



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Master 2 Informatique - UFR S.A.T

Pr. Ousmane THIARE

`othiare@ugb.edu.sn`
`[www.ousmanethiare.com]`

18 juin 2025

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

1 Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe



1- Exclusion mutuelle

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Définition

La notion de **section critique** correspond à l'obtention d'un droit pour effectuer une tâche. Une **section critique** se compose d'une **section d'entrée** et d'une **section de sortie**. Ces deux sections ont pour but respectivement de marquer l'obtention et la libération d'un droit pour effectuer légalement une tâche.

Définition

On dit qu'un processus exécute sa **section critique** lorsqu'il a passé avec succès la **section d'entrée** (il a obtenu le droit) mais qu'il n'a pas encore passé la **section de sortie**.



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Définition

On dit qu'un processus est demandeur lorsqu'il exécute la section d'entrée.

Il est donc possible de définir trois états distincts pour les processus : les états **dehors**, **demandeur** et **dedans**. Un processus dans l'état **dehors** correspond à un processus qui n'exécute ou ne demande pas la **section critique**.

Définition

Un processus est dans l'état dedans lorsqu'il exécute sa section critique.



Exclusion mutuelle

Définition

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

- n processus $\{0, 1, 2, \dots, n - 1\}$ et une seule ressource R



Exclusion mutuelle

Définition

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

- n processus $\{0, 1, 2, \dots, n - 1\}$ et une seule ressource R
- Compétition pour utiliser la ressource R



Exclusion mutuelle

Définition

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

- n processus $\{0, 1, 2, \dots, n - 1\}$ et une seule ressource R
- Compétition pour utiliser la ressource R
- Utilisation de $R \Rightarrow$ exécution de la section critique (SC)



Exclusion mutuelle

Spécifications

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

- Exclusion mutuelle (sûreté ou safety).

Si deux processus distincts, p et q exécutent simultanément leur section critique respectivement dans les sessions S_p et S_q , alors $S_p = S_q$.



Exclusion mutuelle

Spécifications

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

- **Exclusion mutuelle (sûreté ou safety).**

Si deux processus distincts, p et q exécutent simultanément leur section critique respectivement dans les sessions S_p et S_q , alors $S_p = S_q$.

- **Absence de blocage (vivacité ou liveness).**

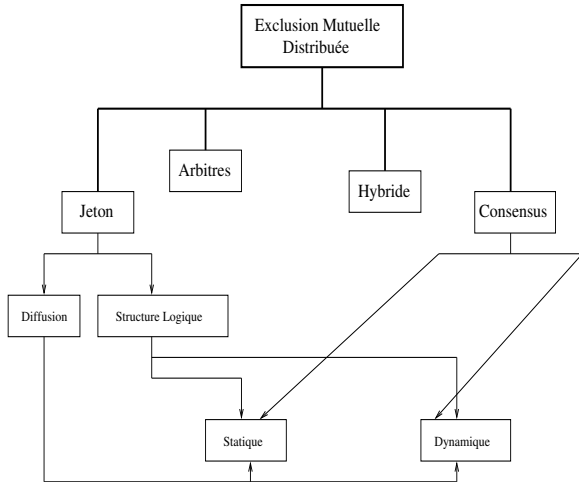
Si un processus p veut participer à une session S_p , alors p exécute finalement sa section critique.



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe



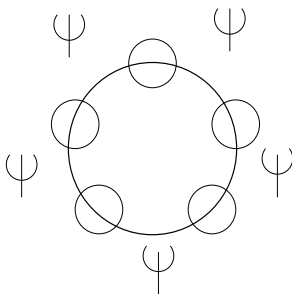
Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle classique [Dijkstra 1965]

- Une ressource unique à partager entre N demandeurs potentiels



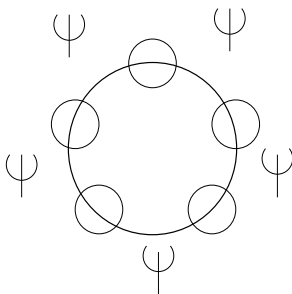
Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle classique [Dijkstra 1965]

- Une ressource unique à partager entre N demandeurs potentiels
- File d'attente



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

Exclusion mutuelle classique [Dijkstra 1965]

- n philosophes assis autour d'une table ronde garnie à leur intention de cinq assiettes de spaghettis.

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

Exclusion mutuelle classique [Dijkstra 1965]

- n philosophes assis autour d'une table ronde garnie à leur intention de cinq assiettes de spaghettis.
- il n'y a qu'une seule fourchette entre chaque assiette.

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Exclusion mutuelle classique [Dijkstra 1965]

- n philosophes assis autour d'une table ronde garnie à leur intention de cinq assiettes de spaghettis.
- il n'y a qu'une seule fourchette entre chaque assiette.
- Lorsqu'un individu a faim, il a besoin de deux fourchettes, il saisit les fourchettes à sa droite et à sa gauche et empêche par la même ses deux voisins de manger.



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Exclusion mutuelle classique [Dijkstra 1965]

- n philosophes assis autour d'une table ronde garnie à leur intention de cinq assiettes de spaghettis.
- il n'y a qu'une seule fourchette entre chaque assiette.
- Lorsqu'un individu a faim, il a besoin de deux fourchettes, il saisit les fourchettes à sa droite et à sa gauche et empêche par la même ses deux voisins de manger.
- Les philosophes ne peuvent donc pas tous manger en même temps.



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Exclusion mutuelle classique [Dijkstra 1965]

- n philosophes assis autour d'une table ronde garnie à leur intention de cinq assiettes de spaghettis.
- il n'y a qu'une seule fourchette entre chaque assiette.
- Lorsqu'un individu a faim, il a besoin de deux fourchettes, il saisit les fourchettes à sa droite et à sa gauche et empêche par la même ses deux voisins de manger.
- Les philosophes ne peuvent donc pas tous manger en même temps.
- Un blocage peut arriver si chaque philosophe saisit la fourchette qui se trouve à sa gauche et attend celle de droite.



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

Exclusion mutuelle classique [Dijkstra 1965]

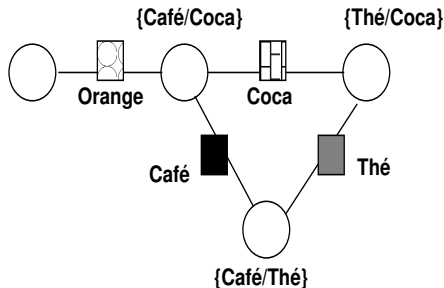
- n philosophes assis autour d'une table ronde garnie à leur intention de cinq assiettes de spaghettis.
- il n'y a qu'une seule fourchette entre chaque assiette.
- Lorsqu'un individu a faim, il a besoin de deux fourchettes, il saisit les fourchettes à sa droite et à sa gauche et empêche par la même ses deux voisins de manger.
- Les philosophes ne peuvent donc pas tous manger en même temps.
- Un blocage peut arriver si chaque philosophe saisit la fourchette qui se trouve à sa gauche et attend celle de droite.
- Le but consiste donc à éviter un tel blocage et permettre à tous les philosophes de manger évitant ainsi une famine (au sens propre du terme).



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

Les philosophes buveurs [Chandy et Misra 1984]



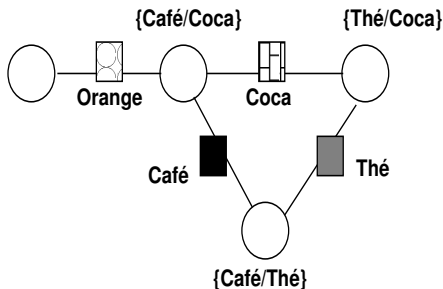
- Ce problème est une généralisation du dîner des philosophes.



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

Les philosophes buveurs [Chandy et Misra 1984]



- Ce problème est une généralisation du dîner des philosophes.
- les philosophes possèdent un nombre arbitraire de voisins et deux philosophes voisins se partagent une bouteille.



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Les philosophes buveurs [Chandy et Misra 1984]

- Lorsqu'un philosophe a soif, il doit posséder un certain nombre (variable) de bouteilles pour pouvoir faire un cocktail.



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Les philosophes buveurs [Chandy et Misra 1984]

- Lorsqu'un philosophe a soif, il doit posséder un certain nombre (variable) de bouteilles pour pouvoir faire un cocktail.
- autre généralisation : Les philosophes ne se partagent plus une seule bouteille, mais plusieurs. Pour pouvoir différencier les bouteilles, celles-ci sont colorées et un philosophe peut demander plusieurs bouteilles à un même voisin.



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Lecteurs-Rédacteurs [Courtois, Heymans et Parnas 1971]

- Au plus un rédacteur



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Lecteurs-Rédacteurs [Courtois, Heymans et Parnas 1971]

- Au plus un rédacteur
- Plusieurs lecteurs simultanément



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Lecteurs-Rédacteurs [Courtois, Heymans et Parnas 1971]

- Au plus un rédacteur
- Plusieurs lecteurs simultanément
- Jamais de lectures et d'écritures simultanément



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Lecteurs-Rédacteurs [Courtois, Heymans et Parnas 1971]

- Au plus un rédacteur
- Plusieurs lecteurs simultanément
- Jamais de lectures et d'écritures simultanément
- Les processus rédacteur ont besoin d'un accès exclusif à la ressource alors que les processus lecteurs peuvent partager la ressource avec d'autres lecteurs



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Lecteurs-Rédacteurs [Courtois, Heymans et Parnas 1971]

- Au plus un rédacteur
- Plusieurs lecteurs simultanément
- Jamais de lectures et d'écritures simultanément
- Les processus rédacteur ont besoin d'un accès exclusif à la ressource alors que les processus lecteurs peuvent partager la ressource avec d'autres lecteurs
- L'ordonnancement entre les lecteurs et les rédacteurs est un critère important.



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Réalisation

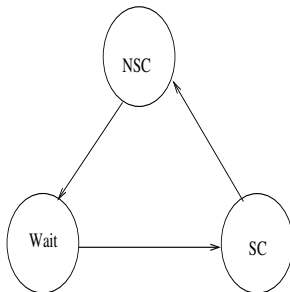


FIGURE: Etat des processus

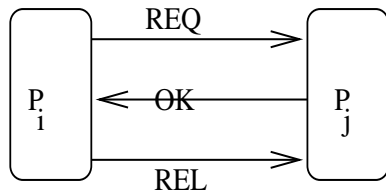


FIGURE: Messages échangés entre les processus



2- Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

■ Joung 1998



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

- Joung 1998
- Le problème



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

- Joung 1998
- Le problème
 - n processus et m sessions



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

- Jung 1998
- Le problème
 - n processus et m sessions
 - Permettre à un nombre quelconque de processus d'accéder concurremment à une même session

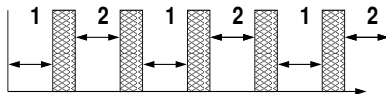
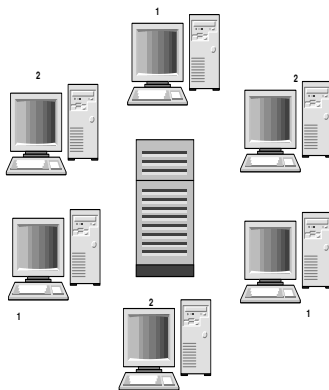


Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

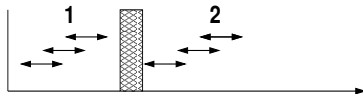
Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- Un exemple, le juke-box



Exclusion mutuelle



Exclusion mutuelle de groupe



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion Mutuelle de Groupe

- Un exemple, le juke-box
- L'utilisation d'un algorithme d'exclusion mutuelle de groupe est utile dans le cas où une ressource est partagée par plusieurs processus.

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

- Un exemple, le juke-box
- L'utilisation d'un algorithme d'exclusion mutuelle de groupe est utile dans le cas où une ressource est partagée par plusieurs processus.
- Un exemple concret d'utilisation est la gestion d'un juke-box dans un réseau. Un seul CD-ROM peut être disponible à la fois. En donnant un identifiant unique à chaque CD-ROM, un algorithme d'exclusion mutuelle de groupe permet à plusieurs processus de lire un CD-ROM concurremment, tout en forçant les processus voulant accéder à un autre CD-ROM à attendre.



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

- Un exemple, le juke-box
- L'utilisation d'un algorithme d'exclusion mutuelle de groupe est utile dans le cas où une ressource est partagée par plusieurs processus.
- Un exemple concret d'utilisation est la gestion d'un juke-box dans un réseau. Un seul CD-ROM peut être disponible à la fois. En donnant un identifiant unique à chaque CD-ROM, un algorithme d'exclusion mutuelle de groupe permet à plusieurs processus de lire un CD-ROM concurremment, tout en forçant les processus voulant accéder à un autre CD-ROM à attendre.
- Pour illustrer cet exemple, on suppose un système où tous les processus veulent accéder soit au CD-ROM numéro 1 soit au CD-ROM numéro 2 de telle manière que les demandes sont ordonnées telles que 1,2,1,2,1. .



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

- Un exemple, le juke-box
- L'utilisation d'un algorithme d'exclusion mutuelle classique pourrait entraîner le pire des cas (partie I)) où les accès se font alternativement au CD-ROM 1 et 2. Et à tout instant, un seul processus est autorisé à lire.



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

- Un exemple, le juke-box
- L'utilisation d'un algorithme d'exclusion mutuelle classique pourrait entraîner le pire des cas (partie (I)) où les accès se font alternativement au CD-ROM 1 et 2. Et à tout instant, un seul processus est autorisé à lire.
- L'utilisation d'un algorithme d'exclusion mutuelle de groupe permet de grouper les requêtes pour un même CD-ROM afin d'éviter les changements intempestifs. Dans la partie (II), les demandes sont groupées et se font concurremment. Les changements de CD-ROM sont alors très réduits. Dans notre exemple, il n'y a plus qu'un seul changement au lieu de cinq.

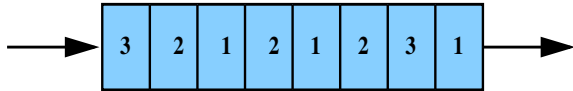


Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

- Autre exemple, le serveur Web



1– Demande pour la page d'accueil du LICP

2– Demande pour Google

3– Demande pour le programme télé

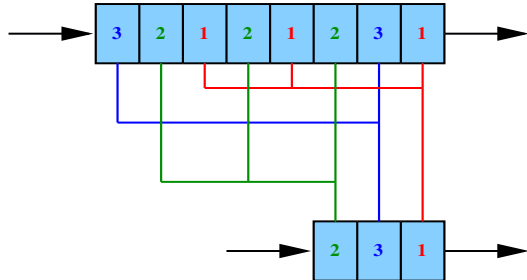


Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

- Autre exemple, le serveur Web



1 – Demande pour la page d'accueil du LICP

2 – Demande pour Google

3 – Demande pour le programme télé



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

- Autre exemple, le serveur Web
- Supposons qu'un serveur Internet stocke dans une file d'attente les demandes qu'il reçoit. Dans l'exemple précédent, nous avons vu qu'un algorithme d'exclusion mutuelle de groupe permet de grouper les demandes identiques. De la même manière, il est possible de grouper les demandes pour les mêmes adresses Internet.



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

- Autre exemple, le serveur Web
- Supposons qu'un serveur Internet stocke dans une file d'attente les demandes qu'il reçoit. Dans l'exemple précédent, nous avons vu qu'un algorithme d'exclusion mutuelle de groupe permet de grouper les demandes identiques. De la même manière, il est possible de grouper les demandes pour les mêmes adresses Internet.
- Par exemple, on suppose que x demandes pour un même site S sont dans la file d'attente. Un algorithme d'exclusion mutuelle de groupe permet de regrouper ces x demandes afin d'interroger le site S qu'une seule fois, soit un seul message vers S . En plus de limiter le nombre de messages vers le site S et donc sur le réseau, cette solution réduit aussi les chargements



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

■ Les spécifications



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

■ Les spécifications

■ Exclusion mutuelle (sûreté).

Si deux processus distincts, p et q exécutent simultanément leur section critique respectivement dans les sessions S_p et S_q , alors $S_p = S_q$.



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

■ Les spécifications

■ Exclusion mutuelle (sûreté).

Si deux processus distincts, p et q exécutent simultanément leur section critique respectivement dans les sessions S_p et S_q , alors $S_p = S_q$.

■ Absence de blocage (vivacité).

Si un processus p veut accéder à une ressource S , alors p exécute finalement sa section critique.



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

■ Les spécifications

■ Exclusion mutuelle (sûreté).

Si deux processus distincts, p et q exécutent simultanément leur section critique respectivement dans les sessions S_p et S_q , alors $S_p = S_q$.

■ Absence de blocage (vivacité).

Si un processus p veut accéder à une ressource S , alors p exécute finalement sa section critique.

■ Entrée concurrente (efficacité).

Si des processus veulent accéder à une ressource, et qu'aucun autre processus ne veut accéder à une autre ressource différente, alors les processus peuvent y entrer concurremment.



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion Mutuelle de Groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Complexités

Nous présentons les complexités qui permettent d'évaluer les performances d'une solution à l'exclusion mutuelle de groupe.

Les mesures des performances d'un algorithme d'exclusion mutuelle de groupe reprend quelques mesures classiques comme *complexité en nombre de messages*, *complexité en taille des messages* et la *complexité en espace*.



Exclusion mutuelle de groupe

Complexités

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Définitions

- **La complexité en nombre de messages et en taille des message** mesurent respectivement le nombre de messages nécessaires par entrée en section critique et le nombre de bits nécessaire par message.



Exclusion mutuelle de groupe

Complexités

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Définitions

- **La complexité en nombre de messages et en taille des message** mesurent respectivement le nombre de messages nécessaires par entrée en section critique et le nombre de bits nécessaire par message.
- **La complexité en espace** mesure le nombre de bits nécessaires par processus.



Exclusion mutuelle de groupe

Complexités

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Définitions

Joung proposa des mesures spécifiques au problème de l'exclusion mutuelle de groupe, qui sont la *complexité en temps*, la *complexité en changement de contexte* et le *degré (maximum) de concurrence*.

- **La complexité en temps mesure** le nombre de section critique exécutées pendant qu'un processus p attend l'accès à une session X . A cause de la concurrence, les accès peuvent se chevaucher, donc, la complexité en temps ne reflète pas vraiment le temps écoulé.



Exclusion mutuelle de groupe

Complexités

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Définitions

Joung proposa des mesures spécifiques au problème de l'exclusion mutuelle de groupe, qui sont la *complexité en temps*, la *complexité en changement de contexte* et le *degré (maximum) de concurrence*.

- **La complexité en temps mesure** le nombre de section critique exécutées pendant qu'un processus p attend l'accès à une session X . A cause de la concurrence, les accès peuvent se chevaucher, donc, la complexité en temps ne reflète pas vraiment le temps écoulé.
- **La complexité en changement de contexte** représente le nombre de sessions qui peuvent être ouvertes pendant qu'un processus attend pour accéder à une session différente. La complexité en changement de contexte est une mesure intéressante pour calculer (dans le pire des cas) le « temps d'attente ».



Exclusion mutuelle de groupe

Complexités

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Définitions Joung proposa des mesures spécifiques au problème de l'exclusion mutuelle de groupe, qui sont la *complexité en temps*, la *complexité en changement de contexte* et le *degré (maximum) de concurrence*.

- **Le degré (maximum) de concurrence** compte le nombre de processus qui peuvent concurremment accéder à une session ouverte alors qu'un processus particulier est en train d'exécuter sa section critique et qu'un autre processus attend l'accès à une session différente. Un degré de concurrence élevé signifie une meilleure utilisation des ressources.



Exclusion mutuelle de groupe

Complexités

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Définitions Joung proposa des mesures spécifiques au problème de l'exclusion mutuelle de groupe, qui sont la *complexité en temps*, la *complexité en changement de contexte* et le *degré (maximum) de concurrence*.

- **Le degré (maximum) de concurrence** compte le nombre de processus qui peuvent concurremment accéder à une session ouverte alors qu'un processus particulier est en train d'exécuter sa section critique et qu'un autre processus attend l'accès à une session différente. Un degré de concurrence élevé signifie une meilleure utilisation des ressources.
- **La complexité en l'absence de contention** indique, en considérant le pire des cas, le temps nécessaire à un processus pour exécuter sa section critique en l'absence de contention.



Exclusion mutuelle de groupe

Complexités

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Définition (Passage)

Le passage d'un processus p à travers la session X (noté $\langle p, X \rangle$) est un intervalle $[t_1, t_2]$ (de temps) pendant lequel le processus p exécute sa section critique. Un passage est initié en t_1 et accompli en t_2 .

Soit q un processus demandant l'accès à la session X .

Soit T l'ensemble des passages :

- *initiés* par au moins quelques processus ($\neq q$) après de le processus q ait fait sa demande (pour la session X),

La couverture minimale C de T et l'ensemble minimal de T tel que chaque passage de T soit initié et accompli pendant l'exécution de passages de C .



Exclusion mutuelle de groupe

Complexités

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Définition (Passage)

Le passage d'un processus p à travers la session X (noté $\langle p, X \rangle$) est un intervalle $[t_1, t_2]$ (de temps) pendant lequel le processus p exécute sa section critique. Un passage est initié en t_1 et accompli en t_2 .

Soit q un processus demandant l'accès à la session X .

Soit T l'ensemble des passages :

- *initiés* par au moins quelques processus ($\neq q$) après de le processus q ait fait sa demande (pour la session X),
- *accomplis* avant que le processus q exécute le passage correspondant $\langle p, X \rangle$.

La couverture minimale C de T et l'ensemble minimal de T tel que chaque passage de T soit initié et accompli pendant l'exécution de passages de C .



Exclusion mutuelle de groupe

Complexités

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Définition (Complexité en temps)

La complexité en temps est le nombre de passages dans C .

Un *round* (de passages) R_Y de T est l'ensemble maximal des passages consécutifs de T qui sont des passages à travers la session Y .



Exclusion mutuelle de groupe

Complexités

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Définition (Complexité en changement de contexte)

La complexité en changement de contexte est le nombre de rounds de T tel que pour chaque round R_Y , soit $X \neq Y$, soit $X=Y$ mais $\langle p, X \rangle \notin R_Y$.

Définition (Degré de concurrence)

Le degré de concurrence est défini par le nombre maximum de passages qui peuvent être initié pendant un round R_Y de T .



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

■ Travaux existants



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

- Travaux existants
 - Modèle à mémoire partagée



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

- Travaux existants
 - Modèle à mémoire partagée
 - *Joung 98]*



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

■ Travaux existants

- Modèle à mémoire partagée
 - *Joung 98*
 - *[Keane & Moir 99]*



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

■ Travaux existants

- Modèle à mémoire partagée
 - *Joung 98*
 - *[Keane & Moir 99]*
- Modèle à passage de messages



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

■ Travaux existants

- Modèle à mémoire partagée
 - *Joung 98*
 - *[Keane & Moir 99]*
- Modèle à passage de messages
 - *[Joung 99]* réseau complet



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

■ Travaux existants

- Modèle à mémoire partagée
 - *Joung 98*
 - *[Keane & Moir 99]*
- Modèle à passage de messages
 - *[Joung 99]* réseau complet
 - *[Wu & Joung 99]* anneau unidirectionnel



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

■ Travaux existants

- Modèle à mémoire partagée
 - *Joung 98*
 - *[Keane & Moir 99]*
- Modèle à passage de messages
 - *[Joung 99]* réseau complet
 - *[Wu & Joung 99]* anneau unidirectionnel
- 3 algorithmes $\mathcal{GME}_1$, $\mathcal{GME}_2$, $\mathcal{GME}_3$ fondés sur une circulation de jeton dans un anneau unidirectionnel



Exclusion mutuelle et Exclusion mutuelle de groupe

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

■ Travaux existants

- Modèle à mémoire partagée
 - *Joung 98*
 - *[Keane & Moir 99]*
- Modèle à passage de messages
 - *[Joung 99]* réseau complet
 - *[Wu & Joung 99]* anneau unidirectionnel
- 3 algorithmes $\mathcal{GME}_1$, $\mathcal{GME}_2$, $\mathcal{GME}_3$ fondés sur une circulation de jeton dans un anneau unidirectionnel
 - *[Cantarell , Datta , Petit & Villain 2001]*



Algorithme basé sur les quorums

Quorum

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Définition (1)

Une collection d'ensembles, Q , est un quorum dans U si :

1. $(\forall G \in Q)[G \neq \emptyset \text{ et } G \subseteq U]$
2. **(Minimalité)** : $(\forall G, H \in Q)[G \not\subseteq H]$.

Les ensembles $G \in Q$ sont appelés *quorums*. Par exemple, soit $U = \{a, b, c, d\}$. Alors, $Q = \{\{a, b\}, \{b, c\}\}$ est un quorum dans U .

Définition (2)

Un quorum Q est une coterie sur U si la propriété d'intersection est satisfaite, c'est-à-dire,
 $(\forall G, H \in Q)[G \cap H \neq \emptyset]$.



Algorithme basé sur les quorums

Exemple

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

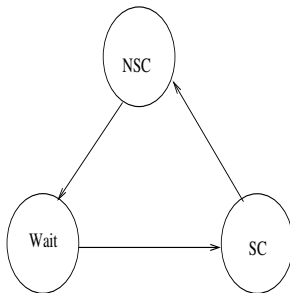


FIGURE: Etat des processus

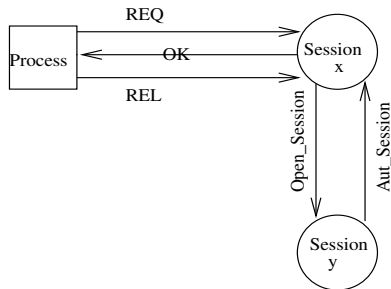


FIGURE: Messages
processus/sessions et entre les
sessions



Algorithme basé sur les quorums

Principe de l'algorithme

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Quand un processus $P_i \in Q$ veut participer à une session x :

- Envoie d'un message REQ() à la session x .



Algorithme basé sur les quorums

Principe de l'algorithme

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Quand un processus $P_i \in Q$ veut participer à une session x :

- Envoie d'un message $REQ()$ à la session x .
- x envoie un message $Open_Session()$ à son groupe.



Algorithme basé sur les quorums

Principe de l'algorithme

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Quand un processus $P_i \in Q$ veut participer à une session x :

- Envoie d'un message $REQ()$ à la session x .
- x envoie un message $Open_Session()$ à son groupe.
- Si x reçoit toutes les permissions de son groupe c'est-à-dire $|g(x)| - 1$ messages $Aut_Session()$, elle envoie un message $OK()$ au processus P_i .



Algorithme basé sur les quorums

Principe de l'algorithme

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Quand un processus $P_i \in Q$ veut participer à une session x :

- Envoie d'un message $REQ()$ à la session x .
- x envoie un message $Open_Session()$ à son groupe.
- Si x reçoit toutes les permissions de son groupe c'est-à-dire $|g(x)| - 1$ messages $Aut_Session()$, elle envoie un message $OK()$ au processus P_i .
- P_i peut maintenant ouvrir la session x .



Algorithme basé sur les quorums

Principe de l'algorithme

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Quand un processus $P_i \in Q$ veut participer à une session x :

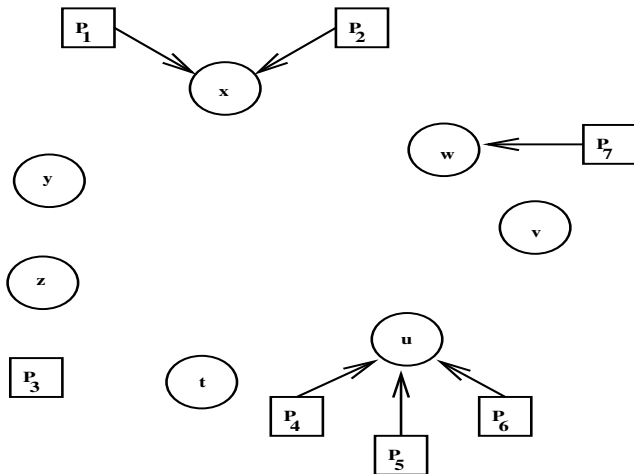
- Envoie d'un message $REQ()$ à la session x .
- x envoie un message $Open_Session()$ à son groupe.
- Si x reçoit toutes les permissions de son groupe c'est-à-dire $|g(x)| - 1$ messages $Aut_Session()$, elle envoie un message $OK()$ au processus P_i .
- P_i peut maintenant ouvrir la session x .
- Lors de la sortie de la section critique, P_i envoie un message $REL()$ à x .



Algorithme basé sur les quorums

Exemple

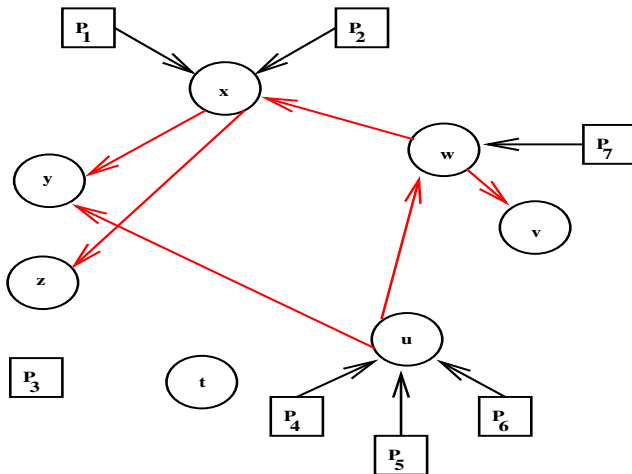
Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe



Algorithme basé sur les quorums

Exemple

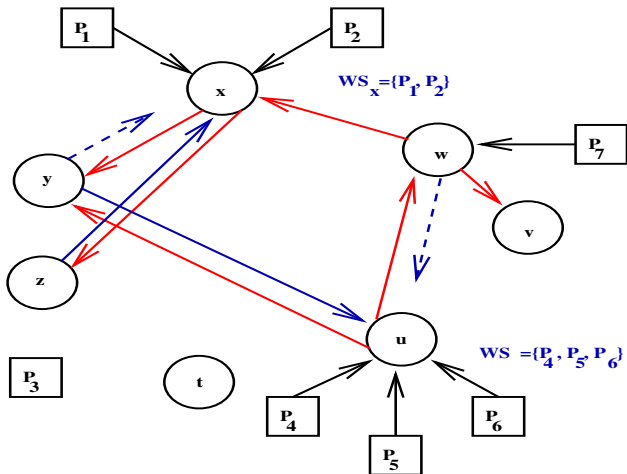
Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe



Algorithme basé sur les quorums

Exemple

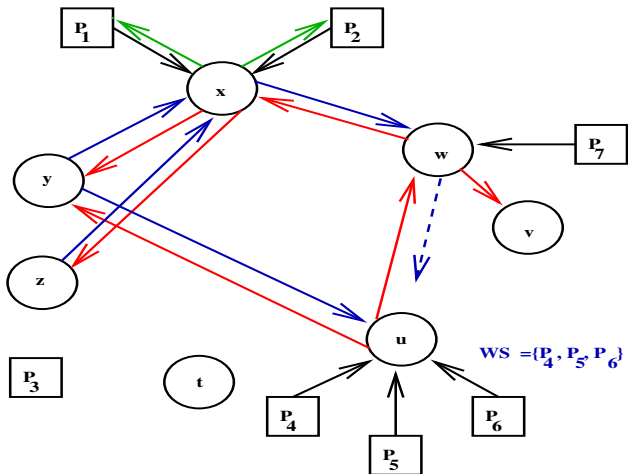
Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe



Algorithme basé sur les quorums

Exemple

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe



Algorithme basé sur les quorums

Preuve

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Théorème (1)

Cet algorithme garantit l'exclusion mutuelle.

Si deux processus P_i et P_j sont en section critique, deux cas possibles :

- P_i et P_j sont dans la même session x_i



Algorithme basé sur les quorums

Preuve

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Théorème (1)

Cet algorithme garantit l'exclusion mutuelle.

Si deux processus P_i et P_j sont en section critique, deux cas possibles :

- P_i et P_j sont dans la même session x_i
- P_i et P_j sont dans deux sessions différentes x_i et x_j ($i \neq j$).



Algorithme basé sur les quorums

Preuve

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Théorème (2)

L'algorithme est exempt de famine.

Supposer que la famine existe pour une session x . Un message `Aut_Session()` sera envoyé à x quand sa requête aura la plus haute priorité. Ceci a lieu après $|g(x)| - 1$ requêtes sont traitées car toute requête suivante sera de plus haute priorité que x . Donc, au bout d'un temps fini, x recevra `Aut_Session()` et sera ouverte.



Algorithme basé sur les quorums

Preuve

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

Théorème (3)

L'algorithme est exempt de blocage.

Il n'y a pas d'attente circulaire ([Maekawa 85]).



Algorithme basé sur les quorums

Complexité

Exclusion
mutuelle et
Exclusion
mutuelle de
groupe

$O(n + |Q|)$ messages par entrée en section critique et le nombre de messages requis entre un processus et une session est de 3 pour chaque entrée en section critique.

