

POLYTECHNIQUE MONTRÉAL

Département de génie informatique et génie logiciel

Cours INF8480: Systèmes répartis et infonuagique (Automne 2024)

3 crédits (3-1.5-4.5)

EXAMEN FINAL

DATE: Mercredi le 11 décembre 2024

HEURE: 9h30 à 12h00

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 (5 points)

- a) Un ordinateur A envoie un message à B à 9h30m00.000s pour obtenir le temps et reçoit une réponse à 9h30m00.800s, ces deux temps étant mesurés avec l'horloge de A. L'ordinateur B reçoit la requête de A à 9h30m02.250s et retourne sa réponse à A à 9h30m02.650s, 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) Un groupe de 36 processus sont reliés entre eux sous la forme d'un anneau. Si on déclenche une élection en anneau, combien de messages doivent être envoyés autour de l'anneau i) au minimum et ii) au maximum avant d'identifier le processus élu? iii) Combien de messages s'ajoutent pour que l'élection soit complétée et le résultat communiqué à tous les processus? **(2 points)**
- c) Un système réparti avec plusieurs processus utilise des horloges logiques. A chaque événement dans un processus, son horloge est incrémentée de 1. Lorsqu'un message est envoyé, la valeur de l'horloge est jointe au message. Lorsqu'un message est reçu, l'horloge logique du processus en réception prend le maximum de son horloge et de la valeur jointe avec le message. Si on compare la valeur de l'horloge logique pour deux événements sur deux processus différents, on se demande ce qu'on peut dire de l'ordre relatif de ces événements. i) Si un événement est postérieur à un autre avec un lien de causalité qui démontre la postériorité, quelle sera la relation entre les valeurs d'horloges logiques? ii) Si un événement est postérieur à un autre sans lien de causalité qui démontre la postériorité, est-ce que son horloge logique sera nécessairement plus grande? **(1 point)**

Question 2 (4 points)

- a) Un nouveau conte de Noël, intitulé Le sapin de Pollux, vient d'être rendu disponible à l'adresse www.pollux.org. L'adresse de www.pollux.org est disponible du serveur de noms pour le domaine pollux.org avec un TTL (Time To Live) de 2 minutes. L'adresse du serveur de noms pour pollux.org est disponible sur les 13 serveurs racine de l'Internet avec un TTL de 24h. De nombreux clients des 39 fournisseurs Internet officiels de Noël, hohoho.ca, hohoho.fr, hohoho.it..., veulent accéder le conte à cette adresse, www.pollux.org. Ces clients passent toujours par le serveur de noms de leur fournisseur Internet pour obtenir l'adresse cherchée, ils n'ont pas de cache local. Le serveur de noms de chaque fournisseur Internet fait des accès récursifs, de manière à maintenir en cache, pour toute leur période de validité, toutes les entrées recherchées par ses clients. On suppose que les requêtes de ces fournisseurs Internet sont uniformément réparties entre les serveurs de noms racine. Chacun de ces 39 fournisseurs Internet possède exactement 2880 clients, et chaque client accède le conte une fois le jour de sa sortie. Les requêtes sont réparties uniformément sur les 24 heures du jour de sortie de ce conte. i) Combien de ces requêtes pour le serveur de noms de pollux.org est-ce que chaque serveur racine recevra en moyenne pour ce jour de sortie du conte? ii) Combien de requêtes par minute est-ce que chaque serveur de nom d'un de ces fournisseurs Internet recevra pour www.pollux.org pendant cette journée de sortie du conte? iii) Combien de requêtes pour www.pollux.org est-ce que le serveur de noms du domaine pollux.org recevra pendant cette journée de sortie du conte? **(2 points)**
- b) Une entreprise veut installer un service LDAP redondant et très sécuritaire. Pour ce faire, chaque client peut interroger un ou plusieurs de 6 serveurs redondants. Supposons que chaque serveur a une probabilité d'être disponible de 0.45. i) Si ces serveurs présentent des pannes par omission, combien de serveurs en panne peut-on tolérer et quelle est la probabilité que le service soit non disponible au client? ii) Si les pannes sont de type réponse aléatoire et le client prend un vote parmi les réponses des 6 serveurs, combien de serveurs en panne peut-on tolérer, et que devient la probabilité que le service soit non disponible? **(2 points)**

Question 3 (4 points)

- a) Les transactions T, U et V s'exécutent en même temps et leurs opérations de lecture et d'écriture sur des variables (a, b, c, d, e) 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. Il faut tenir compte des transactions précédentes qui ont été validées (et ignorer celles qui

ne l'ont pas été) pour savoir si chacune des transactions est acceptée ou non. Lesquelles des transactions T, U et V pourraient être validées, i) si une validation en reculant était utilisée pour vérifier la cohérence des transactions? ii) Une validation en avançant? Pour chaque transaction non validée, donnez la ou les variables en conflit. **(2 points)**

- | | |
|------------------|-------------------|
| 1 T: Début | 10 T: Compléter |
| 2 T: Read(a) | 11 U: Read(b) |
| 3 T: Write(b, 1) | 12 V: Read(a) |
| 4 T: Write(d, 3) | 13 V: Read(d) |
| 5 U: Début | 14 V: Read(c) |
| 6 U: Read(a) | 15 V: Write(c, 3) |
| 7 U: Read(e) | 16 V: Write(e, 7) |
| 8 U: Write(c, 2) | 17 V: Compléter |
| 9 V: Début | 18 U: Compléter |

- b) Une transaction répartie T, gérée par le coordonnateur C, veut écrire les variables a=2 et b=3 sur le serveur s1, c=22 et d=33 sur le serveur s2, et e=12 et f=24 sur le serveur s3. Cette transaction répartie est commise en utilisant le protocole de fin de transaction atomique à deux phases. i) Quels seront les messages échangés entre le coordonnateur C et le serveur s3 pour ce protocole de fin de transaction à 2 phases? ii) Quelles sont les entrées qui seront ajoutées au journal du serveur s3 pour cette transaction, et à quel moment par rapport aux messages échangés avec le coordonnateur? **(2 points)**

Question 4 (4 points)

- a) Un service de base de données réparti est offert par 3 serveurs redondants. Au moins un serveur 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 0.6, ainsi que d'un ensemble de disques en RAID, 5 disques dont au moins 3 doivent être fonctionnels. La probabilité d'être fonctionnel pour un disque est de 0.7. i) Quelle est la probabilité qu'un ensemble de disques en RAID soit fonctionnel? ii) Un serveur de base de données? iii) Le service de base de données réparti? **(2 points)**
- b) Sur un réseau qui ne supporte pas la multi-diffusion, un message de groupe atomique est envoyé d'un membre M aux autres. Le groupe compte 28 membres. i) Si aucun message n'est perdu, combien de messages envoyés au total sur le réseau seront requis pour compléter ce message atomique? ii) Si un des messages envoyés par M à un autre participant est perdu, comment est-ce que cela peut être détecté? **(2 points)**

Question 5 (3 points)

Vous devez planifier l'installation d'un nouveau centre de données au Québec. Ce centre regroupera des milliers de serveurs afin d'offrir des services infonuagiques.

- a) En tant qu'ingénieur, quelles sont les lois applicables pour un tel projet, en ce qui concerne les aspects de développement durable? **(1 point)**
- b) Outre le volet purement financier, dans une approche de développement durable et d'analyse du cycle de vie, quels sont les quatre niveaux pour lesquels on doit évaluer l'impact environnemental d'un tel projet? **(1 point)**
- c) Pour un projet de centre de données, quelles sont typiquement les impacts environnementaux les plus importants pour chacune des phases du cycle de vie? **(1 point)**

Le professeur: Michel Dagenais