

POLYTECHNIQUE MONTRÉAL

Département de génie informatique et génie logiciel

Cours INF8480: Systèmes répartis et infonuagique (Automne 2022)

3 crédits (3-1.5-4.5)

Contrôle périodique

DATE: Lundi le 31 octobre 2022

HEURE: 12h45 à 14h35

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) De nombreux clients font chacun 8 requêtes par seconde vers un serveur. Chaque requête demande au serveur 5ms sur un coeur de CPU et en plus, dans 40% des cas, la lecture d'un disque pendant 20ms. Chaque serveur possède 2 coeurs de CPU et 4 disques. Les requêtes sont bien réparties entre les coeurs de CPU et entre les disques. Le service utilise plusieurs fils d'exécution afin de servir en parallèle les requêtes. Quel est le nombre maximal de clients possible avant que le service ne sature? Combien de fils d'exécution devrait-on rouler sur le serveur? **(2 points)**
- b) Un service s'exécute sur un serveur et reçoit des requêtes par des appels de procédures à distance (RPC). 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 200 / seconde et le serveur peut traiter chaque requête en 3ms. Calculez N, le nombre moyen de requêtes dans le système, et R le temps de réponse moyen pour ce cas? Pendant une période de pointe, le taux d'arrivée des requêtes passe à 300 / seconde. Que deviennent N et R? **(2 points)**
- c) Le système Android est basé sur le système d'exploitation Linux. Sur Linux, les permissions sur les fichiers sont généralement exprimées sous la forme de permissions données à l'utilisateur, au groupe ou aux autres pour: la lecture, l'écriture, et l'exécution. Toutefois, pour déterminer quelles permissions sont données à chaque application Android, une granularité plus fine est souvent requise. Par exemple, différentes informations, qui demandent des permissions différentes, pourraient se retrouver dans le même fichier. Une permission peut aussi être donnée temporairement, au moment où l'application est exécutée, après validation auprès de l'utilisateur. Comment cela est-il réalisé sur Android pour donner ou non les permissions aux applications, avec une granularité plus fine que celle permise pour les fichiers par Linux? **(1 point)**

Question 2 (5 points)

- a) Un groupe de 45 processus, sur autant de noeuds connectés sur le même réseau local, communiquent à l'aide de messages de groupe. Un processus du groupe doit envoyer un message de groupe de manière atomique aux autres processus du groupe. Comment cela peut-il être réalisé? Combien de messages seront envoyés sur le réseau par les différents processus, pour un message de groupe atomique, si la multi-diffusion est disponible? Si la multi-diffusion n'est pas disponible? **(2 points)**
- b) Un appel de procédure à distance doit contenir les arguments suivants: string client, string produit, int quantité, int prix. Si les valeurs sont: "Jean Tremblay", "Bicyclette pliante", "2", "80000", combien d'octets seront requis pour encoder cette information avec CORBA CDR (32 bits)? Avec gRPC protobuf? **(2 points)**
- c) Vous êtes l'expert en infonuagique et des collègues viennent vous consulter pour savoir s'ils devraient utiliser des machines virtuelles (e.g. avec KVM ou VirtualBox) ou des conteneurs (e.g. Kubernetes et Docker qui utilisent les cgroup sur Linux). Le premier collègue veut rouler sur le même système embarqué, qui roule Linux, de nouveaux services sur Linux, ainsi qu'un

ancien service fourni par une ancienne application Windows. Le second collègue doit bâtir un serveur qui compile une application pour plusieurs versions différentes de distributions Linux (e.g. Ubuntu 20.04, Ubuntu 22.04, Fedora 35, Fedora 36). Pour chaque version de distribution, il faut utiliser la bonne version de compilateur et les bonnes versions de bibliothèques, mais la version du noyau du système d'exploitation Linux importe peu. Que suggérez-vous d'utiliser, machine virtuelle ou conteneur, dans chaque cas? Pourquoi? **(1 point)**

Question 3 (5 points)

- a) Un processus serveur reçoit des requêtes de clients par le biais d'appels de méthode à distance. Le serveur reçoit 25 requêtes par seconde et chaque requête crée un nouvel objet réseau de type *session* qui sera utilisé pendant 350 secondes. On envisage deux stratégies possibles pour déterminer quand les objets réseau peuvent être libérés. Pour la première stratégie, une notification est envoyée par le client lorsque l'objet n'est plus utilisé. Cependant, on estime que pour 1% des requêtes, le message de notification ne parviendra pas au serveur et ainsi l'objet ne sera pas libéré et restera en mémoire dans le serveur. Pour cette raison, le serveur est redémarré au milieu de chaque nuit afin de repartir à 0 et que les objets ne s'accumulent pas d'un jour à l'autre. Pour la seconde stratégie, l'objet est créé pour une durée de *bail* de 500 secondes, durée qui peut être prolongée au besoin en demandant une extension de *bail* de 500 secondes à la fois. Quel est le nombre d'objets réseau de *session* qui se retrouvent simultanément en mémoire dans le serveur dans le pire cas pour la première stratégie? Pour la seconde? **(2 points)**
- b) Le travail pratique 3 a mis en contexte un scénario dans lequel vous disposiez de plusieurs serveurs formant une grappe de calcul. Vous avez dû implémenter un gestionnaire permettant de soumettre des tâches à exécuter selon une file d'attente FIFO. Pour cela, vous avez utilisé le système d'appel de procédure à distance gRPC. Deux fichiers principaux devaient être modifiés lors de cet exercice: "Manager.cc" et "operation.proto". Expliquez le rôle que joue chacun de ces fichiers et détaillez la démarche suivie pour définir les éléments nécessaires pour rendre votre implémentation fonctionnelle. **(2 points)**
- c) Pour les différents services infonuagiques comme Amazon EC2, on parle de stockage d'instance, de stockage de bloc (EBS), et de stockage d'objets (S3). Expliquez les différences entre ces trois types de stockage. **(1 point)**

Question 4 (5 points)

- a) Un réseau de clients est servi par 3 serveurs CODA répliqués. Chaque client ouvre en moyenne 4 fichiers par seconde et en ferme autant. Lors de l'ouverture, le fichier n'est pas présent localement dans 30% des cas et doit être lu à partir d'un serveur. Lors de la fermeture, le fichier a été modifié dans 15% des cas et doit alors être écrit sur chacun des 3 serveurs. Chaque requête de lecture prend 6ms de coeur de CPU sur un serveur et en plus, dans 35% des cas, une lecture d'un disque de 25ms. Chaque écriture prend sur chaque serveur 8ms de coeur de CPU et 30ms de temps d'un disque. Chaque serveur possède 4 coeurs de CPU et 6 disques. Si les requêtes sont

- bien réparties entre les serveurs, les coeurs de CPU et les disques, et le service utilise plusieurs fils d'exécution afin de servir en parallèle les requêtes, quel est le nombre maximal de clients possible avant que le service ne sature? **(2 points)**
- b) Un volume sur un service GlusterFS est configuré pour être Réparti, Redondant (Distributed Replicate), avec un degré 2 autant pour la distribution que la réplication, pour un total de 4 serveurs impliqués, nommés S_1 à S_4 . Si 10 fichiers, nommés $file_0$ à $file_9$, sont placés sur ce volume et se répartissent aléatoirement, et relativement équitablement, entre les différentes locations possibles, donnez une répartition possible de ces fichiers sur les 4 serveurs, en indiquant où chaque serveur se situe dans l'organisation répartie redondante. Si la bande passante de chaque serveur pour l'écriture ou la lecture de fichiers est de 100MiO/s, combien de fichiers de 1MiO pourrait-on écrire sur ce volume par seconde? Combien de fichiers de 1MiO pourrait-on lire de ce volume par seconde? **(2 points)**
- c) Dans les services de fichiers comme Lustre et Google File System, des serveurs redondants sont utilisés autant pour les métadonnées que pour les fichiers eux-mêmes. Les serveurs de métadonnées redondants sont-ils en configuration Active / Active ou Active / Passive? Les serveurs redondants pour les fichiers eux-mêmes? **(1 point)**

Le professeur: Michel Dagenais