Examen Pair-à-pair

11 janvier 2016

Remarques Les trois premières questions sont indépendantes. Il est préférable de traîter la question 5 après la question 4.

Graphes petit-monde

Question 1

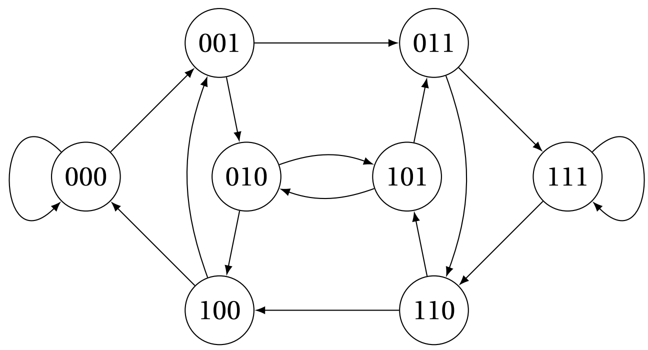
Pour chacun des graphes suivants, dire si oui ou non on peut le considérer comme un graphe petit-monde. Justifier les réponses.

- Un graphe complet (tous les nœuds sont reliés entre eux)
- La DHT CAN
- La DHT Chord
- Le graphe des amis de FaceBook
- Un arbre binaire complet

Tables de hachage

Question 2

On considère le graphe orienté à 8 sommets représenté par la figure ci-dessous (appelé graphe de Brujin). Il est construit ainsi : chaque sommet possède un identifiant à trois bits, de 000 à 111. Un sommet d'identifiant $b_1b_2b_3$ pointe vers les sommets b_2b_30 et b_2b_31 (on décale d'un cran vers la gauche et on complète par 0 ou 1). Par exemple : 000 est relié à lui-même et à 001 ; 001 est relié à 010 et 011 ; 011 est relié à 110 et 111...



(a) Dire comment ce type de graphe pourrait être utilisé comme structure pour réaliser une DHT.

(b) Pour illustrer le fonctionnement d'une telle DHT, dire comment :
- Le pair 000 peut faire une requête sur l'identifiant 111 ?
- Le pair 100 peut faire une requête sur l'identifiant 110 ?
- Le pair 011 peut faire une requête sur l'identifiant 101 ?

Bande passante

Question 3

Soit un système pair-à-pair idéal qui vérifie les hypothèses suivantes :

— les messages de contrôles et d'acknowledgement ont un coût négligeable par rapport au transfert des données. Il ne sont pas pris en compte dans le calcul de bande passante.
— le *download* est supposé infini et l'allocation est optimale. En d'autres termes, tout l'upload disponible est utilisé pour transférer des données.
— on suppose qu'il n'y a pas de serveurs, ou du moins que la bande passante qu'ils fournissent est négligeable devant celle des leechers et des seeders.
— le système est ouvert : les nouveaux pairs arrivent selon un processus d'intensité λ (exprimé en nombre d'arrivées par seconde).
— Tous les pairs ont la même bande passante montante u.
— La bande passante est répartie équitablement (tous les leechers téléchargent à la même vitesse).
— Après avoir téléchargé le fichier chaque paire reste dans le système la même durée T_S en tant que seeder.
— le régime considéré est le régime fluide stationnaire : on suppose que le nombre de leechers et de seeders reste constant dans le temps.
— l'objectif est de télécharger un fichier de taille F.

On s'intéresse au temps de téléchargement T_L.

(a) Pour que le régime puisse être stationnaire, rappeler la quantité de données qu'un pair doit envoyer pendant son séjour dans le système (en tant que leecher ET en tant que seeder) ?

(b) En déduire une relation liant T_L, T_S, F et u.

(c) Évaluation numérique : on suppose $F = 360MB$ (360 megaoctets) et $u = 0.4MB.s^{-1}$ (0.4 megaoctets par seconde).

i. Quel est le temps de téléchargement si $T_S = 0$ (pairs égoïstes) ?

ii. Quel est le temps de téléchargement si T_S vaut cinq minutes ?

iii. À partir de quelle valeur de T_S peut-on s'attendre à un temps de téléchargement quasi-instantané ?

Diffusion Live

On s'intéresse au délai de diffusion d'un chunk dans un système pair-à-pair contenant $N = 1023$ pairs. On négligera l'overhead, la latence réseau et les délais de synchronisation (le délai de transmission d'un chunk ne dépend donc que de la taille du chunk et de la bande passante). Un pair ne peut transmettre un chunk que s'il l'a complètement reçu. Les pairs savent se synchroniser de sorte qu'un pair ne reçoit jamais 2 copies du même chunk.

À l'instant $t = 0$, un seul pair possède le chunk (temps discret : $t \in \mathbb{N}$).

On note $X(t)$ le nombre de pairs pouvant posséder le chunk à l'instant t dans le meilleur des cas.

Les autres paramètres vont varier suivant les questions.

Question 4

On commence par des exemples vus en cours et en exercice.

(a) On suppose que chaque pair a une capacité 1, i.e. il peut envoyer un chunk par unité de temps : si à l'instant t, p_1 commence à distribuer le chunk à p_2, alors p_2 possède le chunk à l'instant $t+1$. Rappeler comment évolue $X(t)$ et dire au bout de combien de temps au minimum (en fonction de N et en valeur numérique) tous les pairs possèdent le chunk.

(b) Reprendre la question précédente en supposant que chaque pair a capacité 2 (si à l'instant t, p_1 commence à distribuer le chunk à p_2 et p_3, alors p_2 et p_3 possèdent le chunk à l'instant $t+1$).

Question 5

On suppose maintenant que les pairs ont capacité 2, comme à la fin de la question précédente, mais on rajoute deux hypothèses supplémentaires :
— Après avoir reçu un chunk, les pairs doivent attendre une unité de temps avant de pouvoir l'émettre à leur tour. Par exemple, le pair qui possède le chunk à l'instant $t = 0$ va pouvoir

distribuer 2 chunks par unité de temps à partir de l'instant $t = 1$ (en particulier les premières copies n'apparaitront qu'à partir de $t = 2$).

— Pour aider, la source donne une deuxième copie du chunk à un deuxième pair l' instant d'après, de sorte que l'on a $X(0) = 1$, $X(1) = 2$

(a) Donner les valeurs de $X(t)$ pour $t = 0, 1, 2, \ldots 7$.

(b) Proposer une formule pour $X(t)$.

(c) Prouver une formule pour $X(t)$.

(d) Commentez les résultats par rapport à la question précédente.

(e) Selon vous, qu'apporte le fait que la source distribue une deuxième copie du chunk ?