

## “机器智能、系统优化与最优决策”专刊

### 前言

2016年3月,谷歌公司开发的计算机程序AlphaGo(初弈号)在韩国首都首尔挑战当今世界顶级棋手——韩国职业九段李世石(Lee Sedol),并最终取得4胜1负的令世界震惊战绩.这标志着人工智能方法已经能够在复杂的棋类博弈游戏中达到匹敌、甚至超越人类的水平.其基本原理是将具有“感知”能力的深度学习(deep learning)和具有“决策”能力的强化学习(reinforcement learning)紧密结合,构成深度强化学习(deep reinforcement learning)算法,并与蒙特卡罗树搜索结合.它极大地减少了目标优化过程的计算量,提升了对棋局估计的准确度.

初弈号的成功是人工智能研究的一个重要里程碑.其处理问题的方式方法对解决系统优化与最优决策等领域的重要问题,如大规模系统输入/输出变量选择等,具有极高的借鉴价值,并有可能为控制理论与应用等的研究提示新方向.谷歌公司的研究机构目前正将这种方法推广应用到视频游戏、自动驾驶、机器人、智能医疗等领域.一个不争的事实是,虽然人工智能只是人类精心设计的算法程序,但它的成功并非设计者所能完全预测.

在人工智能领域,以谷歌公司为代表的国外研究机构已处于绝对领先的地位.其前瞻的理论研究、广泛的工程应用以及潜在的军事扩展等,都非常可能进一步扩大其在多个领域的技术优势.我们亟需更加深入和广泛地借鉴人工智能的研究思想和方法,开展系统优化、最优决策、控制器设计等领域的基础理论和算法研究,以及面向各种载体或任务的、软硬件相结合的应用探索.

为此,《控制理论与应用》于2016年4月决定组织专刊,研讨先进人工智能方法的特点及典型系统优化与控制中的关键课题.

倡议得到了广大研究人员的积极响应.除特邀论文外,编辑部收到了23篇拟投稿论文的摘要.经客座编辑认真讨论,决定邀请包括特邀论文在内的20篇论文投稿.经同行审议、作者修改后,最终录用14篇论文在本专刊发表.其中包括综述与评论3篇,论文10篇,短文1篇.这些论文分别从初弈号的原理、电力系统优化、军用信息系统智能化、工业过程运行优化、无人船网络优化等多个侧面探讨了各种机器学习方法在系统优化与控制中的应用.

刘吉臻等的“新能源电力系统控制与优化”,围绕电源效应、电网响应、负荷响应等因素,从电网友好型发电控制、适应高比例新能源电力消纳的电网调度控制等方面综合阐述了新能源电力系统局部与全局控制中存在的科学问题.郭圣明等的“军用信息系统智能化的挑战与趋势”,分析了以“深绿”计划为代表的指挥信息系统智能化发展现状和不足,并提出需要重点突破的智能认知关键技术.苏剑波等的“从AlphaGo到BetaGo”,从任务可完成性、抗干扰、美感评价等角度出发,对初弈号的原理、缺陷及可能的发展方向进行了论述.李金娜等的“基于Q学习方法的工业过程运行优化控制”研究如何利用学习算法和运行数据,对工业过程进行运行优化.薛磊、王庆领、孙长银的“博弈论框架下的二阶多智能体系统领导者选择算法”,利用超模博弈研究了两类领导者选择问题的建模.朱圆恒和赵冬斌的“概率近似正确的强化学习算法解决连续状态空间控制问题”,探讨了基于概率近似正确原理实现有限时长内的近似最优策略的在线学习.高俊龙等的“基于一型模糊规则自主构建二型TSK神经模糊系统方法设计”,利用自适应学习研究了区间二型TSK神经模糊系统的自主构建.陶金等的“翼伞系统在较大风场中的归航控制”,基于粒子群优化和自抗扰等方法,探索了翼伞系统的归航控制.崔亚妮等的“多无人船通信网络拓扑优化控制算法”,利用粒子群优化方法探讨了如何优化多无人船通信网络的拓扑结构.殷林飞、郑宝敏、余涛的“人工情感Q学习的互联电网自动发电控制算法”,在互联电网的自动发电控制中,有机地结合了人工心理学和机器学习.陈晓科等的“低成本微电网轻量化在线超短期光伏功率预测算法设计”中,

采用了核函数极限学习等方法. 赵晓月等的“强干扰环境下高炉雷达信号机器学习算法”, 基于模态分解、决策树等方法, 探讨了对FMCW((frequency modulated continuous wave) 雷达系统的频域波形进行分类学习和优化. 苏晓莉、尹怡欣、张森的“高炉透气性指数的改进多层超限学习机预测模型”, 对偏最小二乘方法和多层超限学习机的有机结合进行了有益的尝试. 刘知青和吴修竹的“解读AlphaGo背后的人工智能技术”, 介绍了初弈号所采用的复杂的网络构造, 并分析了不同网络的特点.

值此专刊定稿之际, 再度传来初弈号的升级版Master(大师号)的惊人战果. 在2016年岁末和2017年年初的短短一周左右时间内, 在非正式的快棋赛中, 大师号以60连胜的不败成绩和绝对优势战胜了包括古力、柯洁等在内的多位现役世界围棋冠军, 以及包括聂卫平、常昊等在内的多位世界纹枰元老<sup>1</sup>. 谷歌公司对初弈号的技术改进速度, 实为令人惊叹. 同时, 谷歌公司在其2016年度报告的概要中宣布, 已成功地将初弈号的技术应用于制冷系统管理, 在建筑节能中取得了突出效果<sup>2</sup>.

正如手谈棋圣聂卫平所指出的, “大师号改变了我们传统的厚薄理念, 颠覆了多年的定式”<sup>3</sup>. 衷心希望这个专刊, 在促进我国系统控制与优化等领域的科学研究和技术进步上, 能够产生推动作用.

专刊客座编委(姓氏笔划序)

王成红 国家自然科学基金会信息科学部

孙长银 东南大学

苏剑波 上海交通大学

周 彤 清华大学

赵冬斌 中国科学院自动化研究所

胡跃明 华南理工大学

<sup>1</sup>北京青年报, 2017.01.06.

<sup>2</sup><https://deepmind.com/blog/deepmind-round-up-2016/>

<sup>3</sup>任仁, 知社学术圈, 2017.01.05.