

Minimizing the earliness–tardiness for the customer order scheduling problem in a dedicated machine environment

Matheus Peixoto Ribeiro Vieira - 22.1.4104

Pedro Henrique R. L. de Oliveira - 22.1.4022



Minimizando o problema de antecipação e atraso de pedidos de cliente em um ambiente com máquina dedicada

Matheus Peixoto Ribeiro Vieira - 22.1.4104

Pedro Henrique R. L. de Oliveira - 22.1.4022



Introdução

- Problemas clássicos de agendamento tratam as tarefas como independentes entre si.
- No caso do envio de pedidos, geralmente se assume que cada pedido é enviado individualmente.
- No entanto, no mundo real, um cliente pode solicitar vários itens em um único pedido, e o envio separado pode aumentar os custos logísticos.



Introdução

- Além disso, entregar produtos antes do necessário pode gerar custos extras com armazenamento.
- Esse problema é especialmente relevante para sistemas de produção just-in-time, onde o objetivo é minimizar estoques e atrasos.



Definição do problema

- Temos n pedidos de clientes ($i \in I$) e m máquinas dedicadas ($j \in J$). Cada pedido contém exatamente uma tarefa por máquina, ou seja, cada tarefa (i, j) é processada em uma máquina j com um tempo de processamento p_{ij} e um tempo de conclusão C_{ij} .
- Um tempo ocioso it_{ij} pode ser inserido antes do trabalho (i, j)



Definição do problema - Conclusão de um pedido

$$C_i = \max_{1 \leq j \leq m} \{C_{ij}\}$$

C_i : Tempo de conclusão do pedido i

C_{ij} : Tempo de finalização da tarefa j no pedido i

O tempo de finalização de um pedido é o maior tempo que uma de suas tarefas levou para ser concluída.



Definição do problema - Atraso

$$T_i = \max(0, C_i - d_i)$$

T_i : Atraso do pedido i

C_i : Tempo de conclusão do pedido i

d_i : Tempo definido para finalização (due time) do pedido i



Definição do problema - Antecipação

$$E_{ij} = \max(d_i, C_i) - C_{ij}$$

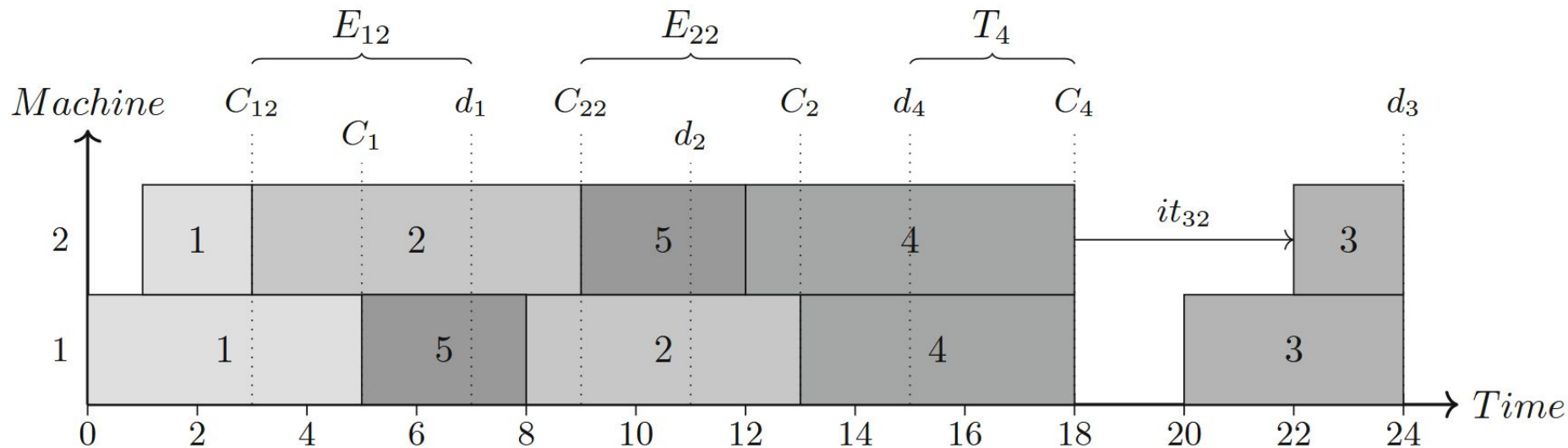
E_{ij} : Antecipação da tarefa j do pedido i

d_i : Tempo definido para finalização (due time) do pedido i

C_i : Tempo de finalização do pedido i

C_{ij} : Tempo de finalização da tarefa j no pedido i

Schedule de exemple





Variáveis de decisão

- C_{ij} : Tempo de finalização da tarefa j do pedido i
- C_i : Tempo de finalização do pedido i
- T_i : Atraso do pedido i
- E_{ij} : Antecipação da tarefa j do pedido i



Variáveis de decisão

- X_{ijh} = Atribuição da tarefa j do pedido i na posição h
 - 1 se a tarefa j do pedido i está na posição h , 0 caso contrário
- Z_{ijh} = Tempo de finalização da tarefa j do pedido i quando atribuída à posição h
 - C_{ij} se x_{ijh} for 1, e 0 caso contrário.



Função objetivo

$$\text{minimize: } \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m (E_{ij}) + m \cdot T_i \right)$$

E_{ij} : Antecipação da tarefa j do pedido i

T_i : Atraso do pedido i

m : Número de máquinas

n : Número de pedidos



Restrições 2 e 3

$$\sum_{h=1}^n x_{ijh} = 1 \forall i \in I; j \in J$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ijh} = 1 \forall h \in I; j \in J$$

h: Posição na sequência de processamento de uma máquina

x_{ijh} : Atribuição da tarefa **j** do pedido **i** na posição **h**

I: Conjunto de pedidos

J: Conjunto de tarefas

Evitam sobreposições e definem que cada pedido possui uma única posição em cada máquina e vice-versa



Restrições 4 e 5

$$\sum_{i=1}^n z_{ij(h-1)} \leq \sum_{i=1}^n (z_{ijh} - x_{ijh} \cdot p_{ij})$$

$$\forall h \in I : h \neq 1; j \in J$$

$$0 \leq \sum_{i=1}^n (z_{ij1} - x_{ij1} \cdot p_{ij}) \quad \forall j \in J$$

h: Posição na sequência de processamento de uma máquina

z_{ijh} : Tempo de finalização da tarefa **j** do pedido **i** quando atribuída à posição **h**

x_{ijh} : Atribuição da tarefa **j** do pedido **i** na posição **h**

p_{ij} : Tempo de processamento da tarefa **j** do pedido **i**

I: Conjunto de pedidos

J: Conjunto de tarefas

Em cada máquina, a tarefa no tempo **h** só pode ser processada quando a tarefa no tempo **h-1** for terminada, ou quando **h=1**



Restrições 6 e 7

$$C_{ij} - M \cdot (1 - x_{ijh}) \leq z_{ijh} \quad \forall i \in I; \\ h \in I; j \in J$$

$$\sum_{h=1}^n z_{ijh} \leq C_{ij} \quad \forall i \in I; j \in J$$

h: Posição na sequência de processamento de uma máquina

C_{ij} : Tempo de finalização da tarefa **j** no pedido **i**

M: Número suficientemente grande

x_{ijh} : Atribuição da tarefa **j** do pedido **i** para a posição **h**

z_{ijh} : Tempo de finalização da tarefa **j** do pedido **i** quando atribuída à posição **h**

Determina a relação entre C_{ij} e z_{ijh} , ou seja, $z_{ijh} = C_{ij}$ se $x_{ijh} = 1$, e $z_{ijh} = 0$ caso contrário.



Restrições 8 a 11

$$C_{ij} \leq C_i \forall i \in I; j \in J$$

$$C_i - d_i \leq T_i \forall i \in I$$

$$d_i - C_{ij} \leq E_{ij} \forall i \in I; j \in J$$

$$C_i - C_{ij} \leq E_{ij} \forall i \in I; j \in J$$

Definem C_i , T_i e E_{ij}

C_i : Tempo de finalização do pedido i

C_{ij} : Tempo de finalização da tarefa j do pedido i

d_i : Tempo definido para finalização (due time) do pedido i

T_i : Atraso do pedido i

E_{ij} : Antecipação da tarefa j do pedido i

I : Conjunto de pedidos

J : Conjunto de tarefas



Restrições 12 a 15

$$0 \leq E_{ij} \forall i \in I; j \in J$$

$$0 \leq T_i \forall i \in I$$

$$0 \leq z_{ijh} \forall i \in I; h \in I; j \in J$$

$$x_{ijh} \in \{0; 1\} \forall i \in I; h \in I; j \in J$$

E_{ij} : Antecipação da tarefa j do pedido i

T_i : Atraso do pedido i

h : Posição na sequência de processamento de uma máquina

z_{ijh} : Tempo de finalização da tarefa j do pedido i quando atribuída à posição h

x_{ijh} : Atribuição da tarefa j do pedido i para a posição h

I : Conjunto de pedidos

J : Conjunto de tarefas

Não negatividade das variáveis e domínio de valores da variável x .



Restrições 16 e 17

$$z_{ijh} = \begin{cases} C_{ij} & \text{if job } j \text{ of order } i \text{ is at position } h \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases}$$

$$x_{ijh} = \begin{cases} 1 & \text{if job } j \text{ of order } i \text{ is at position } h \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases}$$

h: Posição na sequência de processamento de uma máquina

z_{ijh}: Tempo de finalização da tarefa **j** do pedido **i** quando atribuída à posição **h**

x_{ijh}: Atribuição da tarefa **j** no pedido **i** na posição **h**

p_{ij}: Tempo de processamento da tarefa **j** do pedido **i**

I: Conjunto de pedidos

J: Conjunto de tarefas

Em cada máquina, a tarefa no tempo **h** só pode ser processada quando a tarefa no tempo **h-1** for terminada, ou quando **h=1**



Minimizando o problema de antecipação e atraso de pedidos de cliente em um ambiente com máquina dedicada

Matheus Peixoto Ribeiro Vieira - 22.1.4104

Pedro Henrique R. L. de Oliveira - 22.1.4022