

“非线性系统的分析与设计”专刊 前言

在自然界中,由于扰动、误差及各种人为、环境因素的存在,任何实际生产生活中的系统都在不同程度上具有某种非线性特性,比如飞行器系统、工业生产和电力系统等.然而,大多数关于非线性系统的分析或设计问题很难在线性系统理论的框架下得到圆满解决.因此,近几十年来,非线性系统的分析与设计问题成为控制领域的研究重点.随着科技的高速发展,控制系统变得越来越复杂,其非线性特性越来越强,对控制器的性能要求也越来越高,非线性系统理论受到相当大的挑战.同时,机器人的发展,宇宙飞行器、直升飞机、大型柔性结构的控制,都是非常复杂的非线性系统问题,这就促使非线性系统的分析与设计理论需要得到进一步研究和发展.

在非线性系统的控制研究中,稳定性是一个基本问题.混杂系统理论的研究为非线性系统的镇定和稳定性分析提供了很好的借鉴.作为一类典型的混杂系统,切换系统已经受到了广泛重视.然而,由于其内在复杂的特性,切换系统的研究仍然存在很多挑战性的科学问题尚待解决.此外,由于实际系统不确定或干扰的影响,如何保证非线性系统的稳定性变得更加困难.其中,自适应控制和鲁棒控制是应对不确定性或干扰的有效手段,已广泛应用于航空航天、工业生产、机器人等诸多领域.另外,由于设备或技术要求的内在限制,在操作空间中,大多数系统必须满足一些物理限制或约束.如果系统在运行过程中违背了限制或约束,可能会导致一系列严重后果,如系统的性能下降、系统被损坏等.因此,受限非线性系统控制问题的研究需要得到重视且具有重要实际意义.同时,随着计算机和网络技术在控制系统中的普及,系统各组件之间的通信都是通过网络进行传输,这时,如何在计算和资源受限下保证非线性系统的良好性能也是具有挑战性的问题.目前,非线性系统的控制设计结果在实际中已广泛应用,比如航空航天、工业生产、机器人和电力系统等,然而仍存在很多未解决的难题,尤其针对复杂非线性系统的分析与设计并将理论结果应用于实际系统.本专刊关注非线性系统的分析与设计理论研究进展与应用成果,本期刊发25篇,其中非线性系统的基础理论与算法相关论文17篇,非线性系统理论在智能制造、机器人、航空航天、电气系统等领域的应用相关论文8篇.

在非线性系统的基础理论与算法方面,赖文馨等针对嵌套输入饱和系统的吸引域扩大问题,提出了一种基于系统输出的抗饱和补偿器激发策略,克服了传统抗饱和和激发机制无法直接反映系统性能的缺点.贾付金等讨论了一类具有未知函数和未知控制方向非线性系统的全局渐近稳定问题,所提出的控制方案不仅仅得到了全局渐近稳定控制方案,而且降低了计算的复杂性.王啸等研究了一类存在输入时延的非线性多智能体系统固定时间二分一致性问题,证明了多智能体系统中各智能体的状态可以在固定时间内收敛到模值相同符号相反的两个状态,其收敛时间上界不依赖于各智能体的初始状态.李颖等研究了含有非匹配扰动的非线性变参数系统的跟踪控制问题,提出了一种基于扰动观测器的跟踪控制策略,实现了对扰动的估计,消除了输出通道中非匹配扰动的影响.石义博等针对具有未知动态的连续时间非线性非零和微分博弈系统,提出了一种基于积分强化学习的事件触发自适应动态规划方法.罗文德等提出了一种在随机网络攻击下切换信息物理系统的事件触发控制设计策略.赵宁等建立了拒绝服务攻击下网络化非线性系统的采样数据输出反馈控制设计方法.高芳征等针对一类具有时变输出约束链式非完整系统的预设时间镇定问题,提出了系统状态反馈镇定的非缩放变换设计方案.郭玉祥等研究了任意有界连续信号的Riemann-Liouville分数阶导数估计问题,所提方法的主要优点是在事先未知给定信号分数阶导数上界的情况下,不仅能自适应地估计其Riemann-Liouville分数阶导数,而且当信号中含有随机噪声和不确定扰动时依然能正常工作.

同时,邹文成等针对一类非线性多自主体系统,研究了基于实用脉冲控制的一致性协议设计问题.解永凯等通过自适应事件触发牵制控制方法研究了多时滞随机耦合神经网络的簇同步,在耦合神经网络中,同

一簇中的节点可以与相应的孤立节点保持一致,而不同的簇具有不同的同步状态.齐义文等针对遭受切换冲击和网络数据注入攻击影响的切换线性变参系统,给出了保护网络信息安全传输的抗攻击机制,提出了一种无扰切换控制方法.王冠正等研究了一类随机非线性系统的有限时间 H 无穷控制问题,利用LMI得到系统满足均方有限时间有界的充分条件,进一步设计了有限时间 H 无穷控制器,使系统不仅为均方有限时间有界而且满足相应的 H 无穷性能.陈辉等针对不确定离散时间系统,提出了一种基于离散复合非线性反馈的积分滑模控制策略,并将该算法应用于扰动下的磁盘跟踪问题.王其祥等给出了Caputo分数阶切换线性系统指数稳定的充分条件.刘金钢等针对互协方差信息未知的多传感器系统,提出了一种快速对角阵权系数协方差交叉融合算法.刘乾等针对时滞半Markov切换随机系统,建立了一种基于时变驻留时间条件的不定多重Lyapunov-Razumikhin函数方法,给出了系统输入-状态稳定性和积分输入-状态稳定性判别条件.

关于非线性系统理论在智能制造、机器人、航空航天、电气系统等领域的应用,李庆奎等对近年来产品与供应链协同演进系统变更设计研究所取得的最新进展进行了综述.廖禄伟等针对输电线路附近的树障进行清理问题,提出了一种新型的悬挂伸缩刀具的树障清理空中机器人并进行了仿真和实物验证.刘永超等针对带有输出约束的水面船舶系统,提出了一种自适应神经网络航迹跟踪实际有限时间控制算法.赵西振等针对一类下三角型不确定网络非线性系统,给出了稳定网络系统满足的充分条件,并提出了一种全局鲁棒镇定控制设计方法,可有效解决车辆跟随系统的纵向控制问题.秦华阳等建立了基于扩张状态观测器和反步法的非线性超空泡航行体纵向控制策略.郑诗程等针对Boost变换器的负载电阻扰动和输入电压变化等系统不确定因素对输出电压的影响,提出了一种基于扩张状态观测器的改进滑模控制算法.郭一鸣等针对翼伞-火箭一子级柔性结构系统的控制难题,提出了一种采用固定时间观测器的改进矢量场轨迹跟踪控制方法.徐德来等为了解决时变参考信号下二级倒立摆的起摆和跟踪控制问题,提出了一种基于能量控制与近似输出调节方法的起摆和三阶控制器设计方案.

由于时间关系以及控制理论与多学科交叉融合的特点,专刊发表的论文可能存在不足,代表性也不够全面,敬请谅解.感谢作者分享他们的研究成果,感谢审稿专家对投稿提出的宝贵意见,感谢《控制理论与应用》编辑部对专刊出版给予的大力支持,他们严谨、高效的工作确保了专刊能够和读者及时见面.

龙离军 东北大学

孙振东 山东科技大学