

Simulated Annealing Approach to RoRo Ship Optimization

Simulated Annealing 기법을 이용한
RoRo 선박 최적화 알고리즘

Sep. 19, 2025

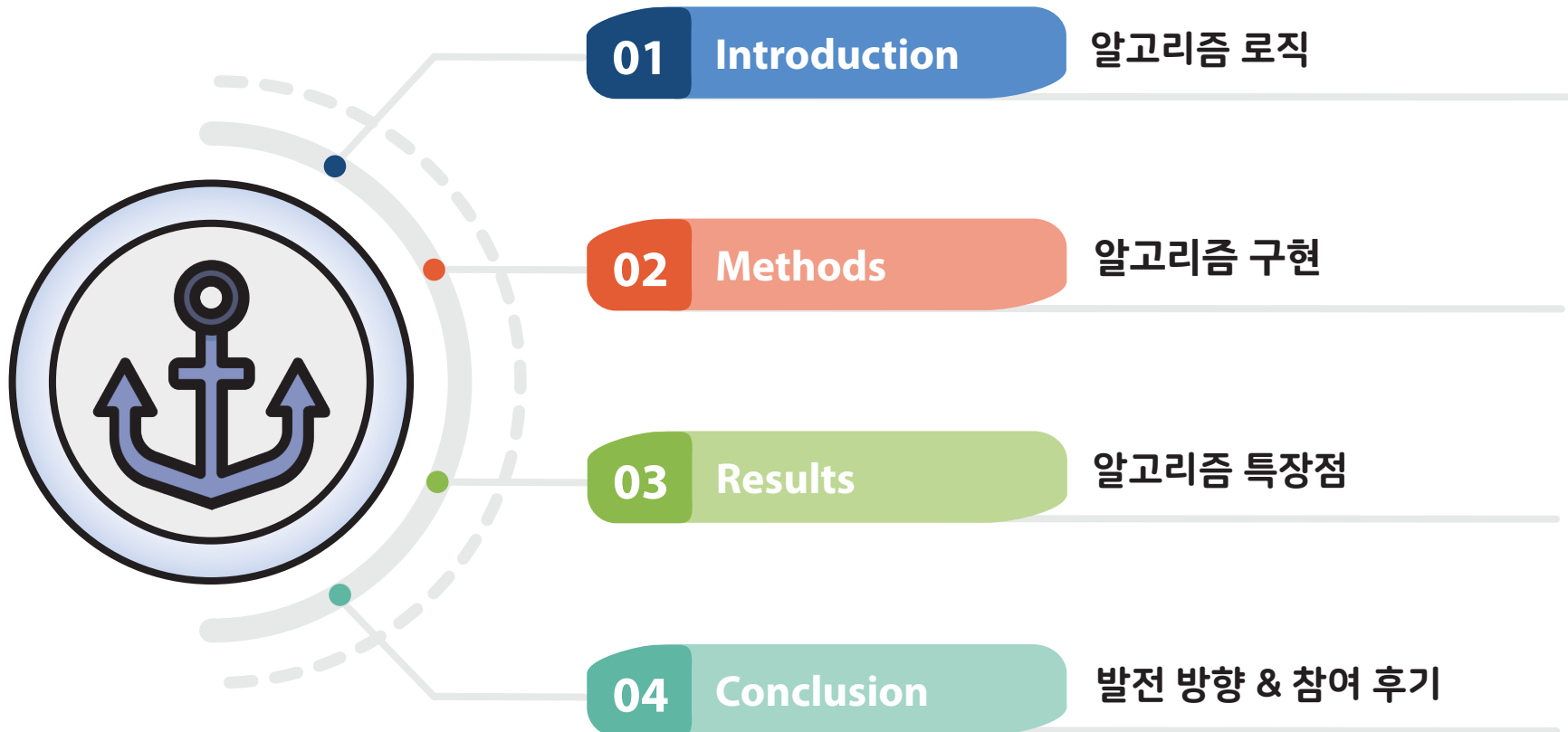
Changju Kim and Jungeun Lee

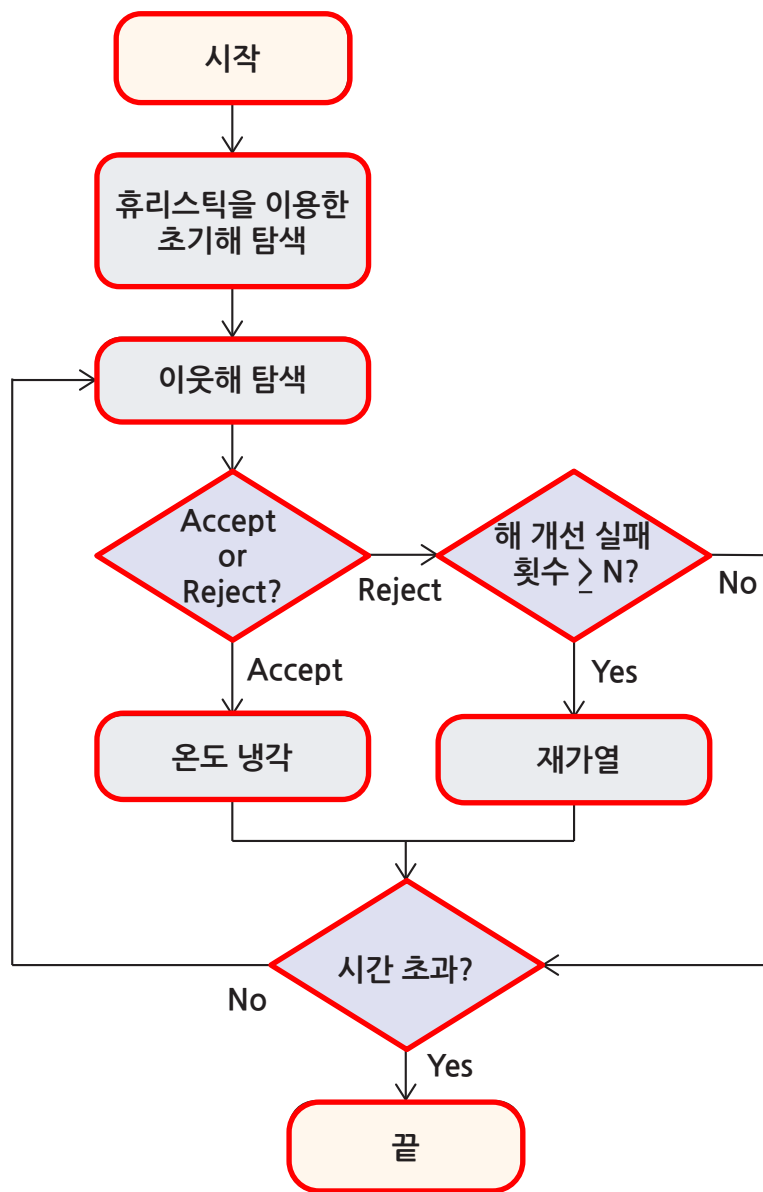
CONTACT

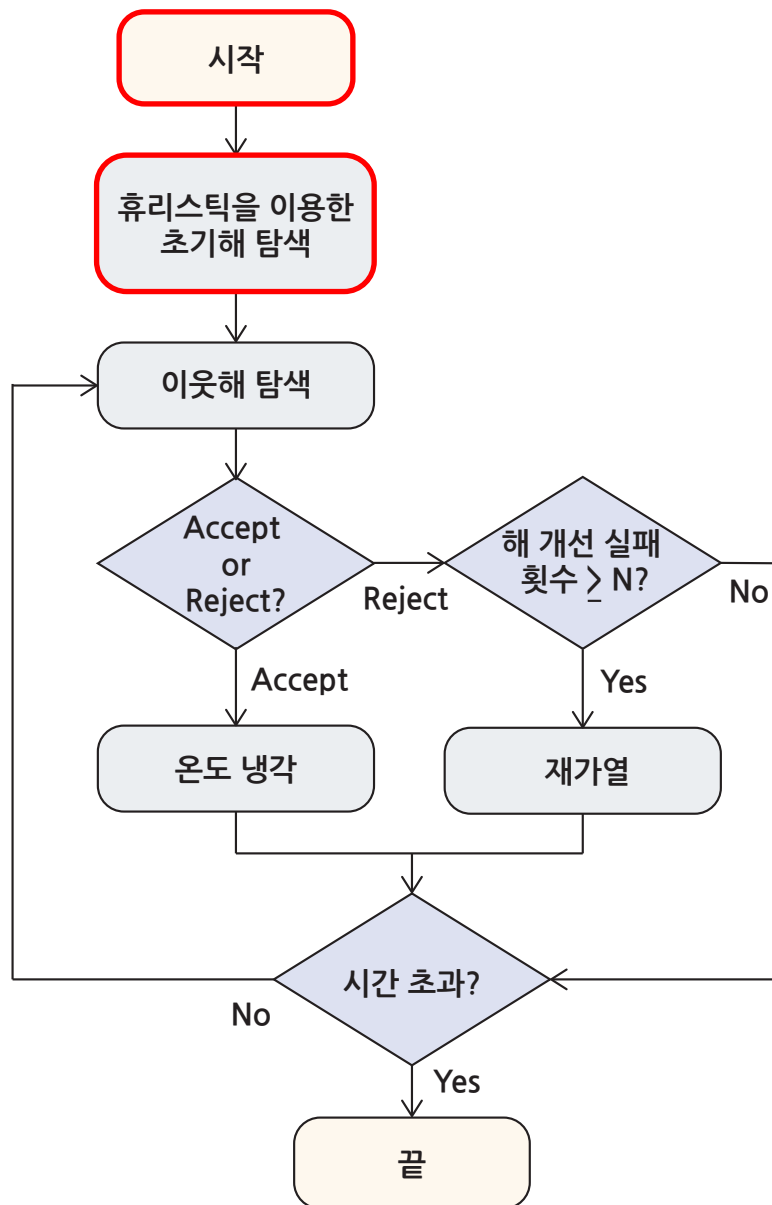
Department of Electrical Engineering
Graduate School of Artificial Intelligence
3rd Engineering Building, Room 510-2, Robotics & Mobility Lab.

Contents

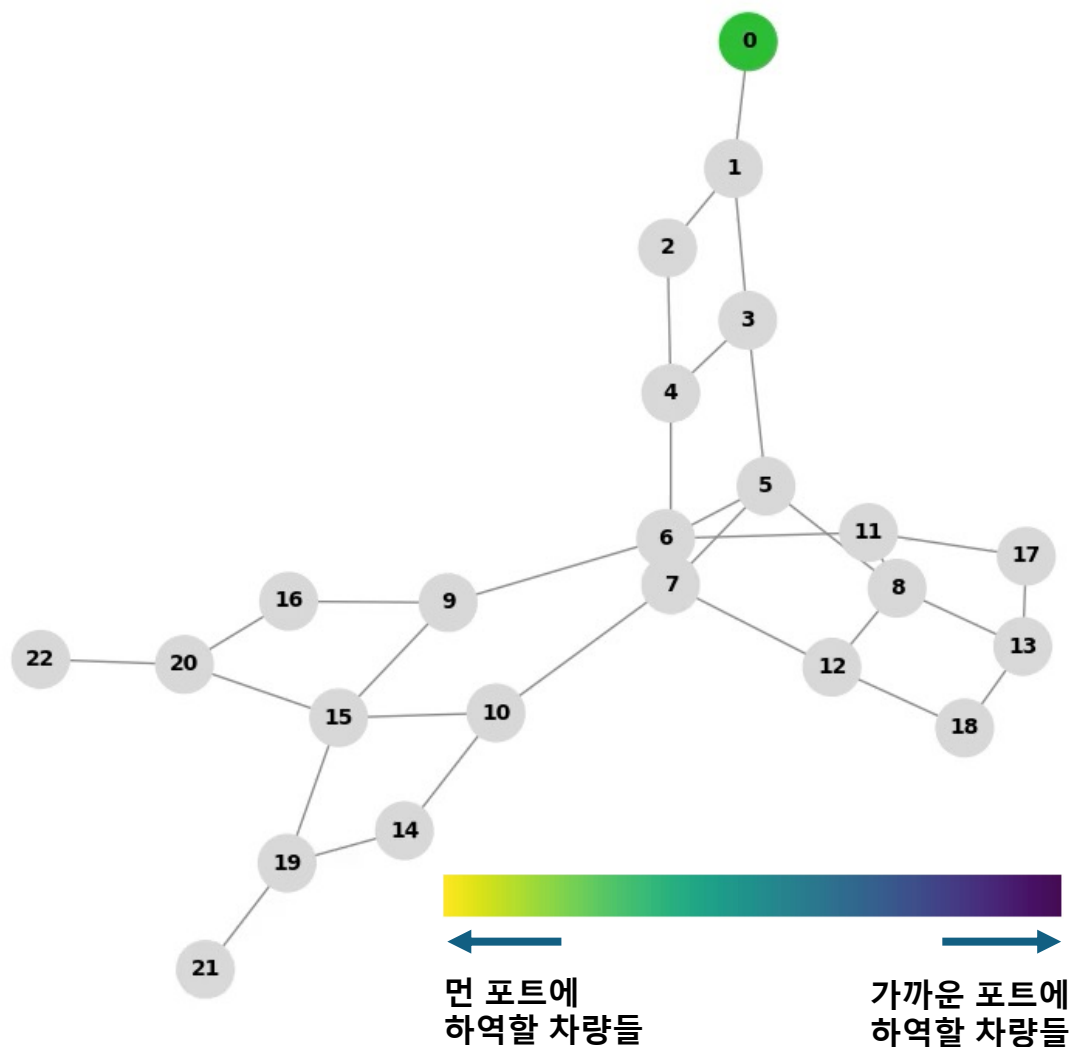
1







Round 2 - Problem 1
Initial State: Empty Port



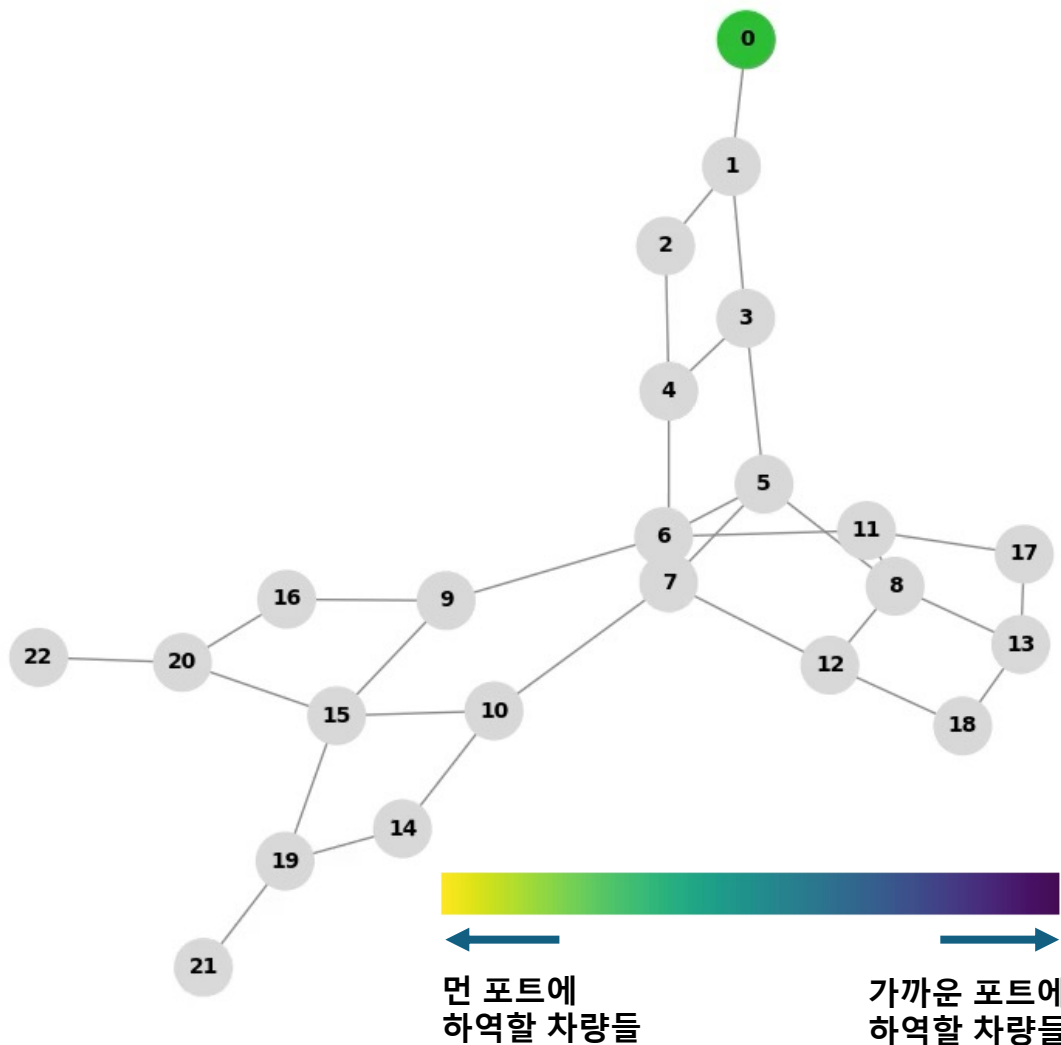
선적 휴리스틱

다음에 내릴 '단기 화물'

이후에 내릴 '장기 화물'

- ➡ 매력도 점수를 통한 차량 배치
깊이 점수 (목적지 비례) +
회피 점수 (중심성 반비례)
- ➡ 클러스터링 강화
같은 목적지로 가는 다른
차량의 인접노드 최우선 탐색

Round 2 - Problem 1
Initial State: Empty Port



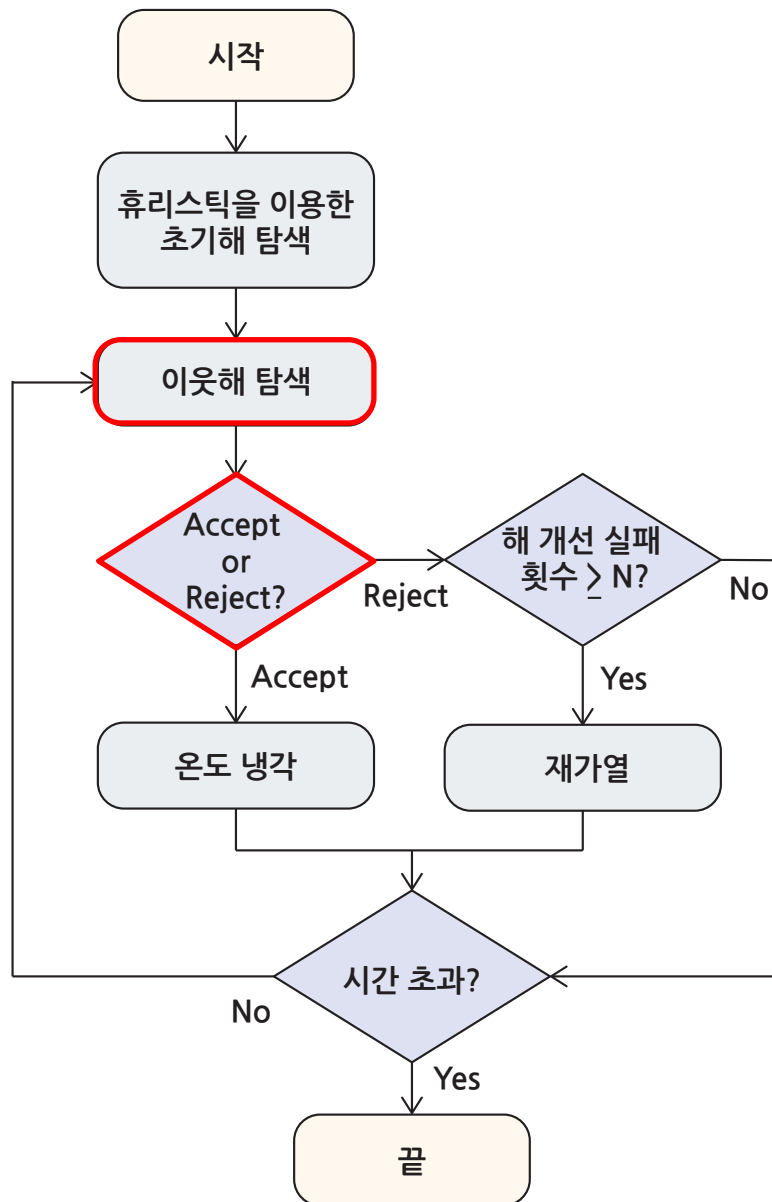
하역 휴리스틱

기존 방식

- ➡ 미리 저장된 최단 경로를 기반으로 Blocking Node 계산

개선한 방식

- ➡ 매 시점 그래프 네트워크 정보 반영
- ➡ 실제 막힌 노드, 이동 불가능한 노드를 고려해 상황에 맞는 Blocking Node 계산

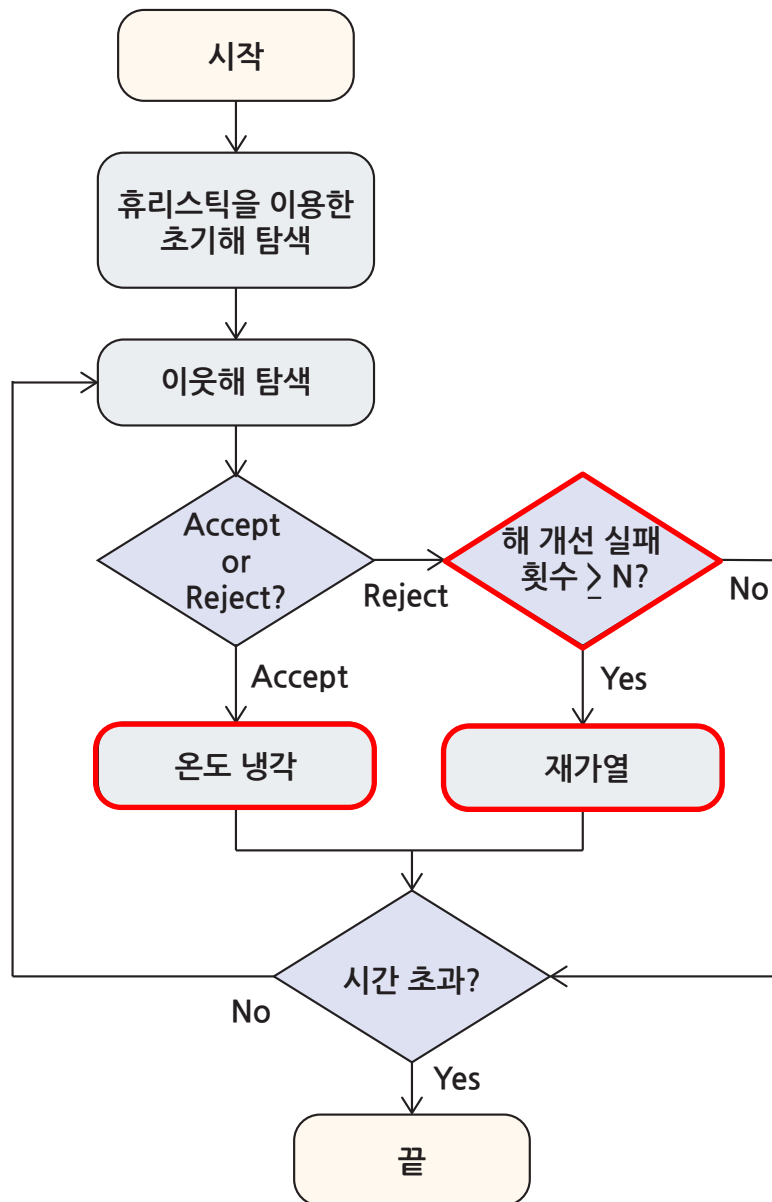


1. 선적 과정에서의 이웃해 탐색

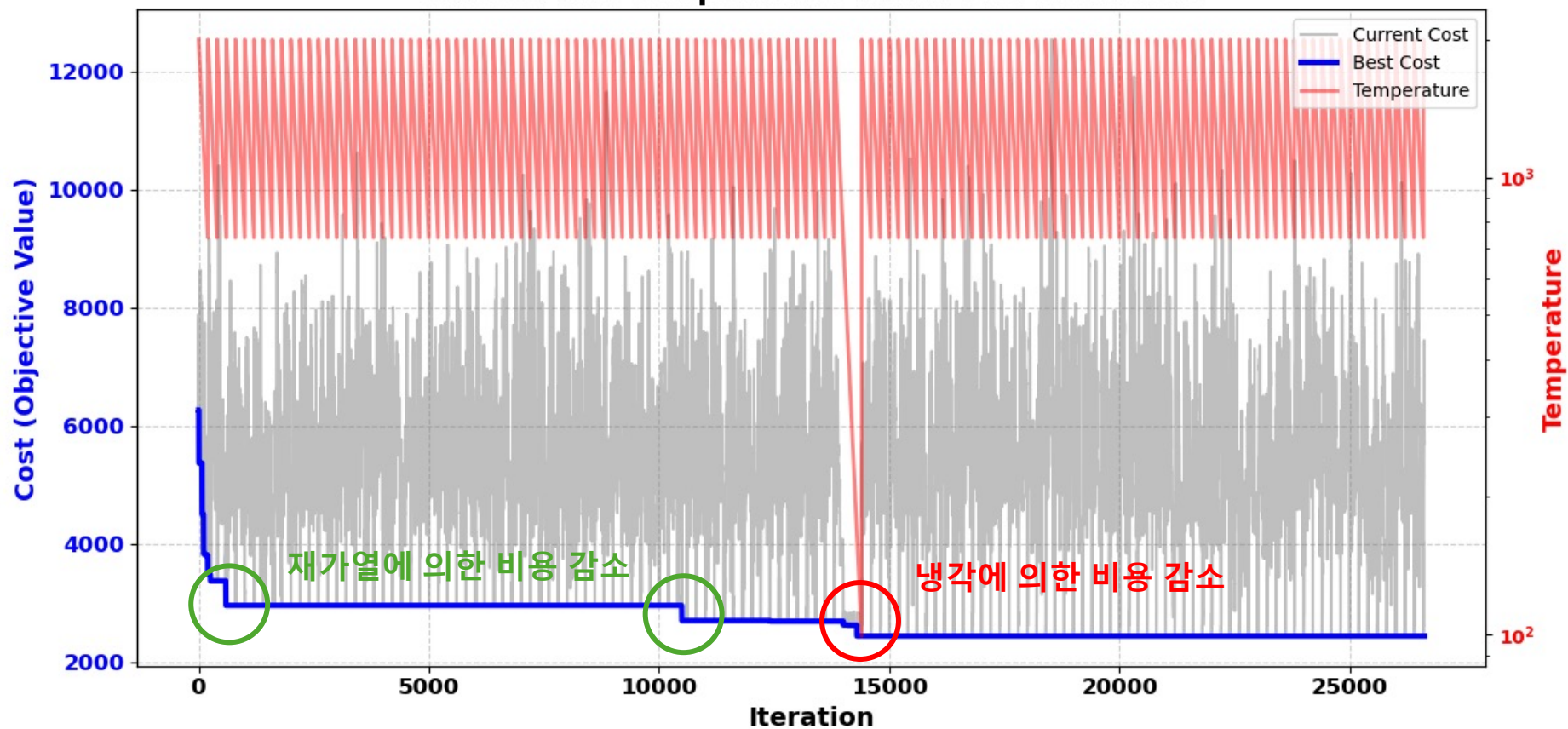
- ➡ 전체의 항해 과정 중 무작위 하나의 항구 선택
- ➡ 선택된 항구 이전까지의 모든 작업은 기존과 같도록 유지
- ➡ 휴리스틱 규칙 대신 조금은 비합리적으로 보이는 위치에 차량 선적
- ➡ 변경된 항만 상태를 고려하여 이후 작업을 휴리스틱을 통해 순차적으로 계산

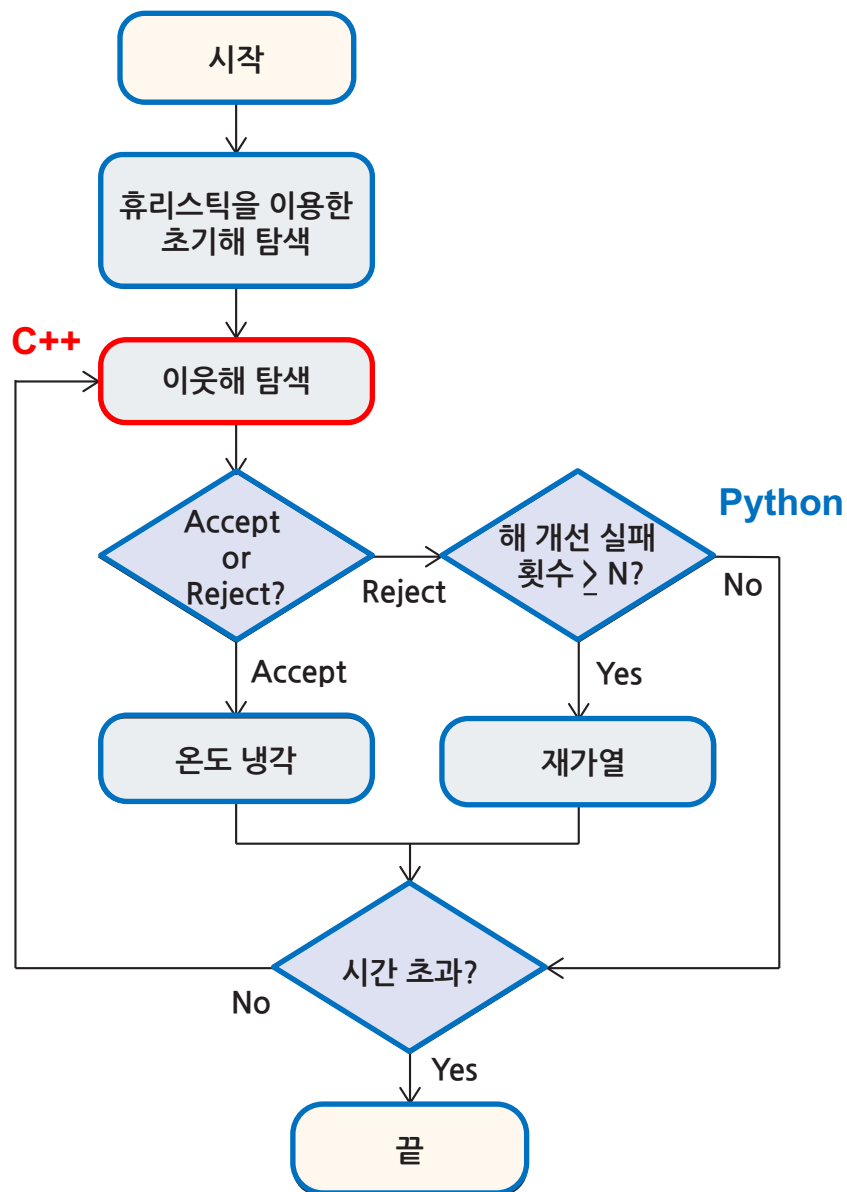
2. 하역 과정에서의 이웃해 탐색

- ➡ 전체의 항해 과정 중 무작위 하나의 항구 선택
- ➡ 선택된 항구 이전까지의 모든 작업은 기존과 같도록 유지
- ➡ 임시하역해야 할 차량을 항만 내의 예상치 못한 빈 공간으로 잠시 비켜두는 식의 이동 수행
- ➡ 변경된 항만 상태를 고려하여 이후 작업을 휴리스틱을 통해 순차적으로 계산

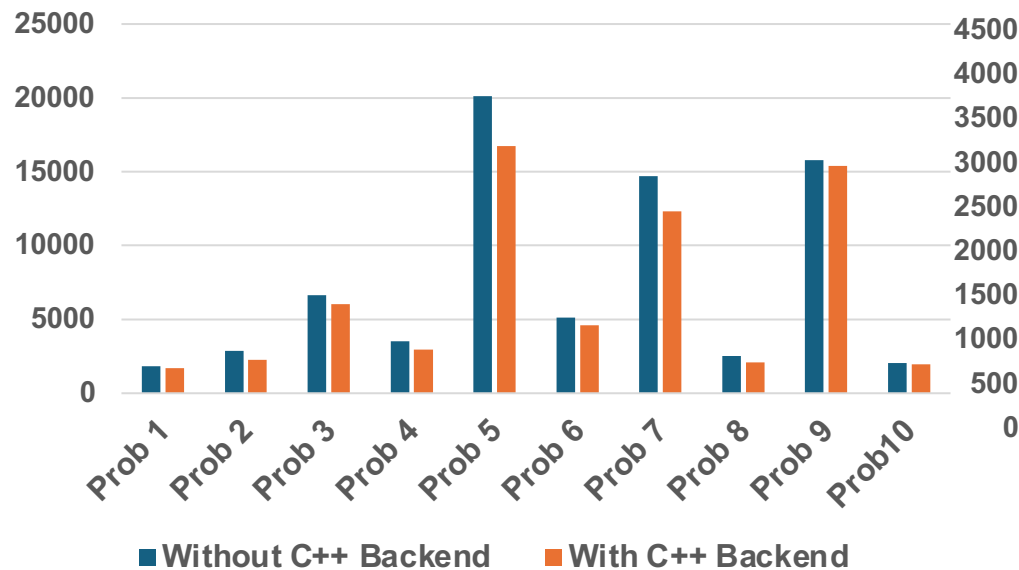


SA Cost and Temperature Trend over Iterations

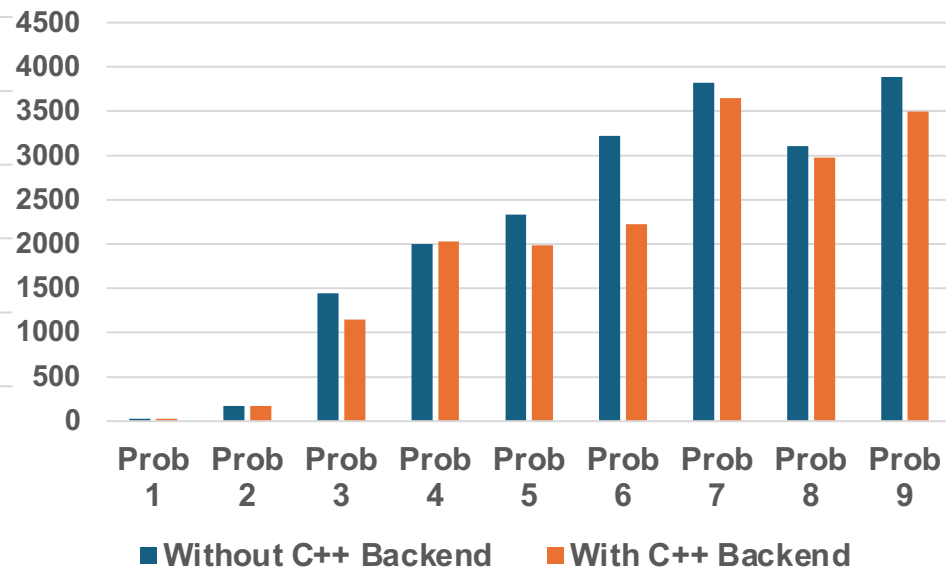




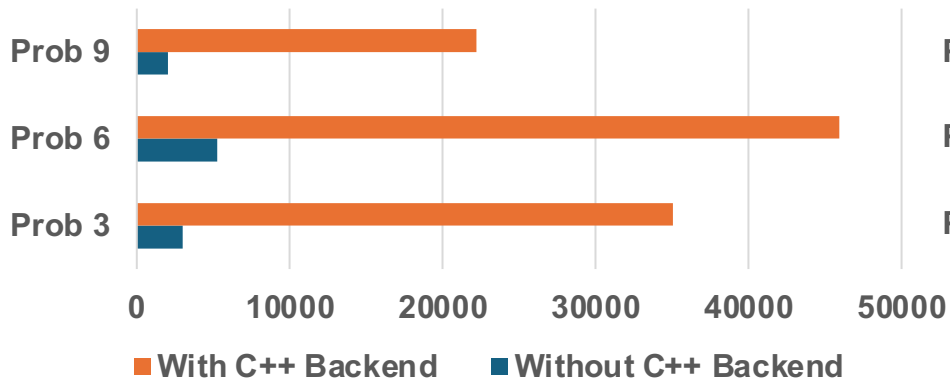
Cost (본선) - Time limit: 1 min



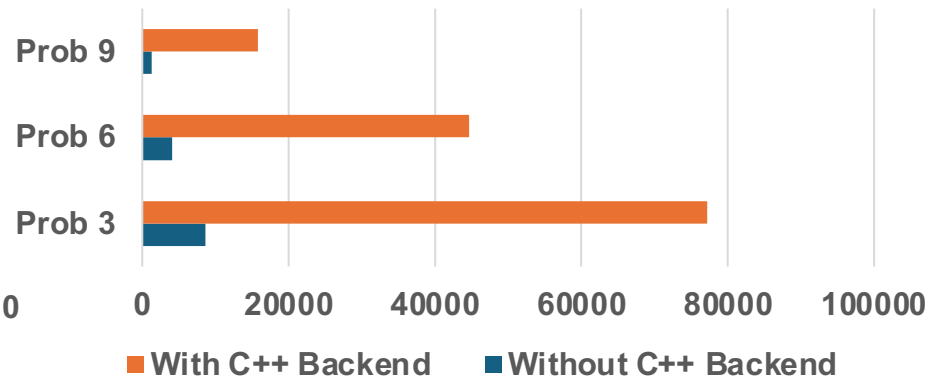
Cost (예선) - Time limit: 1 min

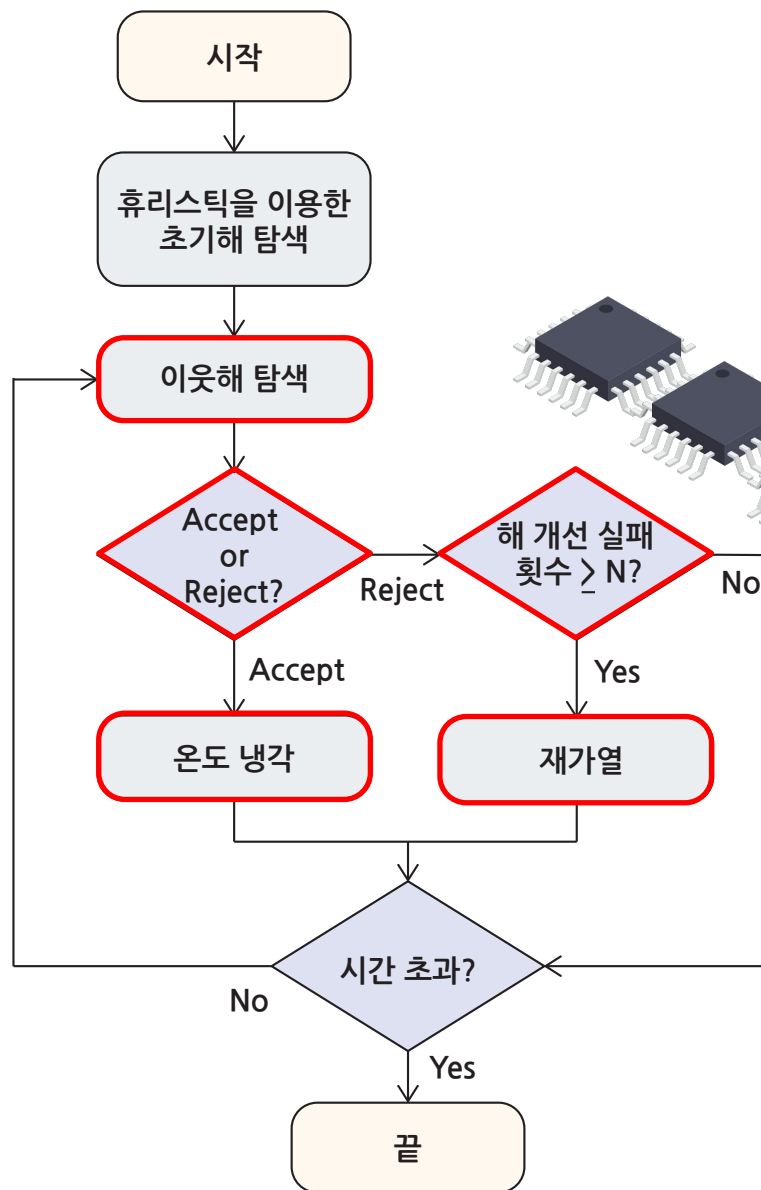


이웃해 탐색 횟수 (본선)



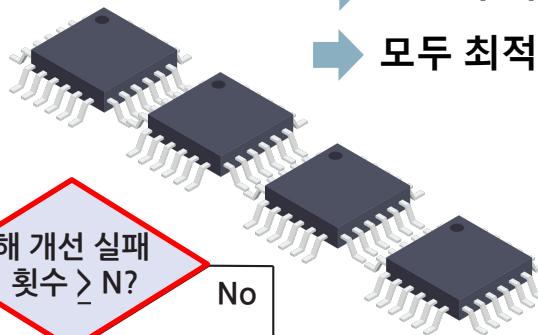
이웃해 탐색 횟수 (예선)



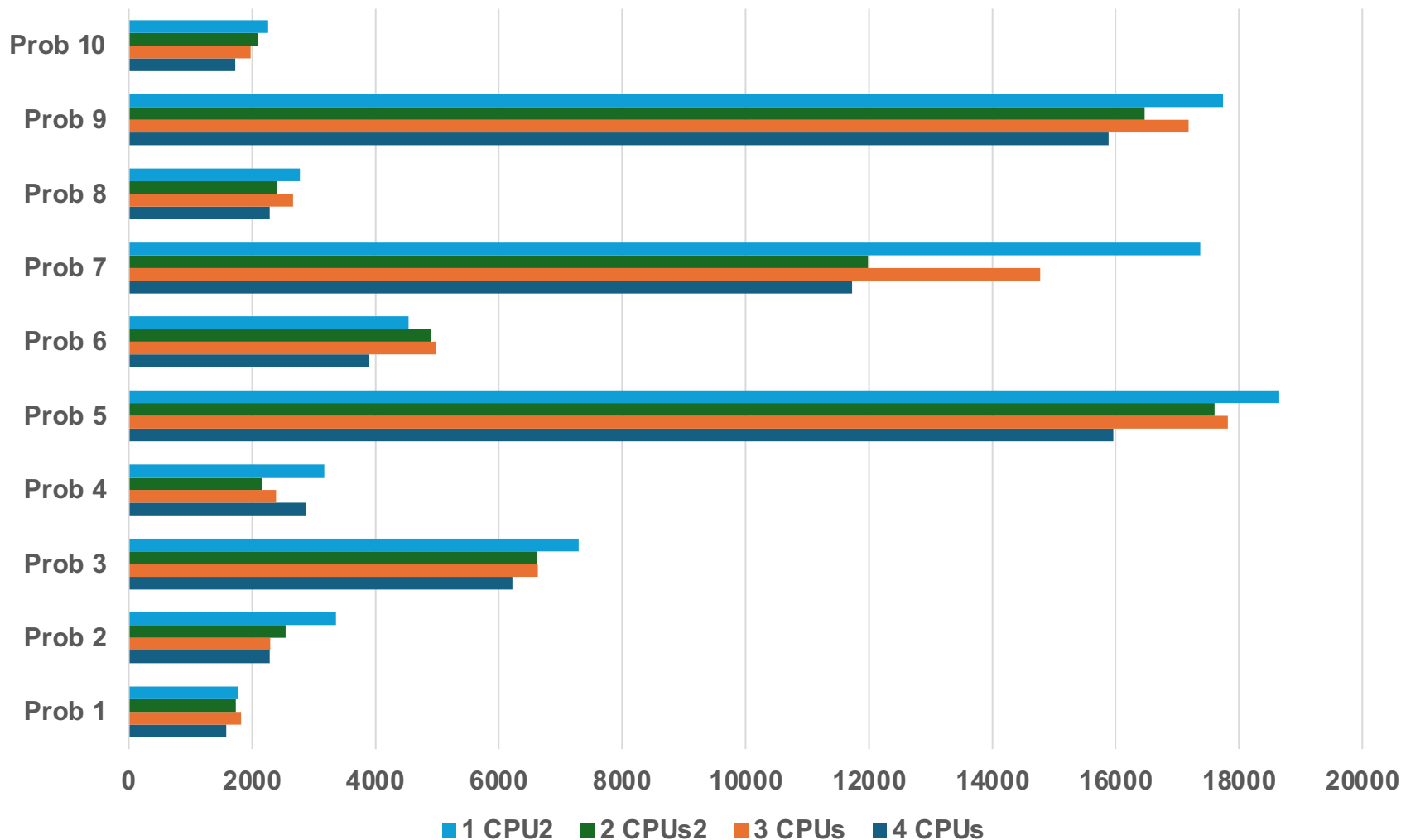


4개의 CPU 병렬 연산

- ➡ 각 CPU의 SA 계산
- ➡ 일정 주기별 최적의 해 공유
- ➡ 모두 최적해로 해 이동



Cost (본선)



1. Feasibility 보장

- ➡ 새로운 차량 선적 시, 기존 항만 내부 네트워크 정보를 보존하면서 도달가능한 노드 후보만 선택
- ➡ 복잡한 문제상황에서도 Infeasibility 발생 하지 않음

2. 고품질의 초기해 생성

- ➡ 임시하역 최소화
- ➡ 장기 vs 단기 하역 수요 분리
- ➡ 매력도 점수, 중심성 점수를 통한 선적 노드 결정

3. 이웃해 생성 전략

- ➡ 특정 포트의 선적 / 하역 계획만 랜덤 파괴, 나머지 휴리스틱 복구
- ➡ 탐색 다양성 확보
- ➡ 국소해 탈출에 용이

4. Scalability

- ➡ Cost가 5,000 이상인 문제에서 우수한 성능 발휘

향후 개선 아이디어

확률적 이웃 선택

- ➡ 단순 균일 무작위 선택 대신, 점수 함수를 두어 확률 분포에 따라 후보 노드 선택

Reachability 규칙 완화

- ➡ 엄격히 안전한 노드만 고르기보다 완전히 안전하지 않은 후보도 고려하여 탐색 범위 확장

고품질 초기해 휴리스틱

- ➡ 최적화 솔버를 이용한 초기 선적 절략 설계
- ➡ 더 정교한 휴리스틱 기반 초기 선적 전략 설계

참여 후기

- 💎 실제 산업계가 원하는 솔루션을 고민해볼 수 있는 보물 같은 기회
- 👉 팀원들과 소통하고 협업할 수 있는 소중한 기회