

## 컨테이너 셔틀 서비스를 위한 차량 경로 문제의 근사적 해법

신재영\* · † 오성인\*\* · 박종원\*\*

\*한국해양대학교 물류시스템공학과 교수, \*\*한국해양대학교 대학원

### Efficient heuristic of vehicle routing problem for container shuttle service

Jae-Young Shin\* · † Sung-Inn Oh\*\* · Jong-Won Park\*\*

\*Department of Logistics Engineering, National Korea Maritime University, Pusan 606-791, Korea

\*\*Graduate school of National Korea Maritime University, Pusan 606-791, Korea

**요 약** : 일반적으로 컨테이너 공로 운송은 근거리 운송, 장거리 운송, 셔틀 운송으로 구분되고, 컨테이너 차량은 chassis 형태에 따라 20' 컨테이너 전용, 40' 컨테이너 전용, combined chassis 차량으로 나눌 수 있다. 본 논문에서는 셔틀 운송을 고려한 컨테이너 차량 경로 문제를 다루고자 한다. 셔틀 서비스는 O/D pairs가 같은 물량이 여러 개 발생할 수 있다. 문제 정의는 기존의 연구된 combined chassis 트레일러를 이용한 컨테이너 차량 경로 문제와 유사하지만 셔틀 서비스의 특징을 고려해야 한다. 이에 각 노드를 한 번 이상 방문할 수 있는 pick-up and delivery 제약을 가진 차량경로문제를 근간으로 하여 combined chassis 트레일러를 이용한 컨테이너 셔틀 운송계획 문제를 정의하고, 적합하고 효율적인 해법을 제안하고자 한다.

**핵심용어** : 컨테이너 셔틀 서비스; 차량 경로 문제; pick-up and delivery

**ABSTRACT** : Generally, the container road transportation can be divided into three types; short distance, long distance and shuttle transportation. Also container vehicle can be divided into three types according to the chassis types of vehicle; only 20-foot container, only 40-foot container, combined chassis trailer. This paper deals with Vehicle Routing Problem(VRP) for delivering containers considering shuttle transportation. The shuttle service occurs several amounts of container which is same as O/D pairs. This problem is similar to the previously studied VRP for delivering containers using combined chassis trailers, but the characteristics of shuttle service must be considered additionally. We formulate the container shuttle transportation planning problem using combined chassis trailers based on VRP with pick-up and delivery which can visit each node more than one time, and propose an efficient solution procedure.

**KEY WORDS** : Container shuttle service; VRP; pick-up and delivery

### 1. 서 론

현재 컨테이너 운송은 국제 물류에서 중요한 역할을 한다. 그 중에서 내륙운송은 비용측면에서 많은 비중을 차지하고 있다. 수출입 의존도가 높은 우리나라에서 효율적인 수출입 컨테이너 운송체계를 구축하는 것은 매우 중요한 국가적 과제이다. 이러한 중요성에도 불구하고 컨테이너 터미널의 설계 및 운영에 관

한 연구에 비해 운송 분야는 학문적 연구가 많이 이루어지지 않았다. 본 논문에서는 컨테이너 내륙 운송의 상당부분을 차지하는 공로 운송을 대상으로 한다.

일반적으로 컨테이너 공로 운송은 근거리운송, 장거리운송, 셔틀운송으로 구분된다. 컨테이너 터미널과 ODCY 간의 컨테이너 운송, 환적(transshipment)화물을 위한 운송, 그리고 철도 수송을 위한 연결운송 등을 셔틀운송이라 한다. 그리고 셔틀운

† 교신저자 : 오성인(일반회원), dayssay@nate.com 051)410-4931

\*중신회원, shinjy@hhu.ac.kr 051)410-4335

송과 근거리 운송의 가장 큰 차이점은 시간 창(Time window)의 유무이다.

컨테이너는 크기에 따라 20' 컨테이너, 40' 컨테이너 두 종류의 컨테이너로 표준화되어 있다. 그리고 컨테이너 내에 들어 있는 화물의 속성 측면에 따라 일반 컨테이너와 특수화물(냉동, 위험 등) 컨테이너로 분류 할 수 있으며, 특수화물은 특수 장비가 부착된 컨테이너 차량에 의해 수송이 이루어진다.

컨테이너 차량은 차체를 움직이는 부분인 트랙터(tractor)와 컨테이너가 적재되는 부분인 chassis로 구분된다. chassis는 크게 20' 컨테이너 전용인 미니 chassis, 40' 컨테이너 전용인 구즈넥 chassis, combined chassis로 나뉜다. combined chassis는 20' 컨테이너 2개를 실거나 40' 컨테이너 1개를 실을 수 있다.

pick-up and delivery 제약을 가진 차량경로문제(Vehicle Routing Problem with Pick-up and Delivery; VRPPD)는 많은 연구가 이루어져 왔다. 신재영, 오성인(2008)과 Chung Ki Ho et al(2007)은 컨테이너 차량 경로 문제에 대한 모형을 수립하고 20'/40' 컨테이너 전용 차량과 combined 차량에 대한 해법을 제시하였다. Cordeau Jean-Francois and Laporte Gilbert(2003a)는 차량의 대수가 정해져 있는 Dial-A-Ride 문제를 tabu search를 이용하여 해법을 제안하였다.

## 2. 문제 정의

combined chassis와 셔틀운송의 특징을 고려하여 문제를 정의하면, 운송되는 모든 화물은 20' 컨테이너나 40' 컨테이너이며, 모든 차량은 combined chassis 트레일러이다. TEU를 화물 단위로 하면, 모든 화물의 크기는 '1'이나 '2'로 표현 될 수 있으며, combined chassis 트레일러를 대상으로 하기 때문에 각 차량의 최대 화물 크기는 '2'라고 가정 할 수 있다. 마지막으로 각 차량의 일일 운행 시간은 모두 같고 제한되어 있으며, 시간 창과 차량의 운용 형태는 고려하지 않는다.

## 3. 모형화

모형의 목적함수는 컨테이너 운송에 사용된 전체 차량에 대한 총 운행 비용의 최소화이다. 제약조건으로는 각 노드는 한 차량에 의해 방문되어지고, 네트워크의 흐름보존법칙을 만족해야 한다. 또한 차량의 적재 용량 제약, 차량의 일일 운행 시간 제약, 노드간의 선후 관계 제약 등을 만족해야 한다.

## 4. 해법 연구

본 장에서는 상기에서 정의한 문제에 대한 해법으로 적합하고 효율적인 알고리즘을 제시한다.

신재영, 오성인(2008)에서 제안한 휴리스틱 해법은 클러스터 대상 노드가 전체 노드이기 때문에 서치 영역이 커져서 계산시

간이 많이 걸렸다. 반면에 본 논문에서는 셔틀운송을 대상으로 하기 때문에 같은 pick up/delivery 노드를 가진 컨테이너는 클러스터 대상에서 제외시킬 수 있다. 따라서 계산시간을 많이 줄일 수 있다.

그리고 타부서치를 이용한 새로운 해법을 제시한다.

## 5. 수치 실험

신재영, 오성인(2008)과 Chung et al(2007)이 이용한 문제 set에 적용하여 해법의 효율성을 비교하였다.

## 6. 결 론

차량 경로 문제에 대한 연구는 많이 이루어져 왔다. 컨테이너 공로 운송에서 차량 경로 문제는 컨테이너와 컨테이너 차량의 특성 때문에 기존의 차량 경로 문제보다 제약을 더 완화시킬 수 있다. 문제 정의는 기존의 연구된 combined chassis 트레일러를 이용한 컨테이너 차량 경로 문제와 유사하지만 셔틀 운송의 특징까지 고려하였다. 이에 각 노드를 한 번 이상 방문할 수 있는 pick-up and delivery 제약을 가진 차량경로문제를 근간으로 하여 combined chassis 트레일러를 이용한 컨테이너 셔틀 운송계획 문제를 설정하였다. 휴리스틱 알고리즘을 이용하여 효율적인 해법을 제시하였으며, 기존의 해법과 비교하여 유용성을 검증하였다.

### 참 고 문 헌

- [1] 신재영, 오성인(2008), "Combined chassis 트레일러를 이용한 컨테이너 차량 경로 문제", 한국항해항만학회 2008년도 공동학술대회, 논문집, pp.155-156
- [2] Ki Ho Chung, Chang Seong Ko, Jae Young Shin, Hark Hwang and Kap Hwan Kim.(2007), "Development of mathematical models for the container road transportation in Korean trucking industries", Computers & Operational Research, 53, pp.252-262
- [3] Cordeau Jean-Francois and Laporte Gilbert(2003a), "A tabu search heuristic for the static multi-vehicle dial-a-ride problem", Transportation Research Part B, 37, pp.579-594
- [4] Dumas Yvan, Desrosiers Jacques and Francois Soumis(1991), "The pickup and delivery problem with time windows", European Journal of Operational Research, 54, pp.7-22