

자동화 컨테이너터미널의 장치 위치 결정을 위한 동적 가중치 조정 알고리즘

김영훈* · 박태진** · † 류광렬***

*,** 부산대학교 대학원, *** 부산대학교 컴퓨터공학과 교수

Dynamic Weight Adjustment Algorithms for Deriving Stacking Policies of Automated Container Terminals

Young Hun Kim* · Tae Jin Park** · † Kwang Ryel Ryu***

*,** Graduate school of Pusan National University, Busan 609-735, Korea

*** Division of Computer Engineering, Pusan National University, Busan 609-735, Korea

요 약 : 컨테이너터미널의 장치장으로 반입되는 컨테이너의 위치가 잘못될 경우 컨테이너 적하 작업 시 재취급 발생과 크레인 이동 시간 증가로 인해 작업 시간이 지연될 수 있다. 최적의 장치 위치를 결정하기 위해서는 크레인 간섭, 컨테이너 그룹, 적재단수 등 여러 가지 요소를 고려해야 하고, 이 요소들의 중요도를 반영하는 가중치를 결정해야 한다. 본 연구에서는 온라인 탐색을 바탕으로 장치 위치 결정 요소에 대한 가중치를 동적으로 조정하는 온라인 탐색 알고리즘을 제안한다.

핵심용어 : 컨테이너터미널, 장치 위치, 가중치 결정, 온라인 탐색, 동적 가중치 조정 알고리즘

ABSTRACT : In case of inappropriate stacking position of the container taking in container yard, the working time for the container would be delayed in taking out because of the occurrence of the re-handle and the increase of the crane moving time. We have to take into account a variety of elements like the crane interference, the container group and stacking height in order to determine the optimal stacking position and decide the weight reflecting the importance of these criteria. We propose the dynamic weight adjustment algorithm for the stacking policy criteria employing the online search in this research.

KEY WORDS : Automated container terminal, stacking position, weight decision, online search, dynamic weight adjustment

1. 서 론

장치 위치는 장치장에 컨테이너를 임시로 적치하는 곳으로 이러한 장치 위치를 잘못 결정한 경우, 컨테이너 적하 혹은 반출 작업 시 재취급 발생과 크레인 이동 시간 증가로 작업이 지연될 수 있다. 따라서 컨테이너의 작업 지연을 피할 수 있는 장치 위치 결정 방안이 필요하다.

장치 위치 결정에 관한 기존 연구에서는 컨테이너 그룹과 재취급 등 한 가지 결정 요소만을 고려하여 장치 위치를 결정한 한계가 있다. 이러한 한계를 극복하기 위해 장치하는 현재 작업 및 이후 작업에 관련된 다 요소 의사 결정의 장치 위치 방안이 모색될 필요가 있다.

최적의 장치 위치 결정방안을 위해서는 각 결정 요소에 대한 상대적인 중요도를 반영하는 가중치가 결정되어야 한다. 장치 위치 평가요소에 대한 가중치를 이러한 오프라인 탐색으로 결정할 경우 심각한 문제점이 있다

따라서 본 논문에서는 장치 위치 방안의 각 결정 요소에 대한 가중치를 온라인 탐색을 통해 동적으로 조정하는 알고리즘을 제안해보고자 한다. 제안한 장치 위치 알고리즘을 시뮬레이션을 통해 검증하여 QC 지연시간, AGV 대기시간 그리고 외부 트럭 대기시간이 감소함을 보여준다.

2. 장치 위치

블록 내 총 가용 장치 위치는 베이의 행(row) × 베이의 열(column) × 스택의 단(tier)으로 이러한 장치 가능한 공간 중에서 크레인 이동 거리 감소와 재취급을 방지할 수 있는 최적 장치 위치 방안이 모색되어야 한다.

3. 장치 위치 결정 방안

본 논문에서는 실시간으로 최적의 장치 위치를 결정하는 방안에 대해 블록 결정과 슬롯 결정으로 나누어 보여주고자 한다.

* 정회원, yhkim@pusan.ac.kr 051)510-3645

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

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

3.1 블록 결정

블록 결정은 현재 장치장의 블록 상황과 이후 작업 시 장치장 블록 상황을 고려하여 결정하는데 이를 식으로 나타내어 보면

$$f(x) = W(b) + G(b) \quad (1)$$

와 같다.

3.2 슬롯 결정

슬롯 결정은 식 (2)와 같이 크레인 간섭 확률과 이후 작업 용이성 그리고 그룹과 스택 높이를 평가요소로 하여 가중치 합을 통해 가장 좋은 평가값을 가지는 슬롯을 결정한다. 이를 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$f(x) = \omega_C \times \mu_C(C_s) + \omega_F \times \mu_F(F_s) + \omega_G \times \mu_G(G_s) + \omega_H \times \mu_H(H_s) \quad (2)$$

4. 동적 가중치 조정 알고리즘

본 논문에서는 장치 위치 결정 시 특정 가중치에 대해 적용과 평가를 병행하는 온라인 탐색 방식을 이용하여 가중치를 결정해보고자 한다. 가우시안 돌연변이(Gaussian mutation)를 이용하여 일자별로 상이한 가중치를 적용하고, 특정 하루치 작업에 대해 적용된 가중치를 장치 후 지정된 평가 기간 동안 평가함으로써 가중치를 조정한다. Fig. 6은 평가 기간을 3으로 하여 특정 일자의 작업 물량에 대해 동적 가중치 조정 알고리즘을 적용하는 예를 보여주고 있다.

```

input
  d : 가중치 평가 기간
output
  QC지연시간, AGV대기시간, 외부트럭대기시간,  $W_{best}$ 
variable
   $W_t$  : t 일의 가중치,  $W_{best}$  : 최적의 가중치
Stacking strategy algorithm start
  if ( 날짜가 바뀌면 ) then t++,  $W_t = W_{best} + GM(\mu, \sigma)$ 
   $W_t$  가중치 합 적용 후 블록 번호, 슬롯 위치 결정
return QC지연시간, AGV대기시간, 외부트럭대기시간
Dynamic weight adjustment algorithm start
  t = 1,  $W_{best} = W_t$ 
  for all d
     $f(W_t) += a * QC지연시간 + \beta * AGV대기시간 + \gamma * 외부트럭대기시간$ 
    if (  $f(W_t) < f(W_{best})$  )  $W_{best} = W_t$ 
  return  $W_{best}$ 
  
```

Fig. 5 Dynamic weight adjustment algorithm

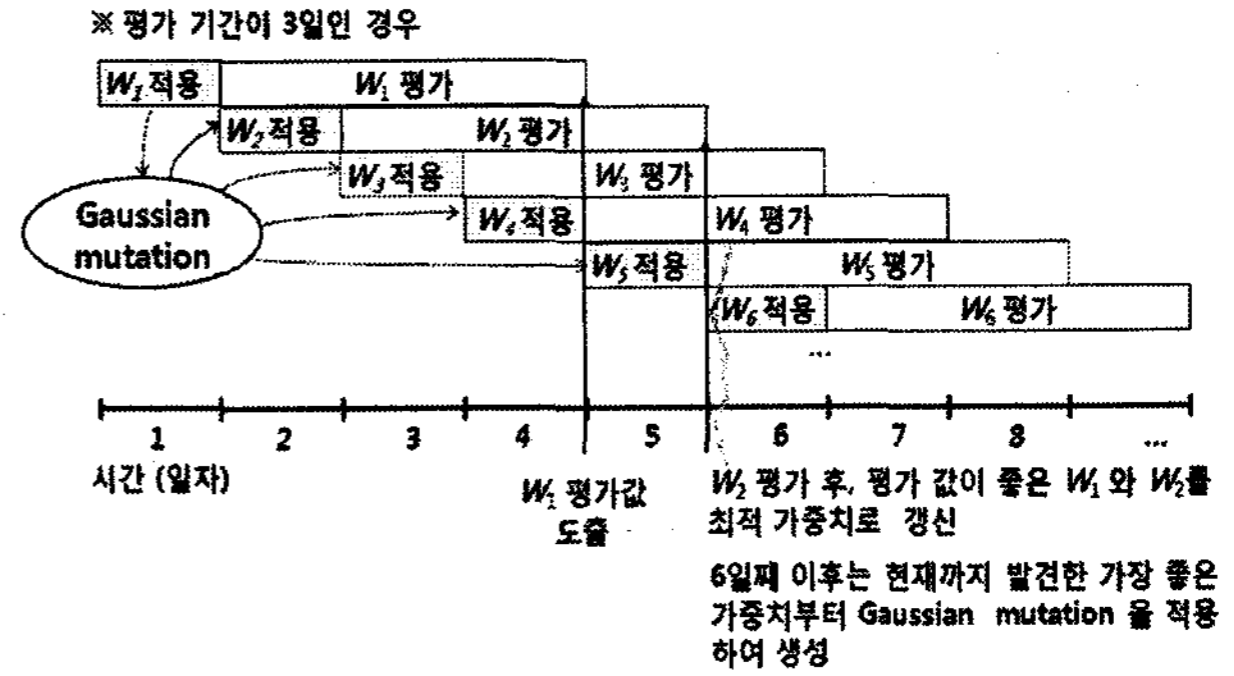


Fig. 6 An example of dynamic weight adjustment algorithm

5. 실험 및 결과

제안한 알고리즘의 효과를 검증하기 위해 Table 1과 같은 실험 환경을 이용하여 시뮬레이션을 실시하였다.

Table 1 Experiment environment

장치장 Layout	1선석, 선석 당 7블록
블록 Layout	20ft 기준 5단 10열 41베이
QC 생산성	40box/h
ATC	2기

6. 결 론

본 논문에서는 장치 위치 결정 요소에 대한 가중치를 결정하기 위하여 온라인 탐색을 바탕으로 한 동적 가중치 조정 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘을 시뮬레이션을 통해 성능 분석한 결과 동일한 가중치를 적용한 장치 위치 방안에 비해 QC 지연시간, AGV 대기시간 그리고 외부트럭 대기시간을 줄일 수 있음을 확인하였다.

참 고 문 헌

- [1] 김영훈, 박태진, 류광렬 (2006). "자동화 컨테이너터미널의 장치 위치 결정 방안", 한국 지능 정보 시스템 학회 2006 추계 학술 대회, PP. 345-352.
- [2] Dekker, R. Voogd, P. (2006), "Advanced methods for container stacking", OR Spectrum, vol. 28, pp. 563 - 586.
- [3] Duinkerken, M. B., Evers, J. J. M., and Ottjes, J. A. (2001), "A Simulation Model for Integrating Quay Transport and Stacking Policies on Automated Container Terminals", in Proc. 15th Annu. European Simulation Multi conference (ESM2001), Prague.
- [4] Yang, J. H., Kim, K. H. (2006), "A grouped storage method for minimizing relocations in block stacking system", Journal of Intelligent Manufacturing, South Korea, pp.