

1. Sets

- $p \in P$: 항구 집합
- $r \in R$: 항로 집합
- $v \in V$: 선박 집합
- $i \in I$: 스케줄 번호

2. Parameters

- O_i : 스케줄 i 의 출발항
- D_i : 스케줄 i 의 도착항
- V_r : 항로 r 에 배정된 선박
- ETD_i : 예정 스케줄 i 의 출발 시각
- ETA_i : 예정 스케줄 i 의 도착 시각
- $RETA_i$: 실제 스케줄 i 의 도착 시각
- Q_r : 항로 r 에 대응되는 주문량(kg)
- $KG_PER_TEU = 30000$ (kg)
- D_{ab} : 수요(주문량) = $\left\lceil \frac{Q_r}{KG_PER_TEU} \right\rceil$ (TEU)
- CAP_v : 선박 v 의 적재 용량 (TEU)
- CAP_{v_r} : 항로 r 의 TEU 수용 능력 (TEU)
- $CSHIP = 1000$ (USD) : 운송비
- $CBAF = 100$ (USD) : 유류할증료
- $CETA = 150$ (USD) : ETA 패널티
- $DELAY_i = \max(0, ETA_i - RETA_i)$: 스케줄 i 의 지연일수
- I_p^0 : 항구 p 의 초기 컨테이너 수 (TEU)

3. Decision Variables

- x_i^F : 스케줄 i 의 full 컨테이너 수 (TEU)
- x_i^E : 스케줄 i 의 empty 컨테이너 수 (TEU)
- y_{ip} : 스케줄 i 의 항구 p 의 최종 empty 컨테이너 수 (TEU)

4. LP Model

$$\text{minimize } \sum_i \text{CSHIP}(x_i^F + x_i^E) + \sum_i \text{CBAF}(x_i^F + x_i^E) + \sum_i \text{CETA} \cdot \text{DELAY}_i x_i^F$$

운송비

유류할증료

ETA 패널티

※ ETA 패널티는 지연일수 \times full 컨테이너 수만큼 패널티 부과 (empty 컨테이너는 약속된 것이 아님)

subject to

1) 컨테이너 흐름

$$y_{(i+1)p} = y_{ip} + \sum_{i: D_i = p} (x_i^E + x_i^F) - \sum_{i: O_i = p} (x_i^E + x_i^F), \quad \forall i \in I, p \in P$$

최종 = 초기 컨테이너 수 + (들어온 empty 수 + 들어온 full 수) - (나간 empty 수 + 나간 full 수)
들어온 full은 empty로 전환되는 것이고, 나간 full은 empty를 소모하는 것임

2) 주문에 대한 수요 충족

$$x_i^F = D_{ab}, \quad a = O_i, b = D_i, \quad \forall i \in I$$

full 컨테이너 수와 주문량이 같아야 수요가 충족됨

3) 싣는 빈 컨테이너 수

$$x_i^E = \theta * CAP_{v_r}, \quad \forall i \in I, r \in R$$

선박 용량의 θ 만큼 빈 컨테이너를 싣음
구체적인 로직 필요

3) 용량

$$x_i^F + x_i^E \leq CAP_{v_r}, \quad \forall r \in R$$

선박 TEU 용량을 초과할 수 없음

4) 비음(음수가 아님) 조건

$$x_i^F, x_i^E, y_p \geq 0$$