

컨테이너 터미널내의 수출 컨테이너 재취급 감소를 위한 반입 컨테이너 선처리 방안

박영규* · † 곽규석

*가야대학교 항만물류학과 교수, † 한국해양대학교 물류시스템공학과 교수

Export container preprocessing method to decrease the number of rehandling in container terminal

Young-Kyu Park* · † Kyu-Seok Kwak

*Department of Port & Logistics, Kaya University, Gimhae 621-748, Korea

† Department of Logistics, National Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

요 약 : 컨테이너 터미널의 수출 컨테이너 처리 과정은 장치장에 반입하는 작업과 선박에 적하하는 작업으로 이루어진다. 선박에 적하할 때는 선박의 안전성을 고려하여 무거운 컨테이너를 선박의 아래쪽에 배치하는 것을 원칙으로 한다. 이 때문에 적하를 위하여 장치장에서 컨테이너를 반출할 때 재취급이 발생하게 되며, 재취급 횟수는 전체 작업의 성능에 중요한 영향을 미치게 된다. 재취급을 줄이기 위한 방안으로 컨테이너가 장치장에 반입이 완료된 뒤의 유휴시간을 이용하는 방안이 많이 연구되었으나 본 논문에서는 컨테이너가 장치장에 반입되는 시점에 컨테이너의 무게 정보를 이용하여 선처리를 실행하여 재취급을 줄이는 방안들을 제안한다. 이 방안들은 적하를 위한 반출시 발생할 수 있는 재취급을 반입시에 줄이는 선처리 방법들로서, 시뮬레이션을 통한 실험 결과 선처리를 실행하지 않은 경우에 비하여 효과가 있음이 확인되었다.

핵심용어 : 장치, 재취급, 선처리, 컨테이너, 휴리스틱

Abstract : The export of the containers consists of two steps, carrying them into the container yard and, then, out to the ship. For the safety of the ship, the heavier container should be loaded at the lower part of the ship. Because of this, the container rehandling happens during carrying out to the ship, and the number of the rehandling container is an important factor for the loading and unloading capability. There has been many studies for utilizing the idle times after loading the containers in the container yard. This study suggests the method of decreasing the number of container rehandling by preprocessing the container using the information about the weight of the container. This method is the preprocessing one which can decrease, during carrying into the container yard, the number of container rehandling which can happen during carrying out to the ship, and, according to the simulation test, it showed to be more effective than other method.

Key words : load, rehandling, preprocess, container, heuristic

1. 서 론

수출 컨테이너에 대한 장치장의 작업은 외부에서 컨테이너를 장치장으로 반입하는 과정과, 선박으로 적하하기 위하여 장치장에서 반출하는 과정으로 나누어 볼 수 있는데 컨테이너 터미널의 생산성 향상이라는 관점에서 보면 적하를 위하여 장치장에서 컨테이너를 반출하는 과정에서 발생하는 재취급의 횟수를 최소로 만드는 것이 중요하다. 선박에 컨테이너를 적재할 때 선박의 안전성을 고려하여 무거운 컨테이너를 선박의 아래쪽에 적재하는 것이 기본이므로, 재취급이 발생하지 않으려면, 반입시에 무게가 무거운 컨테이너를 위쪽에 배치하는 것이 유리하다. 그러나 컨테이너는 무작위로 반입되므로 향후 장치장에서 반출할 때 재취급이 발생하지 않도록 배치하는 것

은 불가능하다고 볼 수 있다. 본 논문에서는 컨테이너가 반입되는 시점에 동일한 목적항을 가진 선박 배이에 대하여 선처리를 실행함으로써 재취급 발생을 줄이고 컨테이너 터미널의 생산성을 높이는 두가지 방안을 제안한다.

기존에 제안된 생산성을 높이는 방안들은 장치장에 반입이 완료된 컨테이너에 대하여 적용하는 방안들이 많으며, 이들을 장치가 완료된 후의 처리라고 볼 수 있다면 본 논문에서 제안하는 방안들은 적재가 완료되기 전에 시행하는 처리라는 관점에서 선처리라고 볼 수 있다. 제안하는 첫번째 방안은 재취급이 발생할 가능성이 있는 경우 미리 선처리를 하는 방안이고 두 번째의 방안은 재취급이 발생하는 것이 확실한 경우에만 선처리를 하는 방안이다. 이들 두 가지의 방안의 효과를 분석하기 위하여 시뮬레이션을 통한 실험결과 선처리를 실행하지

* 대표저자 : 종신회원, ykpark@kaya.ac.kr 010)2286-6274

† 교신저자 : 종신회원, kskwak@hhu.ac.kr 051)410-4332

않은 경우에 비하여 효과가 있음을 알 수 있었다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 연구를 소개하고, 3장에서는 반입시 재취급을 줄일 수 있는 방안을 소개하고, 4장에서는 본 논문에서 제안하는 휴리스틱의 시뮬레이션 실험결과에 대하여 설명한다. 5장에서는 결론과 향후 과제를 언급한다.

2. 관련 연구

수출컨테이너의 경우 수행되는 작업은 반입작업, 이적작업 그리고 적하작업으로 이루어져 있으며 이와 관련한 연구가 진행되어 왔으며 특히 이적작업에 대한 연구가 활발하다. 반입작업과 관련된 연구에서 강재호, 오명섭, 류광렬, 김갑환(2001)은 컨테이너 터미널 장치장에서 반입 컨테이너의 무게 정보를 활용하여 재취급을 최소화하는 장치 위치를 결정하는 방안을 제시하였다. 이 연구에서 최소 차이 우선 휴리스틱(Minimum Difference First Heuristics, 이하 MDF 휴리스틱)을 제안하였으며, 이 휴리스틱을 이용하여 장치할 경우, 무게를 고려하지 않고 장치할 때 보다 효과가 높은 것으로 나타났다. 본 논문에서도 반입과정에서 컨테이너를 장치할 때 이 논문에서 제시한 MDF기법을 이용하여 반입을 하게 된다. 동일 베이내의 컨테이너들의 반입이 모두 완료된 뒤에 적하할 때까지의 유휴시간을 이용하여 재취급을 방지하기 위한 이적에 관한 연구도 많이 있었다. 오명섭, 강재호, 류광렬, 김갑환(2005)은 복수 크레인을 활용하여 블록 내에서 컨테이너를 이적하기 위한 연구를 하였으며, 이 연구에서는 적하작업에서 발생하는 지연을 최소화하기 위하여 장치장에서 발생하는 유휴시간을 활용하여 블록 내에 흩어져 있는 컨테이너들을 적하순서에 맞춰 재취급이 발생하지 않게 모으는 방법을 연구하였으며, 크레인 간의 간섭에 의한 지연을 고려한 이적 계획을 수립하는 휴리스틱을 제안하였다. 강재호, 류광렬, 김갑환(2004)은 분지한계법을 이용하여 최소한의 컨테이너 이동 횟수를 보장하는 계획을 탐색하는 연구를 하였다. 이 연구 역시 반입이 완료된 후 장치장에서 반출될 때까지의 유휴시간을 이용하는 점에서 앞의 연구와 유사하나 복수 크레인간의 간섭에 대한 제한이 없다는 점이 큰 차이점이라고 할 수 있겠다. 배종욱, 박영만, 김갑환(2006)도 이적계획을 다루고 있으며, 자동화 컨테이너의 운반시간을 줄이기 위한 방안으로 운반시간비용 및 재취급 작업비용 그리고 이적작업에 따른 운반시간비용을 고려한 총비용을 최소화하는 혼합정수계획모형을 제안하였다. MDF 휴리스틱은 장치하는 과정에서 컨테이너의 이동을 전혀 고려하지 않는 것이 본 논문에서 제안하는 휴리스틱과 다른 점이며, 이적을 다룬 연구들은 장치장의 생산성을 높이기 위하여 재취급을 줄이는 관점은 동일하나, 장치후의 컨테이너를 다룬다는 것이 본 논문과 다른 점이다.

3. 제안 알고리즘

본 논문에서는 동일한 목적향을 가진 선박 베이에 대하여

컨테이너를 장치할 때 적용가능한 다음 두 가지 알고리즘을 제안한다. 첫 번째 방법은 장치장에서 컨테이너를 반입할 때, 그 장치로 인해 향후 반출시에 재취급이 발생할 것이 예상되는 시점에 선처리를 하는 방안이다. 이렇게 함으로써 재취급을 줄이는 방안이며 두 번째 방안은 장치장에서 컨테이너를 반입할 때, 향후 반출시 재취급이 발생하는 것이 확실한 시점에 선처리를 하는 방안이다. 두 방안 모두 반입을 할 때는 MDF 휴리스틱을 기반으로 반입을 한다. 비교를 위하여, 먼저 선처리가 발생하지 않은 MDF 휴리스틱을 실행하는 예를 보인다. MDF 휴리스틱은 신규 반입된 컨테이너의 무게와 이미 장치된 컨테이너들의 무게를 비교하여 장치장에서 반출될 때

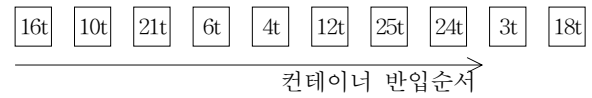


Fig. 1 Incoming sequence of containers

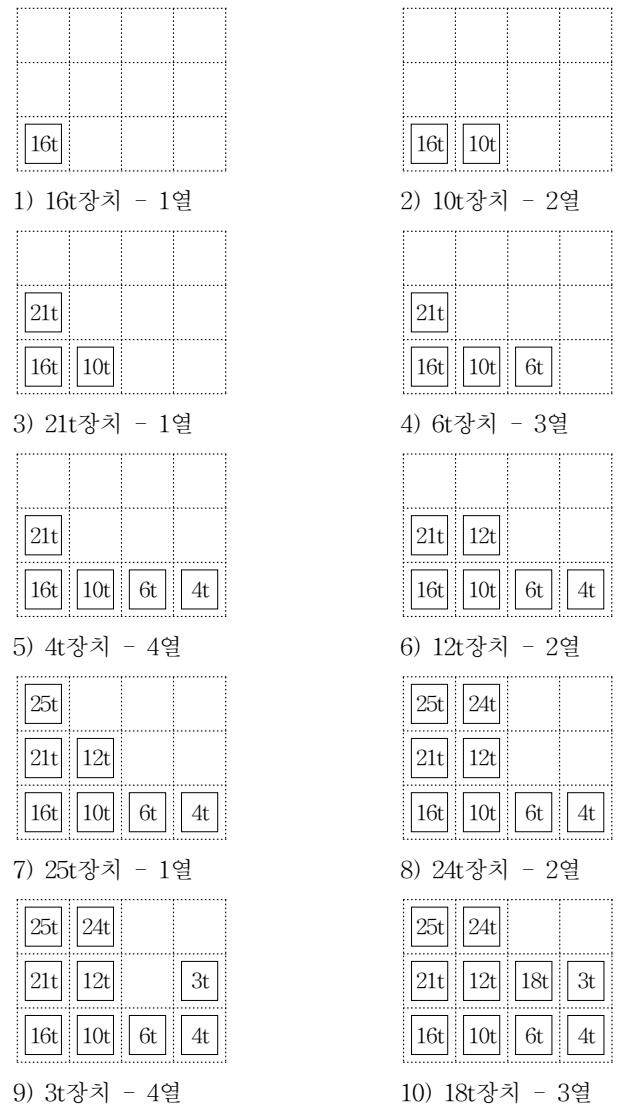


Fig. 2 Loading with MDF heuristics

재취급이 발생되지 않을 것 같은 위치에 컨테이너를 장치하는 방법이다. Fig. 2는 Fig. 1의 순서대로 컨테이너가 반입될 경우 MDF 휴리스틱으로 한 베이 내에서 컨테이너들을 장치하는 과정을 보여주고 있다.

이 과정대로 장치를 하면 무작위로 장치한 경우보다 재취급의 발생 횟수는 상당히 줄어든다. 재취급이 발생하는 경우를 보면 9단계에서 장치한 3t의 컨테이너가 4t 컨테이너를 반출하는 단계에서 재취급을 유발하게 되며 이 예에서 발생하는 전체 재취급 횟수는 1회가 된다.

제안하는 휴리스틱 알고리즘에 사용하는 기호는 다음과 같다.

- S : 한 베이 내의 스택의 전체 수
- n_0 : 한 베이 내에서 현재 비어있는 스택의 수
- w_0 : 현재 장치하려고 하는 컨테이너의 무게
- w_i^k : i 열의 위에서 k 번째 컨테이너의 무게, 스택에 하나의 컨테이너만 있을 경우는 w_i^2 의 값은 0이 된다.

D_{ij} : i 열의 상단 컨테이너를 j 열로 이동한다면 그 이동으로 발생하게 되는 상단 컨테이너들의 무게 합의 차이이며 $D_{ij} = w_i^2 - w_j^1$ 을 의미한다.

3.1 예상 선처리 휴리스틱

본 휴리스틱은 컨테이너를 장치장에 반입할 때, 향후 재취급이 발생할 것 같은 상황이 발생하면 재취급 예방차원에서 선처리를 하는 휴리스틱(Anticipatory Preprocess Heuristics, 이하 AP 휴리스틱)이다. 재취급이 발생할 것 같은 상황을 예를 들면, 빈 베이내에 컨테이너 반입을 시작하면 빈 스택의 수는 줄어들게 될 것이고 빈 스택이 완전히 없어지는 시점이 오게 된다. 그 후에 기존의 컨테이너들보다 가벼운 컨테이너가 반입되면 그 컨테이너가 적하를 위한 반출시에 재취급을 유발하게 될 것이다. 이 휴리스틱에서 고려하는 재취급이 발생할 것 같은 상황은 아래 조건1에 명시되어 있으며, 조건 1과 조건 2의 두 조건이 맞을 경우 이미 장치된 컨테이너를 선처리하게 된다.

조건 1. 빈 스택이 없어 질 때와 재취급이 발생할 수 있는 이동이 있을 후, 이를 식으로 표현하면 $n_0 = 0$ 이거나

$w_0 < \min_{i=1, j=1}^S \{D_{ij}\}$ 의 컨테이너를 장치한 후

조건 2. 스택 상단의 컨테이너 무게의 합이 감소하는 이동이 가능할 때, 즉 $D_{ij} < 0$ 의 조건을 만족하는 이동이 가능할 때

조건 1은 선처리의 시기를 나타내는 조건으로 빈 스택이 없어진 후나 재취급이 발생할 수 있는 이동이 있을 후라야 선처리가 의미가 있기 때문이며, 조건 2는 선처리의 이동 가능 조건을 나타내는 것으로 스택 상단의 무게 합을 낮추는 이동이 가능해야 실행할 수 있기 때문이다. 선처리는 위의 조건 1이 발생하는 시기에 조건 2가 만족되는 이동이 있을 경우 실행하게 되는 것이다. 조건 2를 만족하는 이동이 여럿이 있을

경우 상단 컨테이너들의 무게 합의 차이가 최소가 되는 이동을 실행하는 것이다. 즉 다음의 열선택 조건에 해당하는 하나의 컨테이너를 i 열에서 j 열로 이동하는 것이다.

$$\text{열선택 조건 : } \min_{i=1, j=1}^S \{D_{ij}\}$$

본 논문에서 실험결과로 제시하지는 않았으나 하나 이상의 컨테이너 이동으로 선처리를 하여야 할 경우 선처리의 횟수가 증가하는 것에 대한 재취급 감소효과가 적은 것으로 실험결과가 나왔으므로 선처리는 1회의 컨테이너 이동으로 제한하였다. Fig. 3은 Fig. 1의 순서대로 컨테이너가 반입될 경우 AP 휴리스틱으로 장치하는 과정을 보여주고 있다.

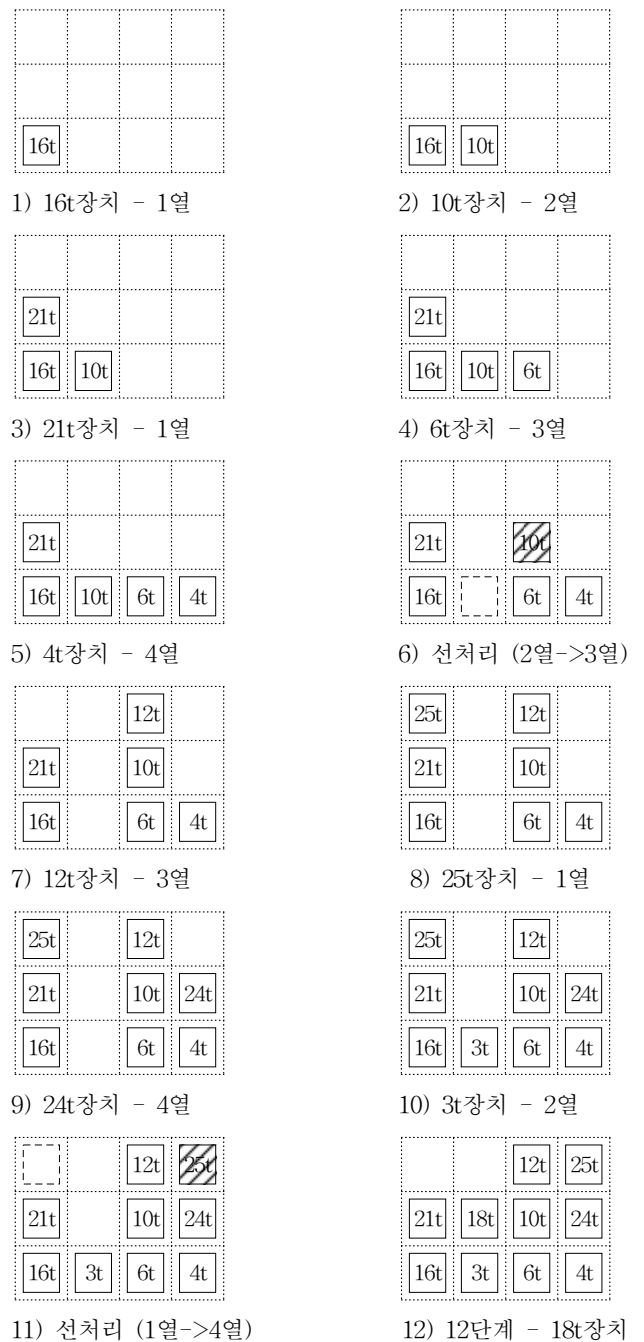


Fig. 3 Loading with AP heuristics

1단계에서 5단계까지는 MDF휴리스틱과 동일한 과정을 거친다. 5단계에서 4t의 컨테이너를 장치하면 빈 스택이 없어지게 된다. 위의 첫째 조건이 발생한 것이다. 2열의 10t를 3열로 옮기는 경우와 2열의 10t를 4열로 옮기는 경우가 가능하므로 두 번째 조건도 만족한다. $\min_{i=1, j=1}^S \{D_{ij}\}$ 을 구하기 위하여 각 이동에 대한 D_{ij} 을 계산한다. 먼저 2열에서 3열로 이동하는 경우는 $D_{23} = 0t - 6t$ 로 $-6t$ 이 되고 2열에서 4열로 이동하는 경우는 $D_{24} = 0t - 4t$ 로 $-4t$ 가 된다. 그래서 두 값 중 최소값인 D_{23} 에 해당하는 이동이 발생한다. 10단계에서 3t를 장치한 후에도 선처리 발생을 위한 두가지 조건이 모두 만족하여 선처리가 발생하게 된다. 이 이후 단계에서는 선처리가 발생하지 않으며 이 예에서 선처리를 위한 이동이 2회가 발생하였고, 반출시에는 재취급이 발생하지 않았다. 재취급 방지를 위하여 미리 선처리를 하기 때문에 위의 11단계처럼 불필요한 선처리가 발생할 수도 있으나, 반출시의 재취급은 줄어드는 특징이 있다. 본 예에서는 선처리 이동 2회, 재취급 이동 0회로 전체 이동 횟수는 2회가 된다. 이동횟수는 2회로 MDF보다 많아 효과가 낮다고 볼 수 있으나, 재취급이 발생하지 않는다는 점을 주목할 만하다.

3.2 요구 선처리 휴리스틱

컨테이너(A라 하자)를 반입할 때 기존의 어느 스택에 장치를 하더라도 적하를 위한 반출시에 재취급이 일어나게 될 때가 있다. 그때에는 이미 장치되어 있는 컨테이너를 먼저 이동한 후 컨테이너 A를 장치함으로써 재취급이 발생하지 않도록 장치할 수 있다면 이동을(선처리를) 먼저한 후 그 컨테이너 A를 장치하는 것이 효과적일 것이다. 요구 선처리 휴리스틱(Demand Preprocess Heuristics, 이하 AP 휴리스틱)은 MDF 방법으로 컨테이너를 장치해 나가다가 어디에 장치하더라도 재취급이 발생하는 시점이 발생할 때, 즉 모든 스택의 최상위 컨테이너보다 가벼운 컨테이너를 장치해야 할 때, 그 컨테이너를 장치할 위치를 확보하기 위하여 선처리를 실행하는 방안이다. 이 휴리스틱도 AP 휴리스틱과 동일한 이유로 1회 이상의 이동으로 선처리를 하여야 할 경우, 선처리를 하지 않고 재취급이 최소가 되는 위치에 장치를 하게 된다. 이 휴리스틱 알고리즘에서 선처리를 시행하는 시기는 다음 조건이 만족할 때이다.

조건 1. 지금 장치할 컨테이너가 재취급을 유발할 때, 즉 $w_0 < \min_{i=1}^S \{w_i^1\}$ 의 조건을 만족할 때

조건 2. 한번의 이동으로 지금 장치할 컨테이너를 적재할 위치가 생길 때, 즉 이동 전에 $w_i^1 > w_0 > w_i^2$ 이면서 $w_i^1 > w_j^1$ 인 i 열과 j 열이 있을 때

조건 1은 선처리의 시기를 나타내는 조건으로 지금 장치하고자 하는 컨테이너가 기존에 장치된 스택의 최상단의 컨테이너들 중 가장 가벼운 컨테이너보다 더 가벼운 컨테이너를 장치하게 되는 시기를 나타내고 조건 2는 선처리의 실행 여부 조건을 나타내는 것으로 선처리를 함으로써 지금 장치할 컨테

이너가 재취급이 발생하지 않는 위치에 장치할 수 있는가를 의미한다. 선처리는 위의 두 조건이 만족하는 i 열에서 j 열로의 이동이 여럿 있을 경우, 이들 중에서 $w_j^1 - w_0$ 의 값이 최대가 되는 이동을 선택한다. 즉 다음 열선택 조건 값에 해당하는 i 열에서 j 열로의 이동을 선택한다.

$$\text{열선택 조건} : \max_{j=1}^S \{w_j^1 - w_0\}$$

위의 선처리에 의한 이동으로 재취급이 발생하지 않는 위치를 확보한 후 장치하고자 하는 컨테이너를 i 열에 장치한다. Fig. 4는 Fig. 1의 순서대로 컨테이너가 반입될 경우 DP 휴리스틱으로 장치하는 과정을 보여주고 있다.

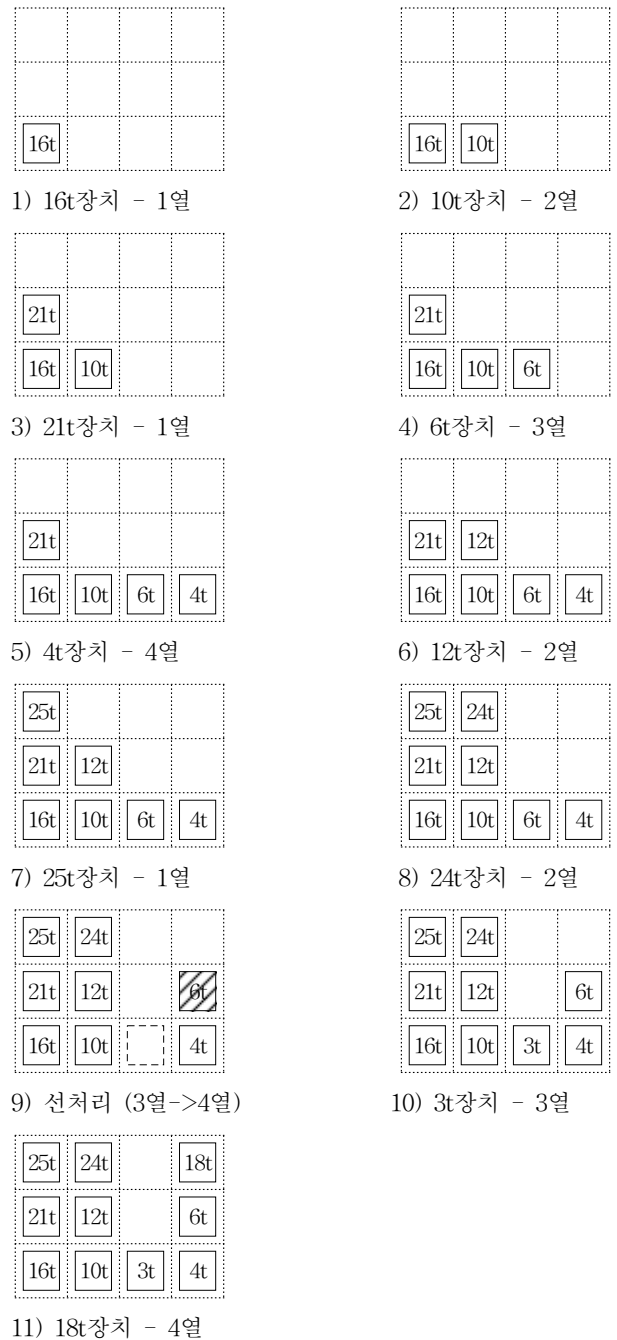


Fig. 4 Loading with DP heuristics

1단계에서 8단계까지는 MDF휴리스틱과 동일한 과정을 거친다. 그 후 3t의 컨테이너를 장치하기 전에 선처리가 발생하는 조건을 만족하게 된다. 3t의 무게가 모든 스택의 상위 컨테이너 무게보다 가벼우므로 위의 조건 1을 만족하게 된다. 그리고 조건 2를 보면 i 가 3열이고 j 가 4열에 해당하는 이동의 경우 3열에서 보면 $6t > 3t > 0t$ 이므로 $w_i^1 > w_0 > w_i^2$ 을 만족하게 되고 3열과 4열의 비교에 해당하는 $6t > 4t$ 의 조건도 만족하므로 $w_i^1 > w_j^2$ 도 만족한다. 그래서 선처리가 발생하게 되는데 이 조건을 만족하는 다른 경우는 없으므로 선처리로 $w_j^1 - w_0$ 의 최고 값인 $\max_{j=1}^5 \{w_j^1 - w_0\}$ 에 해당하는 이동이 9단계에서 발생한다. 그런 이동 후에 10단계에서 3열에 3t를 장치한다. 이후에는 선처리 발생 조건 1에 해당하는 경우가 발생하지 않으므로 선처리가 실행되지 않는다. 이 예에서는 선처리로 인하여 반출시에는 재취급이 발생하지 않게 된다. 결국 이동의 횟수를 보면 선처리 이동 1회, 재취급 이동 0회로 전체 이동 횟수는 1회가 된다. MDF 휴리스틱의 경우와 같은 1회이지만 재취급이 아닌 선처리에서 발생하는 이동이므로 효과가 MDF 휴리스틱보다 높다고 생각한다.

4. 실험 결과 및 분석

앞에서 설명한 두 가지 휴리스틱의 효과를 분석하기 위하여 실험을 하였다. 실험에서는 몇 가지 가정을 하였으며, 이들은 다음과 같다. 먼저 장치장에 반입되는 컨테이너는 무작위 순으로 한 순간에는 하나의 컨테이너만 반입된다고 가정하였으며 컨테이너 무게 정보는 장치장에 반입될 때 알 수 있다고 가정하였다. 애매한 경우를 없애기 위하여 컨테이너 무게는 서로 다르다고 가정하였으며, 반출순서와 적하순서는 무거운 컨테이너가 먼저인 것으로 하였다. 그리고 반입된 컨테이너는 무게로 비교하는 것이 아니고 무게의 순서로 비교를 하였다. 실험을 위하여 반입되는 순서와 컨테이너의 무게를 임의로 정하였다. 그리고 반입과정에서 선처리로 발생하는 이동횟수와 반출과정에서 발생하는 재취급의 횟수를 구하였다. 이런 방법으로 4단 6열의 장치장 구조에서 컨테이너의 수를 19회부터 21회까지, 6단 9열의 장치장 구조에서 컨테이너의 수를 45회부터 49회까지 증가하면서 실험을 1000회를 수행하여 그 평균을 구하였다. Table 1은 4단 6열을 실험한 결과 중 AP 휴리스틱의 결과이다. 이 Table에서는 반입 선처리시 이동횟수와 반

Table 1 Result of the loading in 4 columns 6 rows with AP Heuristics

장치수	19개	20개	21개
반입시 선처리 횟수(A)	1.455	1.709	1.916
반출시 재취급 횟수(B)	0.448	0.731	1.110
합(C=A+B)	1.903	2.440	3.026
MDF 재취급 횟수(D)	1.206	1.774	2.506
비율(B/D)	37.1%	41.2%	44.3%
비율(C/D)	157.8%	137.5%	120.8%

출시 이동횟수 그리고 그 합을, 그리고 MDF와 비교하였을 때의 각각의 비율도 함께 나타내고 있다.

실험 결과를 보면 AP 휴리스틱의 전체 이동수(위의 Table에서 C)는 MDF의 재취급 횟수(D)보다 높으나 반출시 재취급 횟수(B)와 비교하면, MDF의 재취급 횟수(D)보다 낮다는 것을 알 수 있다. 이는 6단 9열의 결과와도 유사하다. 선처리가 컨테이너 반입기간에 분산되어 이루어지는 점과 선처리의 이동 비용이 반출때 보다 낮다는 점을 감안하여, AP 휴리스틱의 효과를 재취급 횟수만 비교한 것으로 평가를 하면 장치수가 19회인 경우 MDF 휴리스틱에 대하여 37.1%의 효과가 있다는 것을 알 수 있다. 다음 Table 2는 4단 6열의 DP 휴리스틱의 실험 결과이다. DP 휴리스틱의 경우 전체 이동 횟수가 모든 장치수(C)에 대하여 MDF 휴리스틱(D)보다 낮은 특징이 있으며 이는 6단 9열의 결과와도 유사하다. 그리고 앞에서 언급한 대로 선처리가 컨테이너 반입기간에 분산되어 이루어지는 점과 이동의 비용이 반출 때보다 낮다는 점까지 감안하여, DP 휴리스틱의 효과를 재취급 횟수만 비교한 것으로 평가를 하면 장치수가 19회인 경우 MDF 휴리스틱에 대하여 35.7%의 효과가 있다는 것을 알 수 있다.

Table 2 Result of the loading in 4 columns and 6 rows with DP heuristics

장치수	19개	20개	21개
반입시 선처리 횟수(A)	0.506	0.609	0.690
반출시 재취급 횟수(B)	0.431	0.734	1.220
합(C=A+B)	0.937	1.343	1.910
MDF 재취급 횟수(D)	1.206	1.774	2.506
비율(B/D)	35.7%	41.4%	48.7%
비율(C/D)	77.7%	75.7%	76.2%

다음 Table 3은 장치수가 6단 9열일 때 AP 휴리스틱의 실험 결과를 나타내며 재취급 횟수만 비교한 것으로 평가한 결과도 50%정도의 효과가 있다.

Table 3 Result of the loading in 6 columns and 9 rows with AP heuristics

장치수	45개	46개	47개	48개	49개
반입시 선처리 횟수(A)	3.167	3.275	3.608	3.753	4.039
반출시 재취급 횟수(B)	2.328	2.661	3.097	3.558	4.220
합(C=A+B)	5.495	5.936	6.705	7.311	8.259
MDF 재취급 횟수(D)	4.671	5.248	6.098	7.048	8.307
비율(B/D)	49.8%	50.7%	50.8%	50.5%	50.8%
비율(C/D)	117.6%	113.1%	110.0%	103.7%	99.4%

아래 Table 4는 장치수가 6단 9열일 때 DP 휴리스틱의 실험 결과를 나타내며 결과의 내용은 4단 6열과 유사하다. AP 휴리스틱의 경우 4단 6열에서 6단 9열로 증가할 때 C/D의 비율이 낮아지는데 이는 잘못된 예측으로 인한 이동의 효과가

장치수가 증가하면서 상대적으로 줄어들기 때문으로 생각된다. 그와 반대로 DP 휴리스틱의 경우 4단 6열에서 6단 9열로 증가 할 때 C/D의 비율이 높아지는데 이는 정확한 선처리로 인한 이동의 효과가 장치수가 증가하면서 상대적으로 줄어들기 때문으로 생각된다. 전체적으로 보면 거의 모든 경우 DP 휴리스틱의 경우 MDF 휴리스틱보다 효과가 있다. 그리고 AP 휴리스틱도 6단 9열과 같이 장치수가 많고, 재처리의 횟수가 지 중요한 경우에는 선택해볼 만하다고 생각된다.

Table 4 Result of the loading in 6 columns and 9 rows with DP heuristics

장치수	45개	46개	47개	48개	49개
반입시 선처리 횟수(A)	0.888	0.971	1.068	1.116	1.176
반출시 재취급 횟수(B)	2.964	3.396	3.995	4.712	5.896
합(C=A+B)	3.852	4.367	5.063	5.828	7.072
MDF 재취급 횟수(D)	4.671	5.248	6.098	7.048	8.307
비율(B/D)	63.5%	64.7%	65.5%	66.9%	71.0%
비율(C/D)	82.5%	83.2%	83.0%	82.7%	85.1%

이러의 효율적인 재정돈 방안”, 한국지능정보시스템학회 2004년도 추계학술대회 pp. 287-295

[5] 최영진, 오명섭, 강재호, 전수민, 류광렬, 김갑환 (2004), “컨테이너 터미널에서 재취급 최소화를 위한 이적 위치 결정 방안” 한국지능정보시스템학회 2004년도 춘계학술대회 pp. 382-391

[6] Mohammad Bazzazi, Nima Safaei, Nikbakhsh Javidian (2009), “A genetic algorithm to solve the storage space allocation problem in a container terminal”, Computers & Industrial Engineering 56 p.44-52

원고접수일 : 2011년 1월 5일
 심사완료일 : 2011년 2월 10일
 원고채택일 : 2011년 2월 11일

5. 결 론

본 논문에서는 장치장에 컨테이너가 반입되는 시점에 선처리를 실행하여 컨테이너 반출시점의 재취급 횟수를 줄이는 휴리스틱을 제시하였으며, 두 가지 방법의 효과를 비교하였다. AP 휴리스틱은 반입시 선처리 횟수가 많은 반면에 반출시 재취급의 횟수가 적은 특징이 있었고, DP 휴리스틱은 반입시 선처리 횟수는 적은 반면에 전체 이동횟수는 MDF보다 적다는 특징을 알 수 있었다. 그리고 AP 휴리스틱의 경우는 4단 6열에서보다 6단 9열에서 더욱 효과가 있음을 알 수 있었다. 향후 이 방안과 연계한 이적 방안이나, 재취급 방안에 대한 연구가 필요하다고 생각되며, 반입시에 컨테이너의 정보를 더 확보할 수 있다면, 그 정보들을 활용하여 더욱 효과적인 선처리 방안을 제안할 수 있으리라 본다.

참고문헌

[1] 오명석, 강재호, 류광렬, 김갑환 (2005), “복수 크레인을 활용한 블록 내 컨테이너 이적 계획”, 한국항해항만학회지 제 29권. 제5호 pp. 447-455

[2] 강재호, 오명섭, 류광렬, 김갑환 (2001), “반입 컨테이너 무게를 고려한 재취급 최소화 장치 위치 결정 방안”, 한국지능정보시스템학회 2004년 추계학술대회 논문집, pp. 271-278

[3] 배종욱, 박영만, 김갑환 (2006), “자동화 컨테이너 터미널에서 수직형 블록의 이적작업을 위한 할당 및 작업순서”, 한국항해항만학회지 제30권 제6호 pp. 457-464

[4] 강재호, 류광렬, 김갑환 (2004) “장치장에서 베이 내 컨테