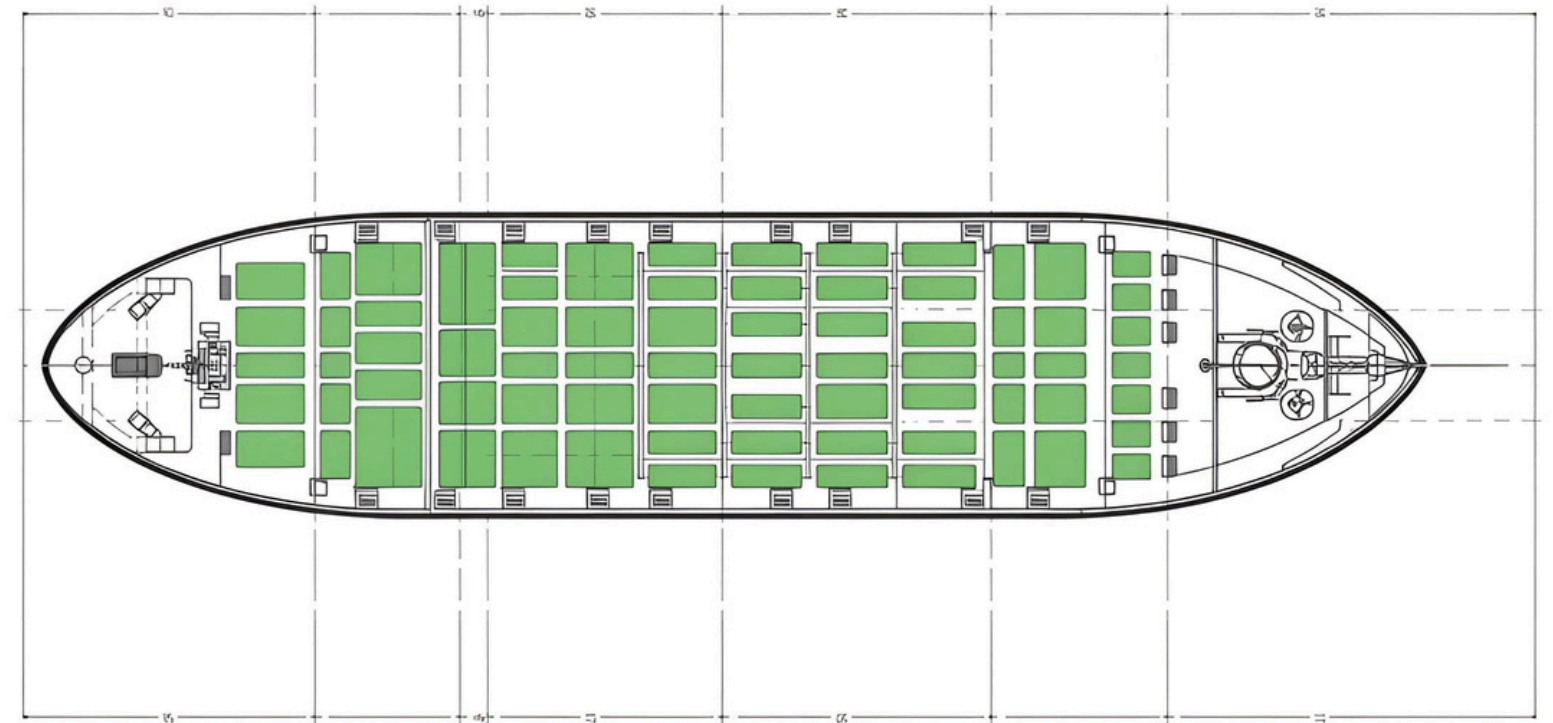
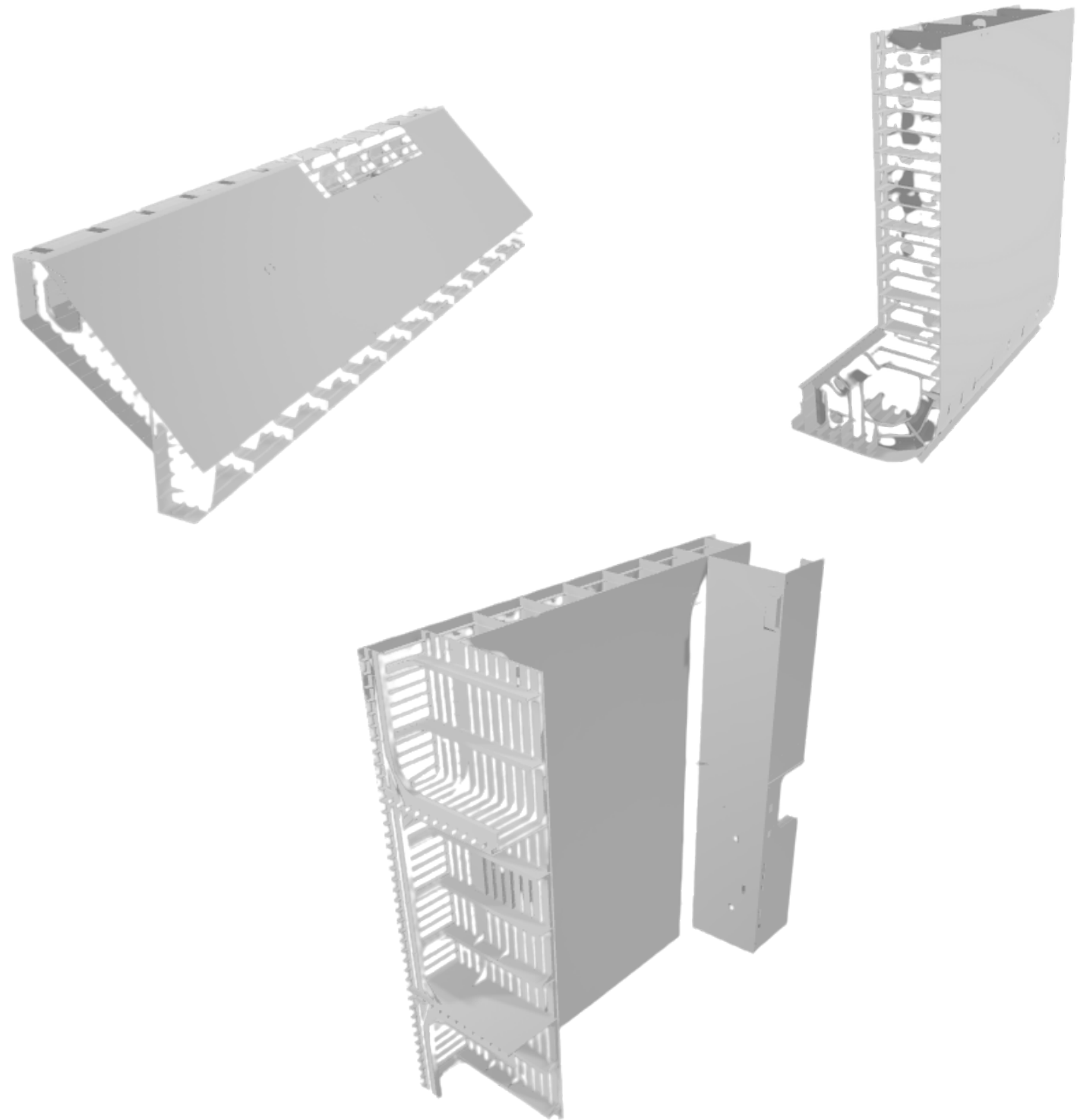


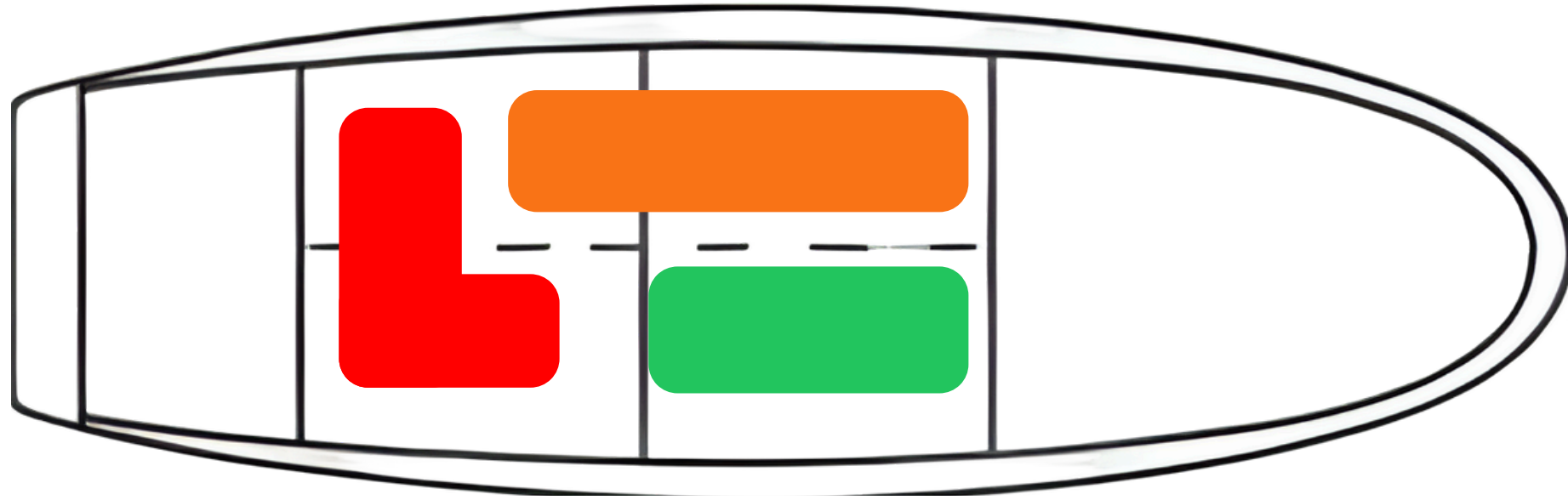
2.5D 복셀 기반 자항선 블록 배치와 자동 항차 생성

팀 블록버스터

배경



기존 방식의 한계



수작업 방식

블록 배치 작업이 사람의 경험과 수작업에 의존



공간 활용 비효율 및 비용 증가

배치 공간을 최적으로 활용하지 못하고, 불필요한 운송 스케줄이 생성



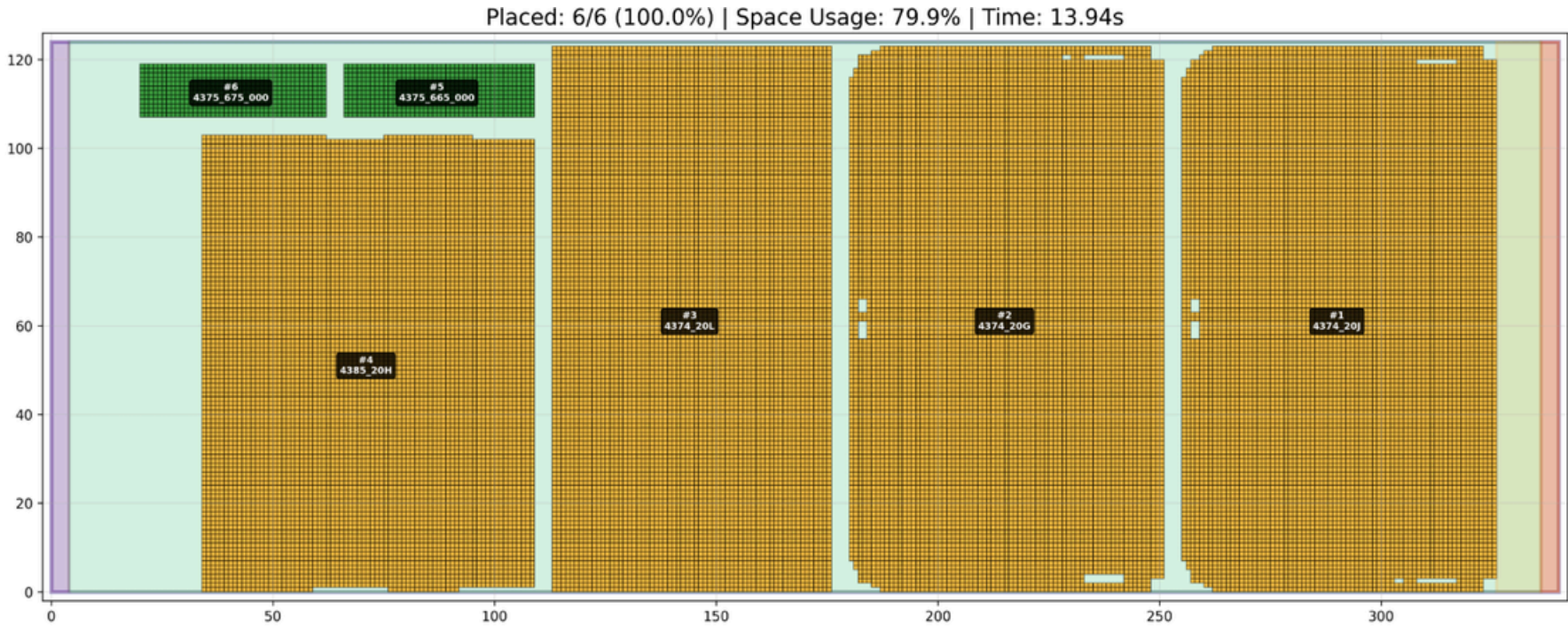
실제 운송 경로 미확보 문제

계획상으로는 완벽해 보여도, 실제 선적 시에는 운송 경로가 확보되지 않는 문제 발생

접근 방식



자동 배치 알고리즘



경로 검증 시뮬레이션



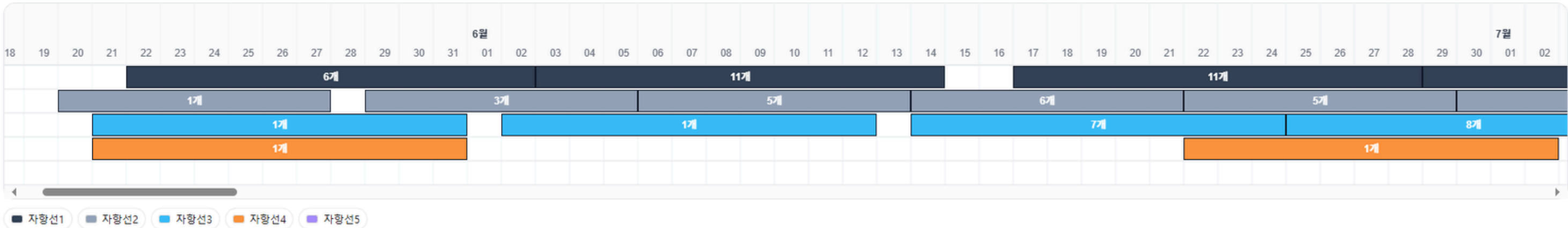
자동 항차 스케줄 생성 알고리즘

운항 통계

68
총 항차 수

359
총 블록 수

4
운항 화항선 수

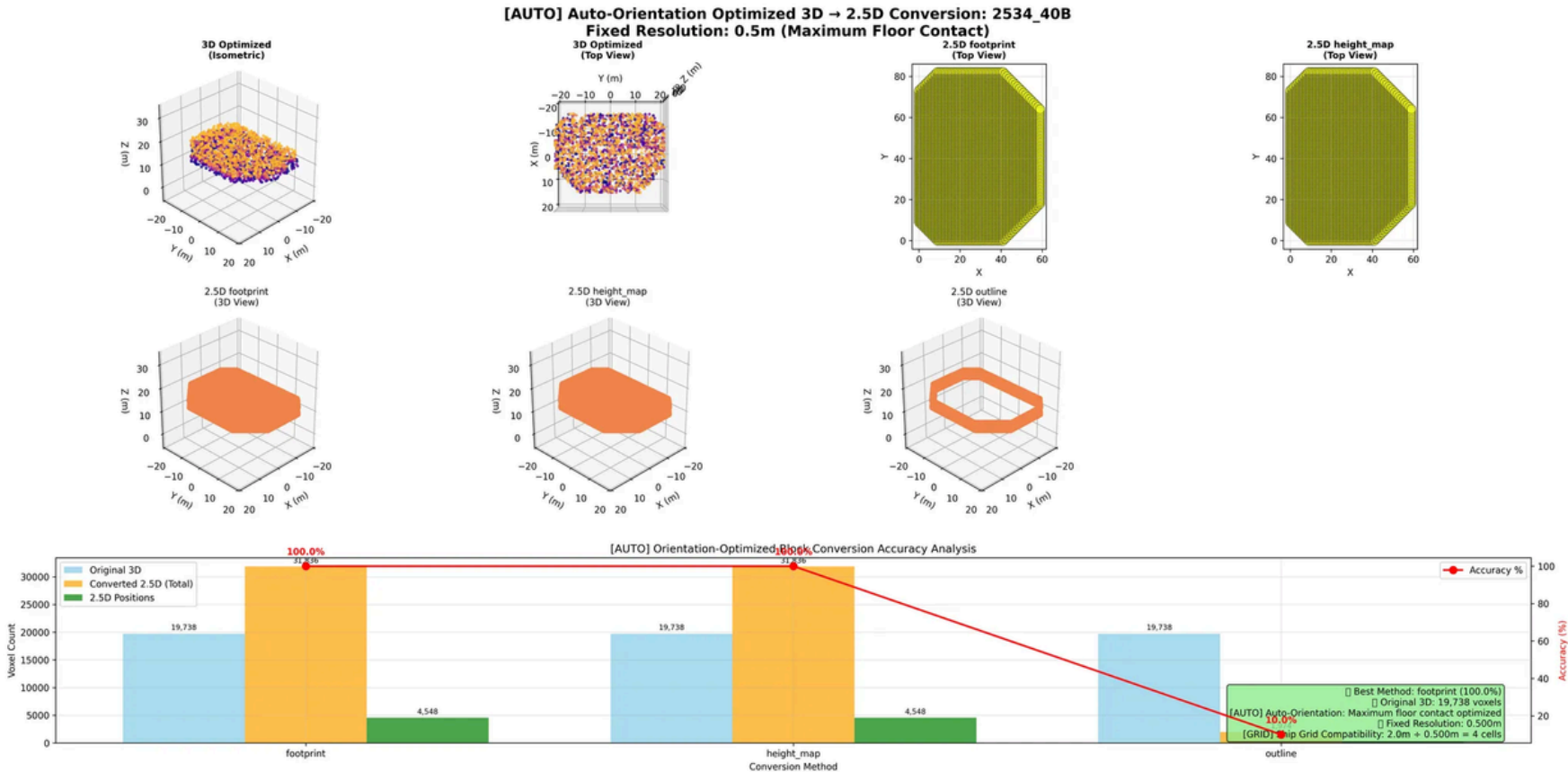
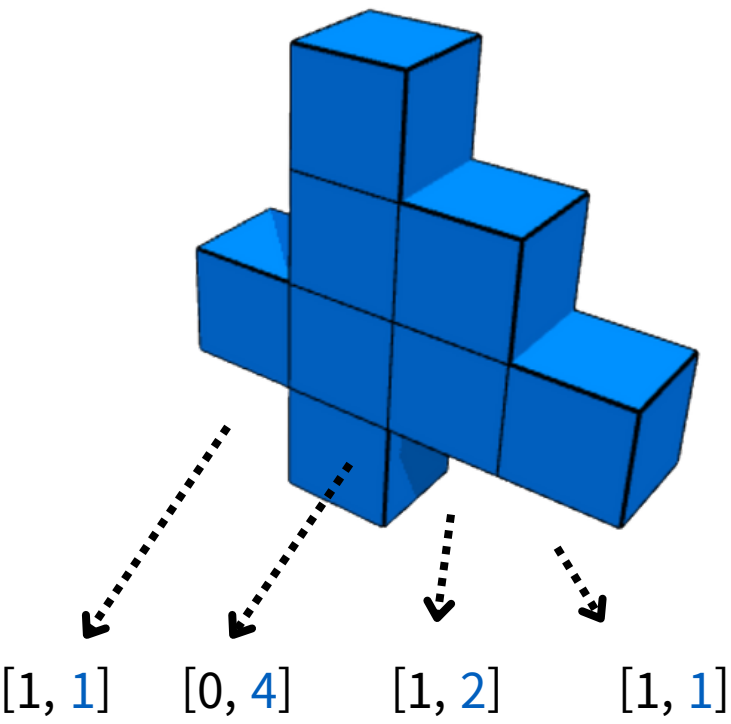


데이터 처리: 2.5D 복셀화

⚠ 3D 복셀화를 직접 적용할 경우, 메모리 소모가 너무 크고 계산 비용이 과도하게 발생하여 실용성이 떨어짐

💡 '2.5D 복셀화' 방식을 채택. 이 방식은 블록을 위에서 내려다본 x, y 좌표마다 블록이 실제로 존재하는 '높이 구간 정보'만을 기록

📍 복셀은 각 (x, y) 위치에 대해 지면 기준으로 [빈 공간, 채워진 공간]으로 상태를 표현



효율성 증명

2.5D 복셀화 방식을 통해 원본 데이터의 정확도를 그대로 유지하면서도, 전체 3D 복셀 대비 메모리 사용량을 약 **75%** 절감하는 데 성공

Level 1: 블록 배치 알고리즘

CBP 배치 알고리즘: 이중 패스

1

초기 구조 형성

면적이 큰 블록부터 배치하여
전체적인 공간의 구조를 잡기



2

공간 활용 극대화

남은 자투리 공간에 작은 블록들을
재배치하여 공간 활용률을 극대화



공간의 낭비 최소화

배치 과정에서 지속적으로 블록을 우측과 하단으로 압축하는 과정을 통해 불필요한 빈 공간을 제거하여 최종적인 공간 효율성을 확보

현실적 제약조건



블록 간 최소 안전거리

블록들 사이에 충돌하지 않도록 최소한의 안전거리를 유지
실제 작업에서 블록이 서로 부딪히지 않도록 보장



블록 운반 장비의 경로 확보

블록 운반에 사용되는 장비의 접근 가능성을 고려하여 배치
실제 선적 작업에서 운반 장비가 블록에 접근할 수 있는지를 보장



배치 영역 경계 검사

블록이 배치 가능한 영역을 벗어나지 않도록 경계를 체크
블록의 일부가 배치 공간 밖으로 나가지 않도록 보장

Level 2: 블록 배정 알고리즘

자동 블록 분류

VIP 블록

단 하나의 특정 대형 선박에만 실을 수 있어 배정 난이도가 가장 높은 블록으로, 배정 실패 리스크를 최소화하기 위해 최우선으로 고려됨

Normal 블록

여러 선박에 유연하게 배정 가능한 일반적인 블록

Problematic 블록

어떠한 선박에도 실을 수 없는 블록. 선적 불가능

후보 블록 선정 3단계

1 납기일 우선 고려

각 항차의 운항 기간 내에 납기일이 도래하는 블록만을 1차 후보군으로 선별
블록 운송의 시간적 제약을 최우선으로 반영

2 VIP 블록 우선 처리

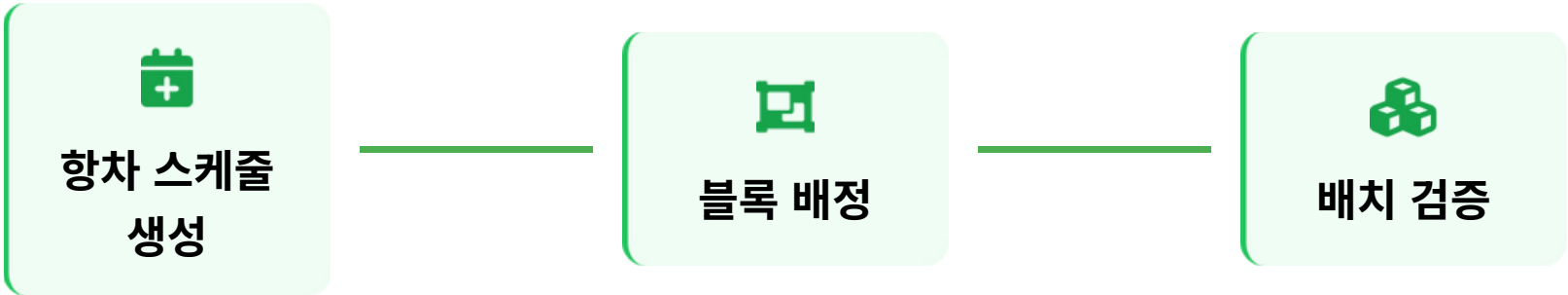
1차 후보군 내에서 대체 배정 가능성이 없는 VIP 블록에 가장 높은 우선순위 부여
배정 실패 시 전체 계획에 미치는 영향이 큰 핵심 블록들을 먼저 확보하여 리스크를 최소화

3 면적이 큰 블록부터 정렬

동일한 우선순위 그룹 내에서는 면적이 큰 블록부터 처리
공간을 많이 차지하는 까다로운 블록을 먼저 해결함으로써, 남은 공간에 작은 블록들을 효율적으로 배치할 수 있는 가능성을 높임

Level 3: 자동 항차 스케줄 생성 알고리즘

최상위 의사결정 시스템



피크 시점 분석

Level 3 시스템은 백지상태에서 시작하여 모든 블록의 납기일 데이터를 분석

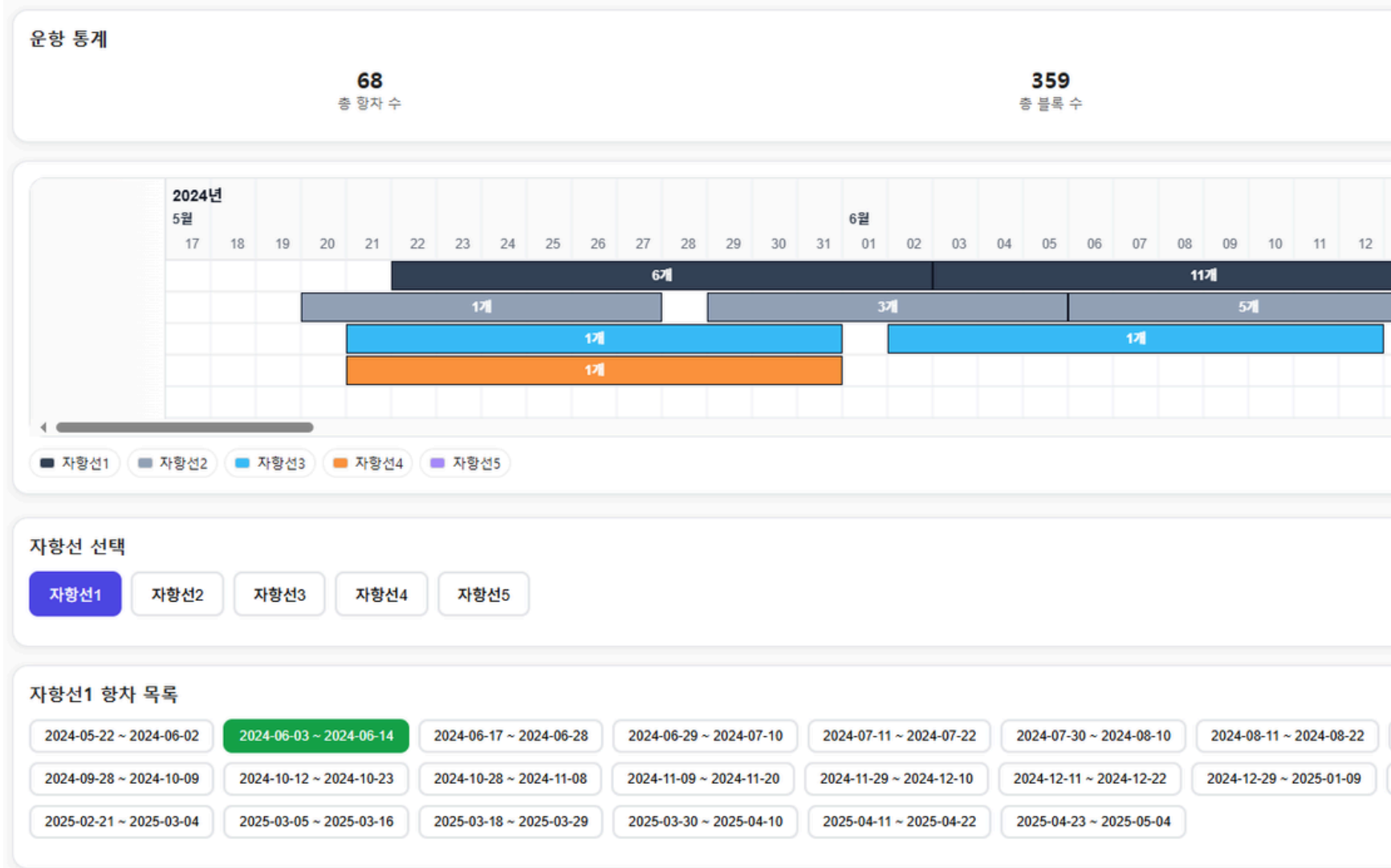
'분석을 통해 운송 수요가 가장 집중되는 '피크' 날짜가 후보군으로 지정



가치 기반 스코어링

- 면적**
공간을 많이 차지하는 대형 블록일수록 높은 기본 점수
-> 큰 블록을 우선적으로 처리하여 공간 활용 효율을 높이는 전략
- 희소성**
실을 수 있는 선박이 제한적이거나, 배정 조건이 까다로운 블록일수록 더 높은 가중치 -> 배정 난이도가 높은 블록을 우선 처리
- VIP 보너스**
단 하나의 특정 선박에만 실을 수 있는 'VIP 블록'에 강력한 보너스 부여
VIP 블록을 최우선적으로 배정
핵심 블록의 운송 지연 리스크 최소화

결과



항차 절감

작업자가 수립한 기존 계획 대비**9개 적은 항차**를 사용하여 운송 효율성 개선



모든 블록 배치

모든 블록을 **성공적으로 배치**



시간 단축

수일이 소요되던 연간 계획 수립 과정을 **6분 30초**만에 완료
업무 효율성을 획기적으로 개선



이전: 수일



현재: 6분 30초