

·科学人物·

第十三届中国青年女科学家奖得主系列报道

第十三届中国青年女科学家奖得主 范金燕

范金燕,为复杂世界求得“最优解”

通信基站的位置选择、蛋白质大分子的折叠方式、压缩感知之间有什么共同点?它们都是“最优化”问题,是现代“运筹学”要解决的问题。运筹学是一门年轻的学科,但它运用数学的方法来刻画、分析或求解现实问题的做法自古就有。汉高祖刘邦曾用“运筹帷幄之中,决胜千里之外”称赞麾下的智囊张良。

除了能在沙场上克敌制胜,中国古代的“田忌赛马”等生动故事,也是运筹学思想的体现。现代科学与工程领域中的许多问题比田忌赛马复杂得多,但它们其实有着相似的数学本质,也都可以转化为运筹学中的“非线性优化问题”。由此,“非线性优化”领域的发展,同时也将能推动数学以外的多个学科、技术取得新突破。

实际上,非线性优化的各种算法,大都有自己特定的适用范围。上海交通大学教授范金燕解释道:“比如求解非线性方程组的最经典方法‘牛顿法’,它最大的优点是计算速度快(用数学语言描述,就是可以达到二阶收敛速度),但它也有缺点,就是只能处理‘好条件’问题(用数学术语来说,就是非奇异的问题、导数矩阵可逆的问题)。但现实中的很多问题,比如化学或电气工程、电路系统中的‘坏条件’问题,就不适合利用牛顿法求解。”

Levenberg-Marquardt (LM) 方法也是非线性方程组的重要方法。范金燕与合作者提出,适当选取LM参数,该方法在“坏条件”下也能获得二阶收敛速度——这无疑是LM方法在理论上的重要进展。范金燕说:“LM方法的主要优点



范金燕从事数学领域中非线性最优化的理论和方法研究,为复杂的世界求得“最优解”,其成果被国内外工程界专家广泛应用于无线通信、自动控制等实践领域。

就是稳定性,我们现在能让它算得又快又好。”此外,范金燕与合作者还提出了求解非线性方程组的信赖域半径趋于零的信赖域算法。相对于传统的“信赖域半径都大于零”的信赖域算法,新算法处理“坏条件”问题时,更有效,并且在“坏条件”下还有渐进二阶收敛速度。

除了非线性方程组的数值解法研究,范金燕还在“完全正优化”研究上取得了突破性进展。组合优化领域中有许多问题是完全正优化问题,求解往往很困难。因此,研究者通常只能用“近似”的方法——但“近似”只能提供原问题的近似解和最优值的一个界,并不是“最优

解和最优值”。范金燕与合作者通过线性矩阵不等式构造的“半正定松弛等级算法”,打破了原有的局面,获取了全局最优解和最优值。

范金燕在“最优化”领域的贡献,不仅引起了国际数学规划领域同行的关注和引用,还被国内外工程界专家应用于无线通讯、自动控制等实际领域。不过她觉得自己的领域还有比目前“更优的结果”——她准备将自己熟悉的“非线性方程组”与“多项式优化”结合起来:“它们之间的桥梁是‘多项式方程组’。现有的方程组的解法,一般只求一个解。我们准备利用‘多项式优化’的技术方法,当多项式方程组的实数解个数有限时,把它们全部求出来。”

通常,数学家在大众的心目中是逻辑精密、十分理性的印象——虽然范金燕平时的工作更多是与公式和计算打交道,但她在生活中却是个感性、简单的人——“平时不做数学的时候就看看书看看电视,也喜欢跑步、游泳之类的锻炼。”她认为,工作与生活间的平衡,在不同的时间有不同的“局部最优解”——“通常来说,女性会在家庭上多花一些时间,但如何平衡时间主要取决于自己的想法。想在科研上有更大的进步,就必须在科研上花更多的时间;但我每忙完一阵子的时候,也会改变重心、多花时间在家庭上。”

稿件支持: 中国科协组织人事部。

(责任编辑 李娜)