

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL

Département de génie informatique et génie logiciel

Cours INF8480: Systèmes répartis et infonuagique (Automne 2018)

3 crédits (3-1.5-4.5)

EXAMEN FINAL

DATE: Vendredi le 14 décembre 2018

HEURE: 13h30 à 16h00

DUREE: 2H30

NOTE: Aucune documentation permise sauf un aide-memoire, préparé par l'étudiant, qui consiste en une feuille de format lettre manuscrite recto verso, calculatrice non programmable permise

Ce questionnaire comprend 5 questions pour 20 points

Question 1 (4 points)

- a) Un ordinateur contient un processeur à 8 coeurs, 4 disques de type SSD et 4 disques conventionnels. Il sert des requêtes DNS. Pour toutes les requêtes reçues, une recherche est effectuée en mémoire vive, ce qui prend 1ms de CPU. Ceci permet de servir 60% des requêtes. Pour les autres requêtes, dont la réponse ne se trouve pas en mémoire vive, une recherche est effectuée sur les disques SSD, ce qui prend 2ms de disque SSD. Ceci permet de servir la moitié des requêtes qui n'ont pas eu réponse en mémoire vive. Les requêtes restantes, dont la réponse n'a pas été trouvée en mémoire vive ni sur les disques SSD, seront servies à partir des disques conventionnels en 20ms de disque conventionnel. i) Quel est le nombre maximal de requêtes par seconde qui pourraient être servies si le logiciel traite séquentiellement les requêtes avec un seul thread? ii) Quel est le nombre maximal de requêtes servies si le logiciel utilise un grand nombre de threads et que les requêtes sont réparties uniformément sur les coeurs et les disques? Quel est le nombre minimal de thread requis pour maximiser le nombre de requêtes servies par seconde? **(2 points)**
- b) Un ordinateur doit traduire l'adresse symbolique `www.polenord.com` en adresse IP numérique. Il a accès à 2 serveurs DNS redondants dans son réseau local, et aux 13 serveurs DNS racine redondants. Il doit commencer par interroger les serveurs DNS du réseau local pour trouver l'adresse des serveurs de nom pour le domaine `polenord.com`. Ces 2 serveurs ont exactement le même contenu et ont 60% de chances de contenir l'adresse recherchée. Toutefois, ils sont peu fiables et chaque serveur a 45% de chances d'être fonctionnel. Si ceux-ci sont en panne, ou n'ont pas ces adresses dans leur cache, l'ordinateur doit interroger les 13 serveurs racine. Ces 13 serveurs ont chacun l'information recherchée. Toutefois, ils sont eux aussi très peu fiables en ce moment en raison d'une attaque en déni de service, et chaque serveur a une probabilité de 10% d'être fonctionnel. Ensuite, ayant l'adresse des serveurs de nom pour le domaine `polenord.com`, l'ordinateur pourra obtenir l'adresse du site `www.polenord.com`. i) Quelle est la probabilité que l'ordinateur puisse obtenir l'adresse des serveurs de noms de `polenord.com` auprès des 2 serveurs DNS de son réseau local? ii) Quelle est la probabilité que les 13 serveurs DNS racine ne soient pas disponibles? iii) Quelle est la probabilité que l'ordinateur ne puisse obtenir l'information à propos des serveurs DNS pour le domaine `polenord.com`? **(2 points)**

Question 2 (5 points)

- a) Un ordinateur A envoie un message à B à 13h00m10.200s pour obtenir le temps et reçoit une réponse à 13h00m10.600s, ces deux temps étant mesurés avec l'horloge de A. L'ordinateur B reçoit la requête de A à 13h00m05.300s et retourne sa réponse à A à 13h00m05.550s, ces deux temps étant mesurés avec l'horloge de B. Quel est le décalage à appliquer sur A? Quel est l'intervalle d'incertitude associé? **(2 points)**
- b) Dans le nord du Canada, un serveur central d'exclusion mutuelle maintient les verrous qui servent à protéger les K fichiers qui représentent la liste de cadeaux de chaque personne. Ce serveur de verrous doit servir jusqu'à N threads répartis dans différents noeuds qui doivent accéder à ces fichiers. Chaque thread acquiert un après l'autre un certain nombre de verrous, suivant une discipline de verrouillage strict à deux phases, puis les relâche tous après la fin de la transaction. Lorsqu'un thread demande un verrou, cette opération est bloquante, le thread ne continue qu'après avoir obtenu le verrou. On suppose que les demandes de verrou sont toujours ordonnées correctement et qu'il n'y a pas d'interblocage. i) Combien de messages sont requis pour l'acquisition d'un verrou par un thread auprès du serveur central d'exclusion? ii) Si une case mémoire est requise dans le serveur pour chaque verrou en utilisation (numéro du thread qui détient le verrou) et pour chaque demande de verrou en attente (numéro du thread bloqué en attente

pour ce verrou dans une liste), quel est le nombre maximal de cases mémoire qui peut être requis dans le serveur dans le pire cas? **(2 points)**

- c) Un groupe d'ordinateurs utilise l'élection hiérarchique. Lorsqu'un des ordinateurs du groupe ne réussit pas à contacter le serveur, il déclenche le processus d'élection. Quelles sont les étapes qu'il va effectuer et quels messages va-t-il envoyer à cet effet? **(1 point)**

Question 3 (4 points)

- a) Lesquelles des transactions T, U, V et W pourraient être validées si une validation en reculant était utilisée pour vérifier la cohérence des transactions? Une validation en avançant? **(2 points)**

T: Début
 U: Début
 T: Read(a)
 T: Read(b)
 T: Read(c)
 U: Read(c)
 U: Read(d)
 V: Début
 V: Read(e)
 T: Write(b)
 T: Write(f)
 W: Début
 W: Read(e)
 T: Compléter
 W: Read(f)
 U: Write(c)
 U: Write(d)
 U: Compléter
 V: Read(d)
 W: Write(a)
 W: Write(b)
 W: Compléter
 V: Read(g)
 V: Write(e)
 V: Compléter

- b) Trois transactions concurrentes, T, U et V veulent effectuer les opérations suivantes. Les opérations pour chacune des transactions sont effectuées en séquence, dans l'ordre. Cependant, l'ordre entre les opérations des trois transactions peut varier, puisque chaque transaction est effectuée par un thread parallèle concurrent. La cohérence des opérations est assurée par des verrous ordinaires (i.e. un verrou est pris sur une variable par la transaction au premier accès à cette variable, indifféremment pour une lecture ou une écriture). Est-ce qu'un interblocage pourrait se produire? Si oui, donnez une séquence d'opérations qui mènerait à un interblocage. **(2 points)**

Transaction T

Transaction U

Transaction V

0	Début	Début	Début
1	Read(a)	Read(c)	Read(d)
2	Read(b)	Read(d)	Read(e)
3	Read(f)	Write(c)	Read(f)
4	Write(c)	Write(c)	Write(e)
5	Write(f)	Write(d)	Compléter
6	Compléter	Compléter	

Question 4 (4 points)

- a) Deux scénarios sont comparés pour offrir un service de base de données. Dans le premier scénario a), 2 serveurs redondants viennent chacun avec une unité de disque RAID (4 disques dont au moins 3 sur 4 doivent être fonctionnels). Dans le second scénario b), 3 serveurs redondants viennent chacun avec 3 disques (qui doivent les 3 être fonctionnels). La probabilité d'être fonctionnel est 0.85 pour un serveur (hormis les disques) et de 0.9 pour un disque. Quel scénario sera le plus fiable? **(2 points)**
- b) Dans le travail pratique 3, un gabarit Heat, `autoscaling.yaml`, vous était fourni en exemple. Quel est le principe d'un service qui se met à l'échelle automatiquement sur OpenStack avec Heat? La section suivante est extraite de ce fichier. Expliquez à quoi sert cette section. **(2 points)**

```
cpu_alarm_high:
  type: OS::Ceilometer::Alarm
  properties:
    description:
    meter_name: cpu_util
    statistic: avg
    period: 60
    evaluation_periods: 1
    threshold: 50
    alarm_actions:
      - {get_attr: [web_server_scaleup_policy, alarm_url]}
    matching_metadata: {'metadata.user_metadata.stack':
                        {get_param: "OS::stack_id"}}
    comparison_operator: gt
```

Question 5 (3 points)

Vous devez planifier un nouveau centre de données et comparer différents scénarios. Vous avez déjà prévu examiner la performance des systèmes (et les revenus qu'on peut en tirer), le coût des ordinateurs, le coût du bâtiment ainsi que les coûts d'opération et de renouvellement des équipements, afin de déterminer le projet le plus rentable sur la durée de vie anticipée. Devez-vous comme ingénieur aussi vérifier les aspects du développement durable de ce projet? i) Quelles sont les lois applicables? ii) Quelles sont les différentes phases du cycle de vie? iii) Quels sont les quatre différents types d'impact sur l'environnement? **(3 points)**

Le professeur: Michel Dagenais