



구분 제약과 적재 중량을 고려한 컨테이너 패킹 문제

저자 (Authors)	정민철, 김민수, 문일경
출처 (Source)	대한산업공학회 추계학술대회 논문집 , 2015.11, 2907-2920 (14 pages)
발행처 (Publisher)	대한산업공학회 Korean Institute Of Industrial Engineers
URL	http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE06561284
APA Style	정민철, 김민수, 문일경 (2015). 구분 제약과 적재 중량을 고려한 컨테이너 패킹 문제. 대한산업공학회 추계학술대회 논문집, 2907-2920.
이용정보 (Accessed)	창원대학교 39.127.93.*** 2019/03/07 13:55 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s)and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s)for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

구분 제약과 적재 중량을 고려한 컨테이너 패킹 문제

정민철, 김민수, 문일경 (서울대학교 산업공학과)

Integer
programming

container

Contents

1. Introduction

2. Literature Review

3. Mathematical Model

4. Numerical Examples

5. Conclusions

1. Introduction

3차원 컨테이너 패킹 문제(3D container packing problem: 3DCPP)

- 3차원 공간상의 컨테이너를 채우는 것에 관한 문제로서 아래와 같은 문제와 유사함
 - 3차원 공간 cutting stock 문제
 - 3차원 컨테이너 로딩 문제



Contents

Introduction

Literature
ReviewMathematical
ModelNumerical
Examples

Conclusions

1. Introduction

3차원 컨테이너 패킹 문제는 아래와 같은 두 가지 형태로 나눌 수 있음

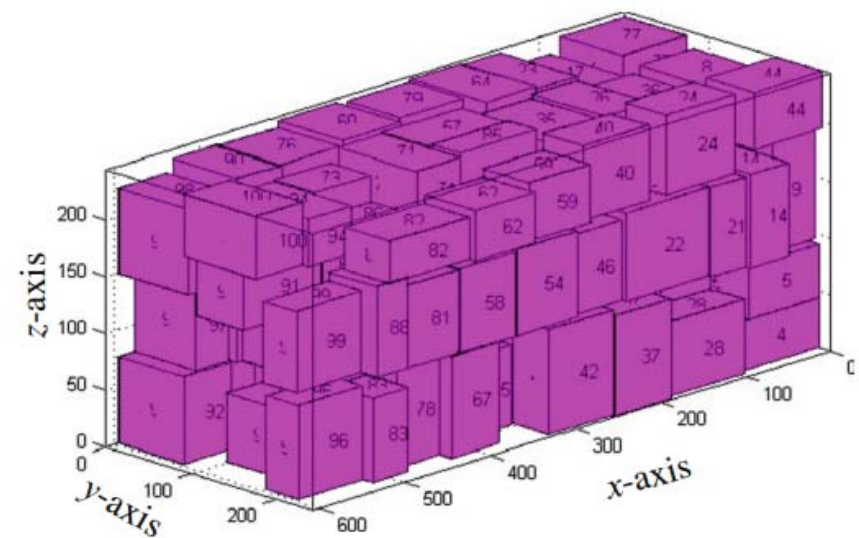
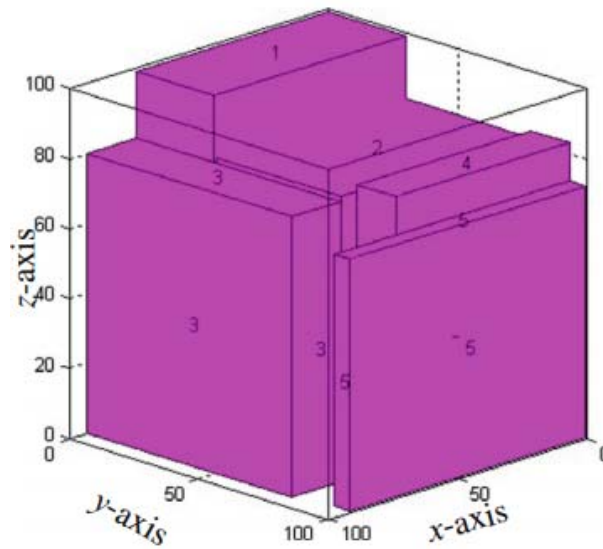
- 총 비용 최소화 문제
 - 주어진 화물에 대해 컨테이너의 총 비용을 최소화 하는 문제
 - ex) 빈 패킹 문제(Bin-packing problem: BPP)
- 총 용적률 최대화 문제
 - 주어진 컨테이너 공간의 사용을 최대화 하여 화물을 적재하는 문제
 - ex) 배낭 문제(Knapsack problem: KP), 단일 컨테이너 패킹 문제

1. Introduction

본 연구에서는 총 용적을 최대화 문제 중 단일 컨테이너 패킹 문제에 대해 다룰 것임

- 단일 컨테이너 패킹 문제

-주어진 화물들을 최대한 많이 컨테이너에 적재하는 문제



Contents

Introduction

Literature
Review

Mathematical
Model

Numerical
Examples

Conclusions

1. Introduction

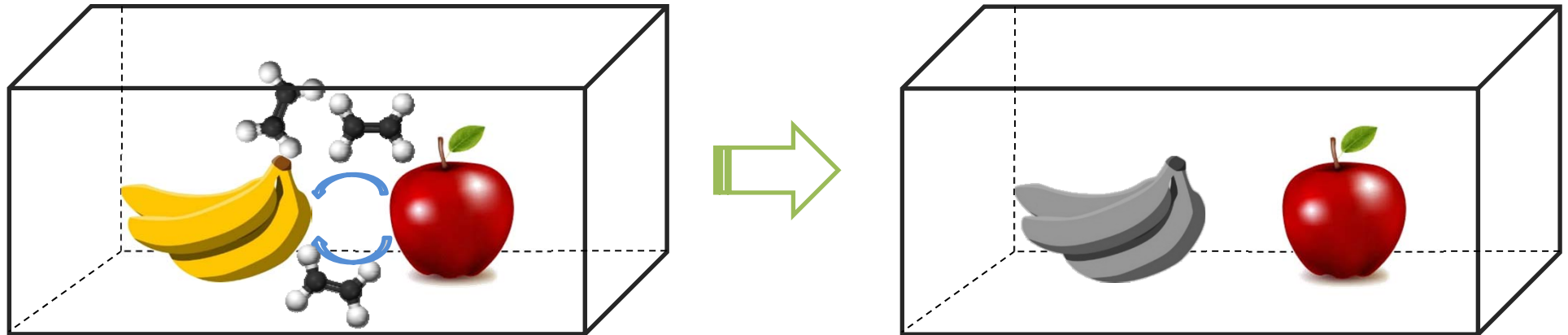
본 연구에서는 총 용적을 최대화 문제 중 단일 컨테이너 패킹 문제에 대해 다룰 것임

- 단일 컨테이너 패킹 문제

- 일반적으로 무게 제약, 부피 제약, 무게 균형 제약 등이 포함됨

- 본 연구에서는 무게 제약, 구분 제약, 방향 제약을 고려하고자 함

- ex) 사과와 바나나의 구분 보관 제약 (사과의 에틸렌이 바나나의 갈변 현상을 촉진)



2. Literature Review

기존 선행 연구들의 문제 형식과 제약 식, 풀이 방법

Contents

Introduction

Literature
ReviewMathematical
ModelNumerical
Examples

Conclusions

논문	문제 특징	제약조건			문제 접근 방법		
	용적률 최대화	구분	무게	방향	수리최적화	휴리스틱	메타휴리스틱
Eley (2002)	√			√		√	
Eley (2003)		√			√	√	
Chien and Deng (2004)	√			√		√	
Dereli and Das (2010)			√	√		√	√
Fanslau and Bortfeldt (2010)	√			√		√	
Ceschia and Schaerf (2011)	√		√	√		√	√
Liu et al. (2011)	√		√	√		√	√
Junqueira et al. (2012)	√			√	√		
Liu et al. (2014)	√			√		√	
Moon and Nguyen (2014)	√			√	√	√	√
본 연구	√	√	√	√	√		

3. Mathematical Model

본 연구의 수리 모형

- Indices:

- $i, \hat{i} = 1, \dots, I$
- $k = 1, \dots, K$
- $n = 1, \dots, N$
- $e, \hat{e} = 1, \dots, E$

박스 종류의 인덱스

컨테이너 타입의 인덱스

구분 제약의 종류에 대한 인덱스

박스 각각에 대한 인덱스

(종류 순서대로 $1, \dots, \beta_1, \beta_1 + 1, \dots, \beta_1 + \beta_2, \dots, \beta(I), \dots, \sum_{i=1}^I \beta_i$ 로 표시,
 $\beta(1) := 1, i$ 가 2 이상일 경우 $\beta(i) := (\sum_{l=1}^{i-1} p_l) + 1$)

- Variables:

- (x_e, y_e, z_e)
- ω_e
- μ_i

박스 e 의 좌측 하단 안쪽의 좌표

박스 e 의 컨테이너 적재 여부

컨테이너에 적재된 박스 종류 i 의 개수

3. Mathematical Model

본 연구의 수리 모형

- Parameters:

- (l_i, w_i, h_i)

박스 종류 i 의 가로, 세로, 높이 (cm)

- (L_k, W_k, H_k)

컨테이너 타입 k 의 가로, 세로, 높이 (cm)

- $v_i = l_i \times w_i \times h_i$

박스 종류 i 의 부피 (cm^3)

- $V_k = L_k \times W_k \times H_k$

컨테이너 타입 k 의 부피 (cm^3)

- g_e

박스 e 의 무게 (kg)

- G_k

컨테이너 타입 k 의 무게 제한 (kg)

- S_n

구분 제약 그룹 예) $S_n = \{\{e, \hat{e}\}, \{1, 7\}\}$

- M

Large M

3. Mathematical Model

본 연구의 수리 모형

- 목적함수:

$$\max \sum_{i=1}^I v_i \mu_i$$

- Subject to

$$x_e - x_{\hat{e}} + l_i \omega_e \leq M(1 - \delta_{1e\hat{e}}),$$

$$e, \hat{e} \in \{1, \dots, E\}, e \neq \hat{e}$$

$$x_{\hat{e}} - x_e + l_{\hat{i}} \omega_{\hat{e}} \leq M(1 - \delta_{2e\hat{e}}),$$

$$e, \hat{e} \in \{1, \dots, E\}, e \neq \hat{e}$$

$$y_e - y_{\hat{e}} + w_i \omega_e \leq M(1 - \delta_{3e\hat{e}}),$$

$$e, \hat{e} \in \{1, \dots, E\}, e \neq \hat{e}$$

$$y_{\hat{e}} - y_e + w_{\hat{i}} \omega_{\hat{e}} \leq M(1 - \delta_{4e\hat{e}}),$$

$$e, \hat{e} \in \{1, \dots, E\}, e \neq \hat{e}$$

$$z_e - z_{\hat{e}} + h_i \omega_e \leq M(1 - \delta_{5e\hat{e}}),$$

$$e, \hat{e} \in \{1, \dots, E\}, e \neq \hat{e}$$

$$z_{\hat{e}} - z_e + h_{\hat{i}} \omega_{\hat{e}} \leq M(1 - \delta_{6e\hat{e}}),$$

$$e, \hat{e} \in \{1, \dots, E\}, e \neq \hat{e}$$

$$\sum_{q=1}^6 \delta_{qe\hat{e}} \geq 1,$$

$$e, \hat{e} \in \{1, \dots, E\}, e \neq \hat{e}$$

Contents

Introduction

Literature
ReviewMathematical
ModelNumerical
Examples

Conclusions

3. Mathematical Model

본 연구의 수리 모형

- Subject to

$$x_e + l_i \leq L_k \quad \forall e$$

$$y_e + w_i \leq W_k \quad \forall e$$

$$z_e + h_i \leq H_k \quad \forall e$$

$$x_e \leq M\omega_e \quad \forall e$$

$$y_e \leq M\omega_e \quad \forall e$$

$$z_e \leq M\omega_e \quad \forall e$$

$$(x_e, y_e, z_e) \in \mathbb{R}_+^3 \quad \forall e$$

$$\omega_e + \omega_{\hat{e}} \leq 1, \quad e, \hat{e} \in S_n \quad \forall n$$

$$\sum_{e=1}^E g_e \omega_e \leq G_k$$

$$\sum_{e=\beta(i)}^{\beta(i)+\beta_i-1} \omega_e = \mu_i \quad \forall i$$

$$\omega_e \in \mathbb{B}^1 \quad \forall e$$

$$\mu_i \in \mathbb{Z}_+^1 \quad \forall i$$

Contents

Introduction

Literature
ReviewMathematical
ModelNumerical
Examples

Conclusions

4. Numerical Examples

다음과 같은 조건하에서 실험을 수행

- 컨테이너 규격

-20ft 컨테이너: 587*233*220(*cm*, 가로x세로x높이), 1750(*kg*, 무게 제한)

- 박스 규격

박스 종류	L	W	H	개수
1	91	54	45	13
2	105	77	72	15
3	79	78	48	10
4	109	76	59	12
5	48	37	30	13
6	44	37	27	9
7	79	76	54	17
8	116	78	20	16

- 박스 무게는 5~54kg 범위 내에서 임의로 설정
- 구분 제약은 임의로 30쌍을 설정

4. Numerical Examples

실험 결과

- 실험 환경: Windows Server 2008 R2, Intel Xeon E3-1270 V2 3.50GHz, 16GB RAM
- 실험 프로그램: Xpress-IVE 64bit
- 실험 결과: 83.1722%의 용적률 달성
- 소요 시간: 0.9s
- 105개의 화물 중 78개 적재

5. Conclusions

본 연구에서는 컨테이너 패킹문제에서 거의 다루지 않았던 **구분 제약을 고려함**

기존의 무게 제약, 방향 제약 등에 구분 제약을 포함함으로써 현실의 제약상황을 효과적으로 반영함

특히 문제를 해결할 수 있는 수리 모형을 제시하여 **효과적인 최적 해를 도출** 할 수 있음을 보임