

유전자 알고리즘을 이용한 수출 컨테이너 장치위치 결정에 관한 연구

이준욱⁰, 홍동희, 정태충
경희대학교 컴퓨터공학과

narcissus815⁰@iislab.kyunghee.ac.kr, sonbal2000@dreamwiz.com, tcchung@khu.ac.kr

A slot assignment method for export containers in the yard using genetic algorithm

JunWook Lee⁰, DongHee Hong, TaeChoong Chung
Dept. of Computer Engineering, KyungHee University

요 약

매년 증가하는 컨테이너 물동량의 효율적인 처리를 위해서 수출 컨테이너의 처리과정인 반입, 장치, 적하의 과정중 배에 싣는 적하작업시 재취급이 발생하게 된다. 재취급이란 컨테이너 야드장에 장치되어 있는 수출 컨테이너를 적하하기 위해 배로 이동할 때 옮겨야 할 수출 컨테이너 위에 다른 수출 컨테이너가 있을 경우 상위의 수출 컨테이너를 다른 곳으로 이동시킨후 해당 컨테이너를 배로 옮기는 것을 말한다. 이와같은 재취급이 발생할 경우 선박의 적하시간이 늘어나고 장비의 이용률이 증가함으로써 컨테이너 터미널의 운영의 효율성이 떨어진다. 적하작업시 발생하는 재취급의 횟수를 최소화 하기 위해 수출 컨테이너를 장치할 때 수출 컨테이너를 적하순서의 역순으로 장치를 하는 것이다. 그러나 수출컨테이너가 터미널에 도착하는 순서는 일정하지 않기 때문에 장치되어져 있는 컨테이너를 여러번 재장치하여 일반적으로 역순의 형태로 장치할 경우 재취급의 횟수는 줄일 수 있으나 장비의 사용량은 늘어나므로 결과적으로 효율적이지 못하다. 그래서 본 논문에서는 일정하지 않게 반입되는 수출컨테이너의 위치를 유전자 알고리즘(genetic algorithm)을 이용하여 결정함으로써 수출컨테이너 장치시 재조작횟수를 증가시키지 않고 재취급을 최소화할 수 있는 방법을 제시한다.

1. 서 론

세계 각국의 컨테이너를 이용한 운송은 다른 운송수단에 비해 많은 비중을 차지하고 있다. 갈수록 늘어나는 컨테이너 물동량을 처리하기 위해 컨테이너 터미널의 시설의 필요성은 높아가지만, 부지나 예산등의 문제로 많은 어려움이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 터미널 시스템의 개선방법을 이용하려는 많은 연구가 진행되고 있다. 본연구에서는 수출 컨테이너를 중심으로 컨테이너 터미널의 효율성을 높이기 위한 방안에 대해서 다룰 것이다. 컨테이너 터미널에서 수출컨테이너를 처리하기 위한 순서는 반입, 장치, 적하의 과정을 거쳐서 다른 지역으로 운송된다. 반입은 수출 컨테이너 처리의 첫 번째 단계로 컨테이너 터미널의 입구에서의 처리과정이며, 장치는 반입된 수출 컨테이너를 선박에 실어 보내기 전에 컨테이너 야드장 즉 베이에 장치해두는 것이다. 적하는 베이에 장치되어져 있는 수출 컨테이너를 타지역으로 이동하기전에 선박에 싣는 과정이다. 수출 컨테이너를 선박에 싣기 위해 베이에서 수출컨테이너를 옮겨오는 과정에서 재취급이 발생하게 된다. 재취급이란 컨테이너 야드장에 장치되어 있는 수출 컨테이너를 적하하기 위해 배로 이동할 때 옮겨야 할 수출 컨테이너 위에 다른 수출 컨테이너가 있을 경우 상위의 수출 컨테이너를 다른 곳으로 이동시킨후 해당 컨테이너를 배로 옮기는 것을 말한다. 재취급의 발생으로 인하여 수출 컨테이너를 적하하기 위해 대기중인 선박의 접안시간이 늘어나고 수출 컨테이너를 베이에 장치하는 장비인 트랜스퍼 크레인 시

스템(Transfer Crane System)의 이용률이 증가함으로써 컨테이너터미널 운영의 효율성이 떨어진다. 그리고 트랜스퍼 크레인 시스템(Transfer Crane System)의 이용률의 증가할 수 있는 원인으로 수출 컨테이너를 슬롯(slot)에 장치할 때 수출 컨테이너의 이동이 발생할 경우도 있는데 이를 재조작이라는 용어로 정의한다. 그래서 장치시에는 재조작을 없애고 적하시에는 재취급을 최소화 하기 위해 베이에 장치할 때 적하순서의 역순으로 수출 컨테이너를 위치시켜 재취급을 최소화 할 수 있다. 하지만 수출 컨테이너가 컨테이너터미널에 반입되는 순서는 일정하지 않기 때문에 역순으로 장치하기 위해 하나의 수출 컨테이너를 여러번 재장치해야 되는 경우가 발생한다. 이 경우 재취급은 최소화 할 수 있지만, 장비의 이용률은 증가될 수 밖에 없다. 그래서 이 두가지를 모두 만족시키기 위한 방법으로 수출 컨테이너의 위치결정을 유전자 알고리즘(genetic algorithm)을 이용하여 해결할 수 있는 방법을 제시하였다. 2장에서는 기존의 수출 컨테이너의 장치위치와 관련된 연구를 살펴보고, 3장에서는 유전자 알고리즘(genetic algorithm)을 이용하여 장치시 트랜스퍼 크레인 시스템(Transfer Crane System)의 이용률을 증가시키지 않고 재취급을 최소화하기 위한 유전자 알고리즘(genetic algorithm)적용방법을 제시하고, 4장에서는 기존방식의 경우와 유전자 알고리즘(genetic algorithm)의 방법을 적용했을 때의 재조작 및 재취급횟수의 실험결과를 요약하고 5장에서 논문의 결론을 내린다.

2. 관련연구

수출 컨테이너를 컨테이너 선박에 적하할 때 야드에서 발생하는 재취급을 줄이기 위해서는, 야드장에 수출 컨테이너를 장치할 때 무거운 컨테이너가 가벼운 컨테이너 위에 장치하게 하는 것이 중요하다.

수출 컨테이너는 도착시점이 불규칙하고 무게도 다양하다. 수출 컨테이너가 게이트를 통하여 반입되면 수출 컨테이너의 장치위치를 결정해 주어야 한다. 가장 일반적인 방법은 무게를 고려한 컨테이너의 장치위치 결정법 [1]인데 수출 컨테이너의 장치위치를 결정할 때는 먼저 반입된 컨테이너의 장치위치로 특정 블록의 베이 위치를 결정해 준다 다음은 반입된 수출 컨테이너가 지정된 블록의 베이 위치까지 이동되어 야드 장비에 의해 해당 베이에 장치하게 될 때 구체적인 장치위치인 슬롯(Slot)의 위치를 정하는 것으로 특정한 슬롯을 결정할 때 현재까지 해당 베이에 장치되어 있는 컨테이너의 모양과 그들의 무게를 고려하여 지금 도착한 컨테이너의 장치위치를 어떻게 결정할 것인가에 대하여 최적장치위치 결정문제를 세가지 측면에서 다룬다[1][3][4]. 이때 세가지 측면은 다음과 같다. (1)컨테이너의 무게는 Heavy(H), Medium(M), Light(L)의 세가지 그룹으로 나누어 구분하고, (2)선적순서는 Heavy, Medium, Light 순으로 이루어지며, (3)일단 컨테이너가 재취급되면 더 이상 재취급이 일어나지 않는 슬롯에 장치된다.

본 논문에서는 이러한 무게를 고려한 장치위치 결정법에 선적시 발생하는 재취급을 최소화하기 위해 장치위치 결정 과정에 유전자 알고리즘(genetic algorithm)[2]을 적용하여 최적의 장치위치를 결정하는 방법을 제시한다.

3. 유전자 알고리즘을 이용한 장치위치결정

수출컨테이너의 무게, 적하위치, 이동지역 등 각 베이의 슬롯에 장치되기 이전에 필수적으로 고려되어야 될 사항이다. 수출 컨테이너가 서로 동일한 베이에 위치하게 된다는 것은 적하위치나 이동지역이 동일하다는 가정과 적하시 무거운 컨테이너가 하단에 위치해야한다는 조건하에서 한 베이에 장치될 수 있는 24개의 수출 컨테이너에 1번부터 24번까지의 번호를 부여한다. 예를들어 무게가 가벼운 컨테이너에 낮은 번호를 부여하여 베이 아래에 위치 시킴으로써 선적시 재취급을 줄일 수 있게 된다.

수출 컨테이너 번호 부여에 있어서 낮은 번호의 컨테이너가 높은 번호의 컨테이너 하단에 장치되어야 된다는 조건을 볼 때 수출 컨테이너 번호가 낮은 순으로 순차적으로 장치장에 도착한다면 각각의 컨테이너는 한번에 장치 가 될 것이고, 적하시에도 물론 재취급이 발생하지 않을 것이다. 하지만 수출 컨테이너의 반입순서가 순차적으로 반입 될 가능성은 낮다. 비순차적인 수출 컨테이너를 역순으로 쌓기 위해 장치장에서의 재조작이 일어난다면 재취급은 최소화 될 수 있지만 장비의 사용량은 증가할 수 밖에 없다. 그래서 유전자 알고리즘(genetic algorithm)을 적용하여 장비의 사용량의 증가하지 않고 재취급을 최소화 할 수 있는 최적의 위치를 결정한다.

수출 컨테이너의 장치위치 결정을 위한 유전자 알고리즘(genetic algorithm)의 구성요소는 표현, 초기모집단, 적응도 평가, 선별, 유전연산자, 유전파라미터로 이루어

져 있으며, (그림1)은 적용할 유전자 알고리즘(genetic algorithm)의 구조를 나타내고 있다.

```

begin
  t ← 0(초기세대)
  P(t)의 초기화( 6개 그룹 A~F의
                초기모집단 생성 )
  P(t)의 적응도 평가
  while(종료조건이 만족되지 않으면) do
    begin
      t ← t + 1
      P(t-1)로부터 우수개체그룹 선별
      P(t-1)로부터 비선별그룹 삭제
      새로운 유전자 입력
      P(t) 생성(각 그룹별 모집단 생성)
      P(t)의 유전연산(교차와 돌연변이)
      P(t)의 적응도 평가
    end
  end
end
    
```

(그림 1) 유전자 알고리즘의 구조

(1) 표현

베이의 크기는 5단 6열로 정의하며 24개의 컨테이너가 4단까지 장치된다.

d	h	l	p	t	x
c	g		o	s	w
b	f	j	n	r	v
a	e	i	m	q	u

4	8	12	16	20	24
3	7		15	19	23
2	6	10	14	18	22
1	5	9	13	17	21

(a) 슬롯의 위치

(b) 장치된 슬롯

(그림 2) 슬롯의 위치결정

(그림 2.a)에서 a, ..., x는 각 슬롯의 위치를 나타내며, 한개의 열에 4개의 수출 컨테이너가 아래부터 적재된다. (그림 2.b)는 수출 컨테이너가 각 슬롯에 적재되어져 있는 상태이다. (그림 2.a)의 a, ..., x를 일렬로 나열하면 유전자 알고리즘(genetic algorithm)의 개체로 표현이 가능하다. 그림 2의 6개의 각 열을 일렬로 나열함으로써 24개의 유전자로 구성된 개체를 구성할 수 있다. (그림 2.b)를 개체로 표현하면 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24)와 같으며, 유전자 11번은 k번째 자리에 위치해 있는 것이다.

(2) 초기모집단

선형 장치되지 않은 베이에 최초의 수출 컨테이너가 들어왔을 때 수출 컨테이너를 장치할 수 있는 위치는 (그림 2.a)에서 보면 a, e, i, m, q, u 중에 하나가 된다. 각각의 위치에 컨테이너가 장치될 수 있다는 조건하에서 100개의 개체로 구성된 초기모집단 A, B, C, D, E, F로 구성한다. 각 그룹의 개체의 최초 수출 컨테이너의 위치는 A그룹은 위치a, B그룹은 위치e, C그룹은 위치i, D그룹은 위치m, E그룹은 위치q, F그룹은 위치u에 결정되어져 있고, 개체를 구성하기 위한 나머지 장치위치는 무작위로 정렬한다. 예를 들어 최초 컨테이너 번호가 5번이

