# 2019 年度教育部高等学校科学研究优秀成果奖(科学技术)推荐项目公示材料

- 1 项目名称:不确定干扰下的复杂网络有限时间协调控制研究
- 2 推荐单位: 江苏师范大学
- 3 项目简介:

随着计算机和互联通信技术的飞速发展,人们的生活与生产活动也越来越多地依赖于各种网络系统安全可靠和有效的运行。但是,单个庞大的网络往往因为局部故障导致系统整体瘫痪而不能满足科学技术和生产发展需求。对不确定干扰下复杂网络的研究可以揭示网络的演化机制及动力学特性,其对深入研究网络的鲁棒性、脆弱性及相应的动态行为,并最终实现对网络系统更好的预测与控制具有极为重要的指导意义。

本项目针对不确定干扰下的复杂网络有限时间协调控制中的几个关键问题展开研究,取得的重要科学发现如下:

利用牵制控制方法,解决了具有随机干扰的复杂网络的有限时间同步控制难题,建立了统一的有限时间及固定时间同步控制框架。借助观测器及反推设计技巧,设计逆最优控制器,找到了一类漂移项和扩散项均不可测的随机非线性系统观测器增益的最大取值区间,解决了闭环系统的依概率全局渐近稳定性问题。基于随机 LaSalle 定理以及小增益条件,获得了随机非线性系统的几乎必然有界的充分性判据。(代表作 4 及代表作 7)

通过引入 Filippov 解的概念,解决了具有非连续激活函数的神经网络的鲁棒状态估计问题。利用非光滑分析与微分包含等理论,获得了非连续的估计误差系统解的存在性与全局指数稳定性的判据(代表作 3)。进一步将该理论结果应用于非连续的切换耦合神经网络的有限时间同步问题,通过设计非连续的控制器,给出了耦合网络有限时间同步的判别条件(代表作 2)。

将连续系统的齐次性方法推广至非连续系统,获得了外部干扰下的二阶非连续系统的有限时间稳定性,设计了速度不可测的二阶非线性多智能体系统的有限时间一致性协议(代表作 8)。针对具有盲区特征的多智能体系统,引入低-高增益控制方法,解决了具有输入不确定性以及外部干扰的多智能体系统的半全局饱和一致性与蜂拥控制问题(代表作 6)。

综合非连续控制与连续控制两者的优点,设计了一类全新的切换控制协议,在保证有向多智能体系统的有限时间一致性的同时,提高了收敛速度,获得了具体的收敛时间的上界(代表作 1)。进一步将该理论结果应用于非线性耦合神经网络的有限时间同步控制,在不改变网络拓扑或增加控制增益的前提下,通过调节控制器幂参数达到优化同步时间的目的(代表作 5)。

本项目组成员先后获得了 11 项国家自然科学基金项目(其中 8 项已结题),在 IEEE 汇刊、Automatica、SIAM 等杂志 90 余篇;8 篇代表性论文 SCI 他引 252 次,Google Scholar 他引 377 次,其中 5 篇 IEEE Tmas 论文入选 ESI 工程领域前 1%高被引论文,1 篇为 Hot 热点论文。

项目组第一完成人曾获教育部首届博士研究生学术新人奖、江苏省青蓝工程中青年学术带头人等称号,获江苏省教育教学与研究成果奖一等奖(排名第一)。项目组第二完成人,为国家"万人计划"青年拔尖人才、教育部"长江奖励计划"青年学者、国家优秀青年科学基金获

得者,2014-2018 连续五次入选汤森路透 / 科睿唯安全球高引科学家。项目组第三完成人获教育部新世纪优秀人才支持计划,在 IEEE Trans. A.C, Automatica 等自动控制领域国际主流学术刊物上发表论文 50 多篇。

### 4 主要完成人情况 (所有的完成人):

姓 名	刘小洋		性 别	男	排	名	1
工作单位	江苏师范大学		所在地	江苏徐州	办公	·电话	0516-83500307
技术职称	教授	专业	2、专长	复杂网络有 限时间控制			
完成单位 江苏师范大学							
<b>商共利共收民桂加</b>							

#### 曾获科技奖励情况

#### 本人对本项目主要学术贡献: (限 300 字)

- 1.首次通过非连续的控制器在有限时间内镇定了具有非连续激活函数的神经网络,并给出了具有切换形式耦合神经网络的完全同步与拟同步的判断依据。
- 2.将连续系统的齐次性方法推广至非连续系统,获得了外部干扰下的二阶非连续系统的有限时间稳定性,解决了二阶非线性多智能体在外部干扰下的有限时间鲁棒协调控制问题。
- 3.设计了速度不可测时二阶非线性多智能体系统的有限时间一致性协议,提出了领导-跟随网络拓扑下速度信息未知的二阶多智能体系统有限时间一致性的基本判据。

姓 名	虞文武		性 别	男	排名	2
工作单位	东南大学		所在地	江苏南京	办公电话	025-52090597
技术职称	教授	专业	2、专长	复杂网络 协调控制		
完成单位	东南大学					
曾获科技奖励情况		2016 - 2015 -	年度教育部 年度北京科学	然科学二等岁 自然科学二等 学技术奖二等 科学技术奖一	<b>ទ្</b> 奖(1/4),	

#### 本人对本项目主要学术贡献: (限 300 字)

- 1. 针对具有固定拓扑结构的有向网络,在综合比较连续的与非连续的控制器优劣的基础上,构造了具有切换形式的有限时间一致性协议,给出了具体的切换点与切换条件,优化了收敛时间。
- 2. 针对结构平衡的或结构非平衡的二分网络,在统一的框架下研究其固定时间及有限时间一致性。获得了如何通过参数的调节来保证其固定时间与有限时间镇定的统一的判别标准。
- 3. 放宽了有限/固定时间控制为非光滑的限制,构造了一类光滑的控制协议,获得了非 线性复杂网络给定时间聚类同步的充分性判据。

姓 名	苏厚胜		性别	男	排	名	3
工作单位	华中科技大学		所在地	湖北武汉	办公	电话	0516-83500307
技术职称	教授	专业	乙、专长	复杂网络 协调控制			
完成单位	华中科技大学						

曾获科技奖励情况

2014年度教育部自然科学一等奖(2/4), 2015年度国家自然科学二等奖(3/5)。

#### 本人对本项目主要学术贡献: (限 300 字)

- 1. 借助低-高增益控制方法,解决了具有输入不确定性以及外部干扰的多智能体系统的鲁棒一致性控制问题。
- 2. 对于连通且渐进可控的网络系统,得到了具有外部干扰的多智能体系统的全局的分布式一致性跟踪控制协议。
- 3. 当输入不确定性以及外部扰动退化为零时,所获得的的多智能体系统的鲁棒一致性协议保证了系统的全局一致性。

姓 名	段纳		性 别	女	排	名	4
工作单位	江苏师范大学	•	所在地	江苏徐州	办公	电话	0516-83536602
技术职称	教授	专业	2、专长	随 机 非 线 性 系统控制			
完成单位	江苏师范大学						

曾获科技奖励情况

#### 本人对本项目主要学术贡献: (限 300 字)

- 1. 针对一类漂移项和扩散项均不可测的随机非线性系统,利用观测器及反推设计技巧, 找到了观测器增益的最大取值区间。
- 2. 针对漂移项和耗散项均依赖于随机逆动态的非线性系统,基于随机 LaSalle 定理以及小增益条件,获得了闭环系统几乎必然有界的充分性判据。
- 3. 从减小控制量的角度,巧妙地设计了逆最优控制器,解决了闭环系统的依概率全局渐近稳定性,保证了闭环系统是依概率逆最优镇定的。

## 5 代表性论文目录:

	1.不超过 8 篇代表性论文、专著									
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	Finite-time consensus of multiagent systems with a switching protocol / IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems / Xiaoyang Liu, James Lam, Wenwu Yu, Guanrong Chen	6.108	2016(27): 853-862	2016-04	刘小洋/刘小洋	42	68	是		
2	Nonsmooth finite-time synchronization of switched coupled neural networks/ IEEE Transactions on Cybernetics/ Xiaoyang Liu, Jinde Cao, Wenwu Yu, Qiang Song	7.384	2016(46): 2360-2371	2016-10	刘小洋/	56	84	是		
3	Robust state estimation for neural networks with discontinuous activations/ IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics Part B- Cybernetics/ Xiaoyang Liu, Jinde Cao	7.384	2010(40): 1425-1437	2010-12	曹进德/刘小洋	68	99	是		
4	Further results on output-feedback stabilization for a class of stochastic nonlinear systems/ IEEE Transactions on Automatic Control/ Na Duan, Xuejun Xie	5.007	2011(56): 1208-1213	2011-05	段 纳/段 纳	33	48	是		
5	A switching approach to designing finite-time synchronization controllers of coupled neural networks/ IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems/ Xiaoyang Liu, Housheng Su, Michael.Z.Q. Chen	6.108	2016(27): 471-482	2016-02	苏厚胜/	36	47	是		

6	Global coordinated tracking of multi-agent systems with disturbance uncertainties via bounded control inputs/ Nonlinear Dynamics / Housheng Su, Michael.Z.Q. Chen, Xiaofan Wang	4.339	2015(82): 2059-2068	2015-12	苏厚胜/ 苏厚胜	7	11	是
7	State feedback stabilization of stochastic nonlinear systems with SiISS inverse dynamics/ International Journal of Robust and Nonlinear Control/ Na Duan, Xuejun Xie, Yu, Xin	3.856	2011(21): 1903-1919	2011-11	段 纳/段 纳	3	5	是
8	Further results on finite-time consensus of second-order multi-agent systems without velocity measurements/ International Journal of Robust and Nonlinear Control/ Xiaoyang Liu, Michael Z. Q. Chen, Haibo Du, Shaofu Yang	3.856	2016(26): 3170-3182	2016-09	刘小洋/	7	15	是