

# 中国科学院SIAM学生分会第10届年会

会议手册

2021年6月26日 北京

中国科学院数学与系统科学研究院

主办:中国科学院SIAM学生分会



# 委员会名单

- 顾问委员会:

袁亚湘 陈志明 戴彧虹

周爱辉 曹礼群 张在坤

- 组织委员会:

谢鹏程

陈 硕

黄 磊

郭 健

会议期间如发生任何问题请联系:

谢鹏程 13203866776 陈 硕 18843017851

# 会议日程

时间	姓名	标题
8:30-8:50	开幕式	
	袁亚湘院士、周爱辉所长致辞	
8:50-9:00	合影留念	
9:00-9:45	李铁军 北京大学	从动力学到数据分析：我的计算生物学之旅
9:45-10:30	夏勇 北京航空航天大学	最优化理论与算法：从凸到非凸
10:30-10:50	茶歇	
10:50-11:35	李启寨 数学与系统科学研究院	Asymptotic Properties on Distance-based Regression Models
11:35-12:20	张世华 数学与系统科学研究院	深度学习的数学理解
12:20-14:00	午饭	
14:00-14:45	宗西举 济南大学	稳定系统设计及其在自抗扰控制中的应用
14:45-15:30	马宏宾 北京理工大学	智能时代的控制、博弈与机器学习
15:30-15:50	茶歇	
15:50-16:35	马俊杰 数学与系统科学研究院	On spectral method for phase retrieval with random orthogonal matrices
16:35-17:20	陈楚楚 数学与系统科学研究院	Accelerated Exponential Euler Scheme for Stochastic Heat Equation: Convergence Rate of Densities
17:20-17:30	闭幕式暨新一届执委会介绍	

# 邀请报告摘要

## 从动力学到数据分析：我的计算生物学之旅

李铁军

北京大学

摘要：随着生物学定量的需求，计算生物学在生命科学中发挥着越来越重要的作用。我将从自己从事计算生物学研究的历程出发，围绕生物动力学体系tau-leaping方法的发展、芽殖酵母细胞周期动力学研究、单细胞转录组数据分析三个典型案例，讲述动力学及数据分析问题在计算生物学中的应用，并阐述自己的一些经验和看法。本报告适合于所有对应用与计算数学感兴趣的本科生和研究生。

个人简介：李铁军，北京大学数学科学学院教授，国家自然科学基金委优秀青年及杰出青年基金获得者，入选教育部“新世纪优秀人才”支持计划。研究领域为随机模型及算法。现任《Numerical Mathematics: Theory, Methods and Applications》、《计算数学》、《高等学校计算数学学报》编委。在化学反应随机动力学稀有事件、能量景观、tau-leaping方法的分析；复杂网络的社区结构；复杂流体多尺度理论及数值分析方面做出了重要成果。在包括PNAS, PRX, CMP, JCP, SIAM系列等重要学术期刊共发表论文五十余篇。

# 最优化理论与算法：从凸到非凸

夏勇

北京航空航天大学

摘要：本报告介绍我们近年来在非凸优化理论与算法方面的一些进展：从凸优化的Farkas引理介绍到非凸优化一般隐凸理论，理论部分还包含最优性条件以及复杂度分析。算法部分介绍典型非凸优化问题的近似算法和新的精确全局优化算法框架。

个人简介：夏勇，北京航空航天大学数学科学学院教授，博士生导师，副院长。2002年毕业于北京大学数学科学学院，2007年毕业于中国科学院数学与系统科学研究院。研究方向为非凸全局优化，在MP、SIOPT等期刊发表SCI论文57篇，2018获批国家自然科学基金优秀青年科学基金项目。代表性工作：与合作者建立了完整的等式型S-引理；针对经典二次指派问题提出的模型被国内外同行称为 Xia-Yuan linearization。

# Asymptotic Properties on Distance-based Regression Models

李启寨

中国科学院数学与系统科学研究院

**摘要:** Distance-based regression model, as a nonparametric multivariate method, has been widely used to detect the association between variations in a distance or dissimilarity matrix for outcomes and predictor variables of interest. Based on it, a pseudo-F statistic which partitions the variation in distance matrices is often constructed to achieve the aim. To the best of our knowledge, the statistical properties of the pseudo-F statistic has not yet been well established in the literature. To fill this gap, we study the asymptotic null distribution of the pseudo-F statistic and show that it is asymptotically equivalent to a mixture of chi-squared random variables. Given that the pseudo-F test statistic has unsatisfactory power when the correlations of the response variables are large, we propose a square-root F-type test statistic which replaces the similarity matrix with its square root. The asymptotic null distribution of the new test statistic and power of both tests are also investigated. Simulation studies are conducted to validate the asymptotic distributions of the tests and demonstrate that the proposed test has more robust power than the pseudo-F test. Both test statistics are exemplified with a gene expression dataset for a prostate cancer pathway.

**个人简介:** 李启寨, 中国科学院数学与系统科学研究院研究员, 美国统计学会会士(Fellow), 国际统计学会推选会员(Elected Member)。2001年于中国科学技术大学获统计学学士学位, 2006年于中国科学院数学与系统科学研究院获概率论与数理统计博士学位。2006年7月至今在中国科学院数学与系统科学研究院工作, 2006-2010年任助理研究员, 2010-2015任副研究员, 2015至今任研究员, 其中2006-2009在美国国家卫生健康研究院(NIH)国家癌症研究所(NCI)从事博士后研究。主要从事生物医学统计、统计遗传、分组检测等理论与应用研究, 在Nature Genetics, AJHG, ACIE, JASA, JRSSB, Biometrics等杂志发表及接收发表论文100余篇, 被同行引用1700余次。曾获国家优秀青年科学基金、农业部神农中华农业科技奖科学研究类成果一等奖等。现任中国数学会常务理事、全国工业统计学教学研究会常务理事等。

# 深度学习的数学理解

张世华

中国科学院数学与系统科学研究院

摘要：深度学习特别是深度神经网络作为一种黑箱模型，是通过大量计算实验得到的，其数学原理逐渐引起研究者的广泛关注。本报告将从不同的角度介绍深度学习的数学理解与认识，特别介绍两种初步尝试。第一，从多层卷积稀疏编码模型的编码初始化和字典矩阵设计的角度，分别建立残差神经网络和多尺度密集连接网络与多层卷积稀疏编码模型的等价联系。第二，提出深度学习是在Wasserstein空间学习测地曲线的理论。在维度不变的情况下，刻画深度神经网络所学习到的映射近似最优传输映射，即数据点的表示在模型内部近似沿着直线传输，进而解释为什么残差网络相比于普通神经网络具有更好的优化和泛化能力。

个人简介：张世华，中国科学院数学与系统科学研究院研究员、中国科学院随机复杂结构与数据科学重点实验室副主任、中国科学院大学岗位教授。主要从事生物信息计算、机器智能与优化，主要成果发表在Cell、Advanced Science、National Science Review、Nature Communications、Nucleic Acids Research、Bioinformatics、IEEE TPAIM、IEEE TKDE、IEEE TFS、AoAS等杂志。目前担任BMC Genomics等杂志编委。曾荣获中国青年科技奖、国家自然科学基金优秀青年基金、万人计划青年拔尖人才、中国科学院卢嘉锡青年人才奖、全国百篇优秀博士论文奖等。

# 稳定系统设计及其在自抗扰控制中的应用

宗西举

济南大学

摘要：自抗扰控制是一类实时估计误差，并实时消除的控制策略。其继承了传统的基于误差反馈的PID控制结构，同时结合了现代控制理论中状态空间的极点配置与观测器设计方法。自抗扰控制技术由跟踪微分器、扩张状态观测器及非线性反馈三部分构成。其中，基于原系统输出状态构造的扩张状态观测器（ESO）能够实现对总扰动(外部干扰和内部不确定性)的在线估计，然后利用估计值补偿系统的总扰动，最后对几乎没有扰动的系统设计控制器。本文首先介绍了线性扩张状态观测器相关理论及设计方法，之后给出了自抗扰控制技术应用实例，为边界含有时变扰动的网络化波动方程的输出同步控制。

个人简介：宗西举，教授，博士，中共党员。2002.7毕业于山东聊城大学数学系，获理学学士学位。2007年6月毕业于中山大学数学与计算科学学院，获理学博士学位。先后主持国家自然科学基金3项，作为主要成员参与国家自然科学基金1项，主持省部级研究课题2项，主持横向课题3项，获得国家发明专利授权15项，作为主要成员参与山东省自主创新重大专项1项，作为主要成员参与省自然科学基金项目3项。担任控制科学国际著名期刊《Automatica》和《IEEE Transactions on Automatic Control》的评审专家。出版专著1部，与合作者一起在国内外学术期刊上发表学术论文60余篇、发表会议论文40余篇，其中被SCI、EI检索50余篇，相关成果先后获得山东省高等学校优秀科研成果奖（自然科学类）两次（二等奖一次，三等奖一次）、山东省专利奖二等奖一次。



# 智能时代的控制、博弈与机器学习

马宏宾

北京理工大学

摘要：人工智能如火如荼，尤其是计算机视觉技术已取得了很多成功的应用。人工智能，特别是机器学习，往往被视为计算机科学的分支。然而，追本溯源，可以发现控制、博弈与机器学习，虽然各自有着不同的发展历程，但是实际上有着内在的联系。这些内在的联系能给我们带来哪些启示？能否为当下流行的深度学习所面临的一些困境提供借鉴？计算在控制、博弈与机器学习中起到什么样的作用？智能时代下如何减小理论研究与应用落地间的鸿沟？针对这些问题，将结合我们在无人车、无人机、机器人及工业应用方面所做的部分工作，抛砖引玉，给予一些初步的探讨。

个人简介：马宏宾，北京理工大学自动化学院教授、博士生导师，中国教育发展战略学会人工智能与机器人教育专委会常务理事、中国指挥与控制学会兵棋推演与智能博弈专委会常务理事。主要研究人工智能、无人系统、机器人及嵌入式系统。曾入选教育部新世纪优秀人才支持计划、北京市优秀人才培养资助计划，获北京市自然科学奖、中国产学研合作创新奖、霍英东高等院校青年教师奖、吴文俊人工智能科学技术奖、中国大数据学术创新奖、优秀科技成果大赛金奖、中国科技创新挑战赛优秀奖。担任国家信标委首届人工智能技术委员会委员，参与多项机器人、人工智能、大数据、云平台相关国家标准的研制，参与了《人工智能标准化白皮书》和《国家新一代人工智能标准体系建设指南》的撰写。受邀撰写《中国学科战略•控制科学》自适应控制部分。

# On Spectral Method for Phase Retrieval with Random Orthogonal Matrices

马俊杰

中国科学院数学与系统科学研究院

**摘要:** Phase retrieval refers to algorithmic methods for recovering a signal from its phaseless measurements. Local search algorithms that work directly on the non-convex formulation of the problem have been very popular recently. Due to the nonconvexity of the problem, the success of these local search algorithms depends heavily on their starting points. The most widely used initialization scheme is the spectral method, in which the leading eigenvector of a data-dependent matrix is used as a starting point. Recently, the performance of the spectral initialization was characterized accurately for measurement matrices with independent and identically distributed entries. Our aim is to obtain the same level of knowledge for isotropically random column-orthogonal matrices, which are substantially better models for practical phase retrieval systems. Towards this goal, we consider the asymptotic setting in which the number of measurements and the dimension of the signal diverge to infinity with a fixed ratio, and obtain a simple expression for the overlap between the spectral estimator and the true signal vector using tools from random matrix theory. I will also talk about a linearized approximate message passing (L-AMP) iteration, which is a useful tool to derive accurate asymptotic predictions and study the universality phenomenon.

**个人简介:** Junjie Ma received the B.E. degree from Xidian University in 2010, and the Ph.D. degree from the City University of Hong Kong in 2015. He was a Post-Doctoral Researcher with City University of Hong Kong, Columbia University, and Harvard University. Since 2020, he has been an Assistant Professor with the Institute of Computational Mathematics and Scientific/Engineering Computing, AMSS, Chinese Academy of Sciences. His recent work mainly focus on algorithmic and information theoretic aspects of high dimensional statistical inference problems.

# Accelerated Exponential Euler Scheme for Stochastic Heat Equation: Convergence Rate of Densities

陈楚楚

中国科学院数学与系统科学研究院

摘要: In this talk, we study the numerical approximation of the density of the stochastic heat equation via the accelerated exponential Euler scheme. The existence and smoothness of the density of the numerical solution are proved by means of Malliavin calculus. Based on a priori estimates of the numerical solution, we propose a test function-independent weak convergence analysis, which is crucial to derive the convergence rate of densities. The convergence rate of densities in uniform convergence topology is shown to be exactly  $1/2$  in nonlinear drift case and nearly 1 in affine drift case.

个人简介: 陈楚楚博士, 2020年国家优秀青年基金获得者, 于2015年在中国科学院数学与系统科学研究院获得博士学位, 之后在普渡大学等世界知名大学从事博士后研究工作, 现任职于中国科学院数学与系统科学研究院。陈楚楚博士的研究方向主要是随机偏微分方程数值解, 保结构随机算法等, 在随机偏微分方程保结构算法领域做出一系列重要研究成果, 论文发表在SIAM J. Numer. Anal., IMA J. Numer. Anal., J. Comput. Phys.等计算数学顶级刊物。