

简讯

中国科学院国家数学与交叉科学中心

National Center for Mathematics and Interdisciplinary Sciences, CAS

<http://www.ncmis.cas.cn/>



网络图与节点图

首届数学与大数据科学论坛召开



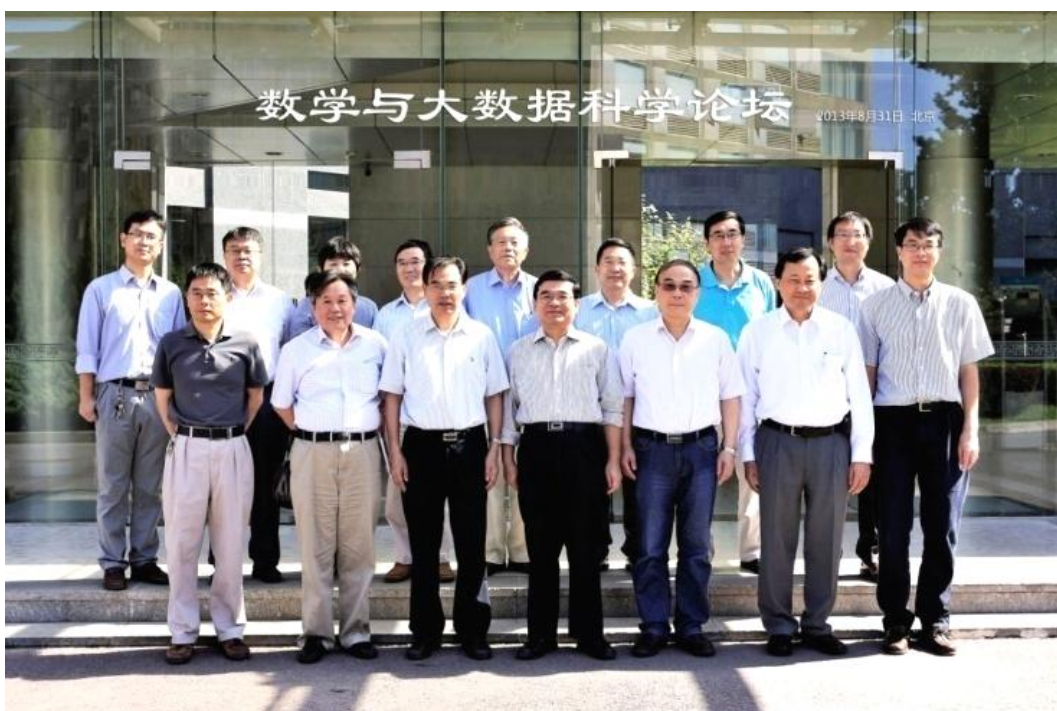
8月31日,为了加强数学与大数据科学之间的联系,了解大数据科学研究领域的最新成果、国际发展动态和研究热点,促进数学与大数据科学交叉研究与应用实践的迅速发展,国家数学与交叉科学中心在思源楼一楼报告厅组织了首届数学与大数据科学论坛。

论坛邀请到武汉大学原校长、昆山杜克大学校长刘经南院士,北京航空航天大学校长怀进鹏院士,西安交通大学副校长徐宗本院士,香港中文大学常务副校长、ACM、IEEE、AAAS Fellow 华云生讲座教授,清华大学 IEEE Fellow、千人计划特聘专家朱文武教授,中国科学院计算技术研究所副总工程学旗研究员作特邀报告。其中,怀进鹏院士和华云生讲座教授是今年刚获批的2个大数据973项目首席科学家。

国家数学与交叉科学中心主任郭雷院士致开幕词,张波研究员和吕金虎研究员分别主持了上午、下午的报告。中国科学院计算技术研究所李国杰院士、国家数学与交叉科学中心副主任高小山和闫桂英研究员、数学与系统科学研究院洪佳林副院长、胡晓东院长助理、系统所张纪峰所长、杨晓光副所长等嘉宾参加本次论坛。本次论坛吸引了来自清华大学、北京大学、中科院计算技术研究所、中科院软件研究所、中科院自动化研究所、北京航空航天大学等兄弟单位200余名科研人员和研究生参加。

徐宗本院士从数学与信息科学交叉的角度探讨了“大数据研究的若干科学问题”;刘经南院士从高精度导航的角度探讨了“大数据与位置服务”;华云生教授从人工智能及计算机网络的角度探讨了“设计网络大数据系统的挑战性问题”;怀进鹏院士从计算机软件的角度探讨了“关于大数据科学的研究与实践”;朱文武教授从多媒体的角度探讨了“媒体大数据计算”;程学旗研究员从社交网络的角度探讨了“网络大数据的科学问题与探讨”。报告主要涉及大数据科学领域的最近研究动态、科学问题、特别是重要的数学问题。

张波、吕金虎研究员、张世华副研究员等积极组织了本届论坛。与会人员一致认为本次论坛学科交叉特征显著、邀请报告人水平高、让人受益匪浅。



科研进展

圆球 Couette 流分叉解的数值模拟研究

文:材料环境部

圆球 Couette 流是指两个同心球之间的流体受内外球共轴旋转驱动而形成的一种流动。它广泛出现在自然界(如行星大气、地幔对流)和工程应用(如流体转子陀螺仪、离心机)问题中。图 1 所示为内球旋转、外球静止的圆球 Couette 流。当球缝中充满不可压缩牛顿流体时,这个问题动力学上只有两个无量纲控制参数:雷诺数 $Re = R_1^2 \omega / \nu$ 和缝隙比 $\sigma = (R_2 - R_1) / R_1$, 其中 ω 是内球的旋转角速度, R_1 和 R_2 分别是内外球半径, ν 是运动黏性系数。雷诺数是表征流体惯性力和黏性力比值的一个重要参数。圆球 Couette 流在小 Re 数时是稳定的层流状态, 随 Re 数增大, 视缝隙比大小情况, 流场中可出现丰富的流动不稳定性现象。在中等缝隙比情况下, 随雷诺数逐渐增加, 流动首先发生第一次失稳(分叉), 形成多重定常 Taylor 涡, 然后发生第二次、第三次分叉, 可以依次出现周期性螺旋涡(或螺旋波)、波形涡、拟周期的调制波等复杂的流动结构。在不同初始流场和人工扰动的影响下, 对于同一雷诺数和缝隙比, 实验还观察到多重周期解, 并随雷诺数增加发展为混沌、再层流化、部分湍流、完全湍流等流态。因此, 圆球 Couette 流是研究封闭区域中旋转流动不稳定性及转捩机理的重要平台。

常用的计算流动分叉解的方法是基于伪弧

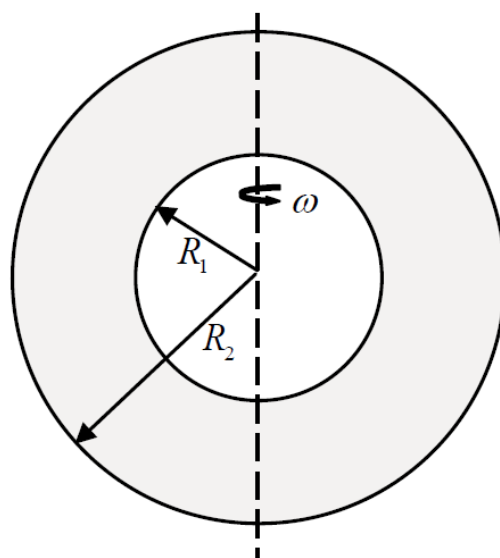


图 1. 球形 Couette 流的几何结构

长的延拓法。这种方法计算定常分叉解比较有效, 例如上世纪 80 年代研究者就用它获得了圆球 Couette 流在小雷诺数下的所有定常分叉解, 但对于非定常分叉解就不那么有效。目前研究者一般还是用传统的数值方法如拟谱法、有限差分法等, 通过直接数值模拟来探寻圆球 Couette 流的非定常分叉解。虽然小缝隙比和中缝隙比时的螺旋 Taylor 涡、大缝隙比的螺旋波等具有显著特征的非定常流态都被数值模拟研究获得, 但还没有得到实验所观察的非定常多态解共存的结果。和圆柱 Couette 流的大量研究相比, 圆球 Couette 流受到的重视较少, 分叉解的数值模拟研究文献

不多。

我们将一种耗散误差较小的基于通量差分裂的五阶迎风紧致差分格式应用于模拟圆球 Couette 流的非定常分叉解。计算方法虽然还是传统的时间推进法,但我们在人工扰动函数中考虑了旋转方向波数和子午面方向 Taylor 涡个数变化的特点,可给出不同波数和 Taylor 涡数的初始扰动。我们的数值模拟从已有的定常分叉解初始流场出发,通过逐步增加 Re 数的长时间计算,首次再现了 Wimmer 实验观察到的中等缝隙比 $\sigma=0.18$ 情况在较小雷诺数下定常解和周期解共存的结果,并获得了较大雷诺数下的多重螺旋波(剪切波) Taylor 涡解。图 2 显示了在同样控制参数 $\sigma=0.18$, $Re=7200$ 下共存的 6 种

周期流态(6 个分叉解),其中前三种对应于赤道附近($\phi=90^\circ$) 每侧有 0 个 Taylor 涡、不同螺旋波数的情形,后三种对应于有 2 个 Taylor 涡、不同螺旋波数的情形。该工作发表在流体力学著名期刊 Physics of Fluids 上。

由于采用时间推进法,我们只获得稳定的分叉解。不能得到不稳定的分支解。我们下一阶段的目标是发展计算周期分叉解的延拓法,并进一步研究分叉解失稳的机理。

(文章: Li Yuan, Numerical investigation of wavy and spiral Taylor-Gortler vortices in medium spherical gaps, Physics of Fluids 24, 124104 (2012))

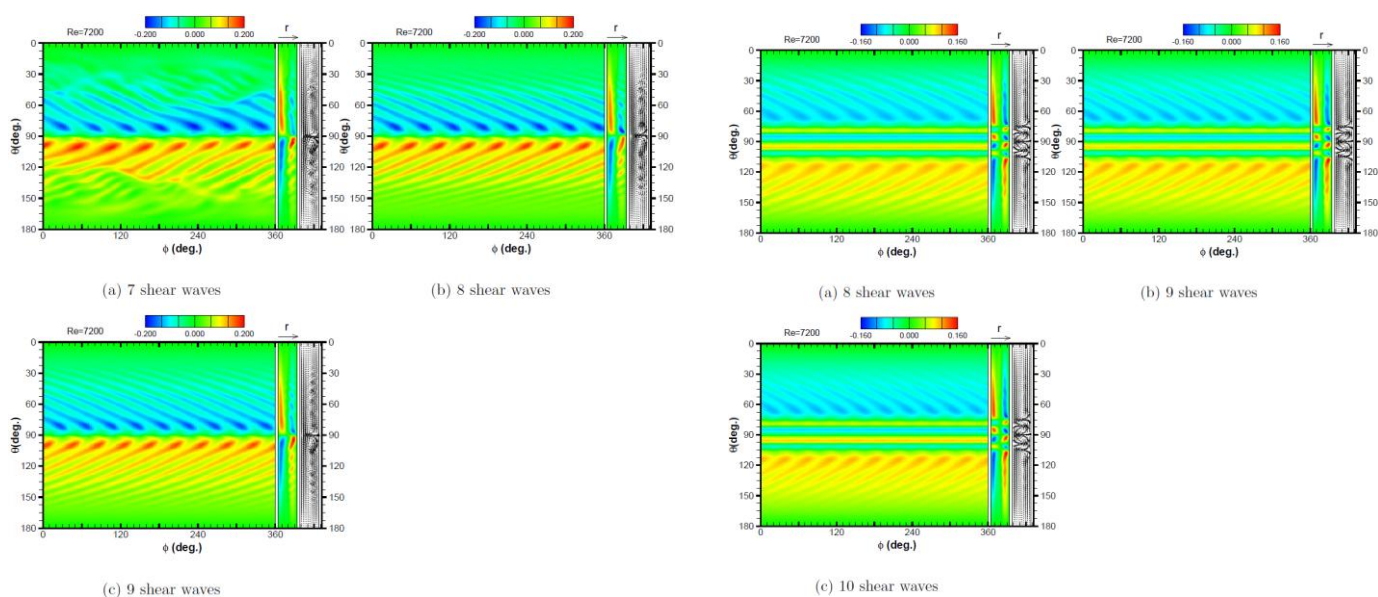


图 2 具有不同 Taylor 涡数和螺旋波数的六重周期解。每幅图左边是纬向速度分量 v_θ 在 $r=1+0.5\sigma$ 展开球面上的等值线分布,中间是该速度在 $\phi=0$ 子午面上的分布,右边是该子午面上的速度矢量图。上面三个解的 Taylor 涡数为 0,螺旋波数分别为 7、8、9,下面三个解的 Taylor 涡数为 2,螺旋波数分别为 8、9、10。 $\sigma=0.18$, $Re=7200$

社会网络中溯源问题的计算复杂性研究

文:信息技术部



社会网络中信息、影响力和疾病是如何传播与扩散的,是一项与人们的生活密切相关的重要研究课题,它对于有效地控制信息传播或防止疾病扩散有实际意义。目前,这类问题的相关理论研究主要集中在两个方面。其一,为了有效地追踪发生在网络上信息、病毒、疾病、污染物等的传播过程并对之进行预测,如何进行有效的识别或确认它们正在通过网络的那些边进行传播或者扩散。其二,如何找到一种有效的方法来追踪传播或者扩散过程。这些问题都具有很大的挑战性。例如,在一个大型的网络上怎样自动地识别出信息传播或者疾病扩散的不同阶段,就不是一件简单的工作;另外,如何还原信息传播或者疾病扩散的路径,并找出它们的源头,也是一件非常困难的工作。

尽管信息传播与疾病扩散都可看作是发生在网络上,然而它们有时是不易被察觉或观察到的;有时人们只能观察到网络中的一部分节点被“感知”或“感染”,但是不知道是谁“告知”或“传

染”给它们的。例如,在社交网络的信息传播中,有些用户得到了新消息后,他们会马上以某种方式告知他们的朋友,但常常不确切的标明是从哪里得到的信息。类似地,在病毒的扩散过程中,患者往往能意识到自己生病了,至于是受谁的传染却不得而知。因此,人们往往只能观察到被“感知”或“感染”的时间节点,但不能确切的知道谁是上一级的信息传播者或者病毒扩散者。事实上,怎样利用这些有限的信息来确定信息传播或者疾病扩散的源头是一件非常有意义、但也非常具有挑战性的课题。特别是,与已经有的研究信息传播和疾病扩散过程的大量工作相比,确定信息传播或疾病扩散的源头的文献非常少。

最近,陈旭瑾和胡晓东的研究小组采用组合优化的方法对上述社会网络中的溯源问题开展了理论研究。他们建立了一个离散的优化模型。假设在某一时刻,当网络中某一节点被“感知”或“感染”后,在下一个时刻,它的所有邻居节点也都会被感染,这样信息或疾病就在网络中被传播或者扩散出去,网络中越来越多的节点会被“感知”或“感染”。为了及时地确定信息或者疾病的初始源头,可以在网络的节点集合中选取一些节点作为观察点。通过这些观察节点,可以知道该节点在每一个时刻是否被“感知”或者“感染”,但无法确定是被哪个邻居节点“告知”或“传染”的。当然,对网络中所有节点都可以进行监控,但这往往不容易实现,而且选取不同的节点作观察点所需要的费用可能也不相同。该优化问题的

目标是, 找一个能唯一地确定信息传播或疾病扩散源头的观察点集合且其费用最小。

他们经过研究发现, 这个最小观察集问题等价于在图中寻找一个权重最小的双分辨集 (doubly resolving set) 问题。而这个问题已被证明是 NP-难的, 亦即不太可能存在求解该问题

最优解的多项式时间算法。因此, 他们研究的重点是: 能不能找到求解该问题一个好的近似解的多项式时间算法。最终, 他们证明了, 对于任意小的 $\varepsilon > 0$, 不存在近似比为 $\log(n) - \varepsilon$ 的多项式时间算法。同时, 给出了一个近似比为 $(1 + o(1)) \log(n)$ 的多项式时间算法。

基于异质网络上的随机游走方法预测药物靶点作用

文: 生物医学部

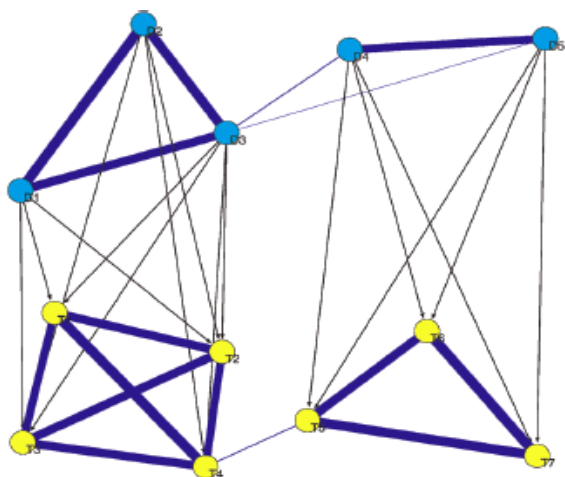


图 1: 异质网络示意图

结合各种不同的生物数据预测药物靶点作用是药物研发的基本问题, 对于促进药物研发具有重要意义。人类基因组里面大约有 6000 到 8000 个药理学上感兴趣的靶点, 但是截至目前只有很少一部分已被识别与药物具有相互作用。实验方法确定药物靶点作用耗时耗钱, 缺乏指导性, 仅限于小规模内进行。因此急需非实验性方法的出现, 降低在整个基因组范围识别药物靶点

作用并研发新药的时间和成本。计算方法能够提供实验学家新的预测并缩小需要实验验证的候选靶点的范围。

设计有效预测药物靶点作用的计算方法已经成为计算生物学研究领域非常有意义的研究方向。过去药物学研究遵循“一种病, 一个靶点, 一个药物”的研究模式, 造成药物研发没有像本来期望的那样得到快速发展, 其中一个重要的原因就在于复杂疾病往往和多个基因的突变有关。因此要想治疗复杂疾病必须同时针对多个靶点研发药物。最近, 很多研究人员开始转变研究思路, 去寻找作用于多个靶点的药物或者药物组合, 以期提高药效并降低抗药性。这一研究思路的变化更需要我们了解每个药物它的作用靶点, 而且往往是一个药物对应多个靶点。

闫桂英研究员和陈兴助理研究员基于类似的药物调控类似的靶点蛋白这一假设和随机游走算法的框架, 提出了异质网络上的可重启随机游走 (Network-based Random Walk with Restart

on the Heterogeneous network, NRWRH)方法, 大规模预测潜在的药物靶点作用。与传统的监督或者半监督方法相比, NRWRH 充分利用网络工具进行数据结合。该方法结合三种不同的网络(靶点蛋白类似性网络, 药物类似性网络和已知的药物靶点作用网络), 通过已知的药物靶点关系的桥梁作用, 构建成分异质的网络并在这个网络上执行随机游走。NRWRH 被分别用于四类重要靶点蛋白的药物靶点作用预测。实验表明 NRWRH 显著改善了先前的算法的预测精度。

这一工作目前已发表在英国皇家化学协会旗下国际权威计算生物学期刊 *Molecular BioSystems*, 并被该刊物推选为 Top ten most accessed articles in June, 2012, 得到国际同行的关注, 在他引中被认为是 state-of-the-art approaches。这一工作还得到了国内外研究机构研究人员的关注, 在来信中他们认为该工作非常有价值和帮助, 对于药物靶点预测研究做出了积极的贡献。

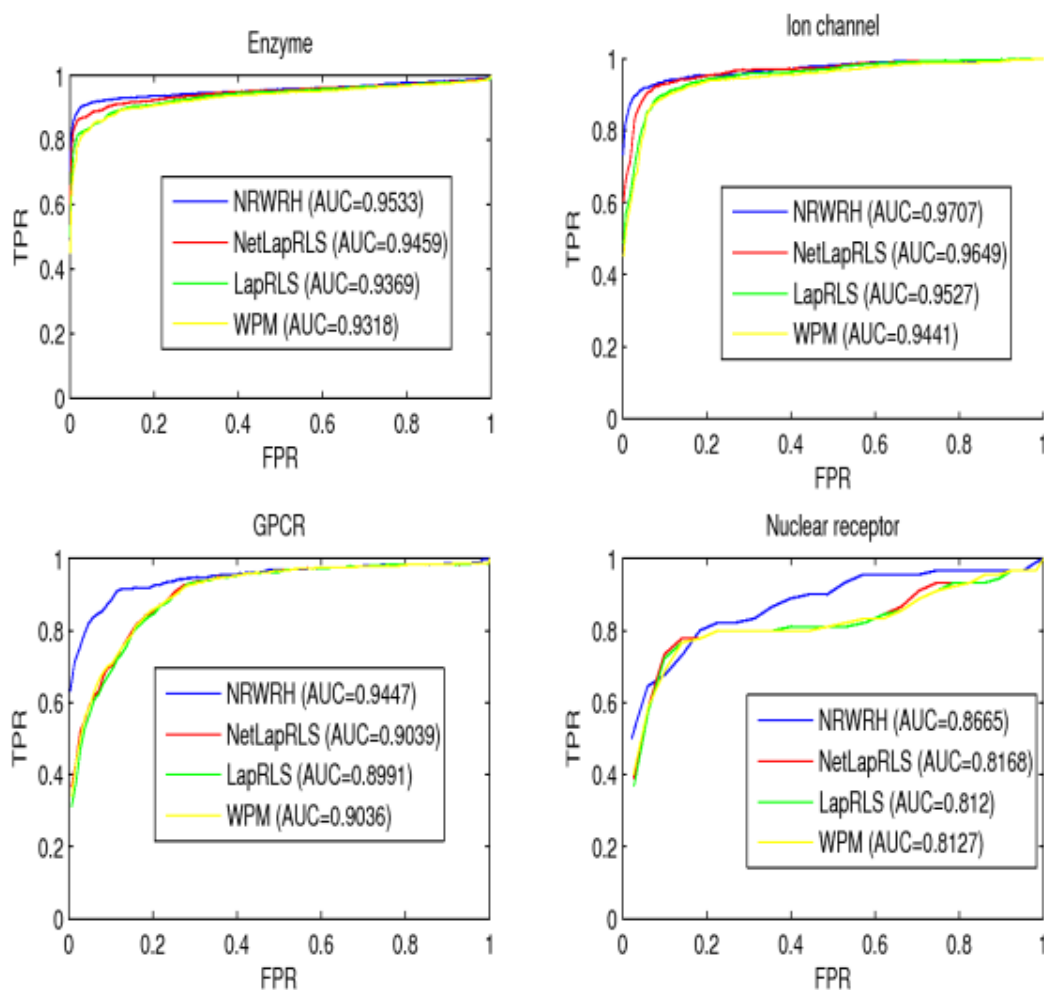


图 2: NRWRH 算法和其他算法的比较

酶动力学新进展

文:先进制造部

生命系统中几乎所有的化学反应都有酶这种生物催化剂参与。对酶进行研究可以帮助人们更好的理解生命过程。酶动力学是研究酶催化反应速率的学科。它通过研究催化速率,以及催化速率在不同条件下的变化,来推断反应机制。早在 1892 年, Adrian Brown 发现当蔗糖浓度高于酶浓度时,反应速率反倒与蔗糖浓度无关。在 1902 年,他提出这一现象可以由反应过程中形成了酶与底物的复合物来解释。在高底物浓度下,由于酶的供给相对较少,此时的酶都以复合物的形式存在。因此,进一步增加底物浓度并不能再增加复合物。而产物的生成速率与复合物的浓度有关,因而底物浓度的增加几乎不会影响反应物的生成速率。这一推断被认为是酶动力学的开端。

几乎同一时期, Victor Henri 提出了两个单底物 S 单产物 P 反应机制模型。其中研究最广泛的一个,后来以 Michaelis-Menten 命名。Michaelis-Menten 模型描述的是一个单底物单产物的酶催化过程。这一过程可以分解为两个基本反应,第一个简单反应是可逆过程,第二个简单反应是不可逆的。1925 年, Briggs 和 Haldane 提出了一个假设,拟稳态假设:在通常生理条件下,底物浓度远超过酶浓度时 ($S(0) \gg E(0)$),除反应起始阶段外,该阶段一般在 E 和 S 混和得几微秒之内, C 保持近似常数,直至底物几乎耗尽。因而 C 合成的速率,在反应的大部分历程中必定与其消耗的速率相等,亦即 C 保持稳态, C 可以当作常数来处理 (图 1)。

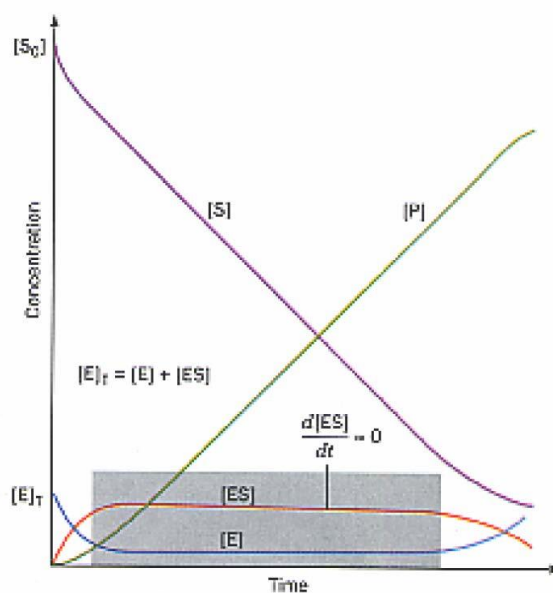
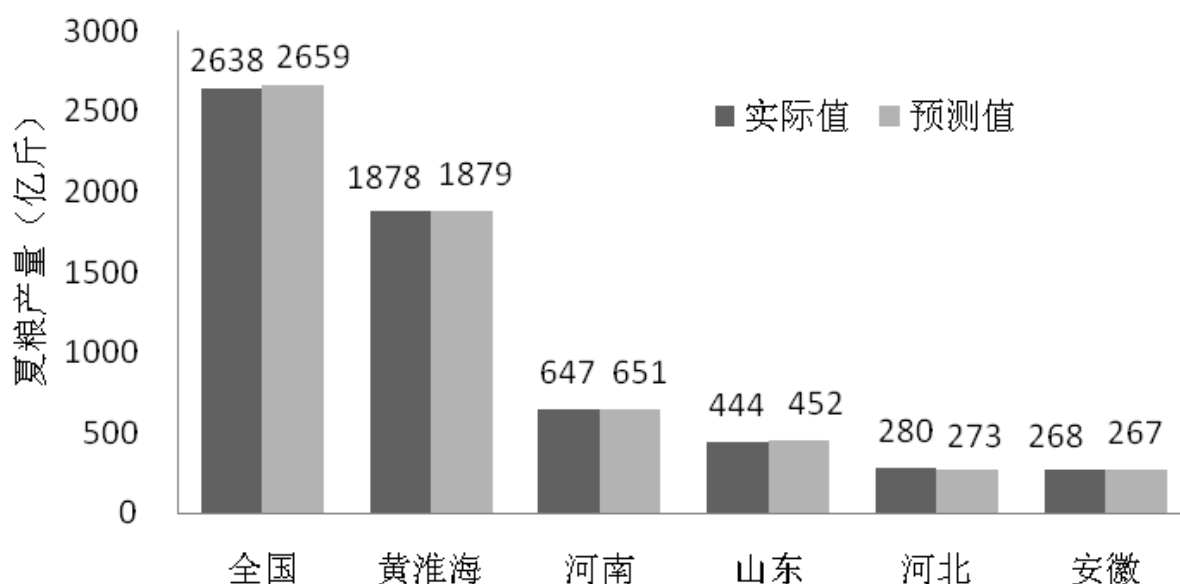


图 1: 反应过程中的拟稳态现象

2008 年,我们讨论了 Michaelis-Menten 模型中的拟稳态假设,证明了其正确性。论文发表在 *J. Phys. Chem. A* 上。但是真实的生化过程是可逆的。研究不可逆模型是为了研究可逆模型。拟稳态假设在可逆模型中是否成立具有更重要的意义。上世纪三十年代以来,生物学家便认为拟稳态假设在可逆模型中是成立的,并一直使用至今。这一假设的基本重要性表现在它被写在各种生物化学和化学动力学教科书里。但是该假设一直没有得到严格的证明。本年度,我们证明了可逆模型中拟稳态假设仍是正确的。我们称其为可逆模型下的拟稳态定律。该文章被 *J. Math Chem* 杂志接收,见: Bo Li, Banghe Li, Quasi-Steady-State Laws in reversible model of enzyme kinetics, *Journal of Mathematical Chemistry*, DOI 10.1007/s10910-013-0229-5.

2013 年全国和主产省区夏粮和早稻产量预报取得进展

文：经济金融部



2013年夏粮产量预测情况

经济金融研究部陈锡康、杨翠红等负责的主要农作物产量预测课题组在 2013 年全国和区域夏粮和早稻产量预测工作中取得了重要进展。与国家统计局发布的统计数据相比,课题组对全国以及主产省区 2013 年夏粮和早稻产量的预测均达到很高精度。

2013 年 4 月 26 日, 课题组完成了“2013 年全国粮食、棉花和油料产量预测报告”。报告预测, 今年我国夏粮和早稻将继续增产。预测 2013 年全国夏粮将增产 60 亿斤左右, 产量约为 2659 亿斤。早稻将增产 6 亿斤, 产量约为 672 亿斤。据国家统计局分别于 2013 年 7 月 12 日发布的夏

粮产量和 8 月 29 日发布的早稻产量公告数据, 2013 年全国夏粮产量为 13189 万吨(2638 亿斤), 比上年增产 39 亿斤, 增长 1.5%; 全国早稻总产量为 3407.3 万吨(681.5 亿斤), 比上年增产 78.3 万吨(15.7 亿斤), 增长 2.4%。课题组对全国夏粮和早稻的预测误差分别为 0.80% 和 -1.39%。

课题组建立了主产省区包括河南省、山东省粮食产量综合集成预测模型并在预测过程中逐步改进, 同时建立了东北四省区、黄淮海五省粮食产量预测模型以及两大区域中相关省份的预测模型。在上述模型的基础上, 分别对 2011、2012、2013 年主产省区的粮食产量(夏粮、秋

粮和总产)进行了预测。从实际预测效果来看,以上区域近年来的粮食产量预测结果均取得了很高的预测精度。2013 年 5 月份课题组陆续上报了河南、山东、东北四省区、黄淮海五省以及河北、安徽等主产省区的粮食产量预测报告,对主产省区的夏粮、秋粮产量和粮食总产分别进行了预测。预测 2013 年河南省、山东省、黄淮海五省、河北省和安徽省的夏粮产量分别为 651 亿斤、452 亿斤、1879 亿斤、273 亿斤、267 亿斤,实际统计结果显示,上述主产区实际夏粮产量分别为 647 亿斤、444 亿斤、1878 亿斤、280

亿斤和 268 亿斤,预测误差分别为 0.59%、1.82%、0.03%、-2.52%和-0.11%。

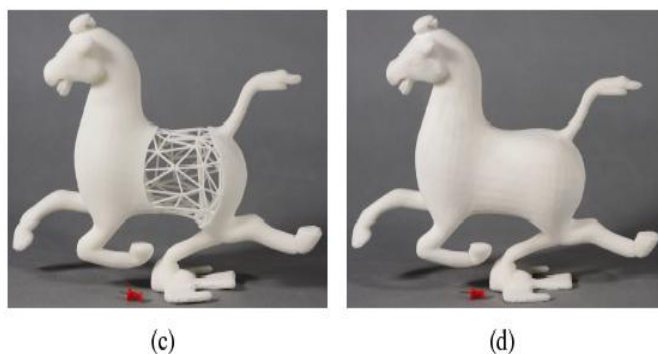
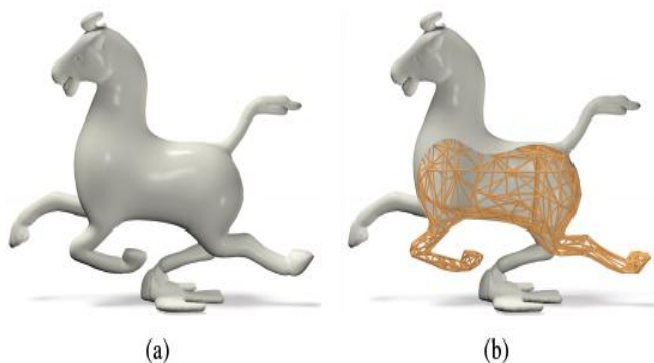
粮食安全是国家政治、经济、社会安全的重要组成部分。中央及地方政府一致高度关注粮食生产。提前期较长且预测精度较高的粮食产量预测结果可以为我国及时安排粮食进出口以及地区间粮食的调入调出提供参考。中心经济金融研究部每年撰写的高质量粮食产量预测报告为中央及地方政府有关部门科学决策提供了重要的参考依据。

图形与几何计算实验室在三维打印领域取得重要研究进展

文: 合肥分中心

近日,合肥分中心图形与几何计算实验室(<http://gcl.ustc.edu.cn>)研究组在三维打印(快速制造)领域取得了重要研究进展,成功实现了“经济节约型”三维打印的结构优化设计与验证。该研究成果论文被计算机图形学领域顶级会议 Siggraph Asia 接收,并全文发表在计算机图形学

领域唯一的一区期刊 ACM Transactions on Graphic 上。(Weiming Wang, Tuanfeng Y. Wang, Zhouwang Yang*, Ligang Liu, et al. Cost-effective Printing of 3D Objects with Skin-Frame Structures. ACM Transactions on Graphics (Proc. Siggraph Asia), 32(6), 2013.)



三维打印技术是以三维模型几何设计为基础的先进制造工艺。随着三维打印机及其相关技术的发展,近年来逐渐应用于工业制造、医学工程、原型验证、个性化定制等领域。由于原材料和工作原理的限制,当前的三维打印技术具有原材料昂贵、机械寿命短、加工速度慢等缺点。该研究小组提出了一种 Skin-Frame 轻质结构的多目标优化方案,能有效地降低打印材料成本,并使打印物体满足所要求的物理强度,受力稳定性,自平衡性及可打印性。实际打印实验证明了,所提解决方案对于粉末式打印机和挤压式打印机具有普适性和实用性。实验结果还表明新方法比实心打印能节省约 70% 的材料并缩短制造时间,比已有的方法都更具成本效益。此外,该研究还针对目前最为流行和廉价的 FDM(熔融沉积式)桌面型三维打印机,给出了自支撑打印过程优化算法。这些研究结果在三维打印业界受到高度关注,并有多家企业向我们表示合作产品化意向。

此工作得到了科技部 973 项目、中科院百人计划、国家自然科学基金及中科院国家数学与交叉科学中心的支持。

附论文主页:

http://staff.ustc.edu.cn/~lgliu/Projects/2013_SigAsia_3DPrinting/default.htm

相关链接:中科院国家数学与交叉科学中心合肥分中心依托于中国科学技术大学。分中心的发展目标是:分中心将利用中科大在数学、物理、化学、天文学、地学、生命科学、信息科学技术、工程科学、金融等多学科及生源优势,培养并为交叉中心输送拔尖研究人才;发挥中科大多学科优势,有效组织多学科交叉研究,开拓新的学科增长点;为培养交叉学科拔尖人才的需求,建设数学及相关领域国际化教学、研究交流平台;努力把科大分中心建成我国数学交叉应用研究、人才培养的重要基地。



综合新闻

“数学研究的特色与资助”研讨会在北京召开

文/图：交叉中心办公室



7月8日-9日,由国家自然科学基金委数理学部、国家自然科学基金委数学天元基金学术领导小组主办,中科院数学与系统科学研究院、中科院国家数学与交叉科学中心承办的“数学研究的特色与资助”研讨会在北京召开。

本次会议旨在分析数学研究的特点与需求,了解、剖析欧美各国资助数学研究的模式以及国际数学机构的运行情况,研讨对中国数学研究更有效的资助方式,以推动中国数学创新能力的进一步提升。

国家自然科学基金委员会数理学部常务副主任汲培文教授在致辞中阐述了此次会议的背景和希望达到的目的,并期待此次会议在推动中国数学发展、推动中国国家自然科学基金委员会

资助体系完善、推动数学天元基金工作的发展和推动数理学部对数学有效的资助方面起到重要的历史性作用。

国家自然科学基金委员会数学天元基金领导小组组长文兰院士在致辞中谈到,基金委倚重天元基金这个智囊,希望借助这一平台凝聚数学家的智慧、统筹规划我国数学的发展。一直以来,天元基金领导小组一直怀着这种理念工作。他希望这次会议的召开对我国数学的发展起到重要作用。

此次会议邀请国内外多个重要数学机构的负责人或相关专家参与研讨。美国国家自然科学基金委员会数学物理学部项目主任王军平介绍了 NSF 在数学领域的资助模式与规划;中国数学会秘书长张立群介绍了国内资助数学研究的方式;美国纯粹与应用数学研究所副所长段金桥介绍了该所运行方式;普林斯顿大学教授范剑青介绍了美国对统计学的资助情况;普林斯顿大学、北京大学教授鄂维南介绍了对现代数学与应用数学发展的看法;NSF 复杂网络研究中心主任李伟介绍了该中心的运行情况;中国科学院国家

科学图书馆武汉分馆张军介绍了对欧美主要数学研究中心的调研结果;中科院数学与系统科学研究院研究员高小山介绍了交叉中心的组织架构及运行情况;浙江大学与美国密歇根州立大学教授包刚介绍了美国数学与应用研究所的运行情况;美国威斯康星大学与上海交通大学教授金石介绍了 NSF 对人才培养的资助及上海交大发展数学科学的尝试;法国国家科学研究中心研究员李皓介绍了法国数学研究的情况;国家自然科学基金委员会数理学部数学处处长雷天刚介绍了中国国家自然科学基金委对数学的支持情况。

与会专家围绕当代数学研究的规律与特色,国际、国内资助数学研究的方式与状况,如何采取措施更好地支持中国数学的发展及对国家自然科学基金委资助数学研究的建议等议题展开热烈研讨。

最后,国家自然科学基金委员会数理学部常务副主任汲培文教授从数学研究的特色、国际数学研究机构的运行模式、改进中国数学资助方式三个方面对本次会议进行了总结与归纳,并指出这次会议的召开将对我国数学的发展起到重要作用。

中心主任郭雷院士将在第 19 届 IFAC 世界大会上作大会报告

文:系统控制室

据 2013 年 9 月《国际自动控制联合会(IFAC)通讯》获知,郭雷院士将于 2014 年 8 月 24 日-29 日在南非开普敦举行的第 19 届 IFAC 世界大会上应邀作大会报告(Plenary Lecture)。

据悉,2014 年第 19 届 IFAC 世界大会上应邀作大会报告(Plenary Lecture)的共有 11 位专家,多数来自世界著名大学、科研机构或企业,其中郭雷院士是唯一来自中国的学者。这是郭雷院士

继 1999 年在北京举行的第 14 届 IFAC 世界大会之后,第二次在 IFAC 世界大会上作大会报告。

国际自动控制联合会(IFAC)成立于 1957 年,是一个以国家组织为其成员的国际性学术组织。IFAC 每三年举行一届世界大会,致力于反映世界范围内控制理论与应用发展的新成果和新趋势,是自动控制领域影响深远的国际盛会,近两届参会人员都达到 2800 名左右。

首届数学与大数据科学论坛召开

文：交叉中心办公室 图：王林



8月31日, 为了加强数学与大数据科学之间的联系, 了解大数据科学研究领域的最新成果、国际发展动态和研究热点, 促进数学与大数据科学交叉研究与应用实践的迅速发展, 国家数学与交叉科学中心在思源楼一楼报告厅组织了首届数学与大数据科学论坛。

论坛邀请到武汉大学原校长、昆山杜克大学校长刘经南院士, 北京航空航天大学校长怀进鹏院士, 西安交通大学副校长徐宗本院士, 香港中文大学常务副校长、ACM、IEEE、AAAS Fellow 华云生讲座教授, 清华大学 IEEE Fellow、千人计划特聘专家朱文武教授, 中国科学院计算技术研究所副总工程学旗研究员作特邀报告。其中, 怀进鹏院士和华云生讲座教授是今年刚获批的2个大数据973项目首席科学家。

国家数学与交叉科学中心主任郭雷院士致开幕词, 张波研究员和吕金虎研究员分别主持了

上午、下午的报告。中国科学院计算技术研究所李国杰院士、国家数学与交叉科学中心副主任高小山和闫桂英研究员、数学与系统科学研究院洪佳林副院长、胡晓东院长助理、系统所张纪峰所长、杨晓光副所长等嘉宾参加本次论坛。本次论坛吸引了来自清华大学、北京大学、中科院计算技术研究所、中科院软件研究所、中科院自动化研究所、北京航空航天大学等兄弟单位200余名科研人员和研究生参加。

徐宗本院士从数学与信息科学交叉的角度探讨了“大数据研究的若干科学问题”; 刘经南院士从高精度导航的角度探讨了“大数据与位置服务”; 华云生教授从人工智能及计算机网络的角度探讨了“设计网络大数据系统的挑战性问题”; 怀进鹏院士从计算机软件的角度探讨了“关于大数据科学的研究与实践”; 朱文武教授从多媒体的角度探讨了“媒体大数据计算”; 程学旗研究员从社交网络的角度探讨了“网络大数据的科学问题与探讨”。报告主要涉及大数据科学领域的最近研究动态、科学问题、特别是重要的数学问题。

张波、吕金虎研究员、张世华副研究员等积极组织了本届论坛。与会人员一致认为本次论坛学科交叉特征显著、邀请报告人水平高、让人受益匪浅。

信息技术研究部召开社会网络与大数据研讨会

文/图：信息技术部



2013年7月19日,信息技术交叉研究部举行了社会网络与大数据研讨会。

会议由信息技术研究部主任洪奕光研究员主持,他阐述了会议召开的背景即大数据和网络时代的到来,给社会发展提出了新的机会和挑战。多家研究机构(包括中科院数学与系统科学研究院、交通运输部研究院、中科院大学、瑞典皇家理工学院和哈尔滨工业大学等)的学者和研究生30余人参加了会议,就相关领域的交叉研究态势及如何开展交流合作进行了研讨。

会上,交通运输部科学研究院赵旭首先报告了“社会网络与大数据在交通领域的应用”,他分别就大数据图片进行城市三维重建、交通数据服务、交通物联网等三个方面生动地列举了交通领域大数据应用的前景,和现阶段遇到的瓶颈问题。随后,瑞典皇家理工学院石国栋博士报告了“符号社会网络的观点动力学”,他从随机图和动力学模型的研究结果,阐述了对观点演化和传播的影响。接着,中国科学院大学戴龙飞报告了

“社会网络影响力最大化问题”,中科院数学院张江波报告了“社会观点的收敛性分析”。最后中科院数学院王长军报告了“社会网络中的市场规划和溯源问题”。

报告结束后,信息部副主任胡旭东研究员主持了会议研讨,与会学者畅所欲言。大家一致认为,五位报告人就已有的研究进展,对社会现象、动态系统进行了深刻而全面的诠释。但如何突破在两者结合的瓶颈,解决社会急需实际问题方面,还有相当多的工作要做。会上,刘克研究员、方海涛、崔晋川、董昭等研究员就自己在社会网络和大数据方面的工作做了介绍并分享了经验。另外,也就在启动大数据意向合作项目中碰到的具体困难、工作中人力严重不足等问题与会人员进行了商讨。瑞典皇家理工学院胡晓明教授也参加的会议,他介绍了瑞典相关机构,应用数学在走向应用领域的实际运作方式,和现阶段涉及大数据研究的进展情况。

通过这次会议,与会师生不但在社会网络、



大数据的研究方面进行了研讨,还对在实际项目中如何克服普遍存在的困难进行了交流;对信息

部在相关领域开展研究有启发。

材料环境部召开 2013 年材料科学中的计算问题研讨会

文:材料环境部

2013 年 8 月 22-23 日,由国家数学与交叉科学中心材料环境研究部、武汉大学数学与统计学院和苏州大学数学科学学院共同主办的“2013 年材料科学中的计算问题研讨会”在苏州召开。来自国内外高校、科研院所的 20 余位专家、学者参加了本次会议。

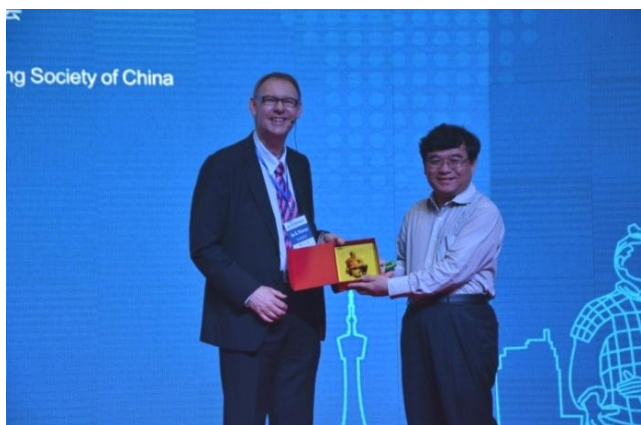
研讨会的主要议题包括多尺度建模与计算、微纳米力学与纳米热传导问题、计算力学软件平台以及电子结构计算等。中国科学院计算数学与科学工程计算研究所崔俊芝院士,西南交通大学冯志强教授以及中国科学院力学研究所魏悦广研究员等 10 余位学者分别就材料与计算领域各自研究工作的最新进展作了介绍,并就未来可能合作的问题做了深入的探讨。

此次研讨会是 2009 年在北京大学举办的“多尺度与随机建模研讨会”、2010 年在苏州大学举办的“材料科学中的计算与建模研讨会”、2011 年在武汉大学举办的“材料科学中的计算问题研讨会”及 2012 年在中国科学院数学与系统科学研究院举办的“材料科学中的计算问题研讨会”的延续,旨在推动数学与材料科学的交叉研究,特别是青年交叉人才的培养。研讨会加强了计算数学与材料科学领域的交流与合作。

材料环境研究部明平兵研究员是该系列会议的发起者与组织者之一,该系列会议得到了国家数学与交叉科学中心材料环境研究部的长期资助。本次会议确定了下一届研讨会将于 2014 年夏举行。

第 32 届中国控制会议召开

文/图:赵延龙、武宁哲



7月26-28日,由中国自动化学会控制理论专业委员会和中国系统工程学会主办,西北工业大学承办的第32届中国控制会议(简称CCC2013)在西安召开。来自包括中国大陆在内的28个国家和地区的1500多人出席了会议。

美国波士顿大学的 Christos G. Cassandras 教授、澳大利亚纽卡索大学的付敏跃教授、西北工业大学的徐德民院士、香港中文大学的黄永成教授、荷兰埃因霍芬理工大学的 Paul M. J. Van den Hof 教授、澳大利亚新南威尔士大学的 Ian R. Petersen 教授和美国弗吉尼亚大学的林宗利教授受邀作大会报告。会议组织安排了2场会前专题讲座、2场大会专题研讨会;132组口头报告(包括49个邀请组)。

中科院数学院赵文虢、陈翰馥和上海交通大学李元龙、林宗利获得第19届关肇直奖,南开

大学孙宁、方勇纯获得第19届关肇直奖提名奖;西安交通大学丁宝苍和北京航空航天大学王贞艳、张臻、周克敏、毛剑琴获得中国控制会议第7届张贴论文奖;北京大学李忠奎和其合作者北京大学段志生、美国德州大学阿灵顿分校 Frank L. Lewis 获 IEEE CSS Beijing Chapter 青年作者奖。此外,来自西北工业大学自动化学院23名学生凭优异表现获得会议颁发“优秀志愿者奖”。

中国控制会议是由挂靠在中科院数学院下的中国自动化学会控制理论专业委员会发起主办的国际性学术会议,每年举办一次,旨在为海内外系统控制领域的专家、学者、工程技术人员、研究生等提供交流合作的平台。会议长期得到中科院数学院等国内外组织机构的大力支持。



数学、计算机与生命科学交叉研究青年学者论坛召开

文/图：张世华



2013 年 5 月 18-19 日,“数学、计算机与生命科学交叉研究”青年学者论坛在北京召开。来自国内多个高校及科研院所的近 300 余名专家学者和研究生出席了研讨会。

中科院国家数学与交叉科学中心主任郭雷院士、中国细胞学会功能基因组与系统生物学会、清华大学孙之荣教授应邀出席了开幕式并致辞;会议共同主席中国科学院遗传与发育生物学研究所王秀杰研究员在开幕式上致辞并介绍了会议的组织情况。

该会议的主题是关于数学、计算机与生命科学交叉研究领域的最新成果,以及计算生物学领域的国际发展动态和研究热点;目标是促进数学、计算机与生命科学交叉研究与应用实践。研讨会邀请了 21 位“数学、计算机与生命科学交叉研究”的青年科学家分别就自己研究方向的最新进展作学术报告,并就未来可能发展方向进行了

展望。会议报告的主题涵盖了计算生物学和计算基因组学、新一代测序数据分析与应用、癌症基因组学、表观基因组学、元基因组学、蛋白质组学以及系统生物学等研究领域。部分与会人员也以海报的形式就研究成果进行了交流。

该论坛是由张世华副研究员发起的关于加强数学、计算机与生命科学交叉研究的一次尝试,其宗旨是努力把数学、计算机与生命科学交叉研究领域的青年学者联系在一起,搭建交流和沟通的平台,推动交叉研究,并为研究生提供一个交流和学习的平台。众多与会学者高度评价了该会议,认为该研讨会的组织形式和内容非常成功,希望该研讨会能够在今后继续举办。

会议得到中国科学院国家数学与交叉科学中心和中国科学院青年创新促进会的大力支持和资助。

田野研究员获拉马努金奖



6月17日,由理论物理国际中心(ICTP)和国际数学联盟(IMU)共同设立的拉马努金奖(Ramanujan奖)揭晓,中心田野研究员获此殊荣。

该奖项主要表彰田野对数论的杰出贡献,这些贡献包括局部 θ 对应的重数1猜想的证明;广义费尔马曲线上有理点不存在性的重要工作;特别是最近证明了存在无穷多个具有任意指定个数素因子的同余数,在具有千余年历史的同余数问题上的研究中取得重要突破;并对相应的椭圆曲线类,证明了七大“千禧数学问题”之一:BSD猜想成立。

目前,田野已收到邀请,将于今年九月前往意大利理论物理国际中心参加颁奖仪式并作学术演讲。

相关链接: SASTRA拉马努金奖是为纪念印度著名数学家拉马努金而设立的奖项,每年颁予当年12月31日未满45周岁的、在发展中国家做出了杰出研究工作的发展中国家研究人员。评选委员会由五位杰出数学家组成,他们是由理论物理国际中心和国际数学联盟共同任命的。

田野,中国科学院数学与系统科学研究院研究员,2003年在美国哥伦比亚大学获博士学位;2007年入选中国科学院百人计划,同年获得晨兴数学银奖,2011年获第十二届中国青年科技奖;其研究方向为数论、算术代数几何。田野于2007年加入中科院数学与系统科学研究院。多年来,数学院及国家数学与交叉科学中心对他参与的课题给予了大力支持与资助。

学术动态

综合报告三十三：“Large-scale Fusion Simulation”

文/图：交叉中心办公室



2013 年 7 月 26 日下午，加州大学 Irvine 分校林志宏教授应国家数学交叉中心的邀请在思源楼作了题为“Large-scale Fusion Simulation”的综合报告。数学院相关科研人员及研究生 50 余人出席了报告会，报告会由国家数学交叉中心副主任陈志明研究员主持。

能源短缺和环境污染是全世界共同面临的难题，受控核聚变是种能量巨大、原材料取之不尽、洁净、安全的新能源。林志宏教授介绍了磁约束核聚变理论和实验研究的历史以及国际现状，阐述了聚变领域取得的进展以及面临的巨大挑战。国际热核聚变实验反应堆（ITER）计划是朝着实现受控核聚变目标努力的国际合作项目，中国是该项目的重要成员之一。中国建造的

全超导托卡马克核聚变实验装置 EAST，获得了超过 400 秒的两千万度高参数偏滤器等离子体。受控热核聚变反应堆是从高温到低温、高压到真空、强电流与强磁场作用下的极度复杂的高技术系统，快时间尺度和慢时间尺度相差 10 个数量级以上。受控核聚变数值模拟是计算物理、计算数学、大规模科学与工程计算最具有挑战性的研究领域之一。林志宏教授介绍了等离子体反常输运、湍流扩散的研究进展，磁约束核聚变模拟程序 GTC 的最新应用以及在超级计算机“天河 2 号”上的模拟成果等。

林志宏教授于 2000 年获美国青年科学家与工程师总统奖，2004 年获美国国家科学基金 NSF CAREER Award，2006 年获选为美国物理



学会会士 (APS Fellow)。2009 年受聘为中国教育部长江讲座教授, 组建北京大学聚变模拟中心。2013 年任国家磁约束核聚变能发展研究专项《托卡马克大规模数值模拟》项目首席科学家。他基于大规模模拟预见自组织带状流调制湍流现象, 带动了大量有关湍流-带状流相互作用

的理论和实验研究。他发现等离子体反常输运与聚变装置尺度的定标关系、揭示湍流扩散的本质, 导致反常输运模型的修正并激发学术界对湍流扩散的广泛研究。

讲座结束后, 陈志明研究员为林志宏教授颁发了讲座证书。

综合报告三十二: “Some random thoughts on Big Data”

文/图: 交叉中心办公室



2013 年 7 月 22 日下午, 普林斯顿大学范剑青教授应国家数学交叉中心的邀请在思源楼作了题为“Some random thoughts on Big Data”的综合报告。数学院相关科研人员及研究生近百人出席了报告会, 报告会由国家数学交叉中心主任郭雷院士主持。

作为目前全球学术界和产业界共同关注的研究领域, 大数据成为各国竞争的新热点。范教授从什么是大数据、大数据的作用、大数据的影响等多个方面阐释了对大数据研究的理解。他指出, 科学研究的前沿探索以及工程技术的发展催

生了大数据时代。不同于传统研究侧重于揭示事物的共性, 大数据研究将有助于我们发现事物的个体特性, 并针对每个个体的特性给出个性化的解决方案。同时, 该研究也将使我们能够从大量个体的差异变化中, 揭示其中存在的难以察觉的规律。大数据具有以下的几个方面的显著特性: 实验中的系统偏差, 计算成本, 噪音的累积叠加, 假关联性, 内在的偶然性, 以及测量误差等等。这些问题必须在大数据的数据分析以及统计处理中认真对待和考虑。以高维数据下的统计推断为例, 我们给出了高置信区间内的最稀疏解的一般解, 同时给出了一个该解的均方误差的界。该



方法自然地结合了数据以及稀疏性假设这两类有用信息。

范剑青现任美国普林斯顿大学运筹与金融工程系系主任，普林斯顿大学统计研究会主任。2000年荣获COPSS总统奖(国际统计学领域的最高奖)，2006年，获洪堡基金会终身成就奖，2007年荣获晨兴华人数学家大会应用数学金奖。2006年应邀在国际数学家大会上作邀请报告，并担任2010年国际数学家大会概论统计邀请报告人选举委员会核心成员。他曾经担任和正在担任多个国际顶尖学术期刊如Annals of Statistics、

Journal of American Statistical Association、Probability Theory and Related Fields and Econometrics Journal及Journal of Econometrics的主编或副主编，并于2008年当选国际数理统计学会(IMS)主席。在金融工程方面，作为普林斯顿大学弗雷德里克·摩尔金融学讲座教授，他在资产定价、风险评估与管理、计量金融等方面也做出了重要贡献。

讲座结束后，陈翰馥院士为范剑青教授颁发了讲座证书。

综合报告三十一：

“Solvability of Cubic Graphs and The Four Color Theorem”

文/图：交叉中心办公室



2013年6月13日上午，上海交通大学电子工程系李东教授应国家数学交叉中心的邀请在思源楼作了题为“Solvability of Cubic Graphs and The

Four Color Theorem”的综合报告。报告会由国家数学交叉中心副主任闫桂英研究员主持，王元院士为李东教授颁发了讲座证书。

李东教授的报告从著名的四色问题的发现以及研究发展历史讲起，对立方图的性质及其与四色问题的关系进行了详细的阐述，并且认为用代数方法来解决四色问题可能是一种很有用的工具，最后从算法的角度解读了考虑该问题的思路。报告深入浅出、并引发了与会者对相关问题的热烈讨论。



李东教授，现任上海交通大学致远讲席教授。自 1977 年获得纽约理工大学电子工程博士学位，他先后担任美国电话电报贝尔实验室研究员

(1977-1983)，美国贝尔通讯实验室杰出研究员(1983-1993)，美国哥伦比亚大学工程系兼任副教授(1989-1991)，纽约理工大学工程系正教授(1991-1993)，香港中文大学信息工程系讲座教授(1993-2010)。李教授现为 IEEE Fellow，拥有 5 项国际专利，曾获得 IEEE Leonard G. Abraham Prize Paper Award, Outstanding Paper Award (IEICE, Japan), Distinguished Member of Professional Staff (Bellcore) 等奖项，并担任 IEEE Transaction on Communications 和 Journal of Communication and Network 期刊的编辑等。

综合报告三十：

“NSF Center for Research on Complex Networks and its Research in Wireless Sensor Networks”

文/图：交叉中心办公室



2013 年 6 月 7 日上午，美国南德州大学计算机科学系李伟教授应国家数学交叉中心的邀请在思源楼作了题为 “NSF Center for Research on Complex Networks and its Research in

Wireless Sensor Networks”的综合报告。报告会由国家数学交叉中心副主任闫桂英研究员主持，中心学术委员会副主任马志明院士为李伟教授颁发了讲座证书。国家数学交叉中心主任郭雷院士及四十余位师生出席了报告会。

李伟教授现担任美国国家科学基金会复杂网络研究中心主任、美国南德州大学计算机科学系代理系主任。他在报告中介绍了美国国家科学基金会复杂网络研究中心的运行和管理模式，以及该中心目前的研究工作，特别是有关无线传感器网络的理论研究及其应用的相关问题。报告不

仅对国家数学交叉中心在复杂网络相关方向的研究有积极的促进作用,同时为研究部及其项目的高效管理提供了一个很好的参考模式。

李伟教授 1994 年于中科院应用数学所获得博士学位。他是计算机网络和通信网络的随机优化领域方面的国际知名学者,担任过近十个国际期刊的编委,主持过 6 个美国国家自然科学基金项目,其中包括美国国家科学基金会复杂网络研究中心。



数学文摘

英美科学家试图用数学解读人类历史

来源于：科技日报 发布时间：2013-9-24

人类社会是如何从一个个小部落演变到今天这样庞大而复杂的形态？对于这个问题，科学家现在可以用数学的方法来回答。据物理学家组织网9月24日（北京时间）报道，一个美英跨学科团队的最新研究表明，激烈的战争是大型复杂社会进化的驱动力；而他们通过数学模型所得出的结论，与历史记录相当吻合。相关论文本周发表在《美国科学院院报》上。

该研究把重点放在了军事创新的传播以及生态和地理因素的互动上。来自美国康涅狄格大学、英国埃克塞特大学和美国国立数学生物学综合研究所（NIMBioS）的研究人员模拟了公元前1500年到公元1500年间欧亚非地区的实景，与历史记录比照并得到了印证。结果显示，在这期间，与“马”相关的军事创新主导了该地区的战争，比如说战车和骑兵。同时，地理因素也是关键之一，因为生活在欧亚草原的游牧民族影响了周边的农耕民族，从而使进攻战这一形式很快传出了草原。研究预测，战事越激烈的地方，越有可能出现更高级的社会结构。这种结构考虑到了大量非血缘关系人之间的合作，以及大型、复杂的国家形态。

对于不同人种建立国家能力各不相同的原因，现有理论通常只是一些口头假设。而本研究想做到的是量化、可检验的预测。该模型所预测的大规模社会的传播，与实际情况非常类似；三

分之二的与大规模社会兴起相关的变量，都可以用它进行解释。

研究的论文合著者、NIMBioS 科学活动部主任加福利特说：“这项研究之所以令人兴奋，是因为我们并不是在讲故事或描述发生了什么，而是可以定量、准确地解释历史规律。这将有助于我们更好地了解现在，并可能最终帮助我们预测未来。”

近年来，很多科学家都致力于研究如何通过数学分析，更准确地理解和认识包括历史在内的人文科学中的各种现象。此前，美国非营利性机构TED的讲师米歇尔和他的同事也做过类似的研究。他们发现，从9世纪到21世纪，英文中的不规则动词变得越来越规则。在跟踪100个不规则动词在这12个世纪中“命运”的变化后，得出的结论是，如果一个动词的使用频率比另一个高出100倍，那它规则化的速度就会慢10倍。他还在另一项研究中关注了两个世纪以来战争的激烈程度，同样得出一个“公式化”的结论：造成100倍伤亡人数的战争，只占更少伤亡人数战争的1/10。

米歇尔认为，人们现在对于用数学分析来解释一些历史现象和规律还显得比较陌生。随着越来越多的文字记录以数字化方式存取，日后数学在这方面一定会有更大的作为。

陈志明：破译数学“极限”密码

来源于：中国科学报 发布时间：2013-6-21

计算问题可以说是现代社会各个领域普遍存在的共同问题，哪一行都有许多数据需要计算。通过数据分析，以便掌握事物发展的规律，研究计算问题的解决方法和有关数学理论问题的一门学科就叫做计算数学，这便是陈志明所从事的专业。

前人栽树，后人乘凉

出生于苏州但17岁就离开家乡，先到南京，再到德国的奥格斯堡，最后回到北京，中国科学院数学与系统科学研究院研究员、中国计算数学学会副理事长陈志明走上了一条数学之路。

“在我看来，科学是一个系统化的知识，不是孤立的一个问题、一个解答。只有系统化的知识之间有逻辑关系，把它交给以后的人，他们才能在这方面有所发展，特别是把一些不一样的东西建立起它们之间的联系，我想这是我今后要努力的方向。”陈志明解释说。

尽管已经入选中国科学院“百人计划”，并已经获得了国家杰出青年基金、冯康科学计算奖和国家自然科学奖二等奖，陈志明依旧谦虚。

他说自己想问题还是喜欢到办公室，清静、纯粹，而且想到什么就能立即找到资料看。尽管现在各方面的条件也不错，但在陈志明看来，有些资源还没能被有效地利用。“以前我们的前辈在条件比现在艰苦得多的情况下，做出了许多东西，我们现在也应该给后来者做点成果出来。”

“极限”之外的最优方法

“自适应有限元方法的思想最早出现在1978年，自适应有限元的创始人 Babuska 完成

了这一方法的基本理论。但那时，自适应有限元方法被用来解决一些比较简单的数学模型问题，而我的工作就是用它来解决比较复杂和困难的工程问题。”陈志明解释了在第25届国际数学家大会上作的报告的内容。

不过，从简单问题到复杂的工程问题，这个方法要经历和解决的困难却无法轻描淡写。

自适应有限元方法以经典的有限元方法为基础，以后验误差估计和自适应网格改进技术为核心，通过自适应分析，自动调整算法以改进求解过程。从方法论角度来说，人们已经得到结论，自适应是用有限元方法解微分方程的最优离散方法。在微分方程求解的有限元道路上，自适应已经是数学上能找到的“极限”方法了。

在实际生产实践中，很多工程问题的解决都要用到微分方程，但用计算机求解微分方程需要进行大量计算。有时候，为了把误差控制在足够小的范围内，需要进行上亿次的运算，这对一般计算机来说非常吃力。因为有时即便进行上百亿次运算，也无法把误差控制在理想范围之内。“为了减少运算次数、控制误差范围，我们需要更好的求解方法。”

陈志明就提供了这样的解决方案。他在椭圆障碍问题、超导数学模型、电磁散射计算中开展了有限元后验误差估计和自适应方法的研究，被国际同行认为“非常重要和有用”。

“用有限元方法解微分方程有三步：设计网格、在网络上将微分方程离散、解代数方程。其中，设计网格是最关键也是最困难的一步。”所谓设计网格，就是把计算区域划分为有限个互不重叠的单元，陈志明告诉记者，人们往往根据经

验来划分网格,有时需要反复尝试多次才能找到比较合适的划分方法,而尝试过程也需要进行大量运算。

“现在,用自适应方法解微分方程,设计网格的工作可以交给计算机自动完成,不再需要人们手工设置和尝试,这样节省了大量工作和时间。”陈志明说。

工程中的热传导问题则可以很好地说明了这一方法的高效率。如果在计算域内设计分布均匀的网格,将需要100亿个网格,但这时达到的误差仍然有0.1;如果用自适应方法设计出分布不均匀的网格,只需要2673个网格,误差就会下降到0.07。

2005年和2010年,陈志明成为国家“973”计划项目“高性能科学计算研究”和“适应于千万亿次科学计算的新型计算模式”的首席科学家,这使得研究能够更加深入地进行下去。

数学并不枯燥

尽管这些方法并非普通人所能了解,但陈志明仍然希望有更多的人了解数学。

“数学不是枯燥的,我觉得很有意思,因为

很多自然现象可以归纳成数学模型,通过这个数学模型能预测很多原来不可能知道的事情。”陈志明说。

如何让公众更好地了解数学?陈志明认为这不完全是个难题。

“数学在现实社会中是无处不在的,但是往往看不见。比如说手机,有许多数学家的工作在里面,各种各样的算法在起作用。所以公众要更好地了解数学的意义,可以从应用的角度,看看数学是如何来发挥作用的,这些故事是很有意思的。”

但对比其他学科,陈志明则认为数学应得到更多的支持,“因为其他领域的学科跟现实社会往往都有直接关系,比较容易受到关注”。

他举例说,当生态学家说到污水处理、物理学家说到太阳能、说到新材料时,即使是外行的我们都知道这是重要的。“也就是说,凡是跟现实问题直接相关的学科比较容易得到大家的关注和理解,得到资助比数学更容易。”

“数学往往藏在许多科学技术进展的后边,大家却看不到。”

数学科学研究：促进英国经济增长

Deloitte 受英国工程与物质科学研究理事会 (EPSRC) 委托开展了一项研究, 评估英国数学科学研究对英国经济增长的促进作用。

数学科学研究 (MSR) 是指由学术机构、研究中心、企业、个人和政府开展的高端数学研究, 它增加了数学知识的积累。数学科学职业中的个体或涉及数学科学研究, 或利用数学科学研究衍生工具和技术。

在英国, 数学科学研究的成果影响着人们的日常生活, 当代数学科学研究的应用可以从以下几点看出:

⇒采用数学技术的智能手机, 如线性代数使有限频谱范围内可以发送的信息量最大化;

⇒预测天气系统的数学模型, 使飞机能够在重大天空气象事件之后快速、安全地起飞, 如 2010 年的冰岛火山灰烟云;

⇒医疗保健, 应用流体力学的知识可以更好地了解与血液有关的疾病, 以挽救生命;

⇒最新的好莱坞大片, 充分利用 3D 建模软件背后的数学, 以展示尖端的特效;

⇒优秀运动员的表现, 2012 年奥运会上运动员的表现, 已经通过采用数学工具和技术 (如逆动力学), 得到了最好的发挥。

2010 年, 数学科学研究对英国经济的量化贡献估计约为 280 万个就业岗位 (约占英国所有工作岗位的 10%) 和 2080 亿英镑的增加值总额 (约占英国增加值总额的 16%)。

作为一个部门中所有工作岗位的一部分, 数学科学职位占研发与计算机科学部门的大部分, 而后者占数学科学职位中的最大绝对数量 (近 35 万)。然而, 数学科学职位的高绝对数量也出现于航空航天、医药、公共管理和国防、建

筑活动和技术咨询、建设和教育领域中。数学科学研究职位中的个体包括专业数学家和统计学家、工程师、自然科学家、IT 专业人士、社会科学家、金融专家、选择的开业医生、管理人员和高级管理人员。数学科学研究职位的完整列表及其基本原理见附录。

银行及金融业对数学科学研究的直接增加值总额贡献最大, 但计算机服务、药品、建设与公共管理和国防领域也有显著贡献。总之, 这五个行业对数学科学研究的所有直接增加值总额占 45% 以上。

数学科学职业的生产率 (由每个工人的直接增加值总额衡量) 与英国的平均水平相比显著较高 (约 74000 英镑比 36,000 英镑), 另外, 2010 年数学科学研究的直接增加值总额影响所占的比例同样高于直接就业 (16% 比 10%)。

数学科学研究使英国经济受益的方式

本章包含定性分析, 是研究的一部分。分析基于文献综述和案例研究, 研究 2010 年数学科学研究对英国经济产生广泛影响的方式。这三种方式包括: ⇒弄清楚数据的意义, 更好地了解世界; ⇒维护社会安全; ⇒预测, 应对不确定性, 优化流程。

1. 利用数学弄清楚数据, 更好的了解世界

数学科学研究在经济中发挥作用的一个经典方式是, 处理和理解原始数据。在最基本的层次, 可以收集国家统计局的数据, 如人口普查数据, 然后将其提供给政府和私营部门内的更广泛受众, 让他们自己进行处理, 并得出自己独到的见解。该数据构成所谓“信息基础设施”的一部分, 是从管理咨询到教育的一系列业务部门的基本

组成部分。

从收集数据向理解数据的数据价值链转移到下一阶段,使用数学科学研究发展的工具和技术,个人和企业可以发现新的关系和机会,否则这将仍是模糊和隐蔽的。以这种方式,数学有助于积极影响生产力的五个驱动力,为其提供刺激竞争和新市场的见解,促进创新,导致新投资。

正如英国大学和科学国务大臣戴维·威利茨最近指出,2012年是阿兰·图灵(Alan Turing)诞辰一百周年,作为英国数学家,他在正式提出算法和计算概念方面极具影响力,算法和计算是今天所看到数据的大部分计算分析的基础。随着数据集的显著增大,这些技术以及英国研究人员(如贝叶斯、皮尔逊和 Fisher)开发的技术,正越来越多地应用于弄清楚这些数据,发现模式、绘制关系、预测未来。

正如贾里德唐纳在“科学议会笔记”中所写,虽然几个世纪以来数据收集和分析一直是科研的基础,但计算机的引入已能够研究更大的数据集,提高了对数学科学的需求。这导致“数据分析师”的出现,数据分析师是指能够极其熟练地运用数学科学的见解,找出大型数据集的规律和趋势,并作为多学科团队的一员回答复杂的问题。

数学科学研究得到的分析驱动力的见解,已经成为竞争的一个重要基础,支撑每个业务部门新一轮生产率增长和创新浪潮。数学科学研究和经济增长与繁荣之间可以创建良性循环。

通过商业化,研究人员开发的算法可以通过提高效率,更好地了解客户,改善流程和决策,降低市场准入壁垒,帮助企业获得竞争优势,它们反过来又可以拉动经济增长与繁荣。算法的更广泛使用的积极反馈循环需要进行更多研究,产生新的、更有针对性的见解,再次推动经济增长。

这些算法存在于各种工业和经济部门。事实上,存在已建立的业务,如英商纳格资讯

(NAG),它专门为一系列客户开发和提供算法,帮助解决问题。英商纳格资讯与学术界密切合作,开发商业和非商业应用程序的算法。该公司雇佣了一些数学和应用科学博士,其算法可应用于许多行业,包括:

⇒金融:协助投资组合构建和优化;

⇒商业智能和商业分析:协助预测、识别存在机会的区域和引导投资决定;

⇒航空、公用事业和制造业:使用算法,建立现实世界事件的模型和优化流程。

作为一个例子,算法正在认识现实世界流程的数学模型,降低建造昂贵测试设备(如风洞)的需求,降低试飞员的风险。

算法被用于一系列行业,而不只是那些技术部门中的行业。根据 Vanson Bourne 的研究,大多数(60%)的私营部门组织认为,使用数据分析是英国企业不断增长的最重要因素。

SAS 估计,2011年需要使用大量算法的“大数据”分析,为英国经济贡献了 251 亿英镑,预计到 2017 年,随着越来越多的公司采用大数据技术(不只是技术部门的尖端公司),该贡献将达到每年 407 亿英镑。预计将在今后 6 年内创造 58,000 个额外的新职位。

正如戴维·威利茨指出,WPP 等公司越来越多地使用先进的情绪分析,改进他们的工作。著名的是,零售部门使用算法实现更高的客户细分和有针对性的报价。

继推出会员卡之后,特易购的内部洞察力分析业务(Dunnhumby)已成为零售市场上一项领先的数据分析业务。同样,社交媒体网络广泛使用算法,为他们的用户制作有针对性的广告,并提供报价。这本身就可以为第三方开辟新的市场机会,例如 Deloitte 最近估计,2010 年 Facebook 社交平台的广泛影响价值对英国增加值总额的贡献超过 20 亿欧元。

数学,特别是统计数据,在更好地认识世界、弄清楚大量数据方面,起着关键作用的另一个区域是零售金融服务。该行业的主要特点之一是拥有非常详细的大规模数据集。很难想象没有操作核心的数学和统计学,现代金融服务如何有效地发挥作用。

2. 使用数学维护社会安全

数学科学研究通过在安全方面的贡献,也会产生经济影响。通过应用,数学科学研究可以对基础设施启用产生积极的影响,如医疗卫生、信息与通信技术和安全,它们反过来又可以促进经济和社会幸福。

本节我们考虑数学科学研究对安全产生经济影响的方式。

2.1 数学科学研究和公共卫生

数学科学研究的见解和应用被用于制药部门,同时考虑到传染病的管理和缓解,它们更广泛应用于公共卫生实验室。数学科学研究的见解同时被私营部门和公共部门所使用。

从制药业开始,统计人员通常涉及到设计新的药物临床试验-医生和其他研究人员通常更是这样。事实上,统计人员被制药公司雇佣,从事各个领域的研发工作,从最初的药品识别和临床试验设计,到制造药物制品。

专栏 1 总结了统计学在制药行业的作用,并强调多年前总结的一项研究如何继续产生商业共鸣,长期促进经济增长。

专栏 1: 数学和制药业

许多统计应用的工具和技术可以追溯到戴维·考克斯爵士的实验规划(1958年)和随后对统计学在医学研究中的作用的研究,如生存数据分析(1984年)中的平均寿命和疾病治疗。

现在统计人员对于以下领域的发展是完整的,如药理学、生物和过程建模、卫生经济学、个性化医疗、现实世界的证据和成本效益模型,

它们对英国的医药研究做出了重大贡献。2010年,制药业的研发经费支出总额为46亿英镑,占英国所有研发支出的29%,居于欧洲首位。英国政府已经确定制药行业为重点行业之一,以便使英国摆脱当前的经济衰退局势。

英国具有高度集中的以研究为基础的制药和生物技术公司、领先学术医学中心和开拓研究的历史,英国处于开展复杂、且往往是多国参加的研究的领先地位,这些研究是开发新药物所需的。

该行业在收入和就业方面为英国经济做出了重大贡献,据说雇佣了超过72,000名高度专业技术人员(包括统计学家)。在过去13年中,该行业已经产生了贸易盈余:2011年,出口收入超过进口收入50亿英镑。

其贡献的一个关键因素是员工的生产率。2010年,制药行业中每位雇员的增加值总额超过20万英镑,比英国平均雇员高16万英镑,并高于建筑和金融服务行业的雇员。

新的研究正在围绕“灵活试验设计”的问题开展,灵活试验设计允许研究人员修改进行中的试验,以保持鲁棒性和满足监管要求。在药品背景下开发的技术适用于其他行业。

数学模型也部署在公共卫生领域,以保障公众健康。这些模型通常源自数学家、生物学家、临床医生和政策制定者之间的合作,使用各种技术描述“如果...怎么样”的情况。正如 Deirdre Hollingsworth 在议会科学笔记中所写,数学模型用于回答一些政策问题,例如如何制定最佳的疫苗接种策略。模型可以帮助回答什么是防止疾病爆发需要的关键疫苗接种水平。可以引入许多复杂性,以便考虑当地的生态条件、人体接触网络等。这样做需要众多数学分支与生物学和生态学相结合,包括概率学、统计学、网络理论、力学、计算与分析,以及纯数学。

最近出版的数学问题杂志描述了数学科学在控制 2009 年春天爆发的猪流感中所起的作用。一个流行病学家和数学家组成的小组实施了包含爆发的三个阶段, 包括:

⇒第 1 阶段: 使用来自墨西哥(爆发的来源)的数据建立疾病的初始数学模型。

⇒第 2 阶段: 当病毒袭击英国时, 利用在线流感监控系统 (www.flusurvey.org.uk) 研究了解社会接触如何影响传染。

⇒第 3 阶段: 当英国个体感染的数量变得太大而无法跟踪时, 汇总了众多来源的数据, 估计可预期未来的感染数量, 反过来又根据不同的情况确定了不同的疫苗接种策略。

Hollingsworth 继续指出, 英国被广泛认为在传染疾病建模, 以及建模与公共卫生政策相接合方面是最好的。她举例, 疫情分析和建模医学研究理事会中心被指定为第一家世界卫生组织合作中心, 建立传染病模型, 作为得到更广泛认可的一个例子。

2.2 数学科学研究和网络安全

根据代表英国商务、创新和技能部 (BIS) 所作的 2012 年信息安全漏洞调查, 2012 年 93% 的大型企业都发生了信息安全事件-2008 年以来增长了 21%。网络安全市场包括提供防御和攻击应用程序产品和/或服务的 IT、电信和工业设备公司。在以上所有领域中数学科学研究具有重要作用。

正如 Meza, Campbell 和 Bailey 指出 (2009 年), 网络安全领域为数学科学研究带来了丰富的新研究和分析机会。他们强调自动攻击响应软件和网络入侵检测软件的开发, 已被数学科学研究 (概率论、算法、复杂性理论、数论和群论) 所预见。他们的结论是, 突出非传统数学和统计技术如何具有显著提高网络安全的潜力, 反过来又可以作为基础设施的促进因素。

3. 使用数学预测、应对不确定性和优化流程

数学模型可用来应对不确定性, 使企业和决策者通过预测未雨绸缪。David Spiegelhalter 在科学议会中指出, 数学风险模型非常广泛地应用于一些经济部门, 包括: 保险、养老金、金融、个性化的心脏发作、NICE 的卫生政策、流行病、天气、气候和洪水相关危害等的风险评估。

英国国家风险登记的程度变得越来越成熟, 公开未来几年各种极端情况下的评估的数值机会 (除安全事件), 如严重的空间天气和冰岛火山喷发。Spiegelhalter 指出这些评估如何利用数学研究工具和技术, 如蒙特卡罗分析, 其中大量未来可能出现的“世界”在稍有不同的条件下进行模拟, 特定极端事件发生的比例反映在事件发生的机会。

数学模型用来预测和处理不确定性的显著例子为天气预报。企业 (如保险公司、商业航运、旅游运营商等) 和个人依赖于天气预报。天气预报也在陆海空三军中发挥了重要的作用。在预测自然灾害的同时, 天气预报技术的进步已经使政府能够更好地衡量和管理灾害的规模, 从而最大限度地减少生命损失。这是数学提供“公共利益”的一个实例, “公共利益”同时具有商业和更广泛的社会效益, 远远大于数学科学职位产生的增加值总额的直接经济影响。

英国被公认为全球天气预报的优秀中心。英国气象局哈德利中心被描述为“可能处于天气和气候预报相结合的世界领先地位” (威莱茨, 2012 年)。

专栏 3.3: 数学和天气预报

正如一直强调的, 无法理解和预测现实世界的代价是巨大的。据估计, 2011 年自然灾害已经给全球经济造成超过 1000 亿英镑的损失, 是保险业出现 300 多年以来损失最惨重的一年。随着气候变化的影响越来越明晰, 通过极端天气

事件,对强大天气预报的需求变得越来越大。

数学研究已经并将继续在天气预报和建模领域发挥举足轻重的作用。理查森于1922年开展的早期数学研究(基于数值过程的天气预报)和查尼于1948年开展的早起数学研究(大气运动尺度)被视为天气预报和气候建模领域内两项具有影响力的研究,随后它们被用于现代技术。

事实上,天气预报建模利用了一系列数学,包括:

⇒确定性数学:处理从一系列不同来源(如卫星)收集的大量数据。

⇒算法建模:把数据引入预测模型。

⇒复杂的方程式:估算和测量不确定性

该模型还利用流体力学和统计学的知识。

在该行业中,数学家与计算机程序员和软件科学家合作,解释和评估繁多的数据阵列。英国气象局雇佣了约2,000名数学家(来源:ONS),分析和评估大量的大气趋势和信息。一旦处理完成该信息,就可以用于容易受特定天气条件影响的公共部门和私营机构。大气数据一旦得到处理、分析和精简,就具有显著的商业价值。数学是创建国际数据库的基础,国际数据库已得到广泛利用,所以人们不需要建立自己的模型。

英国被认为是气象学行业的人才中心,许多机构都选择将研究设施建设在英国,以便利用高素质的人才队伍。

正如戴维·威利茨指出,自然灾害创纪录的一年,还没有在伦敦保险市场形成危机的必然结果,证明科学界和商业之间的持续相互影响。

除了应对不确定性,数学科学研究还用于优化流程。运作研究技术经常在一些行业使用,以优化流程,并使价值(钱)最大化。数学科学研究不仅用于流程和项目设计,同时也用于项目的整个生命周期和供应链,以确保始终符合其目标。

由于英国制造业越来越集中于高端、高附加值产品,数学科学在优化流程和设计质量保证流程中的作用至关重要。例如,航空航天工业是英国附加值最高的制造部门之一,是世界上第二大航空航天产业,该产业内的公司能够进军英国的高素质人才队伍,提供卓越的制造工艺和先进的质量管理体系。它们都依赖于数学科学研究的应用。

据估计,制造过程的改进使英国制造商的生产率每年提高3%。特许质量协会(CQI)和特许管理协会(CMI)委托英国经济和商业研究中心(CEBR)开展的研究计算得到,2011年质量管理活动为国内生产总值(GDP)的贡献900亿英镑,占英国GDP的6.0%。

4. 结论

数学科学研究可通过多种途径影响2010年的英国经济。定性分析表明,英国经济通过以下几个方面得益于数学科学:⇒建设无数企业和个人依靠的“信息基础设施”;⇒提供分析和解释大数据集的工具和技术;⇒提供自然灾害影响和药物测试建模方面的公共利益;⇒通过先进的数据安全工具和基础设施为国家安全和其他必要“公共利益”做出贡献;⇒创建可靠的预测,以应对不确定性,并更好地进行规划;⇒优化流程,提高效率。

(刘小平译自:

<http://www.epsrc.ac.uk/SiteCollectionDocuments/Publications/reports/DeloitteMeasuringTheEconomicsBenefitsOfMathematicalScienceResearchUKNov2012.pdf>

原文题目: Mathematical sciences research: leading the way to UK economic growth)