

# 카캐리어선 화물 선적 계획 최적화

조현수\* · 김태광\* · 류광렬\*

\*부산대학교 전기컴퓨터공학부

## Optimization of Stowage Plans for Car Carrier Ships

*Hyunsoo Cho\* · Taekwang Kim\* · Kwang Ryel Ryu\**

*\*Department of Electrical and Computer Engineering, Pusan National University, 2, Busandaehak-ro 63beon-gil, Geumjeong-gu, Busan, Korea*

**요 약** : 카캐리어선에 화물을 선적하기 위해서는 각 화물의 선적 순서와 위치를 결정해야 하며, 이를 선적 계획이라 한다. 선적 계획은 선박의 무게 중심과 공간 손실률, 화물 재취급(re-handling) 횟수를 최소화하도록 수립된다. 최적의 선적 계획을 수립하기 위해서는 여러 후보 선적 계획들을 평가하여 적합도(fitness)가 가장 높은 것을 탐색하여야 한다. 하지만 화물 종류의 수와 도착지의 수가 증가할수록 후보 선적 계획의 수가 증가하게 되어, 탐색 시간과 계산 비용이 커지는 문제가 발생한다. 본 논문에서는 탐색 공간이 매우 큰 환경에서 최적의 선적 계획을 효율적으로 탐색하기 위해 유전 알고리즘(genetic algorithm)을 사용한다. 또한, 선박의 무게 중심과 공간 손실률, 화물 재취급 횟수로 목적 함수(objective function)를 구성하여 최적 선적 계획을 탐색한다. 실험 결과, 휴리스틱(heuristic) 방식보다 공간 손실률과 재취급 횟수가 향상되었으며, 특히 재취급 횟수는 70% 감소하였다.

**핵심용어** : 카캐리어선, 선적 계획, 최적화

## 1. 서 론

선박의 규모가 커짐에 따라 선박의 적재 가능 화물 수가 늘어나 운송 비용이 감소하고 있지만, 선적 계획에 따른 비용은 증가하고 있다. 그 이유는 화물의 종류가 다양해짐에 따라 선박의 무게 중심과 공간 손실률을 최적화하기 어려워지고, 또한 목적지의 수가 늘어남에 따라 재취급 횟수도 늘어나기 때문이다. 이에 따라 선적 계획 수립을 자동화하려는 필요성이 대두되고 있다.

하지만 후보 선적 계획의 수가 많을수록 최적 선적 계획을 얻기 위해 필요한 탐색 시간이 증가하게 되는 문제가 있다. 최적 선적 계획을 탐색하기 위해서는 먼저 후보 선적 계획을 생성한다. 선적 계획은 선적 대상 화물들에 선적 순서와 위치를 부여하는 것으로, 화물의 종류가 다양할수록, 선적 위치가 많을수록 다양하다. 후보 선적 계획은 여러 가능한 선적 계획 중 하나를 말한다. 최적 선적 계획을 얻기 위해서는 여러 가능한 선적 계획을 생성하여, 각 후보 선적 계획의 적합도(fitness)를 계산하여 적합도가 가장 높은 후보 선적 계획을 최적 선적 계획으로 선택한다. 선적 계획의 적합도는 선박의 무게 중심과 공간 손실률, 화물 재취급(re-handling) 횟수로 계산된다. 즉, 해당 선적 계획대로 선적을 하였을 때 선박의 무게 중심과 공간 손실률, 화물 재취급 횟수를 평가하는 것이다. 적합도는 시뮬레이션을 통해 계산되며 계산 비용이 크다.

따라서 적합도를 계산해야 할 후보 선적 계획이 많아질수록 계산량이 증가하게 된다. 즉, 후보 선적 계획이 많아질수록 최적 선적 계획 탐색에 더 많은 비용이 발생한다. 또한, 최적 선적 계획 탐색 비용에 영향을 미치는 요소로는 선박의 도착지 수가 있다. 선박의 도착지 수가 증가할수록 재취급 횟수도 증가할 가능성이 있다. 재취급 횟수는 화물을 하역할 때 하역하지 않는, 도착지가 다른 화물이 하역할 화물의 경로를 막아서 이동하는 횟수를 말한다. 선박의 도착지 수가 증가할수록 화물의 도착지가 서로 달라질 가능성이 높아지고, 이는 재취급 횟수를 높일 수 있다.

## 2. 본 론

본 논문에서는 유전 알고리즘(genetic algorithm)을 사용하여 선적 계획을 최적화하는 방안을 제안한다. 해는 적재 대상 차량들의 ID를 적재 순서에 따라 나열한 것이다. 각 차량 데이터는 차종과 너비 및 길이, 무게, 예약 여부 정보를 포함한다. 유전 알고리즘은 무게 중심 최적화와 공간 손실률 최소화, 차량 재취급 수 최소화를 하도록 최적 선적 계획을 탐색한다. 무게 중심은 적재된 모든 차량의 무게 중심점과 적재 공간의 중심점 간의 거리로 계산된다. 공간 손실률은 적재 공간의 총 면적 대비 차량이 적재되지 않은 적재 가능 영역의 비율이며, 차량의 면적은 차량간 안전거리를 포함한 면적이다. 차량 재취급 수는 각

차량이 하역할 때 하역 경로 위에 있는 차량의 수이다. 차량의 적재 위치 결정을 위해서는 좌선법 알고리즘을 사용한다. 화물의 적재 위치는 입구와 거리가 가장 먼 가장자리를 우선적으로 고려한다. 비교 방안으로는 휴리스틱 알고리즘으로, 도착항이 먼 순으로 적재하며 차량의 수가 많은 차종 순으로 적재한다. 실험은 총 5회 진행되었으며, 제안된 방안은 비교 방안보다 공간손실률과 재취급 수에서 개선되었으며, 특히 재취급 수는 70% 감소하였다.

### 3. 결 론

본 논문에서는 선적 계획을 최적화하기 위해 유전 알고리즘을 사용하였다. 목적 함수는 선박의 무게 중심과 공간 손실률, 재취급 수로 하였으며, 실험 결과, 무게 중심은 최저치로 나타났으며, 공간 손실률과 재취급 수가 개선되었다. 즉, 목적 함수에서 최적화를 하고자 하는 것을 모두 좋은 결과를 얻을 수 있었다.