

数值代数的机遇与挑战

数值代数的机遇与挑战

2022年4月9日

南昌大学数学与计算机学院

东南大学丘成桐中心

南京应用数学中心

自计算机问世、现代计算数学诞生以来，数值代数一直是计算数学的基础，是核心组成部分之一，在科学计算中扮演着举足轻重的角色，起到不可或缺的作用。其核心问题（包括线性系统、最小二乘问题、特征值问题）的数值解法在科学与工程计算和研究中得到了极其广泛的应用与使用。近些年来，随着数据科学和人工智能的凸显和迅速发展，数值代数正处于重塑自我的十字路口，急需适应数据科学和人工智能凸显和迅速发展的快速变化。为此，自 2021 年 1 月起，我们开始举办“数值代数的机遇与挑战”线上论坛，其宗旨是固本开源、创新发展，促进数值代数与最优化、数据科学等研究领域的深入交叉融合，为解决现代科学计算难题提供新的数值代数理论、方法与算法。至今该线上论坛已成功举办了 8 期，并将于 2022 年 4 月起举办第 9-12 期，旨在为您带来一系列关于数值代数及其在机器学习、数据科学中的最新应用的高级讲座。期待您的支持与参与！

腾讯线上会议：

会议 ID: 209-295-832

会议密码: 2249

会议日期: 2022 年 4 月 9 日（周六）

会议时间: 9:00 - 12:00（北京时间）

组委会：

黄聪明教授	台湾师范大学
李仁仓教授	德州大学阿灵顿分校、香港浸会大学
李铁香教授	东南大学、南京应用数学中心
卢琳璋教授	厦门大学、贵州师范大学
汪 祥教授	南昌大学

往届组委会成员：

贾仲孝教授、贾志刚教授、林文伟教授、吴国宝教授、张振跃教授

会议日程

4/9/2022	线上参会
腾讯会议	会议 ID: 209-295-832 密 码: 2249 会议时间: 2022 年 4 月 9 日 08:50 (4 小时)
08:50-09:00	开幕
	主持人: 卢琳璋 厦门大学、贵州师范大学
09:00-09:40	主讲人: 陈木法院士 江苏师范大学 报告题目: New Skills of Matrix Computation
	主持人: 李铁香 东南大学、南京应用数学中心
09:50-10:30	主讲人: 王增琦 上海交通大学 报告题目: 计算型光谱仪中重构问题的建模与计算
	主持人: 汪 祥 南昌大学
10:40-11:20	主讲人: 叶 颀 华南师范大学 报告题目: Machine Learning in Banach Spaces: A Black-box or White-box Method?
11:20-11:40	闭幕

报告题目: New Skills of Matrix Computation

陈木法院士 江苏师范大学

摘要:

The talk starts at an isospectral transformation: reducing the almost-nonnegative matrix to a transition probability matrix. It is an essential tool now in the study of economy. For leveling the elements of matrix or its maximal eigenvector, the symmetrizing and the first/second quasi-symmetrizing techniques are introduced for computing the maximal eigenpair. For large scale matrix, a mixed algorithm of three classical algorithms is shortly introduced. A specific coupling technique for computing the maximal eigenpair for tridiagonal matrix is also discussed, in which case, the algorithm is $O(N)$. Finally, as an extension of the above idea, especially for real spectrum, the new topic on Hermitizable matrix is presented, including criteria and typical applications. This leads to the new framework, new spectral theory, and new algorithm of quantum mechanics (QM). The file in presentation is in English, but the talk is in Chinese.

报告人简介:

陈木法教授, 中国科学院和发展中国家科学院院士, 美国数学会 Fellow。先后获何梁何利基金科学与技术进步奖、霍英东教育基金会青年教师奖、求是科技基金会杰出青年学者奖、首都劳动奖章等。主要从事概率论与相关领域的研究, 将概率方法引入第一特征值估计研究, 获得了下界估计统一的变分公式; 找到了包括 Hardy 型不等式在内的诸多不等式的显式判别准则和关系图, 拓宽了随机稳定性理论, 发展了谱理论; 最早研究马氏耦合, 更新了耦合理论并开拓了一系列新应用; 最先从非平衡统计物理中引进无穷维反应扩散过程, 解决了过程的构造、平衡态的存在性和唯一性等根本课题, 此方向现已成为国际上粒子系统研究的重要分支; 完成了一般或可逆跳过程的唯一性准则, 得到广泛的应用; 彻底解决"转移概率函数的可微性"等难题, 建立了马氏跳过程的系统理论; 近 5 年, 主要从事计算数学的研究。

报告题目：计算型光谱仪中重构问题的建模与计算

王增琦 上海交通大学

摘要：

光谱仪是探索光与物质相互作用的核心仪器。传统光谱仪虽然测量步骤简单，但需要复杂的波长复用光学器件。计算型光谱仪是一种简单便携的光谱仪，其可以根据系统的光谱信息和响应光电流来重建入射光光谱。计算型光谱仪研发的关键是入射光光谱重构模型的建立和求解。本报告主要介绍计算型光谱仪中的若干种重构模型及其求解方法，如截断奇异值分解方法、岭回归、非负岭回归、LASSO 回归、 $L_2 - L_q$ 模型和 $L_2 - L_1 - LTV$ 模型等。利用不同模型对不同种类的入射光进行重构，实验表明，重构模型能够准确分辨出入射光波长信息。

报告人简介：

王增琦，上海交通大学数学科学学院副教授，博士生导师。主要从事数值代数领域的基础性和前沿性的研究工作，具体研究方向是大型多分块稀疏线性代数方程组（包括最小二乘问题）的高性能计算方法、预处理技术和重要理论。她的主要研究结果包括求解非对称不定复线性方程组的半正定/反对称分裂迭代方法及其收敛性条件，为求解分数阶薛定谔方程、流体约束控制问题、电磁场时谐涡旋电流问题提供了优秀的数值方法和可靠的理论保障。她在数值代数顶级刊物 *Numerische Mathematik*, *SIAM Journal on Matrix Analysis and Applications*, *Numerical Linear Algebra with Applications*, *IMA Journal of Numerical Analysis* 上发表多篇具有广泛影响力的科研论文，曾有 4 篇论文被评选为 ESI 高被引论文。目前任国际刊物 *Numerical Linear Algebra with Application*, *IOP SciNotes* 的编委。当选中国高等教育学会教育数学专业委员会常务理事。

报告题目：Machine Learning in Banach Spaces:

A Black-box or White-box Method?

叶颀 华南师范大学

摘要：

In this talk, we present a new way to study the theory of regularized learning for generalized data in Banach spaces including representer theorems and convergence theorems. Specially, we combine the data-driven and model-driven methods to study the new algorithms and theorems of the regularized learning. Usually the data-driven and model-driven methods are used to analyze the black-box and white-box models, respectively. With

the same thought of the Tai Chi diagram, we use the discrete information of the black-box and white-box local models to construct the global approximate solutions by the algorithms of the regularized learning. Our original ideas are inspired by the eastern philosophy such as the golden mean. The work of the regularized learning here provides another road to investigate the algorithms of machine learning including

- the interpretability in approximation theory,
- the nonconvexity and nonsmoothness in optimization theory,
- the generalization and overfitting in probability theory.

Moreover, based on the theory of the regularized learning, we will construct the hybrid algorithms combining support vector machines, artificial neural networks, and decision trees for our current research projects of the big data analytics in education and medicine.

报告人简介:

叶颀现任华南师范大学数学科学学院的教授和博士生导师,一直从事核函数逼近方法的理论及其应用研究。叶教授在美国伊利诺理工大学 (Illinois Institute of Technology) 博士学习期间师从核函数逼近方法专家 Gregory E. Fasshauer 教授, 博士毕业后到美国雪城大学 (Syracuse University) 与计算数学专家许跃生教授展开博士后研究工作, 之后又到香港与径向基函数专家韩耀宗教授和凌立云教授展开合作研究。叶教授是第十二批国家海外高层次人才引进计划青年人才项目入选者, 并是国家自然科学基金重点项目和广东省高校重大科研项目的项目负责人。叶教授主要的研究方向是逼近论及其在机器学习与数据分析中的应用, 并和许教授共同提出了国际原创性研究课题——稀疏机器学习方法, 相关的 122 页论文《Generalized Mercer Kernels and Reproducing Kernel Banach Spaces》发表在了美国数学学会主办的期刊《Memoirs of the American Mathematical Society》, 该期刊每期只刊登一篇文章, 并是该期刊发表的首篇关于机器学习的论文, 也是国内计算数学工作者首次在该期刊发表的长文。叶教授在华南师范大学成立了“机器学习与最优化计算实验室”, 成员由国内外专家学者组成, 实验室是以机器学习方法的数学理论为主要研究目标, 研究范畴包括逼近论、最优化理论、支持向量机、人工神经网络、图像分割配准和癌症演化建模等, 并将相关研究成果应用于教育和医疗大数据分析, 正在与华南师范大学附属中学和南方医科大学珠江医院的团队开展联合研究, 开发具有自主知识产权的教育和医疗辅助软件。