

# 상품 특성을 고려한 상품 배치 최적화 알고리즘

임초원<sup>1</sup>, 이종민<sup>2</sup>, 김태연<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup> 울산대학교 it 융합학부 학부생

chowon1031-@naver.com, 2314ljm@gmail.com, tobysamsung@naver.com

## Item Arrangement Optimization Algorithm Considering Product Characteristics

Cho-Won Lim<sup>1</sup>, Jong-Min Lee<sup>2</sup>, Tae-Yeon Kim<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup> School of IT Convergence University of Ulsan

### 요 약

최근 상품의 특성을 고려하지 않은 박스 크기 선택과 박스 공간 내 비효율적인 상품 배치로 인하여 박스의 파손 문제가 지속적으로 제기되고 있다. 이는 적재하고자 하는 상품의 특성을 고려하지 않고 상품을 대략적으로 배치하기 때문이다. 따라서 본 논문에서는 면적과 무게와 같은 상품의 특성을 고려한 상품 배치 최적화 알고리즘을 제안하여 공간 배치의 비효율성 문제를 최소화하고자 한다. 제안한 상품 배치 최적화 알고리즘은 검색 트리 (search tree)와 상품 특성 기반 평가 함수 (evaluation function)로 구성되어 있다. 상품 특성 기반 평가 함수는 면적, 무게 및 바닥에 닿는 면적을 고려하여 설계되었다.

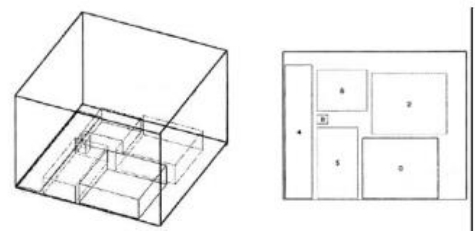
### 1. 서론

최근 코로나 19 사태로 인해 전 세계적으로 온라인 쇼핑과 비대면 거래가 증가하면서 택배 물량이 크게 증가하였다. 증가한 택배 물량을 빠르게 처리하기 위해 상품 특성을 고려하지 않고 무분별하게 택배를 포장하는 경우가 많아졌다. 박스 속 비효율적인 배치로 운송 중 상품 파손 등과 관련된 문제점이 지속적으로 발생하였다. 따라서 상품의 특성을 고려한 배치의 필요성이 증가하였고 이를 적용한 알고리즘을 고안하였다.

### 2. 본론

#### 2.1. 문제 정의

그림 1 은 3 차원 공간에 상품의 특성을 고려한 물건의 예시를 보여준다. 상품의 특성을 고려한 상품 배치란 바닥층부터 많은 상품을 배치하여 최소 층으로 배치가 완료된 상태, 파손 위험성과 무게의 안전성을 고려한 배치 등을 의미한다.



(그림 1) 상품의 특성을 고려한 배치 예시[1]

#### 2.2. 배치 알고리즘

상품의 최적의 배치를 위해서는 길이, 면적, 부피, 파손 위험성 등 상품의 특성을 고려해야 하므로 상품의 배치가 제한될 수밖에 없다. 이러한 특성 중 본 알고리즘은 길이와 면적을 중점적으로 고려한다. 또한, 검색 트리(search tree)를 활용하여 배치를 수행하고 발생할 수 있는 모든 경우를 탐색, 평가함수를 통해 최적의 배치 경우를 찾아낸다.

트리 생성은 다음과 같은 방법으로 수행된다.

1. 상품이 배치될 수 있는 위치를 빠짐없이 탐색할 수 있도록 상품 및 배치될 위치를 루트 노드로 선정한다. 선택된 상품에 대하여 배치가 가능한 모든 위치를 탐색하고 해당 위치를 루트 노드로 하는 트리를 생성한다.
2. 부모 노드에 배치된 상품을 제외하고 나머지 상품 중 하나를 선택하여 이미 배치된 상품 위치와 겹치지 않는 위치를 계산하고[2] 가능한 모든 경우에 대하여 자식 노드로 추가한다.
3. 2 번 과정에서 선택되지 않은 모든 상품에 대해 반복하여 트리를 완성한다. 현재 루트 노드 좌표에 대한 모든 경우가 반영된 트리가 완성되면 다음 트리에서 2 번 과정을 반복한다. 모든 트리가 완성이 되면 트리 생성 알고리즘을 종료한다.
4. 완성된 모든 트리에 대해 평가함수를 통해 최적의 배치 결과를 확인한다.

### 2.3. 평가 함수

평가함수는 층 모델을 사용하여 평가 기준을 선정하였다. 층 모델을 사용한 이유는 상품별로 받는 무게와 상품 간 겹치는 면적을 계산하기 용이하도록 하기 위함이다. 평가 함수에서 사용하는 층( $n$ )은 1cm 기준으로 자른 것을 선정하였다.

최적의 배치란 최대한 낮은 층에 빈틈없이 쌓인 것과 각 상품이 받는 무게가 상품의 크기 대비 안정적인 것을 의미한다. 따라서 평가 함수에서 상품의 전체 면적, 각 상품이 받는 무게를 고려하였다.

$$F = F_1 + F_2 + F_3$$

$$F_1 = \sum_{k=1}^n a_k x_k, F_2 = \sum_{k=1}^n a_k y_k, F_3 = \sum_{k=1}^n z_k$$

$F_1$  모든 층마다 해당 층 기준으로 상품이 이전 층의 상품과 겹치는 면적( $x_k$ )과 가중치( $a_k$ ) 곱을 계산한다. 단, 1 층의 경우에는 상품이 상자 바닥과 겹치는 면적을 기준으로 계산한다. 이때 1 층은 바닥층을 일컫는다.

$F_2$  모든 층마다 해당 층에서 상품이 받는 무게( $y_k$ )와 가중치( $a_k$ ) 곱을 계산한다. 예컨대 상품이  $n$  층에 걸쳐 쌓여 있다고 가정한다면 모든 층마다 해당 층에서부터  $n$  층까지 쌓인 상품의 전체 무게를 계산하여 총합을 구한다.

$F_3$  특정 상품이 배치된 모양에 따라 해당 상품이 배치된 층에 닿는 면적( $z_k$ )을 계산한다. 이때 특정 상품이란 깨지기 쉬운 특성을 갖는 상품이다.

가중치( $a_k$ )를 부여하는 기준은 일상적으로 볼 수 있는 박스의 최대 무게인 20000g(20kg)와 가중치를 곱하였을 때 컴퓨터에서 계산 가능한 32 비트 정수형의 최댓값(2,147,483,647)를 넘지 않도록 설정하였다. 이때 kg을 g으로 변환하여 계산한 이유는 층마다 계산되는 상품의 무게 및 면적의 차이를 키우기 위함이다.

### 3. 결론 및 추후연구

본 알고리즘은 박스에 배치된 상품의 무게를 고려하여 배치를 진행하므로 박스의 무게 분포를 균일하게 할 수 있어 안정적인 배치가 가능하다. 또한 상품의 항목이 늘어나도 동일하게 알고리즘을 적용할 수 있다는 점에서 컨테이너 상품 적재, 선박 화물 적재 등과 같은 분야에 활용할 수 있다.

현재 배치 알고리즘 생성 과정을 진행하고 있어 본 논문은 트리 생성 결과 및 평가 함수 계산 결과에 대한 내용을 언급하지 않았다. 따라서 해당 내용에 대한 트리 생성 및 평가 함수의 변동 사항에 대해 추후 연구를 진행할 예정이다.

### 참고문헌

- [1] 이광재, “3차원 입체 형상의 효율적 배치 알고리즘에 관한 연구”, 서울대학교 대학원 석사 학위논문, 1999, p6.
- [2] 조경호, “임의의 형상의 원자재 위에서의 효과적인 배치 알고리즘의 제안”, 제주대학교 학술저널, 1994, p375