

## Exercices sur les STRE

### Exercice 1

Expliquer les principales différences entre l'informatique temps réel et l'informatique non temps réel. Quelles sont les propriétés d'un système pour qu'il puisse répondre aux besoins des applications temps réel.

### Exercice 2

Quels sont les principaux attributs de description de tâches temps réel ?

### Exercice 3

Discuter les principaux critères de classification des algorithmes d'ordonnancement de tâches.

### Exercice 4

Soit un ensemble de 4 tâches définies par leurs paramètres  $r_i$ ,  $C_i$ , et  $d_i$  (donnés dans cet ordre) :

$$T_1(0, 6, 15), T_2(1, 2, 4), T_3(2, 4, 7) \text{ et } T_4(6, 2, 10).$$

Ces tâches sont elles ordonnançables par EDF ? par LLF ?

### Exercice 5

Quels sont les ensembles de tâches (parmi les ensembles suivants) ordonnançables avec RM ? Avec EDF ?

$$\text{Ensemble 1} = \{T_1(P_1 = 8, C_1 = 3), T_2(P_2 = 9, C_2 = 3), T_3(P_3 = 15, C_3 = 3)\}$$

$$\text{Ensemble 2} = \{T_1(P_1 = 8, C_1 = 4), T_2(P_2 = 12, C_2 = 4), T_3(P_3 = 20, C_3 = 4)\}$$

$$\text{Ensemble 3} = \{T_1(P_1 = 8, C_1 = 3), T_2(P_2 = 16, C_2 = 3), T_3(P_3 = 12, C_3 = 3)\}$$

1. Donner une séquence d'ordonnancement RM qui se répète indéfiniment pour un des ensembles qui est ordonnançable avec RM.
2. Donner une séquence d'ordonnancement EDF qui se répète indéfiniment pour un des ensembles qui est ordonnançable avec EDF.

### Exercice 6

Soit un ensemble de 3 tâches périodiques définies par leurs paramètres  $C_i$ ,  $P_i$  et  $D_i$  (donnés dans cet ordre) :

$$T_1(2, 6, 5), T_2(2, 8, 4) \text{ et } T_3(4, 12, 8).$$

Ces tâches sont elles ordonnançables par EDF ? Si oui donner une séquence EDF valide.

### Exercice 7

En utilisant RM et un serveur sporadique avec une capacité  $C_s = 2$  et une période  $P_s = 5$ , ordonnancer les tâches suivantes :

$$\text{Tâches périodiques : } T_1(C_1 = 1, P_1 = 4) \text{ et } T_2(C_2 = 2, P_2 = 6)$$

1. Tâche apériodique :  $T_3(r_3 = 2, C_3 = 10)$ .
2. Tâches apériodiques :  $T_3(r_3 = 2, C_3 = 2)$ ,  $T_4(r_4 = 5, C_4 = 1)$  et  $T_5(r_5 = 10, C_5 = 2)$ .
3. Que se passe-t-il si  $C_s = 3$  ?

### Exercice 8

1. Donner un taux d'utilisation du processeur à affecter à un serveur sporadique, sous RM, pour servir des tâches apériodiques conjointement avec les deux tâches périodique  $T_1$  ( $C_1 = 1, P_1 = 5$ ) et  $T_2$  ( $C_2 = 2, P_2 = 8$ ).

2. Quels sont les couples  $C_s$  et  $P_s$ , avec garantie d'ordonnançabilité sous la condition suffisante ?

### Exercice 9

On considère deux tâches périodiques  $T_1$  ( $C_1 = 1, P_1 = 5$ ) et  $T_2$  ( $C_2 = 2, P_2 = 8$ ) gérées pas RM.

En plus des deux tâches  $T_1$  et  $T_2$ , on utilise un serveur à scrutation pour gérer trois tâches apériodiques suivantes :

$$T_3(r_3 = 2, C_3 = 3), T_4(r_4 = 7, C_4 = 2) \text{ et } T_5(r_5 = 9, C_5 = 1).$$

1. Donner la séquence d'ordonnancement si le serveur a un taux d'utilisation maximal et une priorité intermédiaire.
2. Reprendre la question 1 avec un serveur ajournable ayant un taux d'utilisation maximal et la priorité la plus haute

### Exercice 10

Vérifier si l'ensemble de tâches suivant est ordonnançable avec RM ( $B_i$  désigne le temps de blocage en attente de ressource) :  $T_1(C_1 = 4, B_1 = 5, P_1 = 10)$ ,  $T_2(C_2 = 3, B_2 = 3, P_2 = 15)$  et  $T_3(C_3 = 2, B_3 = 0, P_3 = 20)$ .

### Exercice 11

1. Considérer trois tâches périodiques  $T_1, T_2$  et  $T_3$  (avec  $Prio_1 > Prio_2 > Prio_3$ ), de même période, qui partagent quatre ressources  $R_1, R_2, R_3$  et  $R_4$ . Le protocole d'héritage de priorité (PIP) est utilisé. Calculer le temps de blocage maximum ( $B_i$ ) pour chacune des tâches en supposant que le temps maximum d'utilisation de chaque ressource par chacune des quatre ressources est donné par le tableau suivant :

	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$
$T_1$	3	2	4	6
$T_2$	4	0	6	8
$T_3$	2	1	0	5

2. Reprendre la question 1 en utilisant le protocole de priorité plafond (PPP).

### Exercice 12

Considérer trois tâches  $T_1, T_2$  et  $T_3$  (avec  $Prio_1 > Prio_2 > Prio_3$ ) qui partagent trois ressources ( $R_1, R_2$  et  $R_3$ ), en utilisant le protocole à priorité à pile (SRP). Il y a trois exemplaires de  $R_1$ , trois exemplaires de  $R_2$  et deux exemplaires de  $R_3$ . Calculer les paramètres de la table de fonctionnement de SRP en utilisant les données suivantes :

	$D_i$	$R_1$	$R_2$	$R_3$
$T_1$	5	1	0	1
$T_2$	10	2	1	3
$T_3$	20	3	1	1

### Exercice 13

Soit un système contenant les tâches périodiques suivantes :  $T_1(C_1 = 2, P_1 = 10)$ ,  $T_2(C_2 = 1, P_2 = 5)$  et  $T_3(C_3 = 4, P_3 = 20)$ . Un serveur périodique est utilisé pour servir les tâches apériodiques.

1. Supposons que toutes les tâches sont ordonnancées avec RM.

- a- Si le serveur est un serveur ajournable, quelle doit être sa capacité maximale ?
- b- Si le serveur est un serveur sporadique, quelle doit être sa capacité maximale ?

2. Reprendre les questions a et b du 1) en supposant que toutes les tâches sont ordonnancées avec EDF.

### Exercice 14

Soit un système contenant deux tâches périodiques,  $T_1(C_1 = 2, P_1 = 6)$  et  $T_2(C_2 = 6, P_2 = 18)$  et un serveur sporadique  $T_s(C_s = 4, P_s = 16)$ . Supposons que deux tâches apériodiques  $T_3$  et  $T_4$  arrivent respectivement aux instants 1 et 10. La durée d'exécution de  $T_3$  (ou  $T_4$ ) est égale à 1. Quel est le temps de réponse de la tâche  $T_4$ ?

### Exercice 15

Soit un ensemble de tâches périodiques :  $T_1(C_1 = 15, P_1 = 60)$ ,  $T_2(C_2 = 30, P_2 = 70)$ ,  $T_3(C_3 = 12, P_3 = 120)$  et  $T_4(C_4 = 20, P_4 = 200)$ . Les temps de blocage à cause d'une ressource  $R$ , sont  $B_1 = 18, B_2 = 15$  et  $B_3 = 20$ . Cet ensemble est ordonnancé par RM et le protocole à priorité plafond. Est-ce que l'ensemble considéré est ordonnançable ?

### Exercice 16

On considère 5 tâches  $T_1, T_2, T_3, T_4$  et  $T_5$  (avec :  $Prio_1 > Prio_2 > \dots > Prio_5$ ) ordonnancées avec un algorithme à priorités statiques (RM ou DM). Ces tâches utilisent deux ressources critiques X et Y de la manière suivante :

- $T_1$  utilise la ressource Y pendant 3 unités de temps,
- $T_2$  utilise la ressource X pendant 4 unités de temps,
- $T_4$  utilise la ressource Y pendant 5 unités de temps et la ressource X pendant 2 unités de temps,
- $T_5$  utilise la ressource X pendant 10 unités de temps.

Calculer les temps de blocage des tâches.

### Exercice 17

Démontrer le théorème suivant :

« Un ensemble de  $n$  tâches périodiques, indépendantes et préemptibles est ordonnançable sur un processeur si :

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\min(D_i, P_i)} \leq 1$$

$C_i$  désigne la durée d'exécution,  $D_i$  désigne le délai relatif et  $P_i$  la période de la tâche  $T_i$ . »

### Exercice 18

Montrer que le protocole d'héritage de priorité ne permet pas d'éviter les interblocages.

### Exercice 19

1. Démontrer que le protocole à priorité plafond permet d'éviter les interblocages dans le cas de deux tâches utilisant deux ressources.
2. Démontrer que le protocole à priorité plafond permet d'éviter les interblocages transitifs dans le cas de trois tâches ( $T_1 \rightarrow T_2 \rightarrow T_3 \rightarrow T_1$ )

### Exercice 20

Lorsque l'on fait l'analyse d'ordonnançabilité, on suppose que les délais inhérents au système (sélection de la tâche à activer, commutation de tâche...) sont nuls. Expliquer comment une telle hypothèse peut avoir ses limites (donc non crédible) dans la pratique.

### Exercice 21

1. Donner les grandes lignes de l'implantation d'un ordonnanceur RM.
2. Donner les grandes lignes de l'implantation d'un ordonnanceur EDF.

### Exercice 22

Expliquer comment on peut implanter l'activation périodique d'une tâche.

### Exercice 23

Soit un ensemble de tâches périodiques géré par *Rate Monotonic*.

Quel est le temps d'exécution restant pour une tâche périodique  $i$  (avec  $P_i$  et  $C_i$  donnés) à l'instant  $t$  donné ?

### Exercice 24

Donner la condition d'ordonnançabilité d'une tâche apériodique avec  $r_a$ ,  $c_a$  et  $d_a$  donnés géré par un serveur sporadique avec  $C_s$  et  $P_s$  donnés. Considérer les cas suivants :

- Cas 1 : Il n'y a qu'une seule tâche apériodique gérée par le serveur sporadique. Le SS a la priorité la plus élevée.
- Cas 2 : Il n'y a qu'une seule tâche apériodique gérée par le serveur sporadique. Le SS n'a pas la priorité la plus élevée.  $r_a = 0$ .
- Cas 3 : il y a plusieurs tâches apériodiques qui arrivent toutes à l'instant  $t = 0$ .
- Cas 4 : en utilisant le résultat de l'exercice 23, généraliser la condition d'ordonnançabilité pour considérer des tâches apériodiques arrivant à des instants quelconques.