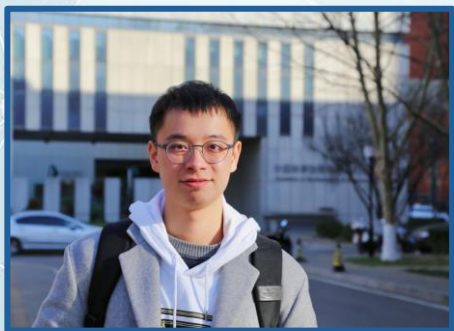


低秩张量优化问题的几何方法



特邀讲者

彭任锋

香港城市大学

日期: 2026年7月11日(星期六)

时间: 14:00 (香港时间)

Zoom会议号: 801 137 0362

讲者信息

彭任锋, 香港城市大学科研助理。本科毕业于同济大学数学科学学院, 博士毕业于中国科学院数学与系统科学研究院, 导师袁亚湘研究员。曾任中国科学院—SIAM 学生分会主席, 获得过中国科学院华罗庚奖学金、院长奖学金优秀奖等荣誉。他的研究兴趣集中在低秩矩阵和张量优化、流形优化、机器学习、量子信息论等领域, 相关成果发表在 MP、SIAM 系列等期刊。

报告内容

低秩张量优化是指变量为张量且满足低秩约束的最优化问题, 在高维数据分析、科学计算以及量子信息等领域具有广泛的应用。然而, 低秩张量优化相比于成熟的低秩矩阵优化, 仍面临诸多的挑战。我们从低秩张量集合的几何视角出发, 在理论分析、算法设计与应用三个方面系统研究了低秩张量优化问题。我们提出了一类基于张量环分解的张量补全问题的黎曼预条件算法。我们通过利用精确块对角预条件思想, 在张量环分解中由各核张量的模态二展平矩阵所构成的乘积空间上构造了一个新的黎曼度量, 并提出了预条件度量下的黎曼梯度法和黎曼共轭梯度法。我们对 Tucker 张量代数簇 (即有界秩 Tucker 张量构成的集合) 及其上面的优化问题展开系统研究, 给出了 Tucker 张量代数簇切锥的显式参数化表示, 并利用其几何结构, 针对在 Tucker 张量代数簇上的优化问题, 提出了具有理论收敛性保证的、基于梯度相关搜索方向的线搜索方法。在实际应用中, 我们结合所得到的几何结构, 提出了一种 Tucker 秩自适应方法, 该方法能够在迭代过程中自动识别合适的秩参数。此外, 我们还研究了单位 Frobenius 范数的低秩张量的几何与应用。我们引入了归一化张量链分解(NTT), 其目标是在张量链格式下, 用单位范数张量来逼近给定的张量。我们证明了固定秩 NTT 张量的集合构成一个光滑流形, 并推导了其对应的几何结构, 从而为几何优化方法的提出奠定了理论基础。我们的方法可用于求解科学计算、量子信息论中的典型问题中, 并在计算效率和可扩展性方面均表现出显著优势。