

基于蒙特卡洛树搜索的集装箱船舶配载问题研究

摘 要

随着集装箱运输业船舶大型化、码头现代化、生产标准化、管理精细化和服务柔性化发展,码头的生产运营与管理计划也日趋信息化、智能化。集装箱船舶配载作为装船业务的核心环节,直接影响码头生产作业效率,而配载计划的制定难度大、技术含量高,使得以配载员个人经验为主的人工配载模式成为现有集装箱码头配载作业的瓶颈。因此,如何制定科学合理的配载计划成为码头迫切需要解决的问题。

集装箱船舶配载计划具有多目标性、不确定性和复杂性等特点,是当前专家学者的研究热点问题之一,而目前预配问题研究较为成熟,鲜有码头的实际配载研究。因此,以码头实际配载为切入点,综合考虑船方预配要求和码头方的实际作业工艺,合理决策堆场待配载集装箱的船舶积载位置和配载顺序,对码头资源的合理配置和作业环节的有序衔接具有重要意义。

针对上述问题,本文首先以实际作业过程中的堆场翻箱、场桥小车跨箱和大车移机、船贝跨区压箱、船箱位吨差为决策因素,依据实际配载原则和约束,建立了船舱贝内配载的多目标组合优化模型。其次,设计了蒙特卡洛树搜索算法(MCTS),针对搜索树的生成,设计了扩展、选择、剪枝、模拟、回溯五大算法步骤,并相应嵌入选择策略、扩展策略、剪枝策略、配载模拟策略、回溯策略。此外,算法在搜索方法上采用了快速决策估值(RAVE)策略,该策略综合了树图置信评估(UCT)和历史启发方法(AMAF)的特点,以优化算法搜索方向;利用轮盘赌设计配载模拟策略保证算法的采样随机性;利用嵌套树策略(NMCS)提升算法搜索效率。最后,以上海港某码头的集装箱船舶配载为研究实例,进行求解,先对结果进行正确性分析,然后对所设计的MCTS-RAVE算法的参数选择、收敛性、计算时间、鲁棒性等进行分析,结果证明了模型的正确性,算法的有效性与适用性,该方法能够有效、合理地解决集装箱船舶贝内配载的关键决策问题。

本文首次尝试将MCTS方法应用于码头实际配载计划的制定,文中相关研究方法和思路不仅在集装箱码头生产计划调度上具有一定的实际应用价值,而且对同类问题的研究提供了理论借鉴意义。

关键词: 集装箱码头, 船舶配载, 蒙特卡洛树搜索算法(MCTS)