

POLYTECHNIQUE MONTRÉAL

Département de génie informatique et génie logiciel

Cours INF8480: Systèmes répartis et infonuagique (Automne 2021)

3 crédits (3-1.5-4.5)

EXAMEN FINAL

DATE: Samedi le 11 décembre 2021

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) Il y a 13 serveurs DNS racine en redondance, qui ont tous le même contenu, pour traduire les noms de domaine en adresses IP. Un client interroge les 13 serveurs pour une requête et retient la réponse qui revient le plus souvent. Combien de serveurs en panne peut-on tolérer avant que ce service DNS racine ne soit plus en mesure de fournir une bonne réponse, si le modèle de panne est i) détectée (un serveur en panne répond avec un message d'erreur), ii) par omission (un serveur défectueux ne répond pas) iii) panne de réponse (une mauvaise réponse aléatoire), ou iv) arbitraire (mauvaise réponse concertée entre les serveurs défectueux)? **(2 points)**
- b) Le serveur DNS d'un fournisseur de service Internet peut servir des requêtes DNS soit de manière itérative, soit de manière récursive. De manière itérative, le serveur traite la requête avec son CPU pendant 5ms. Il peut alors retourner la réponse à ce moment dans 70% des cas. Cependant, dans 30% des cas, il doit poursuivre le travail et lire en plus son disque pendant 15ms. Il trouve alors et retourne la réponse dans 60% des cas, mais dans 40% des cas il retourne une redirection vers un serveur plus haut dans la hiérarchie. En recevant une redirection, le client doit aller chercher la réponse sur un autre serveur, ce qui lui prend 20ms. Si le serveur est configuré pour fonctionner de manière récursive, il prendra aussi 5ms de CPU et retourne la réponse à ce moment dans 70% des cas. Il doit aussi en plus lire son disque en 15ms dans 30% des cas. Ensuite, il retournera la réponse demandée dans 90% des cas, mais dans 10% des cas il devra faire une requête et attendre la réponse avant de la retourner, ce qui lui demande en plus 1ms de CPU et 20ms d'attente. Quel sera le délai moyen vu par un client pour obtenir la réponse demandée dans chaque cas (récursif ou itératif)? Quel est le nombre de requêtes par seconde que peut soutenir le serveur, s'il n'utilise qu'un seul thread, de manière itérative? De manière récursive? **(2 points)**

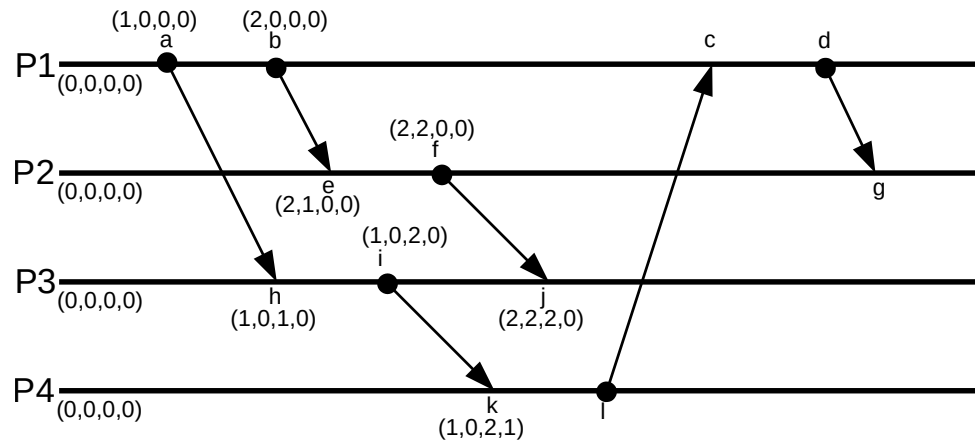
Question 2 (5 points)

- a) Un ordinateur A envoie une série de 3 messages à B pour obtenir l'heure exacte. Pour chaque envoi, l'heure d'envoi de la requête et l'heure de réception de la réponse sont notées avec l'horloge de A. La réponse de B donne la valeur de l'horloge de B au moment où il a traité la requête. Les différents messages ont été envoyés dans un intervalle très court, et on peut assumer que le décalage entre les deux horloges n'a pas changé pendant cet intervalle. La variabilité dans les réponses reçues dépend plutôt des délais variables pour l'envoi, la transmission et la réception des paquets via le réseau. Le détail des 3 envois est fourni dans le tableau suivant. Quels sont le décalage de temps et l'incertitude calculés pour chacun de ces 3 envois? Lequel doit-on retenir? Peut-on combiner les résultats des 3 requêtes pour obtenir une valeur de décalage de temps encore plus précise (avec moins d'incertitude)? Expliquez. **(2 points)**

| Envoi | envoi | réception | réponse |
|---------|--------------|--------------|--------------|
| Envoi 1 | 14h00m05.200 | 14h00m05.450 | 14h00m03.300 |
| Envoi 2 | 14h00m06.250 | 14h00m06.450 | 14h00m04.400 |
| Envoi 3 | 14h00m07.300 | 14h00m07.600 | 14h00m05.400 |

- b) Quatre processus, P1, P2, P3 et P4, démarrent à peu près en même temps et s'envoient des messages. Chaque processus maintient un vecteur de 4 compteurs d'événements, avec une entrée correspondant à chaque processus. Chaque processus, au moment d'envoyer un message, incrémente son compteur d'événements dans son vecteur et joint le vecteur au message. Chaque processus, lorsqu'il reçoit un message, incrémente son compteur d'événements dans son vecteur et fusionne son vecteur avec celui reçu dans le message. Les vecteurs sont donnés pour les points a, b, e, f, h, i, j et k. Que peut-on dire de la relation temporelle entre les points a et j, à l'aide de ces vecteurs de compteurs d'événements? De la

relation entre les points b et k? Expliquez. Donnez finalement les vecteurs de compteurs d'événements pour les points c et g. **(2 points)**



- c) Un serveur central d'exclusion mutuelle reçoit les requêtes de divers clients. Il accorde la ressource si elle est libre, ou met la requête en queue pour la ressource, si elle est déjà prise. Lorsqu'une ressource est libérée par un client, la ressource est accordée au prochain client en queue, ou la ressource devient libre si la queue est vide. Est-ce que ce service est sûr (un seul utilisateur de la ressource à la fois), vivace (chacun peut obtenir un tour) et respecte l'ordre (premier arrivé, premier servi)? **(1 point)**

Question 3 (4 points)

Les transactions T1, T2, T3 et T4 s'exécutent en même temps et leurs opérations de lecture et d'écriture sur des variables (x_1, x_2, \dots, x_6) sont entrelacées. Les lectures d'une transaction sont effectuées sur les versions courantes des variables, et les écritures d'une transaction sont effectuées sur une version provisoire des variables pour la transaction. Lorsque la transaction se termine et est acceptée, la version provisoire des variables écrites par la transaction devient la version courante. Une validation de la cohérence par contrôle optimiste de la concurrence est effectuée pour accepter ou non chaque transaction. Une transaction est acceptée s'il n'y a aucun conflit sur les variables accédées (selon les critères de la méthode choisie) et est refusée s'il y a un conflit sur certaines variables. Il faut tenir compte des transactions précédentes qui ont été validées (et ignorer celles qui ne l'ont pas été) dans le calcul des conflits pour savoir si chacune des transactions est acceptée ou non.

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1 T1: Begin | 15 T4: Write x_2 |
| 2 T1: Read x_2 | 16 T1: Write x_1 |
| 3 T1: Write x_5 | 17 T1: End |
| 4 T2: Begin | 18 T2: Read x_6 |
| 5 T1: Read x_5 | 19 T3: Read x_3 |
| 6 T1: Write x_1 | 20 T2: Write x_3 |
| 7 T3: Begin | 21 T2: Write x_5 |
| 8 T1: Read x_4 | 22 T2: End |
| 9 T1: Read x_6 | 23 T4: Read x_5 |
| 10 T3: Write x_3 | 24 T3: Write x_4 |
| 11 T1: Write x_2 | 25 T3: End |
| 12 T4: Begin | 26 T4: Read x_6 |
| 13 T4: Read x_3 | 27 T4: Write x_3 |
| 14 T4: Read x_2 | 28 T4: End |

- a) Lesquelles des transactions T1, T2, T3 et T4 pourraient être validées si une validation en reculant était utilisée pour vérifier la cohérence des transactions? Pour chaque transaction non validée, donnez la ou les variables en conflit. **(2 points)**
- b) Quel serait le contenu du journal écrit pour les transactions T1 et T2 (en supposant qu'il n'y aurait pas de conflit et qu'elles pourraient compléter, afin de bien découpler les sous-questions a et b). **(2 points)**

Question 4 (4 points)

- a) Un service de fichiers répartis est offert par 3 serveurs redondants. Au moins une majorité de serveurs, soit 2 sur 3, doit être disponible pour que le service soit disponible. Chaque serveur est constitué d'un boîtier et son électronique, avec une probabilité de disponibilité de 0.9, ainsi que d'un ensemble de disques en RAID, 5 disques dont au moins 4 doivent être fonctionnels. La probabilité d'être fonctionnel pour un disque est de 0.8. Quelle est la probabilité qu'un ensemble de disques en RAID soit fonctionnel? Un serveur de fichiers? Le service de fichiers répartis? **(2 points)**
- b) Expliquez la différence entre un service répliqué avec des serveurs tous actifs, versus une réplication passive avec un serveur primaire actif et un serveur secondaire passif. Quels sont les avantages de chacun? **(1 point)**
- c) Lors de vos travaux pratiques, vous avez utilisé Docker et Kubernetes. Expliquez brièvement la fonction de chacun. Lequel des deux vous permet d'obtenir une résilience aux pannes? Expliquez. **(1 point)**

Question 5 (3 points)

L'entreprise pour laquelle vous travaillez veut construire un nouveau centre de données. Vous faites partie d'une équipe d'ingénieurs qui doit concevoir et planifier la construction et l'opération de ce centre de données. Vous voulez mettre de l'avant un design qui optimise le rendement par rapport aux coûts. Devez-vous comme ingénieur vous limiter aux impacts financiers, ou devez-vous aussi vérifier l'impact environnemental du projet?

- i) Quelles sont les lois applicables qui imposent à l'ingénieur ou au promoteur de tenir compte de ces impacts et du développement durable? ii) Quelles sont les différentes phases à considérer pour évaluer dans son ensemble un tel projet dans un contexte de développement durable? iii) Quels sont les quatre différents types d'impact sur l'environnement normalement considérés dans le cadre d'une analyse de cycle de vie? **(3 points)**

Le professeur: Michel Dagenais