

POLYTECHNIQUE MONTRÉAL

Département de génie informatique et génie logiciel

Cours INF8480: Systèmes répartis et infonuagique (Automne 2021)

3 crédits (3-1.5-4.5)

Contrôle périodique

DATE: Lundi le 1er novembre 2021

HEURE: 15h45 à 17h35

DUREE: 1H50

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

Ce questionnaire comprend 4 questions pour 20 points

Question 1 (5 points)

- a) Un service de fichiers prend 10ms pour servir une requête. Les requêtes arrivent selon un processus de Poisson et sont mises en file d'attente lorsque le serveur est déjà occupé par une requête. Les requêtes arrivent au rythme moyen de 80 / seconde. Calculez N, le nombre moyen de requêtes dans le système, et R le temps de réponse moyen pour ce cas? Un second disque est ajouté au serveur qui peut maintenant traiter une nouvelle requête à chaque 5ms, mais le rythme des requêtes est aussi doublé à 160 / seconde. Que deviennent N et R? **(2 points)**
- b) Un serveur doit être éteint pour en faire l'entretien. Il exécute une machine virtuelle qui doit donc être migrée vers un serveur de relève. L'image de cette machine virtuelle contient 12 000 000 pages et le lien réseau entre les deux serveurs permet de transférer 20 000 pages par seconde. La migration se fait initialement sans interrompre l'exécution de la machine virtuelle, copiant toutes les pages au premier tour et copiant aux tours subséquents les pages modifiées depuis le début du tour précédent. Cette machine virtuelle modifie 2000 pages par seconde. Lorsqu'il reste peu de pages modifiées, l'exécution de la machine virtuelle est arrêtée, les dernières pages modifiées sont copiées et l'exécution redémarre sur le serveur de relève. L'arrêt, pour copier les dernières pages modifiées, ne doit pas durer plus de 15ms. Combien de temps durera la migration au total? Combien de temps est-ce que l'exécution sera arrêtée? **(2 points)**
- c) Un nombre croissant de serveurs Web livrent des pages HTML qui contiennent du code Javascript. Expliquez en quoi le code Javascript ainsi envoyé peut aider la performance perçue par l'utilisateur, et diminuer la charge sur le serveur, par rapport à une page Web équivalente en HTML sans code exécutable comme le Javascript. **(1 point)**

Question 2 (5 points)

- a) Un groupe de 75 noeuds, sur un même réseau local, communique à l'aide de messages de groupe. Combien de messages au total seront envoyés sur le réseau pour envoyer un message de groupe selon un ordonnancement total, si la multi-diffusion est utilisée lorsqu'il y a plusieurs destinataires pour un même message? Si la multi-diffusion n'est pas disponible? Devrait-on ajouter des accusés de réception pour les messages de groupe avec ordonnancement total si i) de nouveaux messages arrivent très régulièrement et un certain délai pour détecter les messages perdus est tout à fait acceptable, ii) s'il est important de réenvoyer tout message perdu très rapidement et il peut y avoir de grandes variations dans les délais entre les messages de groupe? Expliquez. **(2 points)**
- b) Un processus client effectue des requêtes auprès de nombreux services. Chaque requête demande l'envoi d'un message en 100us de CPU, le délai sur le réseau de 200us, le traitement sur le serveur de 900us (attente puis prise en charge par un des nombreux threads en parallèle), le délai sur le réseau de 200us pour la réponse et la réception de la réponse sur le client en 100us de CPU. Vous utilisez présentement un protocole de type appel de procédure à distance (RPC) synchrone. Quel est le nombre maximal de requêtes par seconde que peut effectuer le processus client dans ce cas avec un seul thread d'exécution? On vous propose de passer à un système basé

sur des requêtes asynchrones (Messages Oriented Middleware). Un processus client peut alors envoyer plusieurs requêtes en rafale vers différents services et recevoir les réponses lorsqu'elles sont prêtes. Que devient alors le nombre maximal de requêtes que peut effectuer le client, toujours sur un seul thread? Montrez-le à l'aide d'un exemple où plusieurs requêtes asynchrones sont envoyées. **(2 points)**

- c) Quels sont les différents services de stockage disponibles sur un système infonuagique comme AWS ou OpenStack? Décrivez brièvement leurs caractéristiques. **(1 point)**

Question 3 (5 points)

- a) Un processus serveur reçoit des requêtes de clients pour consulter l'inventaire des marchandises disponibles et faire des achats. Lorsqu'une requête est initiée, un objet Java RMI est créé dans le serveur et retourné au client pour la durée de son magasinage. Lorsque le client a terminé ses achats (complété sa transaction ou quitté son panier sans acheter), le proxy de l'objet Java RMI est libéré, et le processus serveur est averti pour libérer à son tour l'objet Java RMI créé pour ce client. On calcule qu'un nouveau client commence son magasinage à chaque 5 secondes. Par ailleurs, on mesure qu'il y a en tout temps dans le processus serveur 65 objets Java RMI exportés à des clients pour leur magasinage. Quelle est la durée moyenne de la session de magasinage d'un client? Pourquoi se fie-t-on sur un message du client pour savoir quand un objet n'est plus utilisé et peut être libéré, plutôt que d'utiliser l'algorithme de ramasse-miettes (garbage collector) déjà utilisé en Java pour les objets conventionnels? **(2 points)**
- b) Docker est un système très populaire pour les conteneurs. Quel est approximativement le surcoût de rouler une application dans Docker, plutôt que nativement sur le système d'exploitation? Si une application Linux a été encapsulée dans une image Docker, est-ce que cette image peut facilement être exécutée avec l'environnement Docker sous Windows? Si une application Linux x86 64 bits a été encapsulée dans une image Docker, est-ce que cette image peut facilement être exécutée avec l'environnement Docker sur un ordinateur ARM 64 bits? **(2 points)**
- c) Le système de fichiers réparti GlusterFS permet des volumes avec le partage de charge par fichiers (striped volume). Expliquez en quoi cela consiste, comment cela apparaît dans le répertoire de chaque serveur GlusterFS, et ce que cela permet d'obtenir. **(1 point)**

Question 4 (5 points)

- a) Un volume d'un service de fichiers GlusterFS est répliqué sur 4 serveurs (i.e. chaque fichier se retrouve en 4 copies). Chaque serveur possède 7 disques. Chaque disque peut effectuer 120 accès (lecture ou écriture) par seconde. Les clients font des accès en lecture ou en écriture au serveur. Quel est le nombre maximal de lectures (s'il n'y a que des lectures) par seconde que pourrait soutenir ce service répliqué sur 4 serveurs, en supposant que la charge est répartie uniformément sur les serveurs et les disques, et que les disques constituent le facteur limitant? Quel est le nombre maximal d'écritures (s'il n'y a que des écritures) par seconde que pourrait soutenir ce service? **(2 points)**

- b) Un serveur NFS est accédé par de nombreux clients. Chaque client demande en moyenne 5 lectures de bloc et 1 écriture de bloc par seconde, dans l'arbre de répertoires accédé par NFS. Cependant, 90% des blocs accédés en lecture sont dans le cache du client NFS. De ceux-ci, 25% ont été validés récemment (moins de 3 secondes), alors que le 75% restant ne l'a pas été. Lorsqu'une demande de validation est envoyée au serveur, la réponse est positive dans 70% des cas, alors que dans 30% des cas la réponse est négative et le bloc en cache client ne peut donc pas être utilisé. Quel est le nombre de demandes de validation, de lectures de bloc et d'écritures de bloc par seconde que recevra le serveur si 200 clients y sont connectés? (**2 points**)
- c) Dans le cadre du travail pratique 2, un fichier nommé `operation.proto` devait être complété. A quoi sert ce fichier? Quel genre d'information contient-il? Quel programme lit ce fichier en entrée dans le `Makefile` et quelle est la sortie dérivée de ce fichier? (**1 point**)

Le professeur: Michel Dagenais