Examen de Protocoles Réseau

Juliusz Chroboczek

18 juin 2019

La durée de l'examen est de 2 heures. Les documents sont autorisés, le matériel électronique est interdit. Le sujet consiste de 2 pages.

Question 1 (Analyse de traces). Dans la trace suivante, indiquez (1) le protocole de couche transport, (2) la taille maximale de segment utilisée (à l'exclusion des entêtes de couche réseau et transport), (3) sur quel pair la trace a été capturée (A ou B) et (4) le débit moyen du transfert (à la couche application). Donnez (5) une estimation du RTT entre les deux hôtes, ou alors expliquez pourquoi il est impossible de déterminer cette valeur.

```
03:37:48.945629 IP6 A.8080 > B.40300: Flags [.], seq 55570:56990, ack 151, win 234, length 1420
03:37:48.946629 IP6 B.40300 > A.8080: Flags [.], ack 54150, win 1074, length 0
03:37:48.946823 IP6 A.8080 > B.40300: Flags [.], seq 56990:58410, ack 151, win 234, length 1420
03:37:48.947844 IP6 B.40300 > A.8080: Flags [.], ack 55570, win 1096, length 0
03:37:48.948018 IP6 A.8080 > B.40300: Flags [.], seq 58410:59830, ack 151, win 234, length 1420
03:37:48.948968 IP6 B.40300 > A.8080: Flags [.], ack 56990, win 1118, length 0
03:37:48.949213 IP6 A.8080 > B.40300: Flags [.], seq 59830:61250, ack 151, win 234, length 1420
03:37:48.950185 IP6 B.40300 > A.8080: Flags [.], ack 58410, win 1140, length 0
03:37:48.950408 IP6 A.8080 > B.40300: Flags [.], seq 61250:62670, ack 151, win 234, length 1420
03:37:48.951373 IP6 B.40300 > A.8080: Flags [.], ack 59830, win 1163, length 0
03:37:48.951604 IP6 A.8080 > B.40300: Flags [.], seq 62670:64090, ack 151, win 234, length 1420
03:37:48.952619 IP6 B.40300 > A.8080: Flags [.], ack 61250, win 1185, length 0
03:37:48.952799 IP6 A.8080 > B.40300: Flags [.], seq 64090:65510, ack 151, win 234, length 1420
03:37:48.953671 IP6 B.40300 > A.8080: Flags [.], ack 62670, win 1207, length 0
```

Question 2 (Routage). On considère la topologie suivante, où les entiers sont les coûts des liens :

$$S \overset{5}{\text{——}} A \overset{5}{\text{——}} B \overset{5}{\text{——}} C \overset{5}{\text{——}} D$$

On s'intéresse au routage à vecteur de distances, où la source est fixée à S.

1. Faites évoluer le protocole à vecteur de distances naïf depuis l'état initial jusqu'à convergence. Vous n'avez pas à justifier votre réponse — il suffit de me fournir un tableau ayant la forme suivante :

S	d =?, nh =?	d =?, nh =?	···
A	d =?, nh =?	d =?, nh =?	···
⋮	⋮	⋮	

On appelle *soft error* une erreur matérielle qui change une valeur en mémoire ou dans le processeur sans planter la machine[1].

2. On se place dans la configuration où le protocole a convergé, et on suppose qu'une *soft error* a lieu et que la valeur de la variable d sur le routeur C est maintenant 22 (rien d'autre n'a changé). Décrivez les deux évolutions possibles (faites deux tableaux et indiquez sur chaque tableau s'il y a des boucles de routage et, le cas échéant, à quelles étapes).
3. On se place de nouveau dans la configuration où le protocole a convergé et on suppose qu'une *soft error* a lieu et que la valeur de la variable d sur le routeur C est maintenant 2. Décrivez les deux évolutions possibles (faites deux tableaux et indiquez… bon, vous avez compris).
4. Concluez : expliquez en une ou deux phrases le comportement du protocole à vecteur de distances naïf lorsque les métriques des routes stockées dans la table de routage sont corrompues, et indiquez si ce comportement vous semble robuste. Points en plus si vous ajoutez un commentaire intelligent à propos des protocoles à état de liens.

Question 3 (Code de Hamming).

1. On a reçu les mots suivants, codés avec le code de Hamming, à travers un réseau qui peut faire au plus une erreur de transmission, sur un seul bit au plus. Pour chaque mot, faites le calcul permettant de vérifier si une erreur de transmission a eu lieu, et si c'est le cas, corrigez-la si possible, ou alors expliquez pourquoi ce n'est pas possible. Le bit numéro 1 est à gauche.
   a) 01100100100000110101011001010000
   b) 00001100100010011101001000011111
   c) 01001110001111011111100100011111
2. Produisez un exemple de faux négatif, c'est-à-dire des erreurs de transmission non détectées par le code de Hamming.
3. Pourquoi le code de Hamming n'est-il pas le code choisi par le protocole Ethernet ? (Ethernet utilise un CRC.)

Question 4. Dans la technique de routage *store and forward*, un routeur lit un paquet dans son intégralité, et ce n'est qu'ensuite qu'il commence à le réémettre[2]. Le paquet subit donc un délai à chaque fois qu'il traverse un routeur.

1. Calculez le délai minimal dû à la technique *store and forward* pour un paquet de 1500 octets traversant 10 routeurs sur des liens à 1 Gbit/s.
2. Sachant que la vitesse de propagation du signal dans la fibre optique est environ 2/3 de la vitesse de la lumière dans le vide et que la distance entre Paris et New-York est de 5851 km, estimez le délai dû à la propagation du signal entre Paris et New-York. (Le délai unidirectionnel, pas le RTT.)
3. Concluez.

---

1. Les *soft errors* étaient jadis communes, car les composants électroniques contenaient du plomb légèrement radioactif. On contrôle mieux aujourd'hui la composition du plomb, et les *soft errors* sont devenues rares ; cependant, dans un réseau suffisamment grand, il faut s'attendre à ce qu'elles aient occasionnellement lieu.

2. Au contraire de la technique dite *wormhole routing*, où le routeur commence à réémettre le paquet dès qu'il en a lu l'entête.