

Problema A

Permutation Flowshop Scheduling

Atender à entrega das tarefas em ambientes computacionais é uma atividade crítica tanto em sistemas operacionais quanto em sistemas distribuídos.

Uma das classes de problemas que trata do assunto de agendamento é o PFS, ou *Permutation Flowshop Scheduling*. Esse problema consiste em executar tarefas em um conjunto de máquinas disponíveis de tal forma que o tempo total de execução das tarefas seja o menor possível (*makespan*).

Na sua forma mais simples, todas as tarefas são compostas por uma mesma quantidade de instruções que são executadas sequencialmente em cada uma das máquinas existentes. Ou seja, dado n tarefas e m máquinas, cada tarefa é composta por m instruções e cada m -ésima instrução é executada na m -ésima máquina disponível. Essa distribuição simples das instruções nas máquinas permite que as tarefas tenham o mesmo fluxo de processamento e seja unidirecional.

Apesar disso, esse tipo de problema é considerado *NP-hard*, existindo $n!$ possibilidades de agendamento das seqüência de tarefas.

As hipóteses adotadas para esse problema são:

- cada máquina está disponível continuamente;
- cada máquina pode processar apenas uma única tarefa por vez;
- cada tarefa só pode ser processada por uma única máquina por vez;
- o tempo de processamento das tarefas são determinados e fixos;
- as tarefas tem a mesma data de liberação, a partir da qual pode ser agendada sua execução;
- os tempos de preparação e mudança de máquinas fazem parte do tempo das instruções;
- as tarefas nunca são interrompidas.

O exemplo da Tabela 1 apresenta três tarefas e o respectivo tempo de execução de cada instrução. Nesse caso, essas tarefas possuem quatro instruções e são agendadas em um ambiente com quatro máquinas.

Uma das formas de execução dessas tarefas no ambiente pode ser visto na Figura 1 e seu *makespan* é sete unidades de tempo.

Tabela 1. Tempo das instruções por tarefas.

Instruções	Tarefa 1	Tarefa 2	Tarefa 3
1	1	2	1
2	1	1	1
3	1	1	2
4	1	1	1

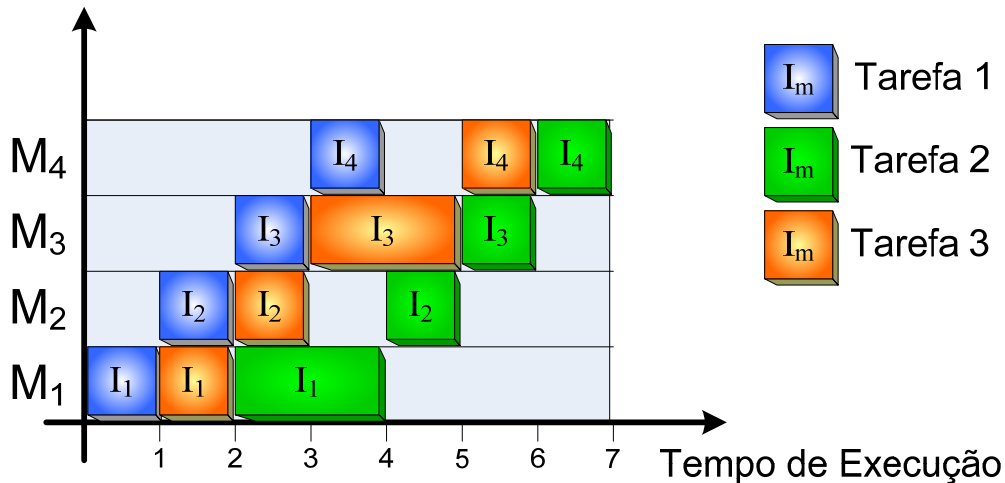


Figura 1. Uma execução das tarefas em um ambiente com quatro máquinas.

Construa um programa que encontre o *makespan* de problemas PFS. O programa poderá utilizar métodos heurísticos para solucionar o problema, mas deverá ser uma solução paralela e/ou distribuída.

Entrada

A entrada contém diversos casos de teste, e cada caso de teste representa um problema PFS. A primeira linha de um caso de teste possui dois números inteiros N e M , separados por espaço em branco, representando o número de tarefas e a quantidade de máquinas, respectivamente ($0 \leq N \leq 100$, $0 \leq M \leq 20$). As próximas N linhas representam as tarefas. Cada linha possui M números inteiros I_m separados por espaço em branco, onde cada número representa o tempo da m -ésima instrução da n -ésima tarefa ($0 \leq I_m \leq 1.000$).

O final da entrada é indicado por uma linha que contém apenas dois zeros, separados por espaço em branco.

Os dados devem ser lidos da entrada padrão.

Saída

Para cada caso de teste da entrada o programa deve imprimir uma única linha contendo um número inteiro que representa o *makespan* do PFS representado.

Os resultados do programa devem ser escritos na saída padrão.

Exemplo

Entrada	Saída
1 4	4
1 1 1 1	4
2 3	7
1 1 1	
1 1 1	
3 4	
1 1 1 1	
2 1 1 1	
1 1 2 1	
0 0	