

基于 SNA 的经济仿真热点分析

敖山 周鹏鹏

(河南理工大学计算机科学与技术学院, 河南省、焦作市, 454000)

摘要: 为了更好地把握经济学仿真学科发展的脉络, 了解当前该学科所处的阶段、热点研究对象以及所存在的问题, 本文对 CNKI 数据库上截止到 2013 年 5 月 20 日的所有主题为“经济” and “仿真”的文章提取了关键词。借助统计软件 ROST CM 对其进行词频统计、提取高频词、共现等处理得到高频关键词的共现矩阵, 在此基础上用社会网络分析软件 Ucinet 对其进行了共现网络图、密度、中心性和凝聚子群分析, 对经济仿真学科的研究热点及其发展趋势进行了讨论。

关键词: 社会网络分析; 经济仿真; Ucinet; 共现矩阵;

中图分类号: TP391.9

文献标识码: A

0 引言

经济学作为一门单独的学科自从出现以来, 已走过了数百年的发展道路, 逐渐形成了概念、假设、数据以及数据模型为基础的比较完整的理论体系, 并在经济学研究中占据了主流地位。然而, 随着知识经济时代的到来, 传统经济学遇到了空前的挑战。首先, 由于现实经济中涉及的因素众多, 相互关系复杂, 给数学方法的运用带来了一定困难; 其次, 传统方法没有很好地解决经济系统的层次性非结构问题。而经济仿真在一定程度上能够较好的解决复杂系统的模拟, 对于非结构化问题有着较好的适应度。

经济仿真作为经济学的一个重要分支, 在其研究过程中正在逐步向成型阶段、成熟阶段发展, 每年对经济仿真的研究也不乏珍品, 但是经济仿真在发展过程中形成了哪些主流知识群, 在经济仿真过程中出现了哪些热点问题, 以及经济仿真这门学科的研究和发展方向, 诸如此类的问题还需要进一步的研究和探讨。本文用社会网络分析法对经济仿真进行相关热点问题的分析, 对该领域学科发展的过程、动态变化趋势进行了讨论, 对于我们在宏观上认识一个该学科的历史演变、发展现状及发展方向上的进一步研究是很有帮助的。

1 基于社会网络分析的经济仿真热点研究

1.1 社会网络分析

社会网络分析理论的发展在西方已有了数十年的历史, 但只是在近几十年, 这一方法才有了广泛的应用和发展。社会网络分析法是一种社会学研究方法, 社会网络分析不仅是对关系或结构加以分析的一套技术, 还是一种理论方法——结构分析思想, 它通过对于网络中关系的分析, 探讨网络的结构及属性特征。它已被广泛应用到社会学、政治学、人类学和社会政策研究等多个领域^[1], 相应的软件如 Ucinet、NetDraw 和 Pajek 等能够进行可视化分析, 利用这些软件进行共现矩阵二值化分析, 再进行共现矩阵网络图分析、中心性分析、凝聚子群分析^[2], 挖掘出潜在的关系和研究热点, 以及未来发展趋势的分析结果。

本文应用社会网络分析法通过共现词分析对国内经济仿真的相关热点进行了研究。本文以经济仿真作为研究实体, 抽取中国知网上的所有以经济仿真为主题的文章的关键词, 借助共现词统计软件 ROST CM 对其进行词频统计、提取高频词、共现等处理得到高频关键词的

共现矩阵^[3]，在此基础上用社会网络分析软件 Ucinet 对其进行各种指标的分析，对经济仿真学科的研究热点及其发展趋势进行了讨论。

1.2 数据来源与内容

本文选择 CNKI 作为数据源，CNKI 是全球领先的数字出版平台，是一家致力于为海内外各行各业提供知识与情报服务的专业网站。目前 CNKI 服务的读者超过 4000 万，中心网站及镜像站点年文献下载量突破 30 亿次，使全球备受推崇的知识服务品牌^[4]。检索数据时间截止到 2013 年 5 月 20 号；检索条件为：主题=“经济学”and“仿真”；匹配模式为“精确”，最终检索到 980 条文献记录，核实后发现 33 条记录不符合要求，最终得到的记录为 957 条。

表 1 文献的年份分布图

Tab. 1 The distribution graph of the literature particular year

年份	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006
文献数	10	111	125	136	128	110	107	71
年份	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998
文献数	56	48	20	15	11	3	2	3
年份	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990
文献数	0	2	2	5	1	0	2	2
年份	1989	1988	1987	1986	1985	1984	1983	1982
文献数	4	2	3	0	0	0	0	1

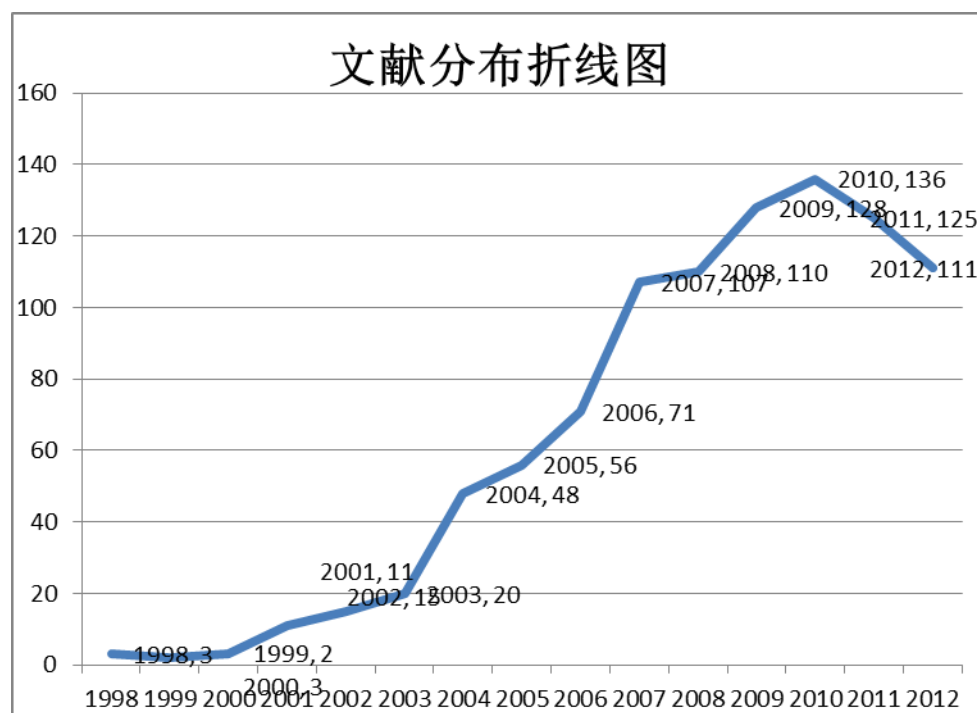


图 1 文献的年份分布折线图

Fig. 1 The distributed polyline graph of literature particular year

由以上表格和折线图可看出 2000 年以前，我国研究经济仿真的文章只有寥寥几篇，特别是 2002 年之后，实验经济学大师弗农·史密斯(Vernon Lomax Smith)获得诺贝尔经济学奖，引起国内学者对经济仿真的关注，此后对此研究的大幅度增加，直至 2007 年对此的研究规模趋于稳定^[5]。但是，从绝对数量上来看，国内对此领域的关注度仍然不够大，该领域应该只是处于起步发展的阶段，有待于进一步的推广与应用。

提取每一篇文章的所有关键词,用 ROST CM 软件进行词频统计分析,并将频数出现 2 以上的关键词列为高频关键词,得到 72 个经济仿真学的高频关键词。然后对全部文章的关键词进行共词分析,得到一个所有关键词共词关系的矩阵,从中选出高频关键词的共词数据,从而构建一个 74×74 的高频关键词共词矩阵。此矩阵是本文进行中心性分析、凝聚子群分析等并完成学科热点与发展现状讨论的基础。将此矩阵作为原始数据输入 Ucinet 软件中,将其转化为关键词网络图,并由此为基础对经济仿真进行社会网络分析。

1.3 数据处理分析

本文利用数据统计软件 ROST CM 和 Excel 对数据进行初步处理。抽取出每篇文章的关键词并对其进行频次统计,即可大概对该学科的研究热点及研究涉及的内容有所了解;再以 x(因情况而定)为阈值对其进行筛选,所选出的高频词就在所统计的文章中很具代表性。

运行 ROST CM 软件进行词频分析。由于所抽取的是每篇文章的关键字而不是摘要等段落的描述性文字,所以所得到的初始数据不必再进行分词处理,而直接在“分词后待统计词频文件”这一栏中输入数据文件所在位置,在“只输出排名前 x 名词”的下拉列表中选择其合适的数据,本文所选的是只输出排名前 74 的词语(本文统计到的关键字总共 4745 个),如无特殊需要其他选项可以选择默认。然后点击“确定”按钮,即可在数据所在的文件夹得到文件名为“词频分析_词频.txt”的词频统计文件。本文从排名前 80 的数据中撷取词频大于 6 的词语,统计如下表:

表 2 词频统计
Tab. 2 Words frequency statistics

序号	关键字	词频	序号	关键字	词频	序号	关键字	词频
1	系统动力学	84	24	资源管理	11	47	复杂系统	7
2	仿真	61	25	可持续发展	11	48	鲍德里亚	7
3	博弈论	46	26	定价	10	49	多智能体	7
4	电力市场	40	27	产业集群	10	50	计算经济学	7
5	实验经济学	29	28	下一代互联网	9	51	拥塞控制	7
6	服务质量	25	29	动态仿真	9	52	经济增长	7
7	复杂适应系统	22	30	神经网络	9	53	仿真模拟	6
8	网络	20	31	热经济学	9	54	理论	6
9	复杂网络	19	32	系统	8	55	技术创新	6
10	遗传算法	19	33	预测	8	56	区域经济	6
11	系统仿真	19	34	资源调度	8	57	元胞自动机	6
12	经济仿真	18	35	稳定性	8	58	微观经济学	6
13	认知无线电	17	36	经济系统	8	59	中小企业	6
14	演化博弈	16	37	仿真模型	8	60	优化	6
15	资源分配	15	38	博弈	8	61	频谱分配	6
16	混沌	15	39	非线性	8	62	市场力	6
17	纳什均衡	14	40	股指期货	7	63	均衡	6
18	效用函数	13	41	路由	7	64	无标度网络	6
19	效用	13	42	建模	7	65	演化	6
20	网络计算	12	43	产业结构	7	66	经济模型	6
21	供应链	12	44	汇率	7	67	拍卖	6
22	模型	12	45	信任	7	68	云计算	6
23	总最佳连接	12	46	消费社会	7	69	数学模型	6

在功能分析的下拉菜单中选择英语词频分析,即得到词频大于 6 的英文关键字词频统计

如下表:

表 3 词频分析 (英文词频)
Tab. 3 Words frequency statistic

序号	关键字	词频	序号	关键字	词频
70	Swarm	31	72	Gridsim	13
71	Agent	29	73	BP 神经网络	10

上文的统计结果可以用下面的图表更直观的显示出来:

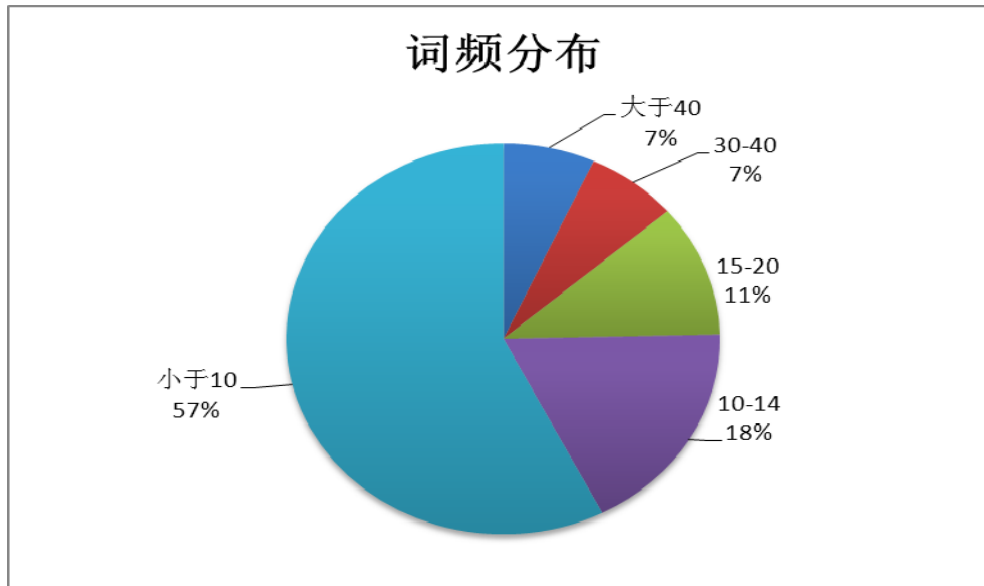


图 2 词频分布统计

Fig. 2 Words frequency distribution statistic

从词频分析表中我们可以看到, 关键词出现频度大于 40 的词语所占比重最小为 7%, 词频小于 10 的关键字所占的比重最大为 57%, 这表明经济学仿真这一近来逐渐发展的学科并没有特别突出的热点, 基本上是形成的一个个小的研究主题, 并没有形成一个比较完整的体系。经济学与仿真技术的结合虽然有些成果, 但基本上是在经济学的基础部分与仿真方法的结合, 经济学的各个领域与仿真技术的结合也是片面的, 只是应用一些必须用的技术方法。虽然经济学与仿真技术在理论上形成了一个体系, 但是在具体应用与结合的运用中, 经济学与仿真技术领域鲜有高水平的融合研究成果。

利用 ROST CM 的功能性分析, 进行网络和语义网络分析。选中普通高频词更换为共现高频词, 即可得到一系列与左边按钮相对应的 txt 文件、excel 文件、vna 文件。其中 van 文件是由画图工具 NetDraw 得出, 取关键词 74 个然后由图形展现出这 74 个关键词之间的共现关系。

1.4 社会网络分析

1.4.1 共现矩阵二值化

由 ROST CM 得出关键词关系矩阵后, 将所选出的 73 个高频关键词从中抽取出来可得 73×73 高频关键词共现矩阵, 将其输入到 UCINET 软件中进行二值化, 即将其转为二值矩阵, 此二值矩阵是中心性分析、凝聚子群分析等各种社会网络分析的数据基础。

1.4.2 共现矩阵网络图分析

将取 73 个关键词所得到的多值矩阵输入, 所得到的共词分析网络图:

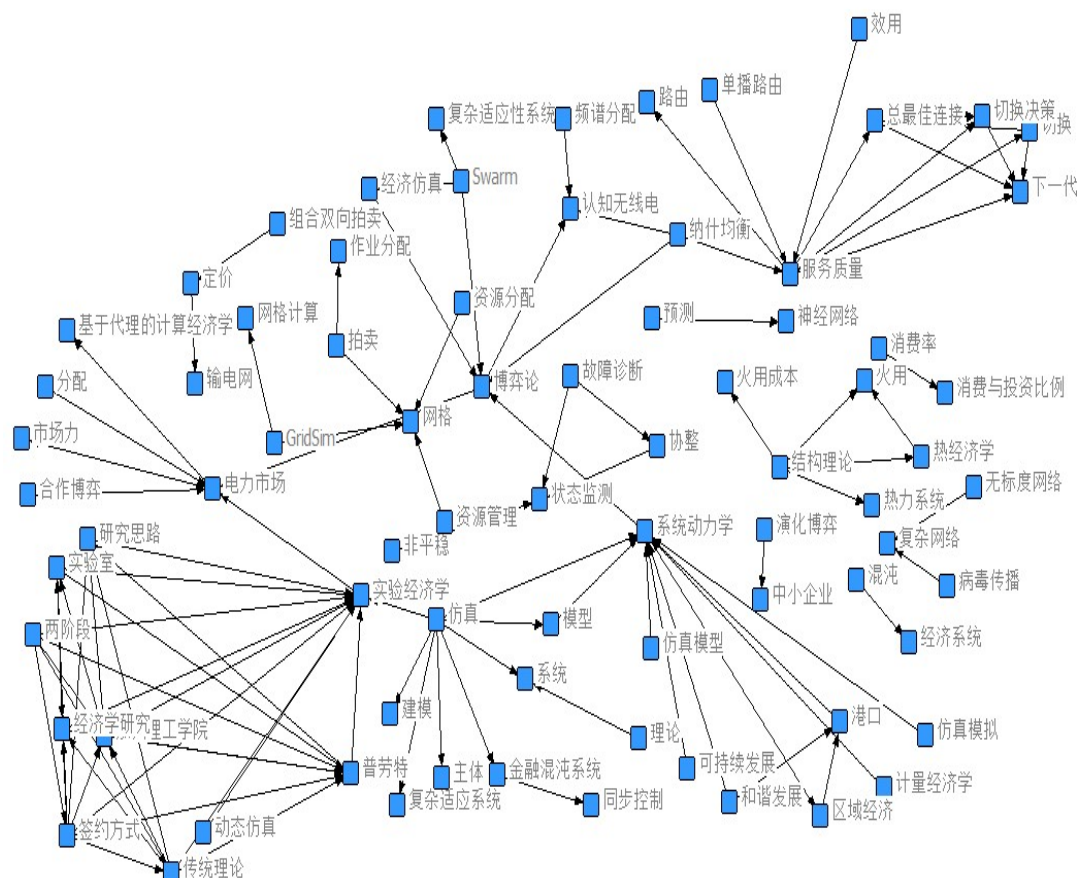


图 3 共词分析网络图

Fig. 3 Co-word analysis of network diagram

1、在共词分析网络图中，实验经济研究占有重要的地位，有极高的聚合性，它和仿真联系，形成经济仿真踏入另一个研究经济学的领域。实验经济学是经济学家在挑选的受试对象参与下，按照一定的实际规则并给以一定的物质报酬，以仿真方法创造与实际经济相似的一种实验室环境，不断改变实验参数，对得到的实验数据分析整理加工，用以检验已有的经济理论及其前提假设、或者发现新的理论，或者为一些决策提供理论分析。从 2002 年度诺贝尔经济学奖颁给实验经济学家弗农·史密斯（Vernon· Smith），实验经济学越来越受到国内经济学界的重视^[5]。西方实验经济学者由于身处成熟的市场经济中，着重于对基本经济原理及其假设前提的检验。而在不断发生制度变迁的中国，每项重大改革方案的出台和经济政策的实施，几乎都需要“实验”。在国内，实验经济学也得到了较为充分的重视和研究。

2、经济仿真没有特别突出的热点，基本上是形成的一个个小的研究主题，没有形成一个比较完整的体系。其研究的主题主要集中在系统动力学、电力市场、仿真、博弈论和服务质量等几个方面，其他的主要是一些经济学和仿真方法等一些基本概念和方法的运用。但是这些主题并没有和经济仿真非常密切的联系，没有形成一个非常完整的知识系统，都是有联系的一个个小的子群，所以总体上看来是很松散且不相连的结构，经济仿真这一学科还没有走向成熟，只还是在发展阶段，而研究所涉及的领域仍需要推广应用。

4、系统动力学在上述共词分析网络图中也占有明显中心性，表明在经济仿真不成熟的情况下，系统动力学与仿真方法的结合较为紧密并且有了一定的研究成果。系统动力学是福瑞斯特教授 1958 年为分析生产管理 & 库存管理等企业问题而提出的系统仿真方法，最初叫

工业动态学。是一门分析研究信息反馈系统的学科，也是一门认识系统问题和解决系统问题的交叉综合学科。它基于系统论，吸收了控制论、信息论的精髓，是一门综合自然科学和社会科学的横向学科^[6]。因此，在经济仿真发展阶段对于系统动力学不平衡的倾斜也不是那么难以理解。

5、共词分析网络图所出现的如网格、整体建模仿真、优化、复杂适应系统、资源管理、神经网络、swarm 等一些词语，虽然并没有与经济仿真有很多的共现关联性，但是不难看出仿真方法的应用伴随的往往是多样的复杂的事物，而要对复杂的事物有能力掌握，必然需要借助一定的助力才能适应越来越复杂的环境，而经济仿真方法会提供给我们更大的掌控空间，是我们以后适应和有效认识这个复杂社会的有力工具。

1.4.3 密度分析

使用 UCINET 对其进行密度分析结果为 0.0144。

密度是反映网络连接性的指标。（计算方法）它是社会网络中各节点的紧密程度的反映，密度越大，各节点之间的联系就越紧密。与一般网络相比，本文所得到的值，明显是很低的。说明各个关键词之间的联系很松散，也说明了经济仿真学科的研究零散交叉很少，整个知识服务体系的系统性、融合性不够，需要进一步研究尽快形成经济仿真的统一架构和只是体系，并且推广其在相近领域中的应用。

1.4.4 中心性分析

“中心性”是社会网络分析的研究重点之一。社会网络从“关系”的角度出发对权力进行定向研究，给予了多种关于权力研究的量化指标，在矩阵中的表述为，若两者之间存在联系则将两者之间的关系赋值为 1，否则赋值为 0。中心度分为两种，一种是点的中心度，另一种是图的中心度，为了区别这两种中心度，以后的研究学者将中心度这一概念严格限制为点的中心度，而将图的中心度严格的限制为图的中心势。点的中心度可以分为两类：绝对中心度(Degree)和相对中心度(NrmDegree)，绝对中心度是指与该点直接相连的点数，也就是与该点有联系的点的数目；相对中心度是指点的绝对中心度与图中点的最大可能的度数之比，是绝对中心度的标准形式。由于本文只对一个图进行中心性分析，所以不必考虑相对中心性，一个点的度数中心度就是直接与这个点相连的其它点的个数如果一个点与许多点直接相连，我们就说该点具有较高的度数中心度，那么这个点就居于所属图的中心，很可能拥有很大的权力^[7]。

另外一个刻画行动者个体中心度的指标是中间中心度，它测量的是一个行动者在多大程度上位于图中其他点的“中间”。如果一个点处于许多其他点对的最短路径上，那么这个点就具有较高的中间中心度(Betweenness)，但如果该点仅仅处在多对行动者之间的路径上，则该点的中间中心度往往较低，因为消息的传递可能由多条路径来传递，那么该点对资源的控制力就比较小^[7]。在本文的分析中，具有较大中间中心度的点有：实验经济学、系统动力学、签约方式、普劳特、仿真。由中间中心性的定义可知，这些点可能因为控制资源的能力进而影响其他点而具有相对较高的权力，即它们对于关键词的影响最大。通过 Ucinet 的计算，我们同时也可以看到，该矩阵的标准化中间中心势(Network Centralization Index)为 2.21%，这表明网络之间的联系并不是很紧密。这也验证了我们之前的分析。

一个点越是与其他的点接近，该点在传递信息方面就更容易，因而可能处于网络的中心，这就是接近中心度(Closeness)，即如果一个点与网络中其他所有点的距离都很短的情况下，该点就具有较高的整体中心度。当我们的研究不需要对直接关系进行考察的时候，接近中心

度就是一个很有用的概念。由以上的中心性分析可知,在本图中接近中心度较高的点有:实验经济学、系统动力学、签约方式、普劳特、仿真、服务质量接近中心度的含义,这些点所受其他点控制的程度较低,因而可能居于网络中心。将该表格中度中心性、中间中心度和接近中心度汇总之后,以点度中心型为主关键字排序,中间中心性为此关键字排序,去排名前五的关键字绘制成如下表格(表格中将中间中心性的数据整体除以 10,便于图表更加直观的显示)。对关键词共现网络图,进行中心性分析结果如下:

表 4 中心性分析数据

Tab. 1 Data of the central analysis

序号	关键字	Degree	NrmDegree	Betweenness	Closeness
1	实验经济学	11	5.53	330.5	14.17
2	系统动力学	9	4.52	276.5	12.97
3	签约方式	8	4.02	444.5	13.91
4	普劳特	8	4.02	298	11.08
5	仿真	7	3.52	339.1	10.8
6	服务质量	7	3.52	228	10.63

由以上的分析可知,对于三种中心性的测度中,实验经济学、系统动力学这两个关键词始终有不错的中心性反映,比较稳定。我们有理由认为这是经济学仿真的热点问题,而这三种中心势指数均比较低,可见这两个热点问题也是相对研究内容分散的情况而言。

1.4.5 凝聚子群分析

对关键词共现网络图,进行中心性分析结果如下:

表 5 符合 n-派系的凝聚子群

Tab. 5 The cohesive subgroup meeting n-factions

实验经济学	传统理论、签约方式、普劳特、加州理工学院、研究思路
	传统理论、签约方式、普劳特、加州理工学院、两阶段
	经济学研究、传统理论、签约方式、普劳特
	经济学研究、签约方式、普劳特、实验室
博弈论	签约方式、普劳特、实验室、加州理工学院
	经济仿真、swarm
	认知无线电、纳什均衡
系统动力学	仿真、模型
	区域经济、港口
服务质量	总最佳连接、下一代互联网、切换决策
故障诊断	状态监测、协整

由以上的 n-派系分析可知,有的关键词可以同时出现在不同的凝聚子群中,而凝聚子群中关键词的数量也可以有所不同,皆取决于网络图中各个关键词的距离。虽然有些词在不同的凝聚子群中重复出现,比如,实验经济学、签约方式、实验室;这三个关键字连续出现在三个凝聚子群中,但是仅仅是在相连的子网络中形成的不同凝聚子群,由此可知该网络在整体上是分散的结构,而子网络中可分成好几个凝聚子群,由于凝聚子群是根据各个点之间的距离所划分的,所以这种现象可以说明在各个子网络之中,对象之间的联系也是不集中的。从凝聚子群的分析的结果上得到的结论,正好印证了上文的分析过程,经济仿真的在小部分的学科里有很好的应用,取得了一定的成果,但是整体来说,经济仿真的应用并不是非常的

深入。

2 结语

1、国内经济仿真学科的研究零散、交叉研究很少，没有特别突出的热点，整个知识服务体系的系统性、融合性不够，需要进一步研究经济仿真的统一架构和理论体系；经济学与仿真技术的结合虽然有些成果，但基本上是在经济学的基础部分与仿真方法的结合，经济学的各个领域与仿真技术的结合也是片面的，只是应用一些必须用的技术方法。虽然经济学与仿真技术在理论上形成了一个体系，但是在具体应用与结合的运用中，经济学与仿真技术领域鲜有高水平的融合研究成果。

2、国内经济仿真的研究在时间、水平上滞后于国外相对很多，2000 年以前，我国研究经济仿真的文章只有寥寥几篇，2002 年，弗农·史密斯因其实验经济学获得诺贝尔经济学奖，引起国内相关学者对经济仿真的关注，此后相关研究大幅增加，直至 2007 年对此的研究规模趋于稳定。但是，从绝对数量上来看，国内对此领域的关注度仍然不够大，该领域应该只是处于起步发展的阶段，有待于进一步的推广与应用。

3、实验经济学和系统动力学在上述分析网络图中也占有明显中心性，表明在经济仿真发展还不成熟的情况下，实验经济学和系统动力学与仿真方法的应用结合相对来说比较系统和完整并且有了一定的研究成果，与其他领域相比，实验经济学和系统动力学作为相对成熟的经济学分支和仿真理论，在国内的研究应用也较为广泛。而其他的社会经济领域与仿真技术的结合都是部分环节与零散的仿真方法的结合，研究的系统性和深度需要提升。

总之，仿真技术与经济学的结合是为了处理越来越复杂的社会环境，传统标准数学形式已经不能满足人们处理复杂系统所需要的手段。另外，基于经验主义的传统决策方式的决策方式在经典假设的问题的冲击之下，产生的问题日益凸显的背景之下，引进仿真技术对其进行仿真人的某种经济行为，以求其所模拟的系统得到一个类似均衡的解。就其产生的背景而言，在其学科还没有成熟时期，还有很大的发展空间。

参考文献

- [1] 葛彦菲. 基于社会网络分析的涉农微博交流特性研究[D]. 南京农业大学, 2012.
- [2] 张洪磊, 魏建香, 杜振东, 刘向, 严顺, 冯泽, 李晓迪, 冯学风. 基于社会复杂网络的学科交叉研究[J]. 情报杂志, 2011, 10: 25-29+54.
- [3] 疏凤芳, 赵呈领, 万力勇, 黄磊, 段峰峰. 基于 QQ 群的网络课堂交互特性研究[J]. 现代教育技术, 2012, 07: 83-88.
- [4] 中国知网百度百科, [DB/OL] <http://baike.baidu.com/view/775616.htm?fr=aladdin>.
- [5] 任韬. 实验经济学与经济仿真[J]. 理论与当代, 2007, 02: 25-28.
- [6] 张波, 虞朝晖, 孙强, 李顺, 黄明祥, 王利强. 系统动力学简介及其相关软件综述[J]. 环境与可持续发展

展,2010,02:1-4.

[7] 平亮,宗利永. 基于社会网络中心性分析的微博信息传播研究——以 Sina 微博为例[J]. 图书情报知识,2010,06:92-97.

The Economic Simulation Hotspots Based on the Social Network Analysis

Ao Shan,Zhou Pengpeng

(Henan Polytechnic University, Henan Province,Jiaozuo City, 454000)

Abstract: In order to better grasp the context of the development of economic simulation discipline,and understand the current phase of the discipline,hot research subject,and the existing problems.In this paper,we extracted keyword on the CNKI's articles ,all of whose topics is “economics” and“ simulation” until May 20,2013.With the help of statistical software, ROST CM ,do word frequency statistics for those,extract high-frequency words, do the co-occurrence of keywords and do other treatments to get high frequency co-occurrence matrix,then based on it, we do the co-occurrence network diagram,density,centrality and cohesion subgroup analysis with The Social Network Analysis Software ,Ucinet,and discuss the study hot and trends of the economic simulation discipline.

Keywords: Social Network Analysis Software; Economic Simulation; Ucinet; Co-occurrence Matrix;

作者简介:

敖山 (1971-) , 男 , 河南理工大学副教授、硕士研究生导师、北京大学管理学博士后。

周鹏鹏 (1990-) , 女 , 河南理工大学计算机科学与技术专业在读硕士研究生。

