

TD7 – Réseau IP, DNS, ARP, routage, transport

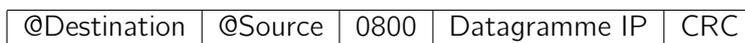
{Nicolas.Ollinger, Emmanuel.Godard, Yann.Esposito}@lif.univ-mrs.fr

24 novembre 2004

☞ Internet peut-être vu comme un réseau de sous-réseaux hétérogènes. Le ciment qui permet à tous ces réseaux de coopérer, c'est le *protocole IP*. Une question fondamentale des communications entre réseaux est le **routage**. Il faut trouver un moyen de trouver un chemin entre deux sous-réseaux. Nous allons étudier les problèmes liés au routage et quelques solutions existantes.

0.1. Quelle est la différence entre *paquet* et *datagramme* ?

paquet : mode connecté comme par exemple un paquet ethernet



datagramme : mode non connecté.

1 Routage

1.1. Supposons qu'un ordinateur A veuille communiquer avec un ordinateur B. L'adresse de A est 147.64.94.3, le masque du sous-réseau 255.255.255.0. A et B appartiennent tout deux à des sous-réseaux ethernet.

(a) Décrivez quelle trame ethernet A va envoyer et comment il la construit si l'adresse de B est 147.64.94.5.

D'abord A vérifie que B appartient au même sous-réseau :

$147.64.94.3 \& 255.255.255.0 = 147.64.94.0$

$147.64.94.5 \& 255.255.255.0 = 147.64.94.0$

Donc A sait que B appartient au même sous-réseau. Il vérifie alors si il possède l'adresse MAC de B dans sa table, si ce n'est pas le cas, il va faire une requête ARP. Une fois l'adresse MAC de B obtenue (@B) A envoie la trame



(b) Décrivez en détail les événements qui se produisent lorsque l'adresse de B est 167.131.50.6.

A vérifie le réseau auquel appartient B. Il sait donc qu'il ne peut pas faire un envoi direct.

A possède au moins une adresse de routeur R. Il **encapsule** le datagramme IP dans la trame ethernet qu'il envoie au routeur de son sous-réseau.



R procède de la même manière que A

...

Jusqu'à arriver à un routeur F qui est connecté au sous-réseau de B. Ce dernier communique alors le datagramme IP à B via une encapsulation ethernet.

2 algorithmes de routage

2.1. Expliquez selon quels critères on peut classer un algorithme de routage. Donnez une explication de comment un algorithme peut améliorer chacun de ces critères.

Efficacité : l'algorithme trouve bien le meilleur chemin. Pour cela il faut avoir de nombreuses informations comme le nombre de noeuds, l'encombrement, la fiabilité...

Simplicité : la complexité de l'algorithme doit être la plus simple possible. Un façon est de ne considérer qu'un seul type de distance. En cela ce critère s'oppose au critère d'efficacité.

volume de trafic : l'algorithme doit engendrer peu de trafic sur le réseau. Par exemple en faisant des mises à jour de tables plutôt que des transferts entiers de tables.

convergence : vitesse à laquelle les routeurs apprennent l'indisponibilité ou plus généralement le changement de poids d'une arête d'un chemin.

robustesse : résistance de l'algorithme à des conditions anormales comme la surcharge ou la panne d'un routeur.

justice : il ne doit pas y avoir de sous-réseau isolé par ce que d'autres saturent certaines lignes.

2.2. Routage statique Soit deux routeurs R1 et R2. Le routeur R1 est connecté aux réseaux 147.64.94.0 avec l'adresse 147.64.94.1, 147.65.35.0 avec l'adresse 147.65.35.6. R2 est connecté aux réseaux 147.65.35.0 avec l'adresse 147.65.35.9, 167.131.0.0 avec l'adresse 167.131.1.14

(a) Donnez les tables de routages de R1 et R2 qu'un administrateur réseau choisirait.

R1		R2	
Réseau	Next hop	Réseau	Next hop
147.64.94.0	–	147.64.94.0	147.65.35.6
147.65.35.0	–	147.65.35.0	–
167.131.0.0	147.65.35.9	167.131.0.0	–

(b) Donnez une évaluation de ce type de routage en fonction des critères vu précédemment.

Efficacité : maximale si le réseau est stable peut être très mauvaise en cas de problème.

Simplicité : Maximale, pas d'algorithme.

volume de trafic : optimal, pas de communication entre routeurs.

convergence : on ne peut pas faire pire, c'est un administrateur qui doit s'en rendre compte.

robustesse : très faible, la présence de l'administrateur est requise au moindre changement de condition.

justice : bonne si l'administrateur possède une bonne idée de la topologie du réseau et sait à peu près à l'avance quels seront les ordinateurs qui génèrent le plus de trafic.

2.3. . Routage par inondation. Expliquez le fonctionnement. Comment éviter la duplication infinie des datagrammes? Évaluez ce type de routage.

Tous les routeurs envoient les paquets sur tous les sous-réseaux sauf sur le réseau d'entrée du paquet. Pour éviter la duplication infinie, il faut mettre en oeuvre soit un système de vieillissement des paquets, soit que chaque routeur se souviennent des paquets qu'il a déjà transmis pour ne plus les renvoyer.

Efficacité : maximale puisque l'on emprunte tous les chemins le meilleur est toujours trouvé.

Simplicité : très grande.

volume de trafic : maximal, le trafic est maximisé, la saturation devient donc plus courante.

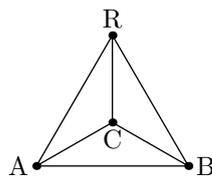
convergence : optimale.

robustesse : optimale, quelque-soit la nouvelle topologie du système, tout continue de marcher. Le seul problème provient de la saturation du réseau.

justice : optimale.

3 Mises à jour locales

3.1. Donnez les tables de routages de A, B et C du réseau suivant lorsqu'on considère que la distance est 1 par saut.



Décrivez ce qui se produit si R tombe en panne avec un algorithme de mises à jour locales ? C'est-à-dire que chaque routeur ne communique à son voisin direct que les changements dans sa table de routage.

Au départ $AR=BR=CR=1$. Lorsque R tombe en panne, A met à jour sa distance et en passant par B il est à une distance 2. B fait de même en passant par C. C fait de même en passant par A. un cas où $AR=BR=CR$. Les distances montent alors lentement vers ∞ et si A, B et C continuent de prendre de mauvaises décisions, les paquets entrent dans une boucle et encombreront le réseau.

(a) En particulier déduisez en l'intérêt de l'information TTL (Time To Live) situé dans les datagrammes IP.

Si un paquet est perdu (il entre dans une boucle) alors le TTL permet de détruire ces paquets nuisibles qui encombreront le réseau.

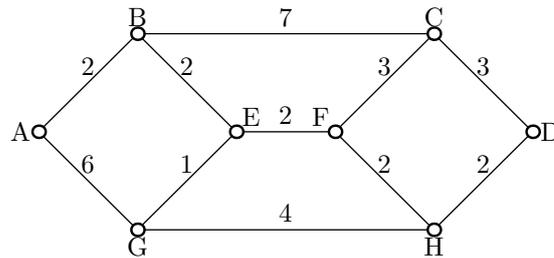
4 Mises à jour globales

4.1. Déduisez de la question précédente une méthode globale de routage. Donnez en les avantages et les inconvénients par rapport à la méthode précédente.

Il suffit d'imaginer un serveur unique qui récupère les tables de routage de tous les routeurs. Ce serveur connaît donc la topologie complète du réseau à un instant (court) donné. Il calcule les meilleurs chemins et envoie les mises à jour des tables de routages à tous les routeurs.

Attention, il ne faut pas oublier d'inclure une information temporelle pour éviter qu'une vieille mise à jour soit acceptée plutôt qu'une récente le parcours des paquets de mise à jour n'étant pas toujours identique.

4.2. Calculez les plus courts chemins à partir de A avec l'algorithme de Dijkstra.



4.3. Donnez l'arbre de recouvrement en partant de A qui correspondants aux chemins les plus courts partant de A.

5 DNS, NAT et Réseaux Privés

On considère deux réseaux privés Ethernet net1 et net2 utilisant le système NAT. Le réseau net1 a pour nom de domaine net1.fr et adresse IP privée 10.1.1.0 et masque 255.255.255.0 Il comprend 6 machines dont 4 bénéficient d'une traduction statique : La machine mail a pour adresse privée 10.1.1.1 et adresse publique 195.200.100.1 Le DNS interne a pour nom privé dns et adresse privée 10.1.1.3, son nom public est www d'adresse 195.200.100.2 Le DNS externe a pour nom public DNS et adresse 195.200.100.3, son nom privé est zenith et son adresse privée est 10.1.1.4 Le routeur R1 a pour adresse privée 10.1.1.6 et adresse publique 195.200.100.10 Les machines diamant et www ne bénéficient pas de traduction statique et ont respectivement pour adresse 10.1.1.5 et 10.1.1.2

Le réseau net2 a pour nom de domaine net2.fr et adresse IP privée 10.1.1.0 et masque 255.255.255.0 Il comprend 6 machines dont 4 bénéficient d'une traduction statique : La machine mail a pour adresse privée 10.1.1.10 et adresse publique 195.200.200.1 La machine de nom privée et publique dns fait office de DNS interne pour le réseau interne et de dns externe pour l'extérieur. Son adresse privée est 10.1.1.12 et son adresse publique est 195.200.200.3 Le routeur R2 a pour adresse privée 10.1.1.15 et adresse publique 195.200.200.10 La machine de nom privée et publique www a pour adresse privée 10.1.1.11 et adresse publique 195.200.200.2 Les machines zenith et liche ne bénéficient pas de traduction statique et ont respectivement pour adresse 10.1.1.13 et 10.1.1.14

5.1. La machine diamant.net1.fr veut faire une requête DNS pour connaître l'adresse IP de mail.net1.fr (noté @IP(mail1.fr)). Vers quelle machine va-t-il émettre sa requête ? quelle est la réponse si cette même machine veut connaître l'adresse IP de mail.net2.fr ?

5.2. zenith.net1.fr émet des requêtes DNS. Quelles sont les réponses aux requêtes suivantes :

1. « quelle est l'adresse IP de zenith.net1.fr ? ».
2. « quelle est l'adresse IP de www.net1.fr ? ».
3. « quelle est l'adresse IP de R2.net2.fr ? ».

5.3. diamant.net1.fr émet des requêtes DNS : Quelles sont les réponses aux requêtes suivantes :

1. « quelle est l'adresse IP de zenith.net1.fr ? ».
2. « quelle est l'adresse IP de www.net1.fr ? ».
3. « quelle est l'adresse IP de R2.net2.fr ? ».

4. « quel est le nom de 10.1.1.1 ? »
5. « quel est le nom de 10.1.1.10 ? »
6. « quel est le nom de 195.200.200.2 ? »

5.4. liche.net1.fr émet des requêtes DNS : Quelles sont les réponses aux requêtes suivantes :

1. « quelle est l'adresse IP de dns.net2.fr ? ».
2. « quelle est l'adresse IP de dns.net1.fr ? ».
3. « quelle est l'adresse IP de www.net2.fr ? ».
4. « quel est le nom de 10.1.1.13 ? »
5. « quel est le nom de 10.1.1.2 ? »
6. « quel est le nom de 195.200.100.2 ? »

5.5. Ecrire la table de routage de la machine diamant.net1.fr et de R1.net1.fr en donnant les informations suivantes : Destination, Gateway, flags, interface

5.6. Théoriquement, combien de machines serait-il possible de rajouter au réseau net1 ?

6 Pour Conclure ...

6.1. La machine diamant.net1.fr émet une requête HTTP vers le serveur web de net2.fr : www.net2.fr.
Donner avec précision l'ensemble des paquets/trames/datagrammes émis sur le réseau afin d'établir la connexion.

