

제한된 유희시간을 고려한 자동화 컨테이너 터미널의 재정돈 컨테이너 선택 방안

김지은* · 박기역** · 박태진*** · † 류광렬****

*,**,*** 부산대학교 컴퓨터공학과, **** 부산대학교 컴퓨터공학과 교수

요 약 : 자동화 컨테이너 터미널의 장치장 재정돈이란 장치장의 컨테이너를 장치장 크레인의 유희 시간을 이용해 적하 작업 효율을 높일 수 있는 위치로 재배치하는 작업을 의미한다. 이때 재정돈에 사용할 수 있는 크레인의 유희시간이 제한적이므로, 본 논문에서는 전체 컨테이너 중 일부를 재정돈 대상 컨테이너로 선택하여 재정돈 계획을 수립하는 방안을 제안한다. 재정돈 컨테이너 선택 시 사용된 선택 기준과 한 번에 선택하는 컨테이너의 범위에 따라 네 가지 재정돈 대상 컨테이너 선택 방안을 제시하였으며, 선택된 재정돈 컨테이너를 대상으로 휴리스틱 알고리즘을 이용해 크레인의 작업 계획을 수립하였다. 시뮬레이션 시스템을 이용한 실험 결과 유희 시간이 제한되어 있는 경우 재정돈 대상 컨테이너를 선택 후 재정돈 계획을 수립하는 방안이 전체 컨테이너를 대상으로 재정돈 계획을 수립 후 주어진 유희시간 동안 해당 계획에 따라 재정돈을 수행하는 방안보다 더 좋은 적하 작업 효율을 보임을 확인하였다.

핵심용어 : 자동화 컨테이너 터미널, 장치장, 크레인, 재정돈, 유희 시간

1. 서 론

컨테이너 터미널에서의 장치장 재정돈(remarshalling)이란, 장치장 크레인의 유희시간을 이용하여 컨테이너를 적하 작업 시 유리한 자리로 옮기는 작업을 의미한다. 본 논문에서는 수직형 자동화 컨테이너 터미널에서 재정돈에 주어지는 크레인의 유희 시간이 제한적일 때, 전체 적하 컨테이너 중 재정돈 될 컨테이너를 선택한 후 선택된 컨테이너를 대상으로 재정돈 계획을 수립하는 방안을 제안한다. 시뮬레이션 실험을 통하여 본 논문에서 제안한 방안이 적하 효율에 좋은 성능을 보임을 확인하였다.

2. 컨테이너 터미널 구조 및 작업 흐름

자동화 컨테이너 터미널은 크게 안벽, 장치장, 게이트, 세 영역으로 나뉜다. 장치장에서 안벽 크레인까지 또는 안벽 크레인이 장치장까지 컨테이너를 나르는 작업은 내부 트럭 또는 AGV(Automated Guided Vehicle)가 수행한다. 크레인과 트럭 등 각 장비들이 컨테이너를 주고받는 장소를 HP(Hand-over Point)라고 한다. 컨테이너 터미널에는 크게 적하, 양하, 반입, 반출 네 개의 작업이 있으며, 이외에 재취급과 재정돈 작업이 존재한다. 장치장 블록이 안벽에 수직하게 배열되어 있고, 블록의 양 끝에 HP가 존재 할 경우, 적하 작업 시 재취급 작업 크레인의 긴 거리 이동과 크레인 사이의 간섭을 피하기 위해 장치장 크레인의 유희 시간을 이용한 재정돈 작업이 필요하다.

† 교신저자 : 종신회원, krryu@pusan.ac.kr 051)510-2453

* 정회원, jieun@pusan.ac.kr, 051)570-3531

** 정회원, nerissa79@pusan.ac.kr, 051) 510-3531

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

3. 재정돈 계획

3.1 컨테이너 선택

본 논문에서는 본 논문에서는 적하 작업 계획은 재정돈이 시행되는 시점에 이미 결정되어 있다고 가정하고, 컨테이너의 예상 적하 작업 지연 시간 $delay$ 를 식 (1)과 같이 계산한다.

$$delay_i = (due-time_{i-1} + operation_i) - due-time_i \quad (1)$$

$due-time_i$ 은 해측 HP에서 컨테이너 C_i 를 실은 내부 트럭이 출발해야 하는 시간이며, $operation_i$ 는 C_i 가 적하 될 때, 현재 위치에서 내부 트럭에 실리는데 걸리는 시간이다. 본 논문에서 제안한 재정돈 컨테이너를 선택하는 방법은 기준과 단위에 따라 4가지로 나뉘며, 모든 방법이 식 (2)를 만족한다.

$$\sum_i^n Remarshall Time_i \leq Idle Time \quad (2)$$

$Idle Time$ 은 주어진 재정돈 가능 시간, n 은 선택된 재정돈 컨테이너의 개수, $Remarshall Time_i$ 는 컨테이너를 재정돈하는데 소요되는 시간이다.

1) Sum-S

스택 단위로 재정돈 컨테이너를 선택하며, 스택의 선택 기준은 식 (3)의 값이 큰 스택부터 선택하며, n_j 는 스택 j 에 쌓여있는 적하 컨테이너의 개수를 의미한다.

$$\sum_{C_i \in Stack_j}^{n_j} delay_i \quad (3)$$

2) Avg-S

스택 단위로 재정돈 컨테이너를 선택하며, 식 (4)의 값이 가장 큰 스택부터 선택의 기준으로 한다.

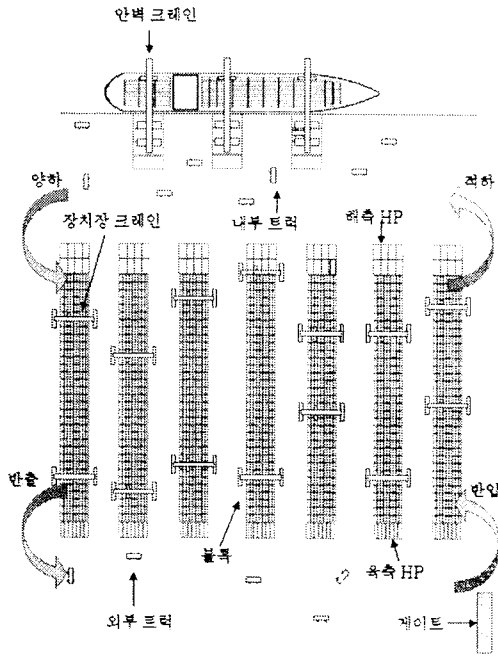


Fig. 1 View of Automated Container Terminal

$$\frac{\sum_{C_i \in Stack_j}^{n_j} delay_i}{n_j} \quad (4)$$

3) Max-S

식 (4)의 결과값을 기준으로 $delay_i$ 값이 가장 큰 스택부터 스택 내 모든 적하 컨테이너를 재정돈 컨테이너로 선택한다.

$$\max_{C_i \in stack_j} (delay_i) \quad (5)$$

4) Max-C

이 방안은 식 (5)의 값으로 스택을 먼저 선택한 후, 스택 내의 가장 큰 $delay_i$ 값을 가지는 컨테이너와 컨테이너 위에 쌓여 있는 적하 컨테이너만 재정돈 컨테이너로 선택한다.

3.2 재정돈 순서 및 재정돈 위치 결정

스택의 제일 위에 쌓인 재정돈 컨테이너부터 먼저 재정돈하며, 스택들 간에는 적하 시간이 빠른 컨테이너부터 재정돈한다. 재정돈 컨테이너의 재정돈 후의 위치를 결정하기 전에 재정돈 컨테이너의 후보 목표 스택을 결정하여, 다른 안벽 크레인에 의해 적하되는 컨테이너는 같은 스택에 쌓지 않음으로써 잠재적인 재취급 작업의 발생을 막는다.

4. 실 험

적하 될 컨테이너 1000개가 7개의 블록에 서로 다르게 나누어져 있는 10가지 상황에 대해 시뮬레이션 실험을 하며, 해측의 장치장 크레인 만 재정돈 작업을 수행한다고 가정한다. 본 논문

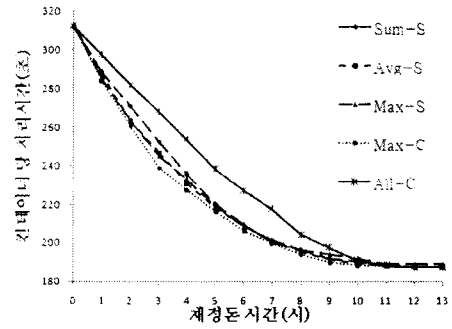


Fig. 4 1000 loading containers, Loading operation time per container after remarshalling during given crane idle time

에서 제안한 방안과의 비교 방안은 전체 컨테이너를 대상으로 재정돈 계획을 수립하고 주어진 재정돈 시간만큼 재정돈 작업을 수행한다. Fig. 2는 주어진 재정돈 시간 내에 재정돈 작업을 수행 후 적하 시 컨테이너 당 적하 작업에 소요된 시간을 나타낸 그래프이다. 본 논문에서 제안한 재정돈 계획 방안들이 비교 방안보다는 좋은 성능을 보임을 확인 할 수 있으며, 그 중에서도 컨테이너의 예상 적하 지연 시간의 최대값을 기준으로 컨테이너를 선택한 방안으로 재정돈된 후보 컨테이너를 선택한 경우가 가장 좋은 성능을 보임을 확인 할 수 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 자동화 컨테이너 터미널에서의 제한된 크레인의 유희시간을 고려하여 재정돈 컨테이너를 선별한 후 재정돈 계획을 세우는 방안을 제안하였으며, 적하 시뮬레이션 실험을 통해 본 논문에서 제안한 재정돈 컨테이너를 선택 한 후 재정돈 계획을 세우는 방안이 전체 컨테이너를 대상으로 재정돈 계획을 세우는 방안에 비해 좋은 성능을 보임을 확인 하였다.

후 기

본 연구는 국토해양부 “지능형 항만물류시스템 기술개발” 사업의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

[1] 강재호, 류광렬, 김갑환(2004), “장치장에서 베이 내 컨테이너의 효율적인 재정돈 방안”. 한국지능정보시스템학회 pp287-295
 [2] 김지은, 박기역, 박태진, 류광렬(2008), “ 유희시간 제한을 고려한 자동화 컨테이너 터미널의 장치장 재정돈 계획”, 한국 지능정보시스템학회 추계학술대회 논문집, pp.246-252
 [3] 박기역, 김민정, 박태진, 류광렬(2008), “자동화 컨테이너 터미널의 적하작업 효율 향상을 위한 블록 내 재정돈 계획 수립 방안”, 한국지능정보시스템학회지, 제14권 제4호, pp.31-46