

从物理学到系统科学到科学学

吴金闪

北京师范大学系统科学学院

2019年5月7日



$$\frac{e^{\pm\beta H}}{Z}$$

科学远远比科学知识重要

- ① 报告的目的
- ② 我从物理学学到什么
- ③ 从物理学到科学到系统科学
- ④ 从物理学、系统科学到科学学
- ⑤ 带回家的消息：用科学的角度和方式研究自然和社会启蒙民众，值得付出

报告的目的

- 分享从物理学到交叉科学研究的一些体会
- 提出一些有意思的科学问题
- 寻找合作者，提出问题或者参与研究工作

实验、联系、数学模型

- 物理学的学科知识，分子、原子、作用力、运动方程
- 实验检验（数据可测可靠），可证伪性
- 分析和综合，相互作用（联系）
- 数学模型，算出来，再检验
- 举例：物质是由分子原子构成的。填空题？名词解释？分析的思想、相互作用的数学模型、检验（Brown运动）

直接和间接联系（系联）、涌现

- 关联函数和相变
- 直接和间接联系（系联）和关联函数
- 相变和涌现、社会系统中的相变
- 再一次分析和综合，整体表现

把物理学（科学）用于传统学科之外的系统

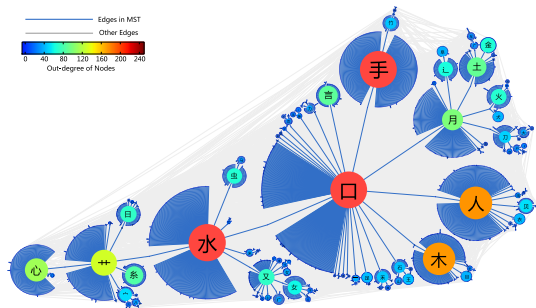
- “可测、数学模型、联系、可检验”用于还没有在某个学科之内的现象，或者跨越多个学科的现象
- 无相互作用的元素构成的系统的行为是正态（高斯）的无趣的
- 那么，哪些系统呢？

插播一个例子，启蒙民众

- 中医粉丝的科学素养（思维方式）：是否管用，什么东西管用，为什么管用
- 乡村大叔的科学素养（思维方式）：周长和面积，承认事实但是坚持“反正都平等”的信仰
- 顺便，科学研究本来就是在已有的知识和思维方式的深入的理解的基础上，对某些现象有了深入的理解，形成研究工作，分享
- 科学是探索和责任，而不是一份工，不是吃饭
- 古希腊对于活着的意义的追问：
 - ① 我思考我最想思考的问题的自由
 - ② 我决定我如何思考的自由
 - ③ 我得到任何（符合理性思考、现实约束）结论的自由
 - ④ 这超越我有限的生命

系统科学和联系的例子

● 汉字网络和汉字学习



● 简单统计和考虑系联的区别

系统科学和联系的例子

学科领域之间的相互依赖关系

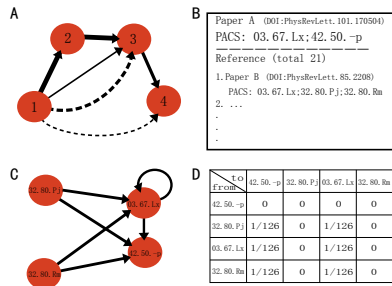


Figure: 物理学子领域之间的联系。

简单统计和考虑系联的区别

系统科学和联系的例子

- 经济产业、环境之间的相互依赖关系

	产业1	产业2	消费者c	环境部门e1 (例如水、氧气)	环境部门e2 (例如二氧化碳)
产业1	x_1^1	x_2^1	x_c^1	$\bar{x}_{e_1}^1$ (废物排放)	$\bar{x}_{e_2}^1$ (废物排放)
产业2	x_1^2	x_2^2	x_c^2	$\bar{x}_{e_1}^2$ (废物排放)	$\bar{x}_{e_2}^2$ (废物排放)
消费者c	x_1^c	x_2^c	x_c^c	$\bar{x}_{e_1}^c$ (消费者废物排放)	$\bar{x}_{e_2}^c$ (消费者废物排放)
环境e1	$x_1^{e_1}$	$x_2^{e_1}$	$x_c^{e_1}$ (消费者直接使用资源)	$x_{e_1}^{e_1}$	$x_{e_2}^{e_1}$ (生态过程, 例如氧气和二氧化碳循环)
环境e2	$x_1^{e_2}$	$x_2^{e_2}$	$x_c^{e_2}$ (消费者直接使用资源)	$x_{e_1}^{e_2}$ (生态过程, 例如氧气和二氧化碳循环)	$x_{e_2}^{e_2}$

Figure: 产业—产业、产业—环境关联。

- 简单统计和考虑系联的区别

系统科学小结

- 把科学用于非传统学科或者跨越学科的系统
- 把实验测量和检验、数学建模、联系及其分析方法用于一般系统
- 如果其研究系统对象专门化，可以成长为专门学科
- 有哪些独特的或者跨越学科的分析方法？
- 有哪些比较专门的系统？

科学学用什么来做什么？

- 数据：科学家科学活动以及科学活动的结果的记录
 - 研究活动包含基础研究、应用研究、产品研发等
 - 包含广义的科学活动和相应的主体，例如教和学、会议、审稿、出版、项目等
 - 不仅仅限于自然科学和相应的技术，技术进步也包含制度的进步
 - 主要研究对象：研究者、论文、书籍、专利、概念、学科、经费项目
- 目的：提炼出来能够促进科学技术发展的规律
- 如何研究：提出合适的问题、发展合适的方法
- 问题依赖于各个研究者的眼光，方法主要是统计分析，简单统计、相关性、假设检验

科学学数据可测可靠？

- 姓名识别（作者、研究机构）
- 引用骨架（并不是每个引用都等价）
- 研究主题、贡献的格式化数据
- 基础性工作：期刊和论文的分类
- 论文内容基本没有成为研究数据

方法够用吗？

- 简单统计实际上是忽略相互作用，或者最多考虑一级近邻
- 从间接联系到整体，涌现

科学学三层网络数据、问题和方法框架

- 三类顶点：作者、文章、概念
- 层内联系：作者学术传承、文章引用、概念逻辑
- 层间关系：作者写了文章、文章工作在概念上

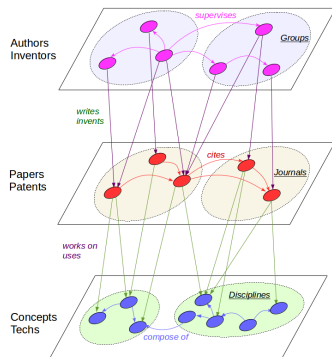


Figure: 科学计量学三层网络模型

作者-文章-概念三层网络，续

- 合作关系不是直接关系，而是作者→文章→作者
- 共施引和共被引，以及很多种共现，也不是直接关系
- **将来所有的这些非直接关系，由网络上的算法来处理**
- 类似的，发明人-专利-技术三层网络，作者-书籍-概念三层网络
- 将来可以考虑把这些网络联合起来
- 甚至加上从论文专利到产品、产品生产、从产品到利润再到基金
- 开放和封闭系统：某些研究中某些顶点被当做外界，忽略反作用
- 更多信息见“Big Physics”网站，以及《基于网络的科学学》
- 这个框架需要**概念层数据、作者层数据**

有了这个数据、问题和方法的框架会怎样？

- 把最基础的关系数据找出来，甚至搞得更加准确
- 把问题表示成这个关系数据上的问题
- 发展这个表示下的方法来解决这个框架表示下的问题
- 发展方法的时候运用好网络的核心精神：直接和间接联系的综合

自然语言处理技术通过网络框架应用于科学学

① 期刊和论文分类（更多细节《期刊和论文聚类新方法：网络和自然语言处理技术》）

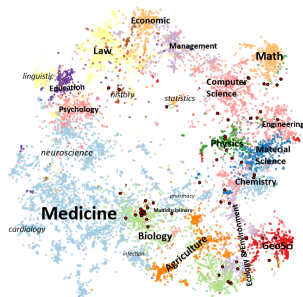


Figure: 把期刊按照引用关系分成学科，node2vec矢量表示算法

- ② 引用骨架挖掘（全文本矢量表示）
- ③ 作者识别（作者矢量表示，基于标题、摘要、单位等）

带回家的消息：用科学的角度和方式研究自然和社会启蒙民众，值得付出

- 什么是科学（通过科学知识和科学研究的例子来体现）远比具体科学知识重要
- 实验测量和检验、概念和模型的建立、算出来看看
- 科学不过就是讲道理
- 系联，综合直接和间接联系，分解和综合，涌现
- 科学学多种目标、多种联系，有现实和学术意义，也能够推动方法本身（系统科学）的发展
- 来自科学的对科学学的启发：数据可测可靠、系联性分析方法、结果可检验

感谢您的时间与注意力

- Xiaoyong yan, Ying Fan, Zengru Di, Shlomo Havlin, Jinshan Wu, Efficient learning strategy of chinese characters based on network approach, PloS ONE, 8, e69745 (2013)
- Zhesi Shen et al. , Interrelations among scientific fields and their relative influences revealed by an input–output analysis, Journal of Informetrics 10, 82-97(2016)
- Zhesi Shen, Fuyou Chen, Liying Yang, Node2Vec representation for clustering journals and as a possible measure of diversity, JDIS, in press
- 感谢合作者：闫小勇、史双青、陈福佑、沈哲思、李梦辉、杨立英、Ronald Rousseau、曾安、狄增如、裴建锁、韦添、鲍建樟、郭金忠、刘晓玲等
- 要了解我更多，请访问“系统科学人之吴金闪”，吴金闪在北师大系统科学学院的主页
- 研究工作的整理在这里“Big Physics（大数据大物理研究小组）”