

## Problemas em equipe 12

Estudantes: Eduardo Eiji Goto, Gustavo Hammerschmidt, João Vitor Andrioli de Souza.

- 1) Um ateliê comporta duas máquinas idênticas, cada uma com taxa de falha de 0,25 falhas por dia. Quando uma máquina falha ela precisa passar por dois reparadores (r1 e r2), necessariamente nessa ordem, ou seja, primeiro pelo reparador r1 e depois pelo reparador r2. A taxa de reparação do reparador r1 é 0,5 reparações por dia e a taxa de reparação do reparador r2 é 0,75 reparações por dia. Os estados do sistema são representados por uma tripla de variáveis (n, r1, r2), onde n é a quantidade de máquinas em reparação, ou seja, n = 0, 1 ou 2; r1 é igual a zero se o reparador 1 não está ocupado e igual a 1 se o reparador 1 está ocupado; r2 é igual a zero se o reparador 2 não está ocupado e igual a 1 se o reparador 2 está ocupado.

A cadeia de Markov que representa o processo de funcionamento do ateliê terá então 6 estados:

Estado 1: (0, 0, 0) = nenhuma máquina com defeito e nenhum reparador trabalhando;

Estado 2: (1, 1, 0) = uma máquina com defeito e reparador 1 trabalhando;

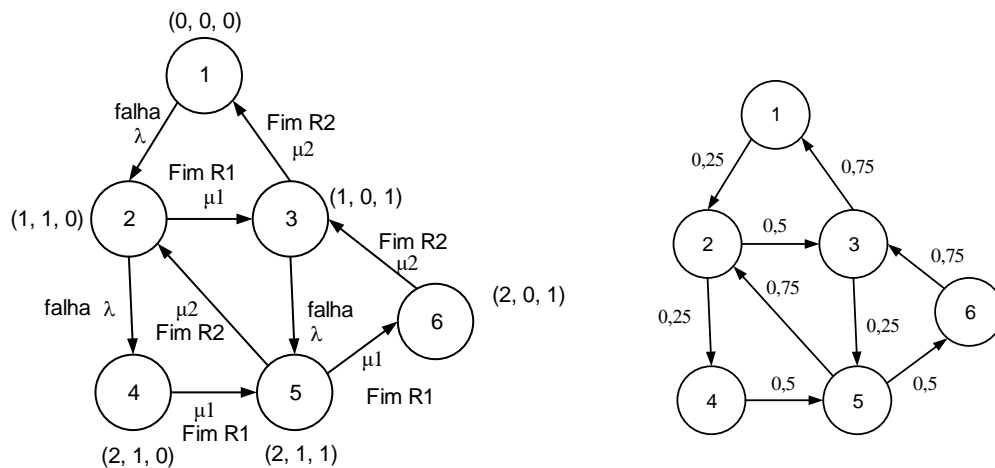
Estado 3: (1, 0, 1) = uma máquina com defeito e reparador 2 trabalhando;

Estado 4: (2, 1, 0) = duas máquinas com defeito e reparador 1 trabalhando;

Estado 5: (2, 1, 1) = duas máquinas com defeito e reparadores 1 e 2 trabalhando;

Estado 6: (2, 0, 1) = duas máquinas com defeito e reparador 2 trabalhando (a segunda máquina que falhou está aguardando o reparador 2 que ainda trabalha na primeira máquina que falhou).

O diagrama de transições do funcionamento e reparo das máquinas pode ser representado como segue:



Calcular a matriz Q

```
TranscricaoGrafo = np.array([[0.0, 0.25, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0],
                              [0.0, 0.0, 0.5, 0.25, 0.0, 0.0],
                              [0.75, 0.0, 0.0, 0.0, 0.25, 0.0],
                              [0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.5, 0.0],
                              [0.0, 0.75, 0.0, 0.0, 0.0, 0.5],
                              [0.0, 0.0, 0.75, 0.0, 0.0, 0.0]], dtype=np.float64)
```

```
Q = np.array([[0.0, 1.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0],
              [0.0, 0.0, 0.6667, 0.3333, 0.0, 0.0],
              [0.75, 0.0, 0.0, 0.0, 0.25, 0.0],
              [0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0, 0.0],
              [0.0, 0.6, 0.0, 0.0, 0.0, 0.4],
```

- ```
[0.0, 0.0, 1.0, 0.0, 0.0, 0.0]], dtype=np.float64)
```
- 2) Implementar a função `cmtcP` para calcular o estado permanente de uma cadeia de Markov em tempo contínuo.  
A função recebe como argumento a matriz `Q`  
Testa se a matriz está corretamente construída em relação (todas as linhas têm que somar 1)  
Constrói as matrizes `A` e `B`  
Retorna o vetor `PI`  
Usar `cmtc.py`  
Problema já resolvido
- ```
def cmtcP(Q):  
    [r,c] = Q.shape  
    if ((r != c) | np.any(np.sum(Q, 1) != 1)):  
        raise Exception('Matriz P invalida!')  
  
    A = np.transpose(Q)  
    A = np.vstack((A, np.ones(r)))  
    B = np.zeros(r)  
    B = np.hstack((B,[1]))  
    A_pinv = np.linalg.pinv(A)  
    PI = np.dot(A_pinv, B)  
    return PI
```
- 3) Calcular o vetor de probabilidades do regime permanente.  
Utilize PE12.ipynb  
Copie seu código e resultado aqui
- 

```
import numpy as np
```

```
Q = np.array([[0.0, 1.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0],  
             [0.0, 0.0, 0.6667, 0.3333, 0.0, 0.0],  
             [0.75, 0.0, 0.0, 0.0, 0.25, 0.0],  
             [0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0, 0.0],  
             [0.0, 0.6, 0.0, 0.0, 0.0, 0.4],  
             [0.0, 0.0, 1.0, 0.0, 0.0, 0.0]], dtype=np.float64)
```

```
def cmtcP(Q):  
    [r,c] = Q.shape  
    if ((r != c) | np.any(np.sum(Q, 1) != 1)):  
        raise Exception('Matriz P invalida!')
```

```
    A = np.transpose(Q)  
    A = np.vstack((A, np.ones(r)))  
    B = np.zeros(r)  
    B = np.hstack((B,[1]))  
    A_pinv = np.linalg.pinv(A)  
    PI = np.dot(A_pinv, B)  
    return PI
```

```
print("PI: ", cmtcP(Q))
```

---

Output:

PI: [-0.07142857 0.42861429 0.19047619 0.0952381 0.35714286 -0.1429 ]

---

Obs.: seu código continha uma instrução errada. O correto é `np.any(np.sum(Q, 1) != 1)`.