

专业方向 \_\_\_\_\_

编号 \_\_\_\_\_

# 中国运筹学会科学技术奖 青年科技奖申报表


申报人 \_\_\_\_\_ 包承龙 \_\_\_\_\_

工作单位 \_\_\_\_\_ 清华大学 \_\_\_\_\_

中 国 运 筹 学 会 制

# 填 表 说 明

1. 本表可到中国运筹学会网站（[www.orsc.org.cn](http://www.orsc.org.cn)）下载。
2. 专业专长：现所从事的研究领域或专业。
3. 封面编号由青年科技奖评奖委员会办公室统一填写。
4. 简历：从大学开始填写，大学期间须填写所学专业及所在院、系。
5. 曾获奖励情况：指省部级以上科技奖励和荣誉称号。
6. 获基金项目资助情况：包括已完成和正在开展的省部级以上各类科研项目。
7. 专家推荐意见由二位具有高级职称、与推荐人选的学科领域相同或相近的专业技术人员分别填写。
8. 申报人工作单位意见：指申报人工作单位对申报人的德、才、绩评语。

<b>姓 名</b>		包承龙	<b>身份证号码</b>	360426198901191013	
<b>学 历</b>		研究生	<b>学 位</b>	博士	
<b>中国运筹学会 会员号</b>		S390022061M	<b>会员有效期</b>	永久	
<b>专业专长</b>		图像处理中的模型与最优化算法	<b>专业技术 职务</b>		
<b>单 位</b>	<b>名 称</b>	清华大学		<b>所 在 地</b>	北京
	<b>通讯地址</b>	北京市海淀区双清综合楼 A 座 643		<b>邮政编码</b>	100084
	<b>联系电话</b>	010-62788723		<b>传 真</b>	无
	<b>电子信箱</b>	clbao@tsinghua.edu.cn		<b>手 机</b>	15711160698
<b>在国内外学术 团体任职情况</b>		1. SIAM Journal on Imaging Sciences, 编委 2. 中国运筹学会 <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 数学规划分会, 青年理事</li> <li>◆ 数学与智能分会 (筹), 理事</li> </ul> 3. 中国工业与应用数学学会 <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 青年工作委员会, 委员</li> <li>◆ 数学与医学交叉学科专业委员会, 委员</li> <li>◆ 反问题与成像专业委员会, 委员</li> </ul>			
<b>简 历</b>	<b>何年何月 至何年何月</b>		<b>在何单位 ( 学校 ) 任何职 ( 读何专业 )</b>		
	2023/07 至今		清华大学膜生物学国家重点实验室 研究员		
	2021/06 至今		北京雁栖湖应用数学研究院 助理研究员		
	2018/04 至今		清华大学丘成桐数学科学中心 助理教授		
	2015/03-2017/12		新加坡国立大学数学系 博士后		
	2009/08-2014/12		新加坡国立大学数学系 博士研究生		
2005/09-2009/06		中山大学数学系 本科生			

曾获奖励情况				
获奖时间	获奖项目名称	奖项名称	奖励等级（排名）	授奖部门
2023		青年长江学者		教育部
2022		青年优秀科技论文		北京运筹学会
获基金项目资助情况				
获基金资助项目名称	基金名称	资助时间及方式	目前完成情况	
图像处理中的鲁棒性建模与计算方法	科技部重点研发计划青年科学家项目	2021/11 至 2026/10, 项目负责人	已通过中期考核	
可控轻量化神经网络的数学模型与高效训练算法	基金委面上项目	2023/01 至 2026/12, 项目负责人	正常进行	
图像处理中的自适应低维表示	基金委青年基金	2020/01 至 2022/12, 项目负责人	已结题	
大规模流形优化问题的基础算法研究	清华大学	2021/11 至 2023/04, 项目负责人	已结题	
可控可伸缩神经网络项目二	华为技术有限公司	2019/10 至 2022/10, 项目负责人	已结题	
定点医疗机构 BJ-GBI 项目	北京市医疗保障局	2021/11 至 2024/10, 项目负责人	正常进行	
主要科学技术成果、贡献、影响等				
<p>随着成像设备和计算机的飞速发展，海量且高度复杂的数据给传统方法带来了很大的挑战，亟需发展新一代图像处理方法，这与“大数据智能理论”（《新一代人工智能发展规划》，国务院，2017）等基础理论密切相关。</p> <p>模型和算法是图像处理的两个基本要素。作为新的基础建模工具，深度神经网络在图像处理中发挥着关键作用，成为重要研究的对象。近年来，围绕图像处理中的优</p>				

化算法、网络架构和成像模型方面的基础问题，申请人先后在科技部重点研发计划青年科学家项目、国家自然科学基金委面上项目与青年项目及华为、北京市医保局等横向项目的长期持续资助下，取得了一些理论和方法成果。

**学术成果一：系统研究了图像处理中非凸稀疏优化问题的求解算法，得到了字典学习模型中具有收敛性保证的快速算法**

➤ **创新点和科学意义**

数据的稀疏表示是克服维数灾难的重要方法，也是将复杂数据化繁为简的重要手段，已成为一种解决图像处理问题的重要途径。近 20 年来，随着压缩感知理论的提出和快速发展，可以通过求解一个与 L1 范数相关的优化问题得到数据的稀疏表示。但是，很多实际问题无法满足压缩感知理论的假设条件，引起了徐宗本院士、范剑青院士等很多国内外著名学者浓厚的研究兴趣，对非凸的稀疏优化模型进行了深入的研究。其中，零“范数”表示向量中非零元素的个数，是一个非凸非光滑的函数，也不满足局部利普希茨性质，极大地增加了与其相关的优化问题的求解难度。申请人对零“范数”优化模型及其扩展进行了系统的研究。

**a. 求解字典学习模型的多块混合交替邻近点算法**

字典学习模型最早由两位神经科学家 1996 年在 Nature 上提出，通过找到自然图像中的稀疏编码，并在视觉神经元中发现了相对应的工作机制。在该优化模型中，约束变量包括字典元素的归一化和编码的零“范数”约束，是一个具有挑战性的优化问题。这个挑战性的问题及其所对应的多块非凸优化问题引起了很多著名优化专家广泛的兴趣，并进行了深入的研究，如法国科学院院士、ICM 邀请报告人 F. Bach 教授、数学规划学会前主席、SIAM 会士 S. J. Wright 教授、中国工程院院士、SIAM 会士罗智泉教授等。一种经典的字典学习方法是由 SIAM 会士、IEEE 会士、SIAM Journal on Imaging Science 前主编 Michael Elad 教授和其合作者提出的 K-SVD 算法。该方法被广泛使用于不同的应用中，它的谷歌学术引用次数为 11332 次，但其算法的收敛性并不清楚。

申请人从数值的角度发现 K-SVD 方法在求解字典学习问题中产生的迭代序列不收敛。申请人利用邻近点算法的思想，提出了多块混合交替邻近点算法用于求解这类非凸非光滑的优化问题，证明了算法迭代序列可以收敛至一阶稳定点，解决了 K-SVD 算法不收敛的问题。在算法设计上，可以根据不同问题的特点，设计自适应的混合格式以保证算法的高效性，从而能比 K-SVD 更快地找到解，在图像去噪和识别等多个任务上性能显著。

**b. 求解基于零“范数”分析模型的增广拉格朗日算法及其拓展**

图像处理中的稀疏优化模型主要包括合成模型[9]、平衡模型[10]和分析模型[8]。基于 L1 范数的分析模型最早由高斯奖得主、邵逸夫奖得主、美国科学院院士 D. Donoho 教授提出[8]。相较于其他两类模型，分析模型所得图像结果的平滑性更好且能显著减少复原图像中的阶梯效应。通常情况下，分析模型需要求解一个不可分的稀疏优化问题，可以使用算子分裂算法、ADMM 方法或者邻近点算法进行求解。但是对于不可分的零“范数”优化问题，由于问题的非凸性和非光滑性，尚没有具有收敛性保证的算法。

申请人通过引入辅助变量，利用并改进增广拉格朗日算法，设计了可以求解基于“零”范数分析模型的数值算法。对于一些图像处理问题，我们证明了算法产生的迭代序列可以收敛到问题的局部极小值，在图像平滑化和医学图像处理问题上取得了很好的实验效果。此外，申请人进一步考虑黎曼流形上的稀疏优化问题，提出了非精确的增广拉格朗日方法，并利用 Moreau-Yosida 正则化方法得到了黎曼流形上目标函数一阶连续可微的子问题，设计了全局化的半光滑牛顿方法求解子问题，在非奇异条件下证明了算法具有局部超线性收敛率。

#### ➤ 学术影响

论文总体谷歌学术引用次数为 511 次，其中单篇最高谷歌学术引用为 183 次；发表在 MP 的工作入选 **2022 北京运筹学会优秀青年科技论文**，中国运筹学会官方公众号运筹通讯第 89 期成果简报，被柚子优化公众号专题报道（附件一第 1 页至第 3 页）；发表在计算机视觉顶级会议 CVPR 的工作被选为**大会报告（oral 选中率 5.76%=104/1807）**，与大会最佳论文一起被程序委员会主席团邀请投稿至 **IEEE TPAMI（被邀请率：0.39%=7/1807）**（附件一第 4 页至第 6 页）。

上述研究成果受到美国科学院院士、高斯奖得主 Stanley Osher 教授，美国工程院院士、中国科学院外籍院士 Thomas Huang 教授、加拿大科学院院士 David Zhang 教授、欧洲科学院院士 Xuelong Li 教授、美国数学会会士 D. Needell 教授等著名国内外学者的广泛关注和正面评价。论文部分引用举例如下：

- ◆ 魏茨曼科学研究所数学和计算机学院院长、应用数学讲座教授 R. Basri 教授，ACM 会士、IEEE 会士约翰霍普金斯大学讲座教授 R. Vidal 教授等人组成的 CVPR 2014 程序委员会主席团在 IEEE TPAMI 的客座评论中认为我们发表在 CVPR 2014 的工作是 CVPR 最优秀的论文之一，被邀请投稿至 IEEE TPAMI，经过完整的第二轮审稿最终发表。（原文：From the accepted papers, area chairs recommended a subset that were especially appreciated by the reviewers for their technical contributions, and for their expected

impacts to the field. We, program chairs from that conference, invited authors of those papers to submit a longer manuscript to this special section. The submitted papers underwent a second review process to guarantee that all papers include in this special section be rigorously peer-reviewed. 见附件一第 6 页); 此外, 程序委员会主席团对我们的工作进行了高度的评价, 认为我们工作的结果对于一类图像处理和计算机视觉问题是重要的。(原文: The sixth paper “Dictionary learning for sparse coding: Algorithms and analysis” by Chenglong Bao, Hui Ji, Yuhui Quan and Zuowei Shen, presents an approach to sparse dictionary learning that is guaranteed strong convergence in short running times. Specifically, the authors combine a multi-block hybrid proximal alternating iteration scheme with the acceleration technique of K-SVD, yielding this much sought out solution. **These results are important in a variety of computer vision and image processing problems**, e.g., object recognition and image restoration. 附件一第 6 页)

- ◆ 美国科学院院士、美国工程院院士、高斯奖得主、ICM 一小时报告人 Stanley Osher 教授在其合著的文章《Geometric Mode Decomposition》中引用了我们的工作, 评价我们提出了一种新的字典学习方法。(原文: **A new dictionary learning method**, called data driven tight frame (DDTF), was recently proposed for image denoising [6, 2 申请人论文]. 附件一第 7 页至第 9 页)
- ◆ 美国工程院院士、中国科学院外籍院士、中国工程院外籍院士 Thomas Huang 教授在其合著文章《On the suboptimality of Proximal Gradient Descent for L0 Sparse Approximation》中引用我们的工作, 认为我们的方法相比于基于 L1 范数的模型, 在很多应用上取得了令人信服的性能表现。(原文: Albeit the nonconvexity of (1), sparse coding methods such as (Mancera and Portilla 2006; Bao et al., 2014 申请人论文) that directly optimize virtually the same objective as (1) demonstrate **compelling performance** compared to its l1 norm counterpart in various applications domains such as data mining, applied machine learning and computer vision. 附件一第 10 页至第 12 页) 在 Thomas Huang 教授的另

一篇合著文章《Learning with L0-graph:L0 induced subspace clustering》中指出我们的方法启发了他们的后续研究。(原文:**Inspired by recent advances** in solving non-convex optimization problems by proximal linearize method [3] and the application of this method to l0-norm based dictionary learning [2 申请人论文], we propose an iterative …… 附件一第 13 页至第 16 页)

- ◆ 加拿大科学院院士、加拿大工程院院士、IEEE 终身会士 David Zhang 教授和欧洲科学院院士、ACM 会士、IEEE 会士 Xuelong Li 教授等人在合著的综述文章《A survey of sparse representation: algorithms and applications》中多次引用和高度评价我们的工作。(原文一: Bao et al. proposed a dictionary learning by proximal algorithm (DLPM) [117 申请人工作], which provided **an efficient alternating proximal algorithm** for solving the l0-norm minimization based dictionary learning problem and demonstrated its global convergence property. 附件一第 17 页至第 21 页) (原文二: Bao et al. [178 申请人工作] proposed a **fast orthogonal dictionary learning** algorithm, in which a sparse image representation based orthogonal dictionary was learned in image restoration. 附件一第 17 页至第 21 页)
- ◆ 美国数学会会士、UCLA 大学 D. Needell 教授在文章《Analysis of Fast Structured Dictionary Learning》中引用我们的两篇文章,认为我们的工作的高效字典学习和变换学习算法方面取得了**显著的效果**。(原文:Some of these works demonstrate **promising results** in applications for efficient synthesis dictionary [8 申请人论文,9 申请人论文,46] or transform [10 申请人论文,31] learning algorithms and prove convergence of the learning methods to the critical points (or generalized stationary points [34]) of the underlying costs. 附件一第 22 页至第 24 页)
- ◆ IEEE 会士、IEEE Signal Processing Magazine 前主编、美国西北大学讲座教授 A. Katsaggelos 等人在文章《Bayesian K-SVD Using Fast Variational Inference》中指出我们的方法在有收敛性保证的情况下加速了 K-SVD 方法。(原文: Additionally, C. Bao et al. [49 申请人工作] present a multi-block alternating proximal method with proven global convergence



which is faster than K-SVD with similar performance. 附件一第 25 页至第 27 页)

## 学术成果二：提出了深度神经网络的自蒸馏模型及随机 Anderson 混合训练算法以加速网络训练和推理

### ➤ 创新点及科学意义

如何优化深度神经网络参数是深度学习中的一个核心问题，与网络架构、损失函数和训练算法关系密切。为了解决网络大模型和终端设备计算资源受限存在严重矛盾的问题，知识蒸馏的概念在 2006 年被提出以用于网络压缩。2015 年，图灵奖得主 Hinton 教授将知识蒸馏的概念在深度神经网络中推广，其主要是通过一个老师网络为学生网络的训练提供约束信息，提升小网络的预测能力，加速网络推断。目前，知识蒸馏已经成为大规模预训练模型和边缘设备网络训练的标准方法之一，在计算机视觉和自然语言处理领域有广泛的应用。但是，由于知识种类多，网络参数大且架构复杂，如何有效建立老师-学生网络架构并设计相应地快速训练算法是知识蒸馏乃至深度学习中的重点和难点问题。

申请人利用深度神经网络多层复合结构，在网络中间层引入子分类器，在损失函数中引入子分类器和最后一层分类器的正则项，提出自蒸馏的深度神经网络模型。所提出的自蒸馏模型无需寻找额外的老师网络，打破了传统知识蒸馏中老师-学生网络学习范式，并可以在推理阶段根据测试样本的难易程度，动态输出预测结果，降低网络的能量开销。在精度不变的情况下，自蒸馏模型可以将推理速度提高 3-5 倍；在计算量相同的情况下，该模型在图像和点云数据分类任务上可以将准确率提升 1%-5%。进一步地，申请人提出了可以训练神经网络的随机 Anderson 混合算法及其短递归的形式，证明了算法在求解一般随机优化问题中的收敛性及最优的迭代复杂度。该算法在各种不同的残差网络和图像识别、自然语言处理等机器学习任务上表现出色，在精度保持不变的情况下比随机梯度下降算法平均减少了 35% 以上的训练时间。

### ➤ 学术影响

论文总体谷歌学术引用次数 499 次，其中单篇最高谷歌学术引用次数为 447 次。研究成果 SIAM 会士 Y. Saad 教授、欧洲科学院院士 S. Maybank 教授、澳大利亚科学院院士 D. Tao 教授等国内外著名学者的引用与高度评价。论文部分引用举例如下：

- ◆ 美国艺术与科学院院士、SIAM 会士、GMRES 算法发明人 Y. Saad 及其合作者在文章《GDA-AM: On the effectiveness of solving minimax optimization via Anderson Acceleration》多次引用我们的工作，并基于我们的证明思路，

解决了 Anderson 算法优化极大-极小问题的收敛性问题。(原文一: The recent work Wei et al. (2021b) 申请人论文 proves the convergence of the stochastic gradient descent with Anderson Mixing for min optimization. The convergence of GDA-AM for minimax optimization **builds on top of it with several modifications.** 附件二第 1 页至第 4 页)

(原文二: Now **applying lemmas in Wei et al. (2021b)** 申请人论文, we can derive the convergence of our method for general convex-nonconcave function similarly. 见附件二第 1 页至第 4 页)(原文三: we can also **apply the very similar arguments** to prove key results in lemma 1, lemma 2 in Wei et al. (2021b) 申请人论文. 附件二第 1 页至第 4 页)

- ◆ 欧洲科学院院士、皇家统计学会会士、IEEE 会士 S. Maybank 教授和澳大利亚科学院院士、欧洲科学院外籍院士、ACM 会士 Dacheng Tao 教授等人在计算机视觉顶级期刊 IJCV 的综述文章《Knowledge Distillation: A Survey》中把自蒸馏方法称为**知识蒸馏学习方法中的三个主要类别之一**(原文: the learning schemes of knowledge distillation can be directly divided into three main categories: offline distillation, online distillation and self-distillation, as shown in Fig. 8. 附件二第 5 页至第 8 页); 在第 3.3 节对自蒸馏方法的相关工作进行了回顾, 并在**首位特别介绍了我们的工作**。(原文: Section 3.3 In self-distillation, the same networks are used for the teacher and the student models (Zhang et al. 2019b 申请人工作; Hou et al. 2019; Zhang and Sabuncu 2020; Yang et al. 2019b; Lee et al. 2019a; Phuong and Lampert 2019b; Lan et al. 2018; Xu and Liu 2019; Mobahi et al. 2020). This can be regarded as a special case of online distillation. **Specifically**, Zhang et al. (2019b) 申请人工作 proposed a new self-distillation method, in which knowledge from the deeper sections of the network is distilled into its shallow sections. 附件二第 5 页至第 8 页)
- ◆ 澳大利亚科学院院士、欧洲科学院外籍院士、IEEE 计算机汇刊前主编 A. Y. Zomaya 教授和欧洲科学院院士、IEEE 会士 S. Dusdar 教授等人在综述文章《Edge Intelligence: The Confluence of Edge Computing and Artificial

Intelligence》中指出我们发表于 NeurIPS 2020 的工作“提出了加速和压缩模型训练和推断的框架”。(原文: The work in [75 申请人工作] proposes a framework to accelerate and compress model training and inference. It partitions DNNs into multiple sections according to their depth and constructs classifiers upon the intermediate features of different sections. Besides, the accuracy of classifiers is enhanced by knowledge distillation. 附件二第 9 页至第 11 页)

- ◆ 美国生物医学工程学会会士、德州大学阿灵顿分校冠名教授 Junzhou Huang 在其合著文章《On self-distilling graph neural network》中专门回顾了网络自蒸馏方法, 并指出我们的是的工作是**第一个自蒸馏方法**。(原文: For addressing the issues of teacher-student framework, a new area termed teacher-free distillation, or self-distillation, attracts a surge of attention recently. ... BYOT [2019 申请人工作] proposed **the first self-distillation method**. ... 附件二第 12 页至第 14 页)

学术成果三: 提出了稀疏误差建模方法, 解决了相位成像中的成像误差问题, 实现了具有鲁棒性的实时目标跟踪方法, 并进一步给出了冷冻电镜图像处理中的质量评估方法;

➤ **创新点和科学意义**

受成像设备的限制与环境因素的干扰, 成像设备所采集的信号包含大量的未知噪声, 导致经典的模型产生很大的误差, 严重影响图像的质量。如何建立对鲁棒的正向模型和数据质量的评估方法是图像处理中的一个挑战性问题, 也一直是热点研究问题。为了解决上述问题, 申请人创新性地提出了稀疏误差建模方法, 在相位成像和目标跟踪领域取得了一些成效, 并进一步提出了深度误差修正模型:

- a. 相位成像是利用观测的相位信息进行成像方法, 在生物医学和医疗诊断中有广泛的应用。相空间断层扫描技术最早由美国物理学会会士 M. Raymer 教授 1994 年在 PRL 上提出, 可以用来重构部分相干光的相互强度。2012 年, 美国光学学会会士、普林斯顿大学 J. Fleischer 教授在 Nature Photonics 上进一步推动了 4 维相空间中局部相关性的测量问题的发展[21]。但是, 已有的研究工作忽略了传感器像素的宽度, 难以得到高精度的重构结果。申请人证明了相机像素宽度最高会带来 38% 的相对误差, 提出了“非秩一”的正向模型, 修正了传统正向算子的低秩性假设, 解决了重构精度低的问题, 并搭建了真实的实验平台进行了

模型验证。在模型求解方面，申请人提出了自适应加速邻近点梯度算法，将收敛速度由次线性提高到线性，大幅度提高了优化速度。

- b. 目标跟踪是计算机视觉中的重要问题，在视频监控、机器人导航等领域有广泛的应用。基于稀疏表示的 L1-Tracker（简称：L1T）方法是一种经典的方法，但是一直存在计算量大的问题。另一方面，L1T 中传统的编码方式，没有挖掘目标和背景的结构关联性，难以克服视频中存在遮挡的情况。申请人从目标和背景系数分离的角度出发，对背景表示系数引入弹性网正则化和非负约束以得到更加鲁棒的稀疏误差模型，并利用加速邻近点算法快速优化相关的 L1 范数问题，得到了 APG-L1 方法，速度可以达到每秒 30 帧。
- c. 冷冻电镜是结构生物学的重要技术。20 多年前，诺贝尔化学奖获得者、冷冻电子显微镜领域的开创者之一理查德·亨德森教授预测，即使对于 40kDa（千道尔顿）的结构，也可以通过合并大约 12000 个粒子的颗粒来确定近 3 埃的结构。在当前的实验中，冷冻电子显微镜重构结构所用到的最终颗粒数仍远高于理论极限。冷冻电镜领域长期面临的问题是：在实验中能否接近并达到特定分辨率所需的理论颗粒数的理论极限。申请人从冷冻电镜的成像性质出发，提出了颗粒质量评估的新模型 CryoSieve，证明了 3 套实验数据集可以接近理论预测的极限。

#### ➤ 学术影响

上述研究成果产生了广泛的引用，其中单篇最高谷歌学术引用 1218 次，受到 IEEE 终身会士、美国光学学会会士多位国内外著名学者的正面评价。冷冻电镜图像处理方面的文章入选 2023 年度 Nature Communications 最受欢迎的物理学论文 TOP 25 榜单，软件被正式收录于由哈佛大学医学院管理的 SBGrid Consortium，研究成果以“冷冻电镜例子筛选新算法获国际认可”为题在《中国科学报》头版报道，同时报道的还包括科技日报、科学网、中国科技网、清华大学新闻等官方媒体（附件三第 1 页至第 8 页）。论文部分引用举例如下：

- ◆ 发表于 JOSA A 的工作由于出色的科学质量和代表性入选编辑推荐文章（选中率：6.09% = 16/263）；（入选邮件原文：Editor's Picks serve to highlight articles with excellent scientific quality and are representation of the work taking place in a specific field. 附件三第 9 页至第 10 页）；
- ◆ 美国光学学会会士、美国生物医学工程学会会士、伊利诺伊大学香槟分校杰出教授 G. Popescu，美国光学学会会士 Y. Park 教授和及 EPFL 荣誉教授 C.

Depeursinger 在 Nature Photonics 上合著发表的综述文章《Quantitative Phase Imaging in Biomedicine》引用了我们 SIIMS 2019 的工作，评价我们的工作“在相关性复原问题上给出了**正则化算法的严格证明**”。（原文：The diffraction algorithm inversely solved light diffraction, based on the first Born (equation (11)) or Rytov approximation, assuming weak scattering. **A rigorous proof of a regularized inverse algorithm for coherence retrieval was presented** in ref. 62 申请人工作. 附件三第 11 页至第 13 页);

- ◆ 笛卡尔奖得主、负折射率材料发明人、杜克大学杰出教授 David R. Smith 及合作者 2020 年在光学领域顶级期刊 Optica 上的文章《Passive Microwave Spectral Imaging with Dynamic Metasurface apertures》认为我们的工作“通过挖掘物理先验的方法得到了**关于全相关函数的准确估计**”。（原文：To this end, one may exploit **physically informed priors** on the coherence function solution [15,63 申请人工作] to obtain **an accurate estimate** of the full coherence function and complete characterization of a partially coherent system [64,65]. 附件三第 14 页至第 16 页);
- ◆ IEEE 终身会士、ACM 会士 R. Chellappa 教授及其合作者在文章《Joint Sparse Representation and Roust Feature-Level Fusion for Multi-Cue Visual Tracking》中指出我们的方法是**最好的跟踪方法之一**（原文：We compare the proposed tracking algorithms, RJSRFFT and K-RJSRFFT with **state-of-the-art tracking methods** including multi-cue tracker: online boosting (OAB) [7], online multiple instance learning (MIL) [8], semi-supervised online boosting (SemiB) [12], sparse representation-based tracker: l1 tracker (LIAPG) [55 申请人工作] … 附件三第 20 至第 22 页)
- ◆ 澳大利亚机器学习研究所主任 Hengel 教授在其合著的《A Survey of Appearance Models in Visual Object Tracking》综述文章中评价我们的工作获得了**实时性的跟踪效果**（原文：Bao et al. [2012] 申请人论文 take advantage of the popular accelerated proximal gradient (APG) approach to optimize the l1-regularized least square minimization problem, which has a quadratic convergence property to ensure the **real-time tracking performance**. 附件三第 23 至第 25 页)

### 代表性论著（不超过 5 篇）

1. Jianying Zhu, Qi Zhang, Hui Zhang, Zuoqiang Shi (\*), Mingxu Hu(\*), **Chenglong Bao(\*)**, A Minority of Final Stacks Yields Superior Amplitude in Single-Particle cryo-EM. *Nature Communications*, 2023; 14:7822.
2. Yuhao Zhou, **Chenglong Bao(\*)**, Chao Ding, Jun Zhu. A Semismooth Newton based Augmented Lagrangian Method for Nonsmooth Optimization on Matrix Manifolds. *Mathematical Programming*, 2022; 201:1-61.
3. **Chenglong Bao(\*)**, Chang Chen, Kai Jiang, Lingyun Qiu. Convergence Analysis for Bregman Iterations in Minimizing a Class of Landau Free Energy Functionals. *SIAM Journal on Numerical Analysis*. 2024; 62(1): 476-499.
4. Kai Jiang, Wei Si, Chang Chen, **Chenglong Bao(\*)**. Efficient Numerical Methods for Computing the Stationary States of Phase Field Crystal Models. *SIAM Journal on Scientific Computing*, 2020; 42(6): B1350 - B1377
5. **Chenglong Bao**, Hui Ji, Yuhui Quan, Zuwei Shen. Dictionary learning for sparse coding: algorithms and convergence analysis. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2016; 38(7): 1356 - 1369

### 其他论著（不超过 10 篇）

1. Dihan Zheng, Xiaowen Zhang, Kaisheng Ma, **Chenglong Bao (\*)**. Learn from Unpaired Data for Image Restoration: A Variational Bayes Approach. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2022;45(5): 5889-5903.
2. Jiebo Song, Jia Li, Zhengan Yao, Kaisheng Ma, **Chenglong Bao (\*)**. Zero Norm based Analysis Model for Image Smoothing and Reconstruction. *Inverse Problems*, 2020; 36(11).

3. Chenglong Bao, Lingyun Qiu, Rongqian Wang. Robust Full Waveform Inversion: A Source Wavelet Manipulation Perspective. *SIAM Journal on Scientific Computing*. 2023; 45(6), B753–B775.
4. Chenglong Bao, Jae Kyu Choi, Bin Dong. Whole Brain Susceptibility Mapping using Harmonic Incompatibility Removal. *SIAM Journal on Imaging Science*, 2019; 12(1):492–520.
5. Chenglong Bao, George Barbastathis, Hui Ji, Zuwei Shen, Zhengyun Zhang. Coherence retrieval using trace regularization. *SIAM Journal on Imaging Sciences*, 2018; 11(1), 679 – 706.
6. Tangjun Wang, Zehao Dou, Chenglong Bao (\*), Zuoqiang Shi (\*). Diffusion Mechanism in Neural Network: Theory and Applications. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. 2024; 46(2), 667–680.
7. Linfeng Zhang, Chenglong Bao (\*), Kaisheng Ma (\*). Self-Distillation: Towards Efficient and Compact Neural Networks. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2022; 44(8), 4388–4403.
8. Chenglong Bao, Hui Ji, Zuwei Shen. Convergence analysis for iterative data-driven tight frame construction scheme. *Applied and Computational Harmonic Analysis*, 2015; 38 (3), 510 – 523.
9. Fuchao Wei, Chenglong Bao (\*), Yang Liu. Stochastic Anderson mixing for nonconvex stochastic optimization. *Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS)*, 2021; 34: 22995–23008.
10. Fuchao Wei, Chenglong Bao (\*), Yang Liu. A class of short-term recurrence Anderson mixing methods and their applications. *International Conference on Learning Representations (ICLR)*, 2022.

声 明	<p>本人对申报表上述内容及全部附件材料客观性和真实性负责。</p> <p>申报人签名：包承龙</p> <p>2024年5月8日</p>
--------	--



专家推荐意见（一）：

推 荐 专 家	姓 名	郭田德	专业专长	最优化理论与方法
	工作单位	中国科学院大学		
	通讯地址	北京市玉泉路 19 号甲	邮政编码	100049
	电子信箱	tdguo@ucas.ac.cn	联系电话	
	专业技术职务	讲席教授		


请对申报人成就、贡献和学风道德进行评价，限 500 字以内。

申报人在图像处理模型和算法方面取得了一系列原创性成果,体现了很强的创新能力。他在稀疏字典学习、鲁棒性建模、深度学习等前沿方向进行了系统深入的研究,提出了多项新方法新算法,包括:

- ◆ 针对字典学习问题难以设计具有收敛性保证算法的难题,提出了新的具有收敛性保证的混合邻近点交替优化算法,很好解决了这一问题。
- ◆ 系统研究了图像处理中的鲁棒性建模方法,并成功应用于冷冻电镜、部分相干光复原等实际问题,提高了成像精度,具有重要应用价值。
- ◆ 在深度学习领域,提出了首个自蒸馏模型和随机 Anderson 混合训练算法,为加速神经网络推理和训练提供了新思路。

这些成果代表了图像处理领域的重要进展,发表在多个国际顶级期刊上,得到国内外同行的广泛关注与高度评价。其中 1 篇入选《自然·通讯》2023 年度最受欢迎物理学论文 Top 25 榜单,1 篇获评《美国光学学会会刊》"编辑推荐",另有 1 篇获北京运筹学会青年优秀科技论文,充分体现了这些成果的创新性和学术价值。

申报人勇于挑战图像处理中的重要理论和应用难题,成果丰硕,发表质量高,在青年学者中很有代表性。申报人治学严谨,科研作风踏实,是一位优秀的青年科技工作者。

专家本人签名 

2024 年 5 月 11 日

专家推荐意见（二）：

推 荐 专 家	姓 名	邢文训	专业专长	最优化理论与 算法
	工作单位	清华大学数学科学系		
	通讯地址	北京市清华大学理科楼	邮政编码	100084
	电子信箱	wxing@tsinghua.edu.cn	联系电话	13641242266
	专业技术职务	教授		

请对申报人成就、贡献和学风道德进行评价，限 500 字以内。

申请人在的主要研究成果包括：

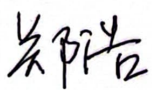

1. 提出了求解稀疏字典学习模型的混合邻近点交替迭代算法以克服字典元素的流形约束和表示系数“零”范数惩罚项所带来的困难并进一步研究了黎曼流形上的非光滑优化问题的非精确增光拉格朗日求解算法。相关工作入选北京运筹学会青年优秀科技论文，受到 CVPR 2014 程序委员会的高度评价。
2. 提出了冷冻电镜中颗粒质量的评估模型 CryoSieve，入选 2023 年度《自然·通讯》最受欢迎的物理学论文 TOP 25 榜单，软件被正式收录于由哈佛大学医学院管理的 SBGrid Consortium，研究成果在《中国科学报》头版报道；证明了部分相关光复原问题中相机像素的宽度会产生测量误差，在 Gauss-Schell 模型中定量刻画了误差与像素宽度的关系，提出了“非秩一”的成像新模型和具有线性收敛速度的快速算法，被 JOSA A 评为“Editors’ Pick”文章。
3. 提出了深度学习中的自蒸馏模型和随机 Anderson 混合训练算法以加速神经网络的推理和训练。相关工作被国际同行认为是第一个自蒸馏的方法，启发了国内外同行的后续工作。

申请人学风严谨，成果丰硕，是一名优秀的青年科技人才。

专家本人签名：



2024 年 5 月 11 日

申报人 工作单位 意见	<p>包承龙老师为人正直、治学严谨、科研成果丰富，有很好的国际影响力，是一位优秀的科研教学并重的青年教师，特此推荐！</p> <p style="text-align: right;">           负责人签字：  </p> <p style="text-align: right;">           年 月 日         </p> <div style="text-align: right;">  </div>
-------------------	---

## 附 件

1. 代表性论文 5 篇的全文
2. 获得表彰奖励证明
3. 其他