

## Contrôle final en Systèmes Répartis (SYSR)

### ===== PARTIE 1 =====

#### Exercice 1 [HORLOGES LOGIQUES (4 points)]

1) Dans la cadre d'une observation globale de ces 3 sites et en utilisant la précédence causale ou FIFO ( E1 Précède E2 Notation :  $E1 \rightarrow E2$  ; E2 Précède E1 Notation :  $E2 \rightarrow E1$  ; E1 et E2 sont indépendants Notation :  $E1 \parallel E2$ )

a) donner la relation entre les évènements suivants : (e22,e33) ; (e32 , e33 ,e13, e14) ; ( e15 , e24 ,e25,e35, e36,e26) ;

Réponse :

1)  $e22 \parallel e33$  ; 2)  $e32 \rightarrow e33 \rightarrow e13 \rightarrow e14$  ; 3)  $e15 \rightarrow e24 \rightarrow e25 \rightarrow e35 \rightarrow e36 \rightarrow e26$  .

b) Quels sont les évènements pour lesquels on constate une violation de la précédence et préciser le type de cette précédence (causale ou FIFO) ; dans quel ordre les messages correspondants doivent-ils être délivrés à leur destinataire ? Justifier votre réponse.

Réponse :

Les évènements pour lesquels on constate une violation de la précédence sont { e32 , e33 ,e13 , e14} ; c'est une précédence de type FIFO ; le message m2 (e32,e14) doit être délivré avant le message m3 (e33,e13).

2) En n'utilisant que les horloges vectorielles :

a) donner les valeurs des horloges vectorielles HV de tous les évènements des 3 sites en prenant un état initial nul pour e11, e21, e31.

Réponse :

$HV(e11)=HV(e21)=HV(e31)=(0,0,0)$  ;

$HV(e12)=(1,1,0)$ ;  $HV(e13)=(2,1,2)$  ;  $HV(e14)=(3,1,2)$  ;  $HV(e15)=(4,1,2)$  ;  $HV(e16)=(5,1,2)$ .

$HV(e22)=(0,1,0)$ ;  $HV(e23)=(0,2,0)$  ;  $HV(e24)=(4,3,2)$  ;  $HV(e25)=(4,4,2)$  ;  $HV(e26)=(4,5,5)$ .

$HV(e32)=(0,0,1)$ ;  $HV(e33)=(0,0,2)$  ;  $HV(e34)=(0,0,3)$  ;  $HV(e35)=(4,4,4)$  ;  $HV(e36)=(4,4,5)$ .

b) Peut-on, à l'aide des horloges vectorielles, savoir, à la réception d'un message, si celui-ci est arrivé trop tôt (violation de la précédence) ? Justifier votre réponse (Si oui préciser les actions qui seront appliquées dans ce cas sur l'exemple de ces 3 sites, sinon dire pourquoi).

Réponse :

Non on ne peut pas savoir à la réception de m3 que ce message est arrivé trop tôt. Si on mémorise les estampilles d'émission et de réception de m3 et que m3 a été délivré à son destinataire, on ne pourra constater la violation de l'ordre FIFO qu'après réception de m2 par comparaison des estampilles avec celles de m3 :

$HV(e32)=(0,0,1) < HV(e33)=(0,0,2)$  Date d'émission de m2 < date d'émission de m3 , mais  $HV(e13)=(2,1,2) < HV(e14)=(3,1,2)$  Date de réception de m3 < date de réception de m2 . La Violation de l'ordre FIFO est détectée à posteriori (trop tard).

4) En n'utilisant que les horloges matricielles :

a) donner les valeurs des horloges matricielles HM de tous les évènements des 3 sites en prenant un état initial nul pour e11, e21, e31.

Réponse :

$HM(e11)=HM(e21)=HM(e31)=$

|   |   |   |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 |

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| $HM(e12)=$  | $HM(e13)=$  | $HM(e14)=$  | $HM(e15)=$  | $HM(e16)=$  |
| $\begin{matrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 2 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 4 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 2 & 0 & 2 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 5 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 2 & 0 & 2 \end{matrix}$ |

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| $HM(e22)=$  | $HM(e23)=$  | $HM(e24)=$  | $HM(e25)=$  | $HM(e26)=$  |
| $\begin{matrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 4 & 1 & 0 \\ 1 & 3 & 0 \\ 2 & 0 & 2 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 4 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & 1 \\ 2 & 0 & 2 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 4 & 1 & 0 \\ 1 & 5 & 1 \\ 2 & 1 & 5 \end{matrix}$ |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| $HM(e32)=$  | $HM(e33)=$  | $HM(e34)=$  | $HM(e14bis)=$   |
| $\begin{matrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 2 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 3 \end{matrix}$ | $\begin{matrix} 3 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 2 & 0 & 2 \end{matrix}$ |

$$\text{HM}(e_{35}) = \begin{pmatrix} 4 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & 1 \\ 2 & 0 & 4 \end{pmatrix} \quad \text{HM}(e_{36}) = \begin{pmatrix} 4 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & 1 \\ 2 & 1 & 5 \end{pmatrix}$$

Remarque : En  $e_{13}$  on constate que le message  $m_3$  reçu est arrivé trop tôt par conséquent le message  $m_3$  restera bloqué en  $e_{13}$  et l'horloge matricielle du site 1 restera la même qu'en  $e_{12} \Rightarrow \text{HM}(e_{13}) = \text{HM}(e_{12})$ .

Le message  $m_3$  ne sera délivré qu'après réception et délivrance du message  $m_2$  en  $e_{14}$  : par conséquent un nouvel évènement  $e_{14\text{bis}}$  a été rajouté après  $e_{14}$  et correspond à la délivrance du message  $m_3$ .

$e_{13}$  : réception de  $m_3$  ;  $e_{14}$  : réception et délivrance de  $m_2$  ;  $e_{14\text{bis}}$  : délivrance de  $m_3$ .

b) Peut-on, à l'aide des horloges matricielles, savoir, à la réception d'un message, si celui-ci est arrivé trop tôt (violation de la précédence) ? Justifier votre réponse (Si oui préciser les actions qui seront appliquées dans ce cas sur l'exemple de ces 3 sites, sinon dire pourquoi).

Réponse :

Pour tout message envoyé du site  $j$  au site  $i$  il faut vérifier les relations suivantes :

1. précédence FIFO :  $\text{HM}_m[j,i] = \text{HM}_i[j,i] + 1$  (ordre FIFO sur le canal  $(j,i)$ )
  2. précédence causale : pour tout  $k \neq i$  et  $k \neq j$ ,  $\text{HM}_m[k,i] \leq \text{HM}_i[k,i]$  (tous les messages en provenance des sites différents de  $S_j$  ont été reçus).
- Ici on prendra  $i=1$  et  $j=3$  (messages envoyés du site 3 au site 1)

Oui, on peut savoir à la réception de  $m_3$  que ce message est arrivé trop tôt :  $e_{33} \rightarrow e_{13}$

La relation  $\text{HM}_3[3,1] = \text{HM}_1[3,1] + 1$  précédence FIFO sur canal  $(3,1)$  n'est pas vérifiée :

$\text{HM}_1[3,1] = 0$  et  $\text{HM}_3[3,1] = 2$  ; il y a donc violation de la précédence FIFO .

Par contre les relations de précédence causale sont respectées :

Par conséquent le message reçu  $m_3$  restera bloqué et non délivré jusqu'à arrivée et délivrance du message  $m_2$  qui le précède (évènement  $e_{14}$ ). L'horloge matricielle  $\text{HM}$  du site 1 restera figée à son dernier état donc :

$\text{HM}_1(e_{13}) = \text{HM}_1(e_{12})$ .

## Exercice 2 [Producteur-Consommateur (3 points)]

Soit le problème **Producteur – Consommateur** en réparti avec les paramètres suivants :

- Un producteur
- Un consommateur
- Un buffer de taille  $K$

En utilisant la méthode des **minorants avec mise à jour retardée**, déduire l'algorithme du **Producteur** à partir de l'algorithme suivant :

```

Var Aut(Déposer) : compteur init 0;
Copie(Term(Retirer)):compteur init 0;
Nextp: element;
Debut Action(Producteur)
Produire(Nextp);
Repeat until
{(Aut(Déposer)) - Copie(Term(Retirer)) < N}
Aut(Déposer)++;
Déposer(BUF,Nextp);
Send(Consommateur, 'dépôt terminé');
Until FinP;
Fin Action(Producteur);
Début Réception(Producteur)
Case (message) of
'retrait terminé' : Copie(Term(Retirer)) ++;
end case;
```

*Fin Réception(Producteur) ;*

**Réponses :**

**ALGORITHME PRODUCTEUR :**

**ALGORITHME CONSOMMATEUR :**

### **Exercice 3** [Producteur-Consommateur (3 points)]

Soit le problème **Producteur – Consommateur** en réparti avec les paramètres suivants :

- Un producteur
- Plusieurs consommateurs
- Un buffer de taille K

En utilisant la méthode des **compteurs d'événements et les séquenceurs** basée sur les paramètres suivants :

- **Compteurs d'événements:**
  - **in** compte le nombre de valeurs produites et permet d'asservir le consommateur au producteur.
  - **out** compte le nombre de valeurs consommées et permet d'asservir le producteur au consommateur.
- **Séquenceur** avec **ticket(s)={in | out}**

ALGORITHME :

## ===== PARTIE 2 =====

### **Exercice 4** [Exclusion mutuelle : Algorithme de Carvalho et Roucairol (3 pts)]

```
1- _____ ;
2- _____ ;
3- _____ ;
```

### **Exercice 5** [Synchronisation : Modèle Lecteurs-Rédacteurs (3 pts)]

```
1- _____ ;
2- _____ ;
3- _____ ;
```

### **Exercice 6** [Schéma d'organisation : Modèle client-Serveur chaînés (4 pts 1+1+2)]

Estimez le temps total pour satisfaire la demande du premier client **dans les deux cas suivants (au choix : UDP ou TCP)**, avec les hypothèses de performance énumérés ci-dessous (donnez la composition totale de la formule qui permet de calculer le temps total) :

**[AU CHOIX :]**

a) Utilisation d'une communication sans connexion (UDP)

**OU**

b) Utilisation d'une communication orienté connexion (TCP)

**[OBLIGATOIRE :]**

c) Application numérique : n = 4.

Latence par paquet (systèmes d'exploitation et protocoles réseaux, encourus à l'envoi et à la réception) : 3 millisecondes,

Le temps de configuration de connexion (TCP uniquement) : 5 millisecondes,

Taux de transfert de données: 10 mégabits par seconde,

MTU: 1500 octets,

Le temps de traitement de requête par le serveur: 2 millisecondes,

Le réseau est supposé peu chargé.

**Réponses :**

a) **UDP : (n-1) (3 + 3680/10000 + 3 + 2 + 5\*3 + 4\*(12000/10000) + 2560/10000 + 5\*3) = (n-1) 43,424 ms**

b) **TCP : (n-1) (3+5+3680/10000 + 3 + 2 + 5\*3 + 4\*(12000/10000) + 2560/10000 + 5\*3) = (n-1) 48,424 ms**

c) **UDP : 130,272 ms. TCP : 145,272 ms.**