

“人工智能驱动的过程工业自动化与智能化”专刊

前言

冶金、化工、炼油、电力、造纸、建材等大批量连续生产的过程工业(process industry, 也称流程工业)是我国国民经济建设的重要支柱. 工业自动化作为过程工业不可缺少的组成部分, 一直是实现生产安全、平稳、优质、高效的基本条件和重要保证. 近年来, 随着人工智能技术的飞速发展, 以机器学习、工业大数据、工业互联网、数字孪生等为代表的新兴信息技术正深刻改变传统过程工业自动化的感知、分析、决策和执行过程, 并正在向工业智能化迈进. 在可预见的未来, 在人工智能技术的驱动下, 工业自动化的信息系统将能够认知和理解过程工业的物理系统, 并实现建模、监测、控制、优化、决策的知识型工作自动化; 而物理系统的执行单元将逐渐与人共融, 最终实现人、机、物的有机融合, 也即实现工业智能.

本专刊聚焦人工智能驱动的过程工业自动化与智能化的最新理论与应用成果, 旨在为研究人员提供一个展示工业自动化与智能化新成果的平台. 专刊共收到有效投稿68篇, 通过编辑部预审、同行专家初审和复审、主编终审等严格评审流程, 最终录用21篇研究论文. 内容涉及人工智能驱动的过程工业建模、监测、控制与优化等多个方面, 其中: 人工智能驱动的过程工业建模论文11篇, 人工智能驱动的过程工业控制与优化论文6篇, 人工智能驱动的过程工业图像分析与处理、知识图谱构建等论文4篇. 具体而言, 这些论文的主要贡献如下:

1) 在人工智能驱动的过程工业建模理论方法方面, 浙江大学陆思洁、邵传厚等针对最优超球体支持向量机缺乏可解释性和透明性的问题, 提出一种集成数据挖掘知识的可解释最优超球体支持向量机算法; 西安科技大学张昭昭等针对传统回声状态网络难以有效应对高阶非线性复杂建模问题, 提出双储层结构误差补偿回声状态网络建模算法; 太原理工大学霍海丹、阎高伟等提出基于超图正则化的域适应多工况预测建模框架, 提高了模型的精度和泛化性能. 此外, 沈阳航空航天大学于洋等针对在线鲁棒随机神经网络计算中的矩阵不适定问题, 提出奇异值分解下的在线鲁棒正则化随机网络算法; 上海交通大学牟天昊、李少远等针对在过程工业预测中知识构建与知识挖掘成本高的问题, 提出一种基于知识协同进化的增强图卷积网络预测建模方法.

2) 在具体的复杂工业过程智能建模方面, 大连理工大学金锋、赵珺等提出一种基于知识蒸馏的高炉煤气系统建模方法, 为后续能源系统优化调度提供有力支撑. 针对类似的复杂冶金过程建模问题, 东北大学周平等提出基于稀疏表示剪枝集成建模的烧结终点位置智能预测方法, 中南大学方怡静、蒋朝辉、桂卫华等提出基于工况知识引导注意力时间卷积网络的烧结终点位置预测方法, 均取得了较好的应用效果. 此外, 江西理工大学张水平等提出基于多任务学习与多目标优化的稀土萃取过程多维度软测量建模方法, 华侨大学宋江婷、金福江等提出基于多组分透射光线性空间核学习的组分浓度建模方法, 浙江大学王一航、赵春晖等提出面向锂电池少量循环的二维支持域直推式健康状态预测方法, 实现了锂电池充放电历史初期及再生点的较好预测.

3) 在人工智能驱动的过程工业控制与优化方面, 北京工业大学孙剑、乔俊飞等针对固废焚烧过程的强非线性和强不确定性问题, 提出数据驱动的城市固废焚烧过程烟气含氧量智能预测控制方法; 上海大学孙小明、彭晨等针对复杂工况下选择性催化还原系统难以实现精确脱硝控制的问题, 提出基于迁移强化学习的智能控制方法, 实现了复杂工况下燃煤机组NO_x排放量的有效控制. 此外, 华中科技大学胡振涛等针对多技能项目调度存在的组合爆炸问题, 提出基于强化学习的多技能项目调度优化算法; 昆明理工大学胡蓉等针对绿

色分布式可重入作业车间调度问题,提出融入概率学习的混合差分进化优化算法;桂林电子科技大学张怀权等提出考虑不确定生产因素的表面组装生产线负载平衡优化模型及求解方法;大连理工大学周帆、赵珺、王伟等针对综合能源系统的配置优化问题,提出一种考虑源-网-荷多元不确定性的综合能源系统多目标-机会约束规划方法,取得较好应用效果.

4) 在人工智能驱动的过程工业图像分析与处理、知识图谱构建等方面,湖南科技大学卢明与中南大学谢永芳等针对多元图像分析会丢失像素间空间关联关系的问题,提出基于图像纹理特征的多元图像构造方法,在钢铁工业硅钢条无损检测中取得较好效果;昆明理工大学张大锦等针对边缘模糊且方向多变烟尘在特征提取中边缘方向细节信息提取困难、分割不准确的问题,提出频域多方向C-UNet及动态损失的工业烟尘图像分割方法.此外,黑龙江大学于爽等采用D-S证据理论对传感器给出的基本概率赋值的不确定性进行量化分析,提出了基于改进归一化投影方法的投影不确定性广义度量方法;广东工业大学葛睿夫等将专家知识采用知识图谱进行表示,提出面向注塑产品缺陷的知识图谱构建方法,取得了较好效果.

作为客座编辑,我们希望本期专刊的论文集能够反映工业自动化与智能化的一些热点问题和前沿工作进展,从而促进该领域的学术交流与研讨.最后,感谢作者们分享研究成果,感谢审稿专家们对审稿工作的支持以及提出的宝贵意见,也特别感谢《控制理论与应用》对本专刊给予的鼎力支持和帮助.

周 平 东北大学
蒋朝辉 中南大学
钟伟民 华东理工大学
那 靖 昆明理工大学
李明杰 太原科技大学