

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL

Département de génie informatique et génie logiciel

Cours INF4410: Systèmes répartis et infonuagique (Automne 2013)

3 crédits (3-1.5-4.5)

EXAMEN FINAL

DATE: Samedi le 7 décembre 2013

HEURE: 9h30 à 12h00

DUREE: 2H30

NOTE: Toute documentation permise, calculatrice non programmable permise

Ce questionnaire comprend 4 questions pour 20 points

Question 1 (5 points)

- a) Trois processus utilisent des horloges logiques qui sont incrémentées à chaque événement, incluant les envois et réceptions de messages entre processus. Les événements vus par chacun sont listés. Associez un vecteur de compteurs d'événements à chacun ($\langle p1, p2, p3 \rangle$), fournissant ainsi ces mêmes trois listes, mais avec des vecteurs de compteurs plutôt que des compteurs. A l'aide de ces vecteurs, que pouvez-vous dire de l'ordre relatif (avant, concurrent, après) des événements 2 de $p1$ versus 2 de $p3$, et 4 de $p1$ versus 4 de $p2$. Justifiez. (2 points)

$p1$: 1 lecture; 2 message A vers $p2$; 3 écriture; 4 écriture; 5 message B de $p3$

$p2$: 1 message A de $p1$; 2 écriture; 3 message C vers $p3$; 4 lecture; 5 message D de $p3$

$p3$: 1 lecture; 2 message C de $p2$; 3 écriture; 4 message B vers $p1$; 5 message D vers $p2$

- b) Un ordinateur A envoie un message à B à 9h00m10.200s pour obtenir le temps et reçoit une réponse à 9h00m10.600s. L'ordinateur B reçoit la requête de A à 9h00m05.300s à son heure, envoie une requête à C à 9h00m05.400s, reçoit la réponse de C à 9h00m05.500s et envoie sa réponse à A à 9h00m05.550s. Le serveur C reçoit la demande de B à 9h00m00.300s et lui répond à 9h00m00.350s, heure de C. La réponse finale à A contient toutes ces valeurs de temps ainsi que leur origine. A peut donc appliquer l'algorithme utilisé par NTP pour synchroniser son horloge avec celle de C, celle-ci étant très précise. Quel est le décalage à appliquer sur A? Quel est l'intervalle d'incertitude associé? (2 points)
- c) Lorsque la méthode de l'élection hiérarchique est utilisée, afin de trouver le serveur de plus haute priorité disponible pour être élu coordonnateur, on dit que le nombre de messages envoyés peut être de l'ordre de n^2 dans le pire cas. Décrivez un cas où cela se produirait? (1 point)

Question 2 (5 points)

Trois transactions, T, U et V, s'exécutent concurremment. Le séquençement des opérations est le suivant:

T: Début

U: Début

T: Read(a)

U: Read(a)

T: Read(b)

T: Write(b,1)

T: Compléter

V: Début

V: Read(b)

U: Read(b)

U: Read(c)

U: Write(b,2)
U: Write(c,3)
U: Compléter
V: Read(c)
V: Write(c)
V: Compléter

- a) Lesquelles des transactions T, U et V pourraient s'effectuer ainsi, si un contrôle de la concurrence par prise de verrou (partagé pour la lecture et exclusif pour l'écriture) est utilisé? Justifiez. **(2 points)**
- b) Lesquelles des transactions T, U et V pourraient être validées si une validation en reculant était utilisée pour vérifier la cohérence des transactions? Une validation en avançant? Justifiez. **(2 points)**
- c) Un client effectue une série d'opérations dans le cadre d'une transaction avec plusieurs sous-transactions imbriquées. Indiquez lesquelles des variables a à e seront modifiées par la transaction ainsi que leur nouvelle valeur. **(1 point)**

```
Début T1
  Write(a, 2)
  Début T1.1
    Write(b, 4)
    Début T1.1.1
      Write(c, 6)
      Commettre T1.1.1
    Write(d, 8)
    Abandonner T1.1
  Write(b, 10)
  Début T1.2
    Write(e, 3)
    Début T1.2.1
      Write(e, 5)
      Abandonner T1.2.1
    Commettre T1.2
  Commettre T1
```

Question 3 (5 points)

- a) Un jeune finissant veut offrir un nouveau service internet et doit se monter une infrastructure au plus bas coût possible. Son infrastructure est constituée de deux serveurs de base de données redondants et de 20 serveurs Web. Chaque serveur de base de données est constitué d'un ordinateur, et de deux disques redondants en miroir. Chaque serveur Web est constitué d'un ordinateur et d'un disque. Son fournisseur Internet s'occupe de répartir les requêtes

entre ses serveurs Web. Le matériel utilisé a été recyclé et est en mauvais état. A chaque instant, chaque disque a une probabilité d'être en panne de 0.2 et chaque ordinateur (hormis son ou ses disques) a une probabilité de 0.1. Quelle est la probabilité que tout (incluant chaque élément redondant) soit fonctionnel en même temps, (aucun disque ou ordinateur en panne)? Quelle est la probabilité que le service soit complètement non disponible?

(2 points)

- b) Une transaction répartie effectue les opérations suivantes sur un des serveurs impliqués. Expliquez qu'est-ce qui devra être écrit dans le journal qui permet la récupération en cas de panne, et à quel moment ceci devra être fait au plus tôt et au plus tard (i.e. après quelle opération)? **(2 points)**

1: lire a

2: écrire 40, b

3: lire c

4: écrire 60, d

5: préparer à commettre

6: commettre

- c) Dans le cadre du travail pratique 2, un répartiteur demandait à des serveurs de compter les incidences des mots dans des morceaux de texte. Lorsqu'un serveur faisait défaut et ne fournissait pas la réponse, le répartiteur pouvait demander à un autre serveur de refaire le travail, offrant ainsi une tolérance aux pannes. Cependant, le répartiteur demeure un maillon faible. Proposez une architecture qui permette d'améliorer la résilience du répartiteur. **(1 point)**

Question 4 (5 points)

- a) Une entreprise opère 9 ordinateurs identiques, 3 pour chacun de trois départements très semblables. Chacun des 3 ordinateurs pour un département est affecté à un service particulier (serveur LDAP, serveur de fichiers, serveur de compilation) et ces trois serveurs ont un taux d'occupation moyen de 10%, 20% et 30% respectivement. Un administrateur de système, inspiré par le cours INF4410, propose de consolider ces serveurs en les virtualisant, ce qui permettrait de réduire le nombre d'ordinateurs requis. Le surcoût de la virtualisation est de 20%, ce qui prenait 1 seconde en prendrait 1.2. Deux solutions sont envisagées, conserver un ordinateur par département qui roule les trois machines virtuelles de ce département, ou avoir un nuage de 3 ordinateurs physiques sur lesquels seraient répartis les 9 machines virtuelles. Que deviendrait le taux d'utilisation moyen dans chaque cas, en supposant que la charge sur chaque serveur était assez uniforme dans le temps? Quelle solution vous semble la plus intéressante? Pourquoi? **(2 points)**
- b) Sur le nuage de la compagnie Amazon, un service de répartiteur existe qui envoie les requêtes reçues à tour de rôle à un des serveurs disponibles. Le répartiteur reçoit de l'information sur les différents serveurs (taux d'utilisation des serveurs, et temps de réponse aux requêtes).

Le répartiteur peut aussi décider d'instancier des serveurs supplémentaires ou de retirer des serveurs instanciés. Quel critère est-ce que le répartiteur utilise pour choisir le prochain serveur auquel envoyer une requête reçue? Quel critère utilise-t-il pour décider d'activer une instance supplémentaire de serveur? Pour retirer une instance de serveur? **(2 points)**

- c) Les solutions de virtualisation comme KVM offrent la virtualisation complète ou la paravirtualisation. Quels sont les avantages et limitations de ces deux alternatives? Dans quelle situation choisirait-on de préférence chacune? **(1 point)**

Le professeur: Michel Dagenais