

TD Délai de transmission et propagation sur Internet

Réseaux : Configuration & Programmation

Dino López – dino.lopez@unice.fr

Dans ce TP, vous trouverez quelques exercices qui vous permettront de réaffirmer vos connaissances acquises à propos de l'architecture physique des réseaux, ainsi que les phénomènes observés lors de l'échange de paquets (messages).

1. Architecture Internet

1. Dans l'architecture de l'Internet, quels topologies pouvez-vous identifier et à quels endroits (e.g. réseaux de cœur, accès).

Topologie étoile dans les réseaux d'accès, topologie en maille sur le réseau de cœur. Dans les DC (services cloud), où on a besoin de récupérer très rapidement de données sur plusieurs serveurs ou de repartir des tâches de calculs, on a une topologie en arbre surtout.

2. Donnez un avantage et un désavantage des réseaux à commutation par paquet (« packet-switched ») par rapport aux réseaux à commutation par circuit (« circuit-switched »).

Un réseau de type packet-switched supporte beaucoup plus d'utilisateurs, mais si tout le monde envoie des données dans un court instant de temps, la surcharge peut conduire à des pertes de données, congestion, etc.

3. Dessinez une topologie réseau qui pourrait correspondre à la topologie du campus Templiers. Prenez en compte que le campus fournit un accès filaire (réseau Ethernet), ainsi que 2 réseaux sans-fils Eduroam et HotSpot-Unice.

Il faut mettre des switches pour l'accès filaire, des points d'accès pour les réseaux sans-fil, connectés à des switches, et un routeur donnant accès à ces 3 réseaux.

2. Délai de transmission, propagation et de files d'attente

1. Soit un paquet de taille L (en bits) voyageant dans un lien de longueur l (en km), débit d (en bits/sec) et vitesse de propagation v (en km/sec).
 - a) Quel délai de propagation, d_{prop} , expérimente un tel paquet ?

l/v

- b) Quel délai de transmission, d_{trans} , expérimente un tel paquet ?

L/d

- c) Si $d_{prop} > d_{trans}$, où se trouve le premier bit d'un paquet lorsque le dernier bit du paquet quitte le host émetteur ?

Il se trouve sur le lien

2. Supposez que vous effectuez une audioconférence par Internet. Vous utilisez donc une application VoIP. Votre application VoIP transforme donc votre voix en un flux de bits à un débit constant de 64Kbps et les regroupe (crée des) en paquets de données de 56 octets. Si votre ordinateur possède une liaison ADSL à 2Mbps et le délai de propagation entre votre ordinateur et celui de votre partenaire est de 10ms, quel est le délai expérimenté par un bit de donnée (le son encodé) entre sa création au niveau de votre ordinateur et sa réception par l'ordinateur de votre partenaire ?

Puisqu'un paquet ne peut pas être envoyé tant qu'il n'est pas créé, il faut trouver le temps de création d'un paquet, ajouter le délai de transmission, et enfin, le délai de propagation. Donc $(56 \times 8 / 64 \times 10^3) + (56 \times 8 / 2 \times 10^6) + 10\text{ms}$

3. Supposez qu'un lien de 2Mbps est partagé par les utilisateurs qui transmettent des données à une vitesse constante de 0,2Mbps seulement 10% du temps.
- a) Combien d'utilisateurs seront supportés si le réseau est de type commutation par circuit ?

$2 / 0,2 = 10$ utilisateurs

- b) Quelle est la probabilité qu'un utilisateur envoie de données dans le réseau ?

$p = 0,1$

- c) Si nous avons 60 utilisateurs au total, quelle est la probabilité que n utilisateurs utilisent le réseau au même temps ? Astuce : utilisez la probabilité binomiale

Par probabilité binomial, on a $\Pr(X = n) = \binom{60}{n} p^n (1 - p)^{60-n}$

- d) Si nous avons 60 utilisateurs au total, que est la probabilité que plus de 10 utilisateurs utilisent le réseau au même temps ? Astuce : utilisez le théorème de la limite centrale.

En utilisant le TCL pour approximer la loi binomial par la loi normal, on a $P(Y > 10) = 1 - P(Y \leq 10) = 1 - P(Z \leq ((10 - 60 \times 0.1) / ((6 \times 0.9)^{(1/2)}))) = 1 - P(Z < (4 / 2.323)) = 1 - P(Z < 1.7213) = 1 - 0.9574 = 0.0426$

- e) Vos résultats précédents prouvent-ils qu'un réseau à commutation de paquets supporte plus d'utilisateurs qu'un réseau à commutation de circuits ?

Oui. Les périodes des silences des utilisateurs permettent de partager les ressources réseaux entre un nombre d'utilisateurs plus grand par rapport au nombre d'utilisateurs permis pour un réseau à commutation de circuits. Dans l'exemple précédent, avec 60 utilisateurs au total, ce serait assez rare que le réseau soit surchargé (probabilité = 4,2%)

4. Supposez qu'une rafale de N paquets de taille L arrive à un routeur avec débit R et capacité infinie dans le buffer
- a) Donnez le délai moyen dans la file d'attente si les N paquets arrivent avec un temps d'espacement de L/R entre 2 paquets successifs.

Où puisque le routeur a le temps d'envoyer chaque paquet reçu avant de voir un autre arriver

b) Donnez le délai moyen dans la file d'attente si les paquets arrivent au même temps

$$(0 + L/R + 2L/R + \dots (N-1)L/R)/N = (L/RN)(1+2+\dots+N-1) = (L/RN)((N-1)N/2) = L^*(N-1)/(2R)$$

c) Donnez le délai moyen dans la file d'attente si plusieurs rafales de paquets arrivent dans le buffer. Chaque rafale est espacée de NL/R

Même que b) car le routeur a le temps d'écouler les N paquets avant l'arrivée du prochain rafale de paquets (délai de transmission)