

# 작업 영역 구분을 이용한 컨테이너 터미널의 장치장 운영 전략

안은영\* · 박태진\*\* · † 류광렬\*\*\*

\*,\*\* 부산대학교 컴퓨터 공학과 대학원, \*\*\*부산대학교 컴퓨터 공학과 교수

## Division of Work Regions for Operating the Yard in a Container Terminal

Eun Yeong Ahn\* · Taejin Park\*\* · † Kwang Ryel Ryu\*\*\*

\*,\*\*,\*\*\*Department of Computer Engineering, Pusan national University, Busan 609-735, Korea

**요 약** : 본 논문은 교행이 불가능한 두 대의 크레인이 설치된 수직 배치 장치장을 위한 크레인 작업 영역 구분 운영 방안을 제안한다. 일반적으로 수직 배치 장치장의 경우 블록의 양 끝단에서 차량에 컨테이너를 싣거나 내리며, 각 크레인은 교행이 불가능하기 때문에 각각 해측, 육측의 작업을 전담하여 처리한다. 이러한 상황에서 크레인이 차량으로부터 멀리 떨어진 컨테이너를 빈번하게 처리하게 되면, 크레인의 긴 이동 거리와 상대 크레인과의 간섭으로 인해 작업 효율이 떨어지게 된다. 이에 본 논문에서는 블록을 각 크레인의 전용 영역과 공유 영역으로 구분하고 상대방의 전용 작업 영역에 있는 컨테이너의 경우 상대 크레인이 공유 영역으로 옮긴 후 처리하게 함으로써, 크레인의 이동거리와 간섭을 최소화할 수 있도록 하였다. 시뮬레이션 시스템을 이용한 실험을 통해, 제안 방안이 작업 영역을 구분하지 않는 기존 방안에 비해 터미널의 생산성을 크게 향상시킬 수 있음을 확인하였다.

**핵심용어** : 자동화 컨테이너 터미널; 장치장 크레인; 작업 영역 구분

**ABSTRACT** : This paper propose a heuristic method that divides the block into some work regions to operate stacking cranes efficiently in a automated container terminal where the blocks with non-crossing stacking cranes(SC) are laid out in perpendicular to the quay. Typically, hand over between SCs and trucks occur at each side of the blocks, and each of the landside and seaside SCs is responsible for the jobs that occur at its own side. When a container to be fetched is located far from hand over point, the SC should move a long distance and the interference between the two cranes can occur, which decreases the productivity of the SCs. Therefore, our method divides the block into two exclusive and one shared regions and let the containers located far from their hand over points to be transferred to the shared region by the other side crane before they are carried out. Although simple this method can reduce the crane movement and the interference between the two cranes. Simulation experiment shows that our proposed method significantly improves the productivity of the container terminal than previous heuristic that does not divide work regions.

**KEY WORDS** : an automated container terminal; stacking cranes; division of work regions

### 1. 서 론

컨테이너 터미널은 선박이 정박하는 안벽과 컨테이너를 임시로 저장해 두는 장치장으로 구성되어 있다. 해측에는 안벽 크레

인(Quay Crane; QC)이 선박으로부터 컨테이너를 싣거나 내리는 작업을 담당하고, 육측에는 장치장 크레인이 장치장에 컨테이너를 싣거나 꺼내는 작업을 담당한다. 장치장은 컨테이너를 쌓아두는 단위인 여러 개의 블록으로 구성되어 있고, 각 블록은 안벽에 수직으로 뻗어 있다. 안벽과 장치장 사이에는 내부 트럭(Yard Tractor; YT)이 컨테이너를 운반하는 작업을 담당한다. 컨테이너 터미널의 생산성 향상을 위해서는 안벽 크레인이 지연 없이 작업을 처리 하는 것이 가장 중요하다. QC의 작

† 교신저자: 류광렬(중신회원), krryu@pusan.ac.kr 051)510-2453

\* 정회원, tinyahn@pusan.ac.kr 051)510-3531

\*\* 정회원, zeus77@gmail.com 051)510-3531

업이 지연되지 않기 위해서는 장치장에서 컨테이너를 꺼내고 놓는 작업을 신속히 처리 해 주어야 한다. 본 논문에서는 장치장 크레인의 생산성을 향상시키기 위하여 작업 영역을 구분하여 크레인을 운영하는 방안을 제시한다.

## 2. 블록의 작업 영역 구분 운영 전략

본 장에서는 각 크레인의 전용 영역과 공유 영역으로 구분하고 상대방의 전용 작업 영역에 있는 컨테이너의 경우 상대 크레인이 공유 영역으로 옮긴 후 처리하도록 하는 방안을 제안한다. 블록에 적재된 컨테이너를 이후 작업을 위하여 블록 내 다른 위치로 옮기는 작업을 리포지셔닝이라 일컫는다.

각 블록은 Fig. 3과 같이 해측 크레인 전용 영역(ES), 육측 크레인 전용 영역(EL) 과 공유 영역(S)으로 구분된다. 기본적으로 해측 크레인은 ES와 S 영역의 작업들을 육측 크레인은 EL과 S 영역의 작업들을 전담하여 처리하고 다음과 같이 수행중인 작업을 마친 크레인 C에 작업을 할당한다. (1) 요청된 작업  $\Pi$  중에서 C가 수행할 수 있는 작업들을 필터링 한다. C가 해측 크레인이라면, 대상 작업  $\Pi_S$ 는  $\Pi$ 의 작업 중 양하 작업, 대상 컨테이너가 ES와 S 영역에 위치한 적하 작업, 대상 컨테이너가 ES 영역에 있는 반출 작업을 포함한다. C가 육측 크레인이라면, 대상 작업  $\Pi_L$ 는  $\Pi$ 의 작업 중 반입 작업, 대상 컨테이너가 EL 또는 S 영역에 위치한 반출작업, 대상 컨테이너가 EL 영역에 위치한 적하 작업을 포함한다. (2) 해당  $\Pi$ 에 속한 작업 중 트럭 도착 시각 또는 예상 시각이 빠른 작업 J를 선택한다. (3) J가 EL 영역에 위치한 적하 작업이거나 ES 영역에 위치한 양하 작업이면, 컨테이너를 S 영역으로 이동시키는 리포지셔닝 작업을 생성하고 J를 업데이트 한다. (4) J가 적하, 반출 또는 리포지셔닝 작업이라면 재취급 작업이 필요한지 확인한다. 재취급 작업이 있다면, 재취급 작업을 J로 업데이트한다. (4) J가 반입, 양하, 재취급 또는 리포지셔닝 작업이라면 컨테이너가 적재될 위치를 결정한다.

이 방안은 HP에서 멀리 위치한 반출 또는 적하 컨테이너가 상대 크레인에 의해 S 영역으로 이동됨으로써 반출 또는 적하 작업 시 크레인의 이동거리와 크레인 간의 간섭을 최소화 할 수 있다. 또한, 반입 또는 양하 된 컨테이너가 HP에 가까운 곳에 적재 되도록 함으로서 크레인의 성능을 크게 향상 시킬 수 있다. 하지만, 이 방안이 장기간 지속되면 몇 가지의 문제점이 발생할 수 있다. 첫째, 반입, 양하 컨테이너를 ES와 EL영역에만 적재하므로 장치 공간이 부족해 질 수 있고, 둘째 ES과 EL 영역에 적재된 컨테이너가 반출 또는 적하될 시점에 상당 수의 리포지셔닝 작업이 필요로 하게 될 것이다. 따라서 크레인의 유휴 시간을 활용하여 짧은 시간 내에 수행될 작업이 아니라도 ES와 EL 영역의 컨테이너를 S영역에 이동하고, 반출과 적하시 크레인의 이동거리를 좀 더 줄이기 위하여 S영역의 컨테이

너를 ES와 EL 영역으로 이동하는 작업이 필요하다. 앞선 리포지셔닝과 구분 짓기 위하여 이러한 리포지셔닝을 선택적 리포지셔닝이라고 하고 앞서 언급한 리포지셔닝을 필수적 리포지셔닝이라고 일컫는다.

앞서 언급한 작업 할당 방안으로 크레인 C에 할당될 작업이 없으면 해당 크레인이 수행할 수 있는 선택적 리포지셔닝 작업 생성하여 크레인에 할당한다. C가 해측 크레인이라면, 선택적 리포지셔닝 대상 작업 집합은 ES에 위치한 반출 컨테이너를 S 영역으로 이동시키는 리포지셔닝 작업 그리고 S 영역에 위치한 컨테이너 중 현재 또는 다음 선박에 적하될 작업들을 ES 영역으로 이동시키는 작업을 포함한다. C가 육측 크레인이라면, 선택적 리포지셔닝 대상 작업 집합은 EL에 위치한 적하될 컨테이너를 S 영역으로 S 영역에 위치한 반출될 컨테이너를 EL 영역으로 이동하는 리포지셔닝 작업들을 포함한다. 선택적 리포지셔닝 대상 작업 집합이 생성되면 현재 크레인의 위치와 가까이 위치한 컨테이너에 대한 리포지셔닝 작업을 C에 할당한다. 이 방안은 리포지셔닝 동안 크레인의 이동시간을 최소화 할 수 있다.

## 3. 실험 결과

Fig. 1은 본 논문의 제안 방안을 적용하지 않은 것(NR)과 적용한 결과(R)를 비교한 것이다. R 뒤의 수치는 각 전용 영역의 크기를 배로 나타낸 것이다. 전반적으로 작업 영역을 구분한 방식이 기존 방식에 비하여 좋은 성능을 나타내었다. 크레인의 전용 영역이 8개의 배로 설정되었을 때는 HP와 컨테이너 사이의 거리는 좁혀 졌지만 상대적으로 많은 재취급이 발생하여 큰 성능 향상을 나타내지 못했다. 반면 전용 영역이 12개의 배 또는 그 이상으로 설정되었을 때는 컨테이너와 HP 사이의 거리가 멀어져 좋은 성능을 나타내지 못했다. 크레인의 작업 전용 영역이 각각 10개의 배로 설정되었을 때는 이러한 트레이드 오프를 적절히 조절하여 가장 좋은 성능을 보였다.

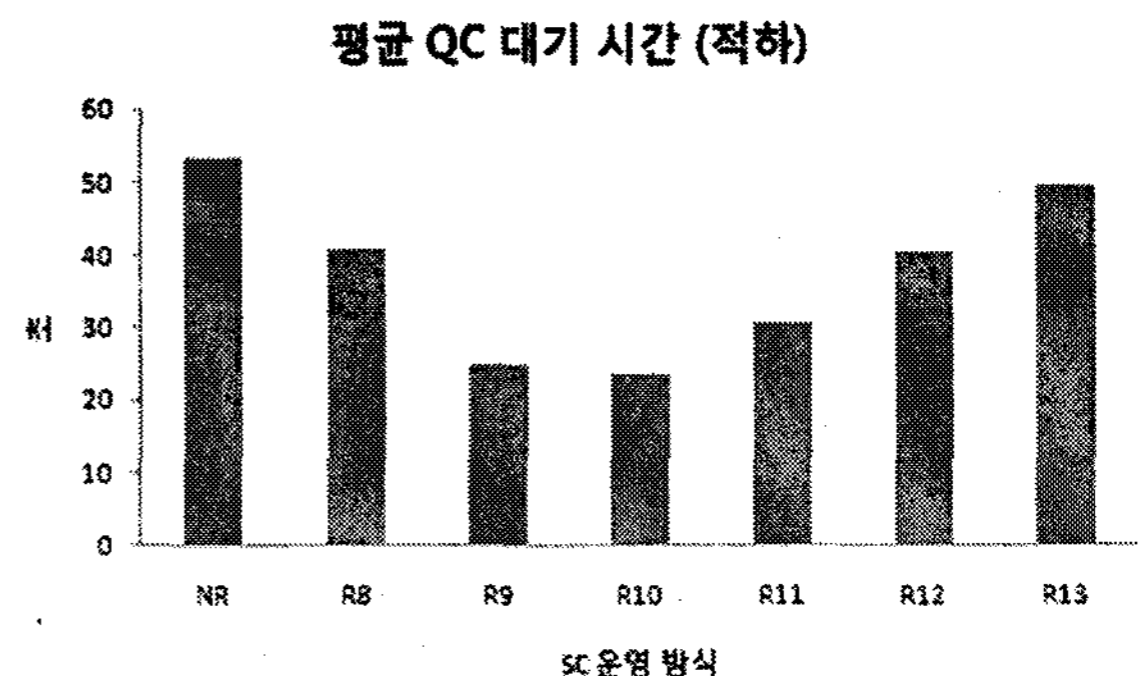


Fig. 1 The average QC waiting time for a loading job