

王国桢攻克拓扑核心难题,获陈省身数学奖

日前,中国三大数学奖之一的“陈省身数学奖”揭晓。凭借在拓扑学同伦论领域的突出成果,40岁的理论数学家王国桢榜上有名。该奖项用于奖励在数学领域做出突出成果的中青年数学家,复旦数学学科的忻元龙、洪家兴、沈维孝、傅吉祥、雷震也曾获此殊荣。

从竞赛少年到青年数学家

在上海数学中心的办公室里,王国桢每天面对的,是一连串“距现实很远”的理论问题。一身运动装,笑容温和质朴,说话不疾不徐——在四十而立的年纪,王国桢的身上仍带着几分少年感。正如他的学生所言,王老师是个“喜欢数学的大男孩”。

9年前,他还是复旦大学博士后。此后几年,他在代数拓扑的同伦论方向接连取得重要成果,如今已是上海数学中心首席教授,专注于代数拓扑研究。同伦论是拓扑学的核心领域之一,它像是一组高精度“X光片”,把复杂的几何问题转译为可操作的代数问题。

选择扎根这一抽象而艰深的领域,对王国桢而言却是“顺其自然”。2004年,凭借全国数学竞赛的优异成绩,他从兰州一中考入北京大学数学科学学院,对代数拓扑产生了浓厚兴趣。特别是在学习了同伦论后,他被拓扑特有的“整体视角”吸引——许多问题的突破,不取决于局部细节,而取决于整体结构。

2015年,王国桢在麻省理工学院取得博士学位,期间开启对球面稳定同伦群的“攻坚战”。这一基础问题提出已逾百年,20世纪中叶以来,国际学界的计算



仅推进至第59个稳定同伦群。王国桢与合作者引入“motivic形变方法”,把计算机编程与抽象代数结合,构建出独特的解题工具,在球面稳定同伦群计算上取得国际领先进展。

2016年,他结束哥本哈根大学的博士后工作,回国进入复旦大学上海数学中心继续从事博士后研究。两年后,他以青年研究员身份正式加入上海数学中心。

用计算机攻克拓扑难题

拓扑学中有个非常著名的难题,叫“庞加莱猜想”。这个问题在2002年被佩德尔蒙完全解决。“这只是三维的情况,我们想问一些更高维的情况。”王国桢的工作,正是围绕广义的庞加莱猜想展开。

球面稳定同伦群是代数拓扑领域的核心问题。随着维度不断提高,计算复杂度急剧增大,需要更加复杂的、合适的工具来进行球面同伦群计算。就像不同的登山队向峰顶冲刺,有人偏重纯理论的推演,王国桢团队则选择了

“实验式”的探索——通过大量具体计算去分析整体规律。

王国桢原想写一个程序做“基本辅助”却屡遭挫败。传统C语言所编写的程序在运行过程中产生很多bug,导致实验一次又一次失败。一次偶然,他突发奇想:是不是可以转换编程语言?团队试着用F#语言编写程序,实验第一次就顺利跑通。最终,团队反复调试后程序稳定运行,实现了“工具革命”。

这一新的工具直接推动球面稳定同伦群计算突破60维大关,推进到第90维。2018年,团队在《数学学报》发文,解决61维球面微分结构唯一性,为奇数维广义庞加莱猜想画上句号。由于在球面稳定同伦群方面的工作,王国桢受邀在2022年国际数学家大会上作了45分钟报告,该会议是国际数学界规模最大、最具影响力的会议,被誉为数学界的奥林匹克盛会。

2024年底,王国桢与合作者林伟南、徐宙利攻克了126维Kervaire不变量问题,这是国际高

维拓扑学的核心难题之一。之所以能攻克,同样离不开计算机的支撑——团队构建出了全新的计算框架和数据库,排除了105种可能性。

他计划建立更大的数据库,继续借助计算机工具在同伦论领域取得新的突破。“数据量足够大时,量变才可能产生质变,进而逼近背后的理论。”

在失败常态里走向从容

不仅潜心科研,王国桢也担任研究生导师,目前带了10个博士生,是学院带博士生最多的老师之一。他的指导风格偏“放养”,尊重个体的独立性与创造力。学生们想要研究不同方向的课题,他会尽力帮学生联系相关领域的专家。

当问题做不出结果,有的学生很困扰,焦虑在所难免。王国桢往往反过来安慰:“数学研究里,失败本就是常态。”他自己也是如此,面对很多想研究的问题,长时间思考之后,发现无从下手。

“数学领域的难题非常多,很多问题现在看来都是没有办法攻克的。能找到几个可以攻克的问题,其实就已经很幸运了。”王国桢觉得,某种程度上,“寻找问题”比“解决问题”更重要。王国桢认为,做数学研究,见多识广很重要,知识储备越丰富,越可能产生新的灵感。

“想研究的问题,其实一辈子也做不完。”王国桢笑言。带着近乎赤子的好奇,他将对拓扑与同伦的更幽深处持续求索,坚定而从容。

本报记者 殷梦昊 邓晗
本报记者 李玲 摄

3位教师荣获表彰

本报讯 为表彰侨界杰出人物、先进典型,弘扬爱国奉献、开拓进取精神,发挥他们的示范带动、引领激励作用,团结动员广大归侨侨眷和海外侨胞为上海加快建成具有世界影响力的社会主义现代化国际大都市贡献智慧和力量,经组织评选,在上海市第十三次归侨侨眷代表大会召开之际,上海市归国华侨联合会、上海市人力资源和社会保障部门联合表彰了10名“上海市侨界杰出人物”和一批归侨侨眷先进个人。

复旦大学张立华教授荣获上海市侨界杰出人物称号,徐丰、陈向军教授荣获归侨侨眷先进个人称号。

张立华,复旦大学智能机器人与先进制造创新学院副院长、卓越工程师学院执行院长、特聘教授,长期从事人工智能、元宇宙与机器人领域的交叉创新研究与原创技术应用。

徐丰,复旦大学未来信息创新学院副院长、教育部重点实验室主任、校侨联主席,主要从事电磁散射建模、雷达图像信息获取、微波视觉与物理智能等研究,主持国家重点研发计划课题、国家自然科学基金委重大项目课题、重点项目等。

陈向军,复旦大学附属华山医院科研处副处长,神经内科主任医师、教授,上海侨联主席,聚焦神经免疫疾病、周围神经疾病及渐冻症(ALS)研究,成果丰硕。

来源:统战部

博士生独立一作发顶刊



还记得“文转工”的复旦女生徐凝雨吗?三年前她从中国语言文学系毕业,以优异成绩直博计算机科学技术学院(现为计算与智能创新学院)。

就在几天前,她作为计算与智能创新学院2022级博士生以独立第一作者身份在国际权威期刊《美国科学院院刊》(PNAS)发表论文,揭示大语言模型中的类人概念表征。复旦大学自然

语言处理实验室黄萱菁教授、邱锡鹏教授,现代语言学研究、智能复杂体系实验室张梦翰研究员共同担任通讯作者。从打破专业界限到实现学科交叉深入探索,在复旦,徐凝雨找到了自己的学术方向,也用行动诠释了不受定义的发展可能。

2022年底,ChatGPT横空出世,人们惊叹于其强大的能力。基于自己在概念可解释性方向的学

习研究,她开始思考,能否从概念层面,将认知科学、语言学,甚至神经科学,同人工智能紧密串联起来,构建一个跨学科的研究框架。

以问题为导向,徐凝雨在不同学科专家指导下,结合认知科学、人工智能和神经科学等领域的理论与方法,基于大语言模型的预测行为及内部表示,深入剖析了模型概念空间的构建方式,系统揭示出大语言模型能够接近并再现人类概念的关键特征。

这一研究结果表明,“预测下一个词”的训练能够让大语言模型在缺乏现实世界联结(real-world grounding)的情况下学习到和人类相似的概念表示。这种概念表示成功融合了人类概念的关键属性,能够有效解释人类行为以及大脑中的概念编码,为解决人类概念是如何表征和组织的这一核心认知问题提供了新的假设和启发。

本报记者 汪蒙琪



“小叶子”用专业服务进博

本报讯 11月5日至10日,第八届中国国际进口博览会在上海国家会展中心举办。在这场国际盛事中,复旦“小叶子”们用专业与严谨完成工作,用热情与耐心服务群众,在奉献中收获成长。

来源:医学宣传部