

Optymalizacja konfiguracji i obciążeń elastycznej linii montażowej bez maszyn równoległych

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: `repmat`, `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:

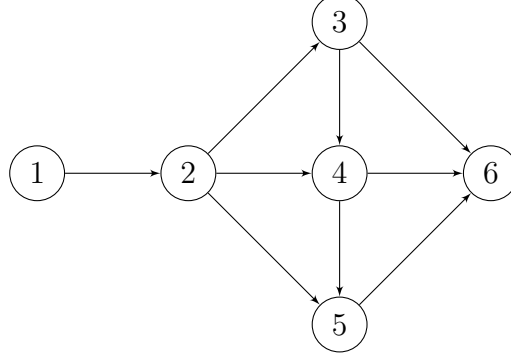
1. Rozważmy elastyczną linię montażową, która składa się z trzech stacji montażowych ($i = 1, 2, 3$) z możliwością wykonywania sześciu operacji montażowych ($j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$). Każda stacja może jednocześnie posiadać dwa rodzaje części, co odpowiada dwóm operacjom montażowym ($w_i = 2$, dla $i = 1, 2$). Potrzeba wyprodukować cztery różne typy produktów ($k = 1, 2, 3, 4$), po sto pięćdziesiąt sztuk każdego produktu ($r_k = 150$ dla $k = 1, 2, 3, 4$). Czasy montażu dla każdego wyrobu są identyczne ($t_{jk} = 4, 3, 2, 2, 4, 5$ dla $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ oraz $k = 1, 2, 3, 4$). Aby wyprodukować każdy produkt należy, wykonać następujące operacje montażowe dla każdego wyrobu:

$$J_k = \{(1, 2, 3, 6), (1, 2, 3, 4, 6), (1, 2, 4, 6), (1, 2, 5, 6)\}, \quad k = 1, 2, 3, 4,$$

Zbiór wszystkich par operacji, które należy uwzględnić w ograniczeniu kolejnościowym ma następującą postać:

$$P_k = \{(1, 2), (2, 3), (2, 4), (2, 5), (3, 4), (3, 6), (4, 5), (4, 6), (5, 6)\}, \quad k = 1, 2, 3, 4.$$

Graf ograniczeń kolejnościowych przedstawiono na rys. 1. W celu optymalizacji ob-



Rysunek 1: Graf ograniczeń kolejnościowych

ciążeń maszyn i konfiguracji w elastycznej linii montażowej bez maszyn równoległych należy rozwiązać następujący problem:

Funkcja celu Równoważenie obciążeń stacji i przepływów między stacjami:

$$\lambda L_{max} + (1 - \lambda) M_{max} \quad (1)$$

Ograniczenie 1: Ograniczenie związane z czasem cyklu

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

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:

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

Ograniczenie 4: Ograniczenie kolejnościowe. Nie uwzględniamy powrotów do stacji już odwiedzonych:

$$\sum_{i=1}^M i x_{i,j} \leq \sum_{i=1}^M i x_{i,r} \quad (j, r) \in P \quad (5)$$

Ograniczenie 5: Numer ostatniej stacji do której przydzielono operacje:

$$i x_{i,j} \leq M_{max} \quad i \in 1, 2, \dots, M, \quad j \in 1, 2, \dots, N \quad (6)$$

oraz

$$x_{i,j} \in \{0, 1\} \quad i \in 1, 2, \dots, M, \quad j \in 1, 2, \dots, N \quad (7)$$

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
- 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:

- L_{max} – długość cyklu montażowego,
- M_{max} – liczba stacji do której przydzielono operacje,
- $x_{i,j} = 1$ jeżeli j -ta operacja została przydzielona do i -tej stacji, inaczej 0

Rozwiązać przedstawiony powyżej problem optymalizacji modyfikując kod z poprzedniego ćwiczenia poprzez dodanie dodatkowych ograniczeń (kolor czerwony) dla $\lambda = 1$.

2. Zaproponuj własną elastyczną linię montażową, która będzie składał się z minimum sześciu stacji montażowych z możliwością wykonywania minimum piętnastu operacji montażowych. Każda ze stacji może jednocześnie posiadać minimum cztery rodzaje części. Czasy montażu dla danego wyrobu przyjąć identyczne. Minimalna ilość wyrobów do wyprodukowania to pięć. Określić kolejne operacje montażowe. Następnie przedstawić graf superograniczeń kolejnościowych wraz ze zbiorem operacji montażowych. Określić zbiór wszystkich par operacji, które należy uwzględnić w ograniczeniach kolejnościowych. W odróżnieniu do poprzednich zadań określ użyteczny zakres parametru λ pamiętając iż skrajne wartości to zero oraz jeden. Następnie, należy wybrać trzy wartości z określonego przedziału (dwie skrajne i jedną środkową) w celu rozwiązania problemu optymalizacji. Przedstawić przydział operacji w postaci tabelarycznej oraz graf superograniczeń kolejnościowych z zaznaczonym

przydziałem danej operacji do stacji dla każdej wartości parametru λ oraz ilość wymaganych stacji.

3. Bazując na poprzednim zadaniu sprawdź jak ograniczenie przestrzeni w danej stacji wpływa na wyniki dla wartości λ z poprzedniego zadania. Dodatkowo sprawdź czy nie należy zmienić tych wartości dla konkretnego ograniczenia przestrzeni roboczej. Przedstawić przydział operacji w postaci tabelarycznej oraz graf superograniczeń kolejnościowych z zaznaczonym przydziałem danej operacji do stacji dla każdej wartości parametru λ oraz ilość wymaganych stacji.