

浦江创新论坛 研究报告

(2018年第9期, 总第95期)

上海浦江创新论坛中心

2018年11月30日

2018年浦江创新论坛专题简报之九:
探索复杂网络研究新模式、新应用

编者按：2018浦江创新论坛——未来科学论坛（复杂网络中的创新）上，与会嘉宾围绕复杂网络科学研究新进展、新应用以及未来前景开展研讨。本期简报基于嘉宾¹报告整理而成，供参考。

¹ 嘉宾包括：《自然-物理学》高级编辑 Federico Levi，纽约市立学院物理学教授 Hernan Makse，法国国家健康与医学研究院 EPIcx 实验室主任 Vittoria Colizza，美国西北大学物理与天文学教授 Adilson Motter，丹麦科技大学副教授 Sune Lehmann，电子科学技术大学基础与前沿研究院教授、阿里巴巴复杂科学研究中心副主任吕琳媛。

2018 浦江创新论坛专题简报之九 探索复杂网络研究新模式、新应用

“复杂网络”作为一种全新的思维方式和研究方法，是一个跨越数学、物理、生物学、计算机科学、社会学和工程学的交叉学科，是当前系统科学研究的前沿热点。与会嘉宾一致认为，复杂网络研究随着大数据的爆发而蓬勃发展，利用海量复杂数据构建复杂网络，有助于我们理解大数据和复杂系统，发现其中蕴藏的规律，并将重新塑造人类对世界的认知，带来全新的解决方案。

一、复杂网络理论研究新进展

一是复杂网络研究能够筛选出信息传播中的关键节点。复杂网络能够处理信息，并将信息传播到系统中的每一个单元。复杂网络研究的核心就是通过算法对大数据进行缩减处理，筛选出信息传播网络的关键节点。纽约市立学院物理学教授 Hernan Makse 指出，顶级的影响者处在战略核心的位置，是与很多轴心连接的节点，生态系统中的影响者称为关键物种。根据影响力不同，K-core 理论把复杂网络节点分为不同度的层级，构成一个类洋葱的球体结构，最关键的影响者在核心层。Hernan Makse 认为，政策制定者要重点监测核心层中的影响者。

二是复杂网络研究能够找出传染病传播中的转折点。法国国家健康与医学研究院 EPIcX 实验室主任 Vittoria Colizza 指出，通过模拟计算，可发现传染病传播过程存在转折点，传播过程可分为感染阶段（可遏制阶段）和入侵阶段（不可遏制阶段）：在感染阶段，可以通过限制旅行者来控制传染病传播；而在入侵阶段，由于时间紧迫限制了药品物资运输，通过控制机场等交通节点很难控制传播，可以把机场及其周边地区划分成网格，构建预测模型，控制交通网格进行遏制。

三是复杂网络研究可以推导出个体的活动轨迹。采集数据的时间越长、数据量越多，分析数据的方法越复杂。通过有效的数据处理，可以

得到不同维度的结果。丹麦科技大学副教授 Sune Lehmann 指出，通过缩短采集数据的时间段，绘制出以时间为主线的数据图谱，分析个体间的多层次互动行为，进而可以推导出个体在物理空间和社会空间中的轨迹。

二、复杂网络理论在社会领域中的应用

在社会管理领域方面：通过社会空间映射出个人的轨迹，进而预测未来行为。Sune Lehmann 指出，技术已经改变了人们的互动方式，如社交网络互动。计算社会科学可以通过了解过去的痕迹来预测未来人类的发展，如通过手机数据研究一个人在物理空间的移动规律，并预测到接下来要去的地点，准确率已达到 93%。Sune Lehmann 认为，人们的生活并不是完全静止的，过一段时间到新的地点去探索。在研究过程中要注意安全，特别是数据安全，以及保护个人隐私等。Hernan Makse 指出，当前网络存在大量的虚假数据（如 20%-30% 的 Twitter 数据是虚假的）。复杂网络、机器学习和格兰杰因果关系是研判虚假新闻的有效工具。

在公共健康领域方面：Vittoria Colizza 指出，护士与护士之间的联系，是造成医院内疾病传染的主要原因。这为医院管理者合理安排护士工作提供了科学依据，可以增加标准重新调整护士排班，也对护士工作提出了更高的要求，进而确保病人得到高质量的护理。

在电网安全领域方面：中国是世界上最大的发电国，人均消费量约 500 瓦。美国、欧洲、印度和巴西等都发生过大范围停电事故，中国目前为止还没有发生过大范围停电事故，但并不意味着永远不会发生。美国西北大学物理与天文学教授 Adilson Motter 指出，这些事故都是从比较小的区域开始，通过层叠效应导致连锁故障，造成大范围停电事故。防范连锁故障发生的最好办法是建立智能电网，包括智能的发电和电方式，对电网进行实时更新，防止问题发生。

三、促进复杂网络研究创新的建议

一是跨学科合作有助于复杂网络理论创新。复杂网络是一个跨越数学、物理学、生物学、计算机科学、工程学、社会学等几乎所有学科的交叉学科。**Hernan Makse**指出，让物理学家、数学家、生物学家等不同学科专家学者共同合作存在一定障碍，关键在于要让所有合作者都共同努力推动。机器学习和网络科学是未来复杂系统科学研究两个重点维度。从网络科学中可以找到更优的架构来促进机器学习。

二是复杂网络研究要与社会需求相结合。**Sune Lehmann**指出，推动创新应该更加关注实际，帮助构建更有效的社会，在未来15-20年建设更加高效的社会。电子科技大学大学基础与前沿研究院教授、阿里巴巴复杂科学研究中心副主任吕琳媛指出，创新不是单一的技术，或者某项专利，创新应该和真正的社会活动以及社会需求联系起来。**Adilson Motter**认为，复杂网络的概念要灌输给公众，让公众意识到复杂网络理论的重要性。

整理：陈红光、姚景怡