(1) 项目名称

受限环境下复杂跳变系统分析与控制 (Analysis and Control for Complicated Jumping Systems Subject to Constrainted Envirionments)

(2) 提名单位

华东理工大学

(3) 项目简介

本项目属于控制理论与控制工程研究领域。随着通信技术的发展，数据在网络传输过程中诱发传输时延、信息丢失、带宽竞争等基于网络的不完全信息通信受限问题；由于物理、安全及技术等方面限制，在实际物理系统中，不确定性普遍存在，将导致系统呈现复杂动态行为，从而给性能分析和设计带来本质困难。如何对系统动力学和受限因素进行有效表征，实现复杂动态受限系统建模、性能分析与控制，已成为当前信息科学重大前沿交叉领域亟待解决的共性基础问题。本项目主要针对网络通信、不确定性扰动、非线性动态等三个层面受限因素作用下，面向复杂跳变系统性能分析和控制开展深入研究，取得以下科学发现点：

(1) 创新地提出了网络通信受限下复杂跳变系统分析和控制理论，针对网络化半马尔科夫、异步马尔科夫系统，首次提出了更具普适性的网络诱导因素演化模型，构造网络诱导现象演化分析方法体系，建立不完全信息受限下跳变系统分析、控制方法。提出集中式和分布式事件触发策略，克服了通信资源受限下系统分析的瓶颈问题，完善了网络化跳变系统性能分析相关理论。

(2) 系统地发展了不确定扰动受限下复杂跳变系统鲁班控制策略，考虑广义系统和Markov跳变耦合多重约束，设计充分适应模型特征的模糊随机切换面，揭示了该切换面存在机理，严格分析了对应滑动模态的稳定性和耗散性，分析了其对应的滑动模态的随机均方容许性和切换面随机可达性充分条件，创造性地提出了一种随机模糊滑模控制策略，消除了以往要求局部输入矩阵一致性、系统自身稳定等严苛假设条件，获得了一种鲁棒性较强且易于工程实现的模糊滑模控制策略，有效拓展了滑模控制的理论边界。

(3) 创新地提出了非线性动态受限下复杂跳变系统采样控制方法，采用模糊模型逼近非线性系统，利用Markov随机理论建立一类新的控制输入模型，深刻描述了部分失效、完全失效、卡死、偏置等随机故障的执行器行为模式。融入数据采样性质，构建采样状态、时间依赖Lyapunov函数，引入模糊隶属度函数相关参数减少保守性。揭示了网络丢包特征参数与控制性能的定量关系，攻克了具有通信丢包约束的复杂非线性跳变系统控制难题。应对跟踪控制与扰动抑制目标，建立采样区间依赖的均方指数稳定性判据，得到近空间超声速飞行器最优控制器设计方法。

以上成果的5篇代表性论文均发表于Automatica、IEEE TNNLS、IEEE TAC、IEEE TIE、IEEE TC等控制领域权威期刊，5篇均入选ESI高被引论文。在Web of Science核心数据库中总计被引734次，单篇最高引用245次。5篇代表作得到50位各国院士和IEEE Fellow的正面引用和评价。

成果第一完成人入选国家“万人计划”领军人才、科技部中青年科技创新领军人才、上海市领军人才、上海市优秀学术带头人、上海市曙光学者；第二完成人主持国家自然科学基金优秀青年基金、国防科技等项目；第三完成人主持国家自然科学基金面上基金、国防科技等项目，入选上海市“晨光学者”计划、上海市青年科技英才“扬帆计划”；第四完成人主持国家自然科学基金青年基金。第五完成人主持国家自然科学面上基金及湖北省杰出青年基金等。

(4) 主要完成人情况

1) 严怀成，教授，单位：华东理工大学；

2) 王曰英，教授，单位：上海大学；

3) 李郅辰，副教授，单位：华东理工大学；

4) 王孟，特聘副研究员，单位：华东理工大学；

5) 詹习生，教授，单位：湖北师范大学

(5) 主要完成单位

华东理工大学，上海大学，湖北师范大学

(6) 代表性论文（专著）目录（包括：论文（专著）名称/刊名/作者）

1. **Huaicheng Yan**, Yongxiao Tian, Hongyi Li, Hao Zhang, **Zhichen Li**. Input-output finite-time mean square stabilisation of nonlinear semi-Markovian jump systems. ***Automatica***, Jun 2019, 104: 82-89.
2. **Huaicheng Yan**, Hao Zhang, Fuwen Yang, **Xisheng Zhan**, Chen Peng. Event- triggered asynchronous guaranteed cost control for Markov jump discrete-time neural networks with distributed delay and channel fading. ***IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems***, Aug 2018, 29(8), 3588-3598.
3. **Yueying Wang**, Yuanqing Xia, Hao Shen, Pingfang Zhou. SMC design for robust stabilization of nonlinear markovian jump singular systems. I***EEE Transactions on Automatic Control***, Jan 2018, 63(1): 219-224.
4. **Yueying Wang**, Xixiang Yang, **Huaicheng Yan**. Reliable fuzzy tracking control of near-space hypersonic vehicle using aperiodic measurement information. ***IEEE Transactions on Industrial Electronics***, Dec 2019, 66(12): 9439-9447.
5. **Meng Wang**, Jianbin Qiu, Mohammed Chadli, and Mao Wang. A switched system approach to exponential stabilization of sampled-data t-s fuzzy systems with packet dropouts. ***IEEE Transactions on Cybernetics***, Dec 2016, 46 (12): 3145-3156.