

Optymalizacja konfiguracji i obciążeń elastycznej linii montażowej z maszynami równoległymi

Cele ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z problemem optymalizacji konfiguracji i obciążeń ESM.

Uwagi do ćwiczenia

Cześć wykonanych zadań może być wykorzystana w kolejnych ćwiczeniach, więc proponowane jest przechowywanie wyników na potrzeby kolejnych ćwiczeń.

Polecenia w środowisku Matlab

Zapoznać się z następującymi poleceniami w środowisku Matlab: `length`, `size`, `intvar`, `sdpsettings`, `solvesdp`, `round`, `double`, `find`.

Jeśli jest to możliwe, użyj powyższych poleceń do implementacji rozwiązań poniższych zadań.

Zadania do wykonania w ramach ćwiczenia:

1. W celu optymalizacji obciążeń maszyn i konfiguracji w elastycznej linii montażowej z maszynami równoległymi należy rozwiązać następujący problem:

Funkcja celu Równoważenie obciążeń stacji i przepływów między stacjami:

$$\lambda C_{max} + (1 - \lambda) \sum_{i=1}^M m_{imax} \quad (1)$$

Ograniczenie 1: Ograniczenie związane z czasem cyklu

$$\sum_{k=1}^W \sum_{j=1}^N t_{j,k} X_{i,h,j} \leq C_{max} \quad i \in 1, 2, \dots, M, \quad h \in 1, 2, \dots, m_i \quad (2)$$

Ograniczenie 2: Każda operacja może być wykonywana tylko na jednej stacji:

$$\sum_{i=1}^M x_{i,j} = 1 \quad j \in 1, 2, \dots, N \quad (3)$$

Ograniczenie 3: Ograniczenie przestrzeni w danej stacji:

$$\sum_{j=1}^N x_{i,j} \leq m_i w_i \quad i \in 1, 2, \dots, M \quad (4)$$

Ograniczenie 4: Przydział operacji montażowych każdego typu do co najmniej jednej maszyny i nie więcej niż maksymalna ilość maszyn:

$$x_{i,j} \leq \sum_{h=1}^{m_i} X_{i,h,j} \leq m_i x_{i,j} \quad i \in 1, 2, \dots, M \quad j \in 1, 2, \dots, N \quad (5)$$

Ograniczenie 5: Ograniczenie związane z maksymalną ilością podajników dla danej maszyny:

$$\sum_{j=1}^N X_{i,h,j} \leq w_i \quad i \in 1, 2, \dots, M \quad h \in 1, 2, \dots, m_i \quad (6)$$

Ograniczenie 6: Ograniczenie kolejnościowe. Nie uwzględniamy powrotów do stacji już odwiedzonych:

$$\sum_{i=1}^M i x_{i,j} \leq \sum_{i=1}^M i x_{i,r} \quad (j, r) \in P \quad (7)$$

Ograniczenie 7: Numer ostatniej maszyny dla której przydzielono operacje montażowe:

$$h X_{i,h,j} \leq m_{imax} \quad i \in 1, 2, \dots, M \quad h \in 1, 2, \dots, m_i, \quad j \in 1, 2, \dots, N \quad (8)$$

Ograniczenie 8: Warunek wykorzystania całej przestrzeni roboczej danej maszyny:

$$m_{imax}/m_i \leq m_{i-1max}/m_{i-1} \quad i \in 2, 3, \dots, M \quad (9)$$

oraz

$$x_{i,j} \in \{0, 1\} \quad i \in 1, 2, \dots, M, \quad j \in 1, 2, \dots, N \quad (10)$$

$$X_{i,h,j} \in \{0, 1\} \quad i \in 1, 2, \dots, M, \quad h \in 1, 2, \dots, m_i, \quad j \in 1, 2, \dots, N \quad (11)$$

gdzie

- i -ta stacja montażowa $i = 1, 2, \dots, M$, gdzie M – liczba maszyn
- j -ta operacja montażowa $j = 1, 2, \dots, N$, gdzie N – liczba operacji
- k -ty typ montowanego wyrobu $k = 1, 2, \dots, W$, gdzie W – liczba wyrobów
- w_i – przestrzeń robocza i -tej stacji
- m_i – liczba maszyn w i -tej stacji

- t_{jk} – czas wykonywania j -tej operacji dla wyrobu typu k
- J_k – zbiór operacji dla wyrobu typu k
- P_k – zbiór par operacji (j, r) dla wyrobu typu k – ograniczenie kolejnościowe

Zmienne decyzyjne:

- C_{max} – długość cyklu montażowego,
- m_{imax} – liczba maszyn przy stacji i , do których przydzielono operacje
- $X_{i,h,j} = 1$ jeżeli j -ta operacja została przydzielona do h -tej maszyny przy i -tej stacji, inaczej 0
- $x_{i,j} = 1$ jeżeli j -ta operacja została przydzielona do i -tej stacji, inaczej 0

Bazując na poprzednich ćwiczeniach zaimplementuj powyższe ograniczenia.

2. Zaproponuj minimum dwa przykłady pokazujące działanie algorytmu. Pamiętaj, iż rozmiar problemu powinien być na tyle duży aby zobaczyć wpływ parametru λ .
3. Dla podanych przykładów wykonaj analizę wpływu zmian ilości maszyn równoległych, przestrzeni roboczej danej maszyny na przydział operacji.
4. Wykonaj taką samą analizę jak w poprzednim zadaniu ale uwzględnij zmienność parametru λ
5. Przedstaw wyniki analogicznie jak w poprzednich ćwiczeniach dla wszystkich powyższych zadań.