

一、项目名称

分形特性分析及同步控制

二、申报奖种

自然科学奖

三、推荐单位

山东大学

四、项目简介

在科学技术的发展中，非线性问题是工程技术的主题，尤其是分形，混沌，孤立子都是非线性的经典内容，值得关注的是，近年来，分形理论成为非线性科学的研究热点。并被广泛应用在物理，生物，图像加密，地质学等交叉学科中。本项目依托四项国家自然科学基金项目（刘树堂主持）；针对分形同步控制理论进行了详尽有效的理论研究，并将研究成果汇总，在国际顶级出版社 Springer 出版了系统研究分形控制理论的国际上第一本全英文专著《Fractal Control Theory》。团队研究成果引起了国际学术界高度关注，提交的代表性成果均被 SCI 数据库收录。在 Web of Science SCIE 数据库他引频次近 111 次。本项目的主要内容在于：

(1) 将混沌同步控制理论拓展到了平面分形领域。混沌同步控制理论是混沌理论中一个重要分支，揭示了两混沌系统在控制器干扰下实现轨迹同步的过程。本项目首次将同步控制的理论研究拓展到分形领域，实现了多种平面分形集的边界同步控制。

(2) 实现了空间分形集的仿真计算，并将分形同步控制理论拓展到 Henon 映射的空间分形集中。分形集的仿真计算一直以来是分形理论领域的研究热点与难点，本团队有效的利用逃逸算法实现了空间分形集的仿真计算。并将(1)中的同步控制技术有效拓展到了空间领域。

(3) 提出了分形集同步范数的概念，原创了富有意义的同步成果。混沌系统研究的是系统初始点给定后系统呈现的轨迹规律，而分形集研究的是系统呈现有界规律的初始点集，因此无法使用简单的范数计算将同步过程进行量化。本课题提出分形同步范数的概念，有效的将分形同步的过程进行了有效的量化分析。

五、主要完成人情况表

1、姓名：刘树堂 排名：1 技术职称：教授

工作单位：山东大学

完成单位：山东大学

对本项目技术创造性贡献：对重要科学发现一、二、三均有贡献，其中重要科学发现一为独立贡献。针对重要发现一，贡献为：把非线性混沌

同步的技术和方法有效的建立在分形理论中，提出分形同步的概念并得到系列的原创性成果，分析点轨迹的同步与点集分布区域同步的相同点与不同之处，将混沌控制中的最优函数同步方法拓展到分形同步中去，支撑材料为代表作 1, 2, 3, 5。针对重要发现二和三，刘树堂为张永平和王达提供了初步的思路供其研究，支撑材料为代表作 7, 8。

曾获科技奖励情况：无

2、姓名：张永平 排名：2 技术职称：教授

工作单位：山东大学

完成单位：山东大学

对本项目技术创造性贡献：对重要科学发现一、二、三均有贡献，其中重要科学发现二为独立贡献。针对重要发现一，贡献为：辅助刘树堂做相关仿真计算，支撑材料为代表作4, 5。针对重要发现二，贡献为：系统研究四维常复系统的分形仿真算法实现，并分析了不动点不可求时空间分形集同步问题，支撑材料为代表作6。

曾获科技奖励情况：无

3、姓名：王达 排名：3 技术职称：副教授

工作单位：山东师范大学

完成单位：山东大学

对本项目技术创造性贡献：对重要科学发现三为独立贡献，贡献为：通过研究拓扑学中集合距离的概念，分析了分形点集距离的特征，设计了一类分形同步范数计算方法，实现了平面分形集、空间分形集同步过程的量化，支撑材料为代表作 8。

曾获科技奖励情况：无

六、代表性论文专著目

序号	论文、专著 名称/刊名/作者	影响 因子	年卷页码 年(卷):页码	发表 年月	通讯作者/第一 作者(中文名)	SCI 他引 次数	他引 总次 数	是否 国内 完成
1	On spatial Lyapunov exponents and spatial chaos/International Journal of Bifurcation and Chaos/Liu. S. T., Chen G. R.	1.501	2003(13): 1163-1181	2003.05	刘树堂/刘树堂	4	4	是
2	Complex function projective synchronization of complex chaotic system and its applications in secure communication/Nonlinear Dynamics/Liu S. T., Zhang F. F.	4.339	2014(76): 1087-1097	2014.04	张芳芳/刘树堂	27	27	是
3	Nonlinear feedback-controlled generalized synchronization of spatial chaos/Chaos, Solitons & Fractals/Liu S. T., Chen G. R.	2.213	2004(22): 35-46	2004.10	刘树堂/刘树堂	18	18	是
4	Control and synchronization of second Julia sets/Chinese Physics B/Zhang Y. P., Sun W. H., Liu C. A.	1.321	2010(19): 1-8	2010.05	张永平/张永平	3	3	是
5	Gradient control and synchronization of Julia sets/Chinese Physics B/Zhang Y. P., Liu S. T.	1.321	2008(17): 543-549	2008.02	张永平/张永平	1	1	是
6	Control of Julia sets of the complex Henon system/Nonlinear Dynamics/Zhang Y. P., Guo X. W.	4.339	2012(69): 185-192	2012.07	郭新伟/张永平	6	6	是
7	On the boundedness and symmetry properties of the fractal sets generated from alternated complex map/Symmetry/Wang D., Liu S. T.	1.256	2016(8): 1-8	2016.02	刘树堂/王达	2	2	是

8	Control and synchronization of julia sets generated by a class of complex time-delay rational map/Journal of Applied Analysis and Compuation/Wang D., Liu S. T., Liu K. X., Zhao Y.	1.063	2016 (6): 1049-1063	2016.11	刘树堂/王达	0	0	是
---	---	-------	---------------------	---------	--------	---	---	---

