

컨테이너 크레인 일정계획의 최적화 및 발견적 해법

An optimizing and a heuristic algorithm for scheduling operations of container cranes

박영만* · 김갑환*

* 부산대학교 산업공학과

Abstract

컨테이너 터미널에서의 생산성은 본선작업운영과 밀접한 연관성이 있다. 즉, 선박에 대한 양하작업과 선적작업을 효율적으로 수행하는 것이 터미널의 생산성을 높이는데 결정적인 역할을 하게 된다. 따라서 세계의 주요 항만들에서는 효율적인 양하작업과 적하작업을 수행하기 위한 연구가 수행되고 있다. 효율적인 운영을 위한 첫 번째 단계가 선석에서 컨테이너를 취급하는 장비인 컨테이너 크레인(Container Crane- CC-, 크레인)에 대한 작업계획 및 운영이다. 따라서 크레인의 일정계획에 관한 연구가 무엇보다도 선행되어야 한다.

크레인 일정계획은 선박의 접안시간과 양하작업물량 및 적하작업물량이 주어졌을 때, 크레인의 가용시간을 고려하여 효율적인 크레인 작업 일정계획을 수립하는 것이다. 크레인 일정계획 수립의 최종적인 목적은 선박의 접안시간을 줄이고자 하는데 있다. 즉, 터미널에 접안하는 선박에 대하여 가용한 크레인을 이용하여 선박의 안정성, 선박 제원, 양하작업의 특성, 장치장의 장치현황, 크레인간의 간섭발생등을 고려하여 선박의 작업을 최대한 빨리 수행하는 크레인 작업일정계획을 수립하는 것이다.

크레인의 일정계획문제는 다음과 같은 특징이 있다. 일반적으로 터미널에서는 선적작업 및 양하작업을 수행하기 위하여 2대내지 4대의 크레인이 동시에 작업을 수행하고 있다. 이러한 경우는 일정계획 분야에서 동일한 기능을 가진 m 대의 기계가 동시에 작업을 수행하는 경우와 일치하므로 m Parallel Machine 일정계획 문제의 한 형태라 할 수 있다. 또한 양하작업 및 적하작업을 수행하는 경우 여러 가지 고려해야 할 사항이 있다. 즉, 양하작업의 경우에는 동일한 작업위치에서는 Deck의 작업을 먼저 수행하고 Hold의 작업을 수행하여야 하며 적하작업의 경우에는 반대로 Hold의 작업을 먼저 수행하고

Deck의 작업을 수행하여야 한다. 이처럼 크레인 일정계획문제는 일반적인 일정계획 문제에서 작업대상들간의 선후행 관계가 있는 경우이다. 크레인 일정계획의 목적함수는 작업완료시간을 최소화하는 것이다. 또한 작업을 수행하는 장비인 크레인이 이동하면서 작업을 수행함으로써 각 장비간에는 간섭현상이 발생하지 않도록 해야 한다. 따라서 크레인 일정계획 문제는 작업의 선후행 관계가 존재하며, 기계간의 간섭이 있는 m 대의 Parallel Machine의 최대 작업 완료시간 최소화 문제로 볼 수 있다.

본 연구에서는 실제현장에 존재하는 다양한 제약조건을 고려하여 혼합정수계획법 모델을 개발하였다. 개발된 수리적 모델을 대상으로 동적계획법의 특성을 이용한 분지한계법을 사용하여 최적의 컨테이너 크레인 일정계획을 수립 할 수 있는 방법을 제시하였다. 또한 최적해를 구하는데 있어서 시간적인 문제를 극복하기 위하여 빠른 시간에 최적에 가까운 해를 찾아주는 탐색 기법인 GRASP (Greedy Randomized Adaptive Search Procedure)을 사용하여 실제 현장에서 적용 가능한 컨테이너 크레인 일정계획 기법을 개발하였다. GRASP기법의 해와 최적해를 서로 비교하여 성능을 평가하였다. 평가결과 개발된 GRASP기법은 최적해에 가까운 해를 보여주었으며, 실제 현장 전문가의 결과와 비교했을 때 비슷하거나 더 나은 결과를 얻을 수 있었다.

크레인 일정계획은 터미널의 자동화 및 생산성을 향상시키는데 있어 필수적이면서 핵심적인 분야이다. 개발된 기술은 새로 개발되는 항만 뿐만 아니라 기존의 컨테이너 터미널에서도 많은 부분 적용될 수 있다고 생각된다.