

“量子估计与控制”专刊 前言

量子控制是系统控制领域与量子物理领域的研究热点问题. 一方面, 量子系统估计与控制是现代控制理论由宏观系统向微观系统新的发展; 另一方面, 新世纪以来, 量子信息科学与技术取得了突飞猛进的进展, 并有望成为下一代信息技术的核心. 2016年8月, Google的量子计算研究团队率先完成9位量子比特的量子计算机, 并验证了在某些问题上可以指数加速; 2017年11月, 在IEEE工业峰会上, IBM对外宣布年内可向付费客户开放20位量子计算机, 并且50位量子比特的原型机也研发成功. 我国在量子通讯方面也取得了巨大进展, 并处于商业化阶段. 全长2000余公里的京沪干线量子通信网络已于2017年国庆前夕正式开通, 并通过北京接入点实现与“墨子号”量子卫星的连接, 首次实现洲际量子保密通信. 而作为量子信息的基层支撑, 人们迫切需要发展新的控制技术对量子态进行精准高效的控制, 以及能够在介观乃至宏观系统中制备新的量子结构, 并在一定程度上控制它们的形态及演化. 近年来, 我国学者在该领域取得了许多高水平的成果. 通过理论与方法上研究的突破, 为量子信息处理、量子态的保护、以及量子比特间可控相干耦合等提供了重要技术支撑.

为了进一步推动量子系统控制及其应用的发展, 为从事量子系统估计与控制的广大科技工作者集中搭建一个平台, 在《控制理论与应用》主编、编委和编辑们的大力支持下, 我们组织了“量子估计与控制”专刊, 得到了量子系统控制领域广大专家和学者的密切关注, 来稿涉及量子测量、量子估计、量子控制, 以及量子机器学习等. 经过严格的评审, 最终录用了14篇稿件, 其中研究论文10篇, 前沿综述4篇. 这些来稿反映了国内量子控制领域的最新研究进展和最新成果. 衷心希望这个专刊, 在促进我国量子系统估计与控制等领域的科学研究和技术进步上, 能够产生推动作用.

专刊中, 李春文等针对光纤量子通信网络, 提出了一种基于中继器的量子通信网络路由选择协议方案; 从爽等提出一种基于两步测量的量子态估计方法, 可以对任意量子纯态的估计提供最少的观测次数; 匡森等针对耗散已知的开放量子系统, 通过哈密顿量的设计实现了系统对于目标平衡态的稳定控制; 吴热冰和薛拾贝提出了一类同伦算法来求解量子系统的时间最优控制问题; 张国锋、高庆及其合作者提出了一种量子投影滤波方法, 用于减少量子滤波器的实时计算复杂度; 姜敏等采用团簇态作为量子信道, 研究了4种噪声对远程制备四比特团簇态的影响; 宋洪婷介绍了基于量子互信息与量子Fisher信息矩阵角度的非马尔科夫特性的刻画准则, 并通过两个具体例子, 讨论它们与已有度量之间的关系和层次结构; 刘丽君引入量子弱测量来提高噪声环境下参数估计的精度, 并证明了当退振幅噪声存在时, 该方法可以使得参数估计的精度恢复到海森堡极限; 双丰、高放等利用金刚石中的氮-空位色心量子系统, 通过多种控制形式, 实现朗道-齐纳跃迁过程中的Rabi振荡; 陈春林等针对量子系统中的哈密顿量辨识问题, 结合基于采样的学习控制方法和梯度流算法, 提出了一种基于量子系统分类的量子系统参数辨识方法; 齐波、崔巍等介绍了近年来量子态层析技术新的进展, 并基于超导电路电动力学系统介绍了基于连续弱测量对量子态进行实时估计的贝叶斯方法及其适用情形; 席在荣等综述了5种静电约束制备的石墨烯量子点, 并介绍了自旋轨道相互作用和超精细相互作用对石墨烯量子点中自旋操作的影响; 吴热冰、王晓霆及其合作者系统地综述了量子机器学习的最近研究进展; 张明、戴宏毅等介绍了量子弱值测量的理论描述、物理实现, 以及典型实验应用.

最后, 对《控制理论与应用》编委们和编辑部提供的这次组织“量子估计与控制”专刊的宝贵机会与辛苦工作表示由衷感谢, 对投稿作者的大力支持表示衷心感谢, 也非常感谢投身或关注我国量子系统控制研究的广大读者们!

席在荣 中国科学院数学与系统科学研究院
崔 巍 华南理工大学