文的部分作者是国际知名学者，包括中国科学院院士陈翰馥教授、中国工程院院士赵沁平教授、加拿大皇家科学院院士 CY Suen 教授、英国皇家工程院院士 Maria Petrou、Michael Brady 教授、美国青年总统奖获得者 R Chellappa 教授等。

影响力:引文的期刊大多数是该领域学术上最有影响的权威期刊，例如《IEEE Trans. PAMI》、《IEEE Trans. IP》、《IEEE Trans. SMC》、《Pattern Recognition》等。

普遍性:引用我们发表论文的学者来自中国、美国、英国、加拿大等 47 个国家和地区。

持久性:项目上世纪发表的论文，延续至今仍被不断引用，体现了成果的持久性和影响力。

实用性:本项目的部分论文在国内外得到广泛应用，被 11 个美国专利引用。

主要国内外专家同行代表性评价

1. 中国工程院院士、北航赵沁平教授在论文【IEEE Trans. on IP 2013, 22(11): 4249-4259】中评价 “Most of current single face illumination manipulation methods such as Li et al. [22], ...are related to face recognition (Zhang et al. [25])”。见他引论文-1，[25]是代表性论文 4。

2. IEEE Fellow，中国海外杰青，长江学者讲座教授，新加坡国家科技奖获得者，控制领域顶级期刊 IEEE TAC，Automatica 前编委，新加坡国立大学教授 Shuzhi Sam, Ge 教授在论文【IEEE Trans. on NNLS 2014, 25(8)1460-1473】中介绍 “Moreover, neural networks have been applied to solve various problems in robotics [16] – [36]……”。见他引论文-2，其中[33]是代表性论文 1。

3. 加拿大 Ryerson 大学教授、空间系统动力学与控制实验室主任， Krishna Dev Kumar 在论文【IEEE Trans. on NNLS 2012, 23(7)1155-1162】中指出：“Universal function approximations such as neural networks have been used in the robust control of nonlinear uncertain systems [15] – [19], due to the learning and adaptive abilities of NNs”。见他引论文-3，其中[15]是代表性论文 1。

4. 加拿大皇家科学院院士、国际文本识别奠基人、IEEE Life Fellow、IAPR Fellow、加拿大康可迪亚大学 C. Y. Suen 教授在论文【IEEE Trans. on IP 2011, 20(7):1807-1820】中指出：“Zhang et al. developed a novel technique called Gradientfaces by extracting the illumination insensitive measure from the gradient domain [4]”。见他引论文-4，[4]是代表性论文 4。

5. 美国青年总统奖获得者、IEEE PAMI 前主编、IEEE、IAPR、OSA、AAAS、ACM Fellow、国际模式识别最高奖 K.S. Fu Prize 获得者、美国马里兰大学 Rama Chellappa 教授【IEEE Trans. on IFS 2012, 7(3): 954-965】中指出：“We also compare the

performance of our method with several state-of-the-art illumination normalization- based methods such as Gradientfaces (GF) [39]) ” 。见他引论文-5 , [39]是代表性论文 4 。

6. 土耳其中东科技大学 Yarman-Vural 教授在综述性论文【IEEE Trans. on SMC-C 2001,31 (2) :216-233】中介绍我们的研究成果：“In [167], a sequential approach based on multifeature and multilevel classification is developed for handwritten Chinese characters……” 。见他引论文-6 , [167]是代表性论文 1 。

7. 英国皇家工程院院士、IAPR Fellow , 伦敦帝国大学 Maria Petrou 教授在论文【IEEE Trans. on NNLS 2012, 23(3): 526-534】中指出“The direction of image gradients has been occasionally used in image-based … as a data representation relatively insensitive to illumination variations [35]” 。见他引论文-7 , [35]是代表论文 4 。

8. 英国伦敦皇家学会院士、英国皇家工程院院士 Michael Brady 在论文【IEEE Trans. on PAMI 2008 , 30(1):52-61】中指出：“Orientation and affine invariance are somewhat harder to achieve. Pun and Lee [1] use a combination of log polar transformation and row-shift invariant ……to derive a scale and orientation invariant global descriptor” 。见他引论文 8 , [1]是代表性论文 8 。

9. IEEE Fellow 、IEEE distinguished lecturer , EURASIP Fellow, 希腊亚里士多德大学 Ioannis Pitas 教授在论文【Pattern Recognition 2012 , 45 (12) : 4080-4091】中指出：“Another notable variant of NMF which exploits the training samples manifold structure in face space, is the topology preserving NMF algorithm proposed by Zhang et al. in [29]. In particular, TPNMF method is specialized for face representation and recognition and achieved better discrimination” 。[29]是代表性论文 5 。

10. 美国航天局模式识别顾问委员会主席 IEEE 、IAPR Fellow 、伦斯勒理工学院 G. Nagy 教授【IEEE Trans. on PAMI 2000 , 22(1) : 38-62】评价我们提出的文本处理方法“The novelty of the paper was not so much the removal of long horizontal and vertical lines, which is done routinely by a variety of methods…, but that it was done with two-dimensional multiresolution wavelet analysis (MRA)……” 。

11. 美国总统计算机视觉科学顾问委员会主席、青年总统奖获得者、IEEE PAMI 前主编, IEEE 、IAPR 、ACM Fellow 、国际模式识别最高奖 (K.S. Fu Prize) 获得者, 美国马里兰大学 A. Rosenfeld 教授在论文【Image Analysis and Computer Vision:1999 2000 , 78(2) 222-302】中, 将我们的专著和三篇论文中的成果列为该领域主要的研究成果之一。

12. IEEE PAMI 前主编、IEEE 、IAPR 、ACM 、SPIE 、AAAS Fellow 、国际模式识别最高奖 (K.S. Fu Prize) 获得者, 美国密西根大学 A.K. Jain 教授【IEEE Trans. on PAMI 1998 , 20 (3) : 294-307】中引用了我们的两篇论文并给予高度评价。

13. 中科院院士·科学院系统所陈翰馥教授 2007 年在欧洲控制学会会刊上发表一篇总结性论文（Early Developments of Control Theory in China）【European Journal of Control2007，13：25 - 29】评价我们的主要论文 18 是中国早期控制理论领域主要研究成果之一。

代表性论文专著目录：

- 1. Adaptive Neural Output Feedback Tracking Control for a Class of Uncertain Discrete-Time Nonlinear Systems / IEEE Trans. on Neural Networks / Liu YJ, Chen, C. L. Philip, Wen GX, SC Tong.
- 2. Adaptive Neural Output Feedback Controller Design With Reduced-Order Observer for a Class of Uncertain Nonlinear SISO Systems / IEEE Trans. on Neural Networks / Liu, YJ; Tong, SC; Wang D, Li TS , Chen, C. L. Philip.
- 3. A Multiple-Kernel Fuzzy C-Means Algorithm for Image Segmentation / IEEE Trans. on systems man and cybernetics part b-cybernetics / L,Chen, Chen, C. L. Philip; MZ,Lu.
- 4. Face Recognition under Varying Illumination Using Gradientfaces / IEEE Trans. on Image Processing / T. Zhang; Y. Y. Tang; B. Fang; Z. Shang; X. Liu.
- 5. Skeletonization of ribbon-like shapes based on a new wavelet function / IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence /Yuan Yan Tang; XingeYou.
- 6. Topology preserv ing non-negative matrix factorization for face recognition / IEEE Trans. on Image Processing /T. Zhang, B. Fang, Y. Y. Tang, G. He, J. Wen.
- 7. Off-line Recognition of Chinese Handwriting by Multifeature and Multilevel Classification / IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence / Y. Y.Tang, L.-T. Tu, J. Liu, S.-W. Lee, W.-W.Lin, I.-S. Shyu.
- 8. Log-polar wavelet energy signatures for rotation and scale invariant texture classification / IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence / Pun CM, Lee MC.

主要完成人情况表：

姓名	陈俊龙	排名	1	技术职称	正高
工作单位、完成单位	澳门大学				
对本项目技术创造性贡献	在模式识别与图像分析领域以及智能控制理论与智能学习算法长期开展研究，提出了一种自适应神经网络反馈控制技术，首次实现了对复杂系统的稳定控制，为不确定性系统控制提供了新的理论工具。对科学发现点 1 做出了贡献，见代表论文 1、2、3。参与本项目的工作量占本人全部工作量的 90%。				

曾获国家科技奖励情况	无
------------	---

姓名	唐远炎	排名	2	技术职称	正高
工作单位、完成单位	澳门大学				
对本项目技术创造性贡献	在模式识别与图像分析领域长期开展研究，提出了图像模式几何拓扑特征的代数表示与提取的理论与方法；图像模式奇异性特征提取的理论与算法。对科学发现点 2、3 做出了贡献，见代表论文 4、5、6、7。 参与本项目的工作量占本人全部工作量的 90%。				
曾获国家科技奖励情况	无				

姓名	张太平	排名	3	技术职称	副高
工作单位、完成单位	重庆大学				
对本项目技术创造性贡献	在模式识别与图像分析领域长期开展研究，提出了图像模式几何拓扑特征的代数表示与提取的理论与方法。对科学发现点 2 做出了贡献，见代表论文 4、6。 参与本项目的工作量占本人全部工作量的 70%。				
曾获国家科技奖励情况	无				

姓名	尤新革	排名	4	技术职称	正高
工作单位、完成单位	华中科技大学				
对本项目技术创造性贡献	在模式识别与图像分析领域长期开展研究，提出了图像模式奇异性特征提取的理论与算法。对科学发现点 3 做出了贡献，见代表论文 5。 参与本项目的工作量占本人全部工作量的 70%。				
曾获国家科技奖励情况	无				

姓名	潘治文	排名	5	技术职称	副高
工作单位、完成单位	澳门大学				
对本项目技术创造性贡献	在这个项目中，负责研究一些特征分析方面的新技术和理论，其中一些最重要的发现包括：旋转，缩放和平移不变的图像特征提取及其应用于自然纹理分类等。对科学发现点 2 做出了贡献，见代表论文 8。 参与本项目的工作量占本人全部工作量的 70%。				
曾获国家科技奖励情况	无				

完成人合作关系说明：

本项目合作人陈俊龙、唐远炎、张太平、尤新革、潘治文分别是澳门大学、

重庆大学、华中科技大学教职工，其中：陈俊龙、唐远炎、潘治文系澳门大学教师，从 2010 年至今，相互共事合作研究。

张太平、尤新革分别是唐远炎教授学生，其中张太平是唐远炎 2005-2009 年指导的博士生，现系重庆大学计算机学院副教授，毕业后曾多次到澳门大学作为高级研究助理与唐远炎、陈俊龙合作研究。尤新革是唐远炎 2001-2005 年指导的博士生，现系华中科技大学电子信息工程系教授，毕业以来仍然保持合作研究，曾多次相互访问进行学术交流。

代表作 1，2，3 系陈俊龙教授指导的博士生陈龙在校期间发表的研究成果和博士后刘艳军的合作研究成果。

代表作 4，5、6 分别是唐远炎教授指导的博士生张太平、尤新革的合作研究成果。

代表作 7 系唐远炎老师的研究成果，其是第一作者。

代表作 8 系潘治文老师的研究成果，其是第一作者。