

十年磨一剑——重庆研究院零误差计算研究迈入计算机数学领域顶级殿堂

2015-10-26 编辑: 综合办、自动推理与认知中心 | 【大 中 小】

近日, 重庆研究院自动推理与认知团队负责人吴文渊正在对自己即将在SCI一区刊物Foundations of Computational Mathematics发表的最新成果“The Numerical Factorization of Polynomials”的文章作最后的核稿——文章马上就会网络出版了。

据检索, 在这个数学和计算机交叉领域顶级刊物上发表文章的中国科学家屈指可数, 该期刊从2001年创刊, 到目前为止共发表论文334篇, 中国大陆学者为第一作者的论文共有3篇(2009年北京大学, 2010年中科院数学所, 2015年中科院系统所)。换句话说, 能够在这个刊物上发表文章, 是中国计算机数学领域科学家的梦想, 其论文的学术水平和意义非同一般。

目前, 计算机广泛采用的数值计算方法不可避免地给计算结果带来多种误差, 这些误差可能会给航天航空、生物医疗等安全攸关领域, 带来严重后果。因此, 追求高精度、高效率的计算方法是科学计算的重要研究方向之一。该项研究成果是吴文渊与美国 Northeastern Illinois University 学者 Zhonggang Zeng 教授合作完成, 提出了数值多变元因式分解几何含义和几何结构分析, 以及可充分保证计算结果无误差的浮点计算方法, 并成功将其应用于多变元因式分解理论和算法分析。该研究对该问题的几何背景做了深入分析, 巧妙地将病态问题转化成了well-posed问题, 同时给出了所有factorization manifolds的stratification结构以及数值因式分解的后向误差和条件数定理。系列工作发表在J. of Systems Science and Complexity和Science China Mathematics等刊物。最新成果“The Numerical Factorization of Polynomials”即将发表在SCI一区刊物Foundations of Computational Mathematics(DOI 10.1007/s10208-015-9289-1)。

吴文渊2003年在加拿大University of Western Ontario念博士的时候, 就已着手从事符号数值混合计算的研究, 那时他的梦想是能够用数值计算的方法解决计算机代数中的计算复杂性和稳定性难题。

2009年, 美国 Northeastern Illinois University 学者 Zhonggang Zeng 教授到美国密歇根州立大学讲学, 彼时吴文渊正在那里念博士后。听到Zeng 教授关于代数中病态问题的几何分析讲座, 让他对自己数学研究有了新的认识和启发。

“我们都认为可以将符号计算中的基本问题因式分解作为突破口, 把代数中病态问题的几何分析研究进行得更加深入。”吴文渊说。那一次讲座以后, 他与Zeng教授在交流中找到很多共鸣, 一拍即合, 两人决定合作, 对多变元多项式的数值因式分解的几何含义、稳定性和条件数展开研究。

2011年, 吴文渊来到重庆研究院工作, 继续这方面的工作。不同于国外学者倡导的无限精度EGC模型, 他的团队在张景中院士的带领下提出“零误差计算”的概念, 将已有有理数域上的零误差计算理论, 推广到了代数数域, 从理论上保证中间计算过程采用有误差的数值计算, 最终得到了无误差的结果。这一理想的计算模式首先要解决的就是代数中病态问题的误差控制与稳定性问题。

随后, 没日没夜地代码编写测试, 无数次地与远在美国的Zhonggang Zeng教授争执、探讨, 反复进行文章修改, 不同的版本多达25个……

终于, 2013年6月经过3年多的工作数值因式分解的论文完成, 吴文渊信心满满地将研究成果投到计算领域的顶级刊物Mathematics of Computation。审稿耗时1年多, 但文章最终未被接收。而对方给出的意见却又有些让吴文渊得不到太大帮助, 他有些失望。

就在此后不久, 吴文渊以前的博士生导师Greg Reid教授应邀来到重庆研究院开展学术交流。在谈到吴文渊的研究成果时, Reid教授的分析一语中的: 这项研究成果并不仅仅属于计算领域, 它更偏向几何领域; 它不光属于算法类的成果, 更属于基础理论的研究成果, 应该站上更高的学术平台!

SCI一区刊物Foundations of Computational Mathematics在数学计算机交叉领域的学术地位, 用吴文渊的话来说, 如果要想在上面发表文章, 以前是不敢梦想的。“这里的文章, 之前只能是仰慕, 从未想过有一天自己的文章会出现在上面。”他说, 导师的指点让他再次信心百倍。

论文的写作风格和排版作了适当调整之后, 2014年底, 吴文渊将自己的论文投给了Foundations of Computational Mathematics。而仅仅过了半年多时间, 文章就已被接收, 确定发表!

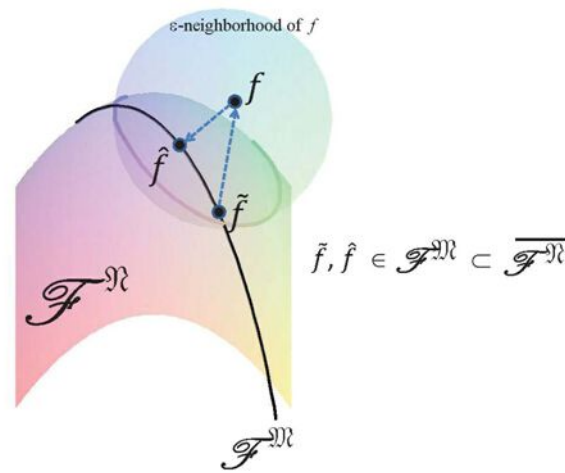
十年磨一剑。吴文渊团队让零误差计算研究成果, 站上计算机数学领域顶级殿堂得到高度认可。Foundations of Computational Mathematics就给出了这样的审稿评价: 总的来说, 该文是读过的关于数值因式分解工作最好的论文。作者取得了严谨的、重大的突破, 大大地推进了该研究的最高水平。给出了关于数值因式分解理论基础性的非常漂亮的进展, 是值得在FoCM期刊发表。

日前, 吴文渊团队依托自动推理与认知重庆市重点实验室从事零误差计算理论, 微分代数方程求解, 多领域建模, 程序中止性等方向的研究, 近年来发表论文50余篇, 获得973项目子课题, 重大研究计划, 自然科学基金等6项国家级项目支持。

统计源于

<http://link.springer.com/journal/volumesAndIssues/10208>

该期刊从2001年创刊, 到口前为止共发表论文334篇, 中国大陆学者为第一作者的论文共有3篇。



数值因式分解的几何基础: 流形分层结构和病态问题的正则化方法



中国科学院重庆绿色智能技术研究院 版权所有
地址: 重庆市北碚区方正大道266号 邮编: 400714
联系电话: (023) 65935555 传真: 023-65935000

