

Travaux Dirigés N° 2

Les réseaux locaux

Réseau : ensemble d'ordinateurs/boîtiers reliés entre eux par un support de transmission. Ces éléments communiquent entre eux en utilisant des règles appelées *protocoles*.

Caractéristiques : il n'existe pas de classification universelle des réseaux, cependant deux critères importants permettent de les caractériser :

- le type de transmission : **diffusion** (canal partagé par toutes les machines), **point-à-point** (connexion entre 2 machines)
- La taille du réseau :
 - LAN (Local Area Network) : < 10km, 10Mbps—10Gbps
 - MAN (Metropolitan...) : < 100km, 56Kbps—1Gbps
 - WAN (Wide...)
 - WPAN (Wireless Personal...)

Protocoles : de communication sont organisés en couches selon deux modèles :

- OSI : physique, liaison, réseau, transport, session, présentation et application
- TCP/IP : physique, liaison, IP, TCP et application

Dans les deux cas, la couche liaison (de données) est découpée en deux sous-niveaux :

- MAC (*Medium Access Control*) : constitue les techniques d'accès au support de transmission physique. Plusieurs variantes :
 - 802.3 : CSMA/CD sur bus
 - 802.4 : bus à jeton
 - 802.5 : anneau à jeton
 - 802.6 : MAN
- LLC (*Logical Link Control*) : procédures de communication (norme IEEE 802.2)

Exercice 1 (Principes des réseaux ETHERNET : le standard 802.3)

Topologie. Un réseau Ethernet est formé de segments (ou brins). Chaque segment consiste en un ensemble d'équipements reliés à un même câble passif selon le principe du bus. Un segment est partagé par toutes les stations connectées.

Protocoles d'accès. Le protocole d'accès multiples est regroupé dans une partie de la couche 2, appelée sous-couche MAC. Elle définit les règles à observer avant et pendant la transmission d'une trame, ainsi qu'en cas de conflit.

Accès au support. Le protocole d'accès au support est inspiré du système ALOHA, testé vers 1970 sur un réseau radio reliant les îles Hawaï. Le principe de fonctionnement d'ALOHA consiste à émettre dès qu'une donnée est prête. Une station n'ayant pas reçu d'acquittement au bout d'un temps fixé (*time out*) tente une retransmission après un délai aléatoire. L'inconvénient majeur est alors l'apparition de très nombreuses collisions entre transmissions simultanées, conduisant à de très mauvaises performances. Pour améliorer le protocole, l'idée est alors d'écouter avant d'émettre. Une station désirant émettre commence par écouter le trafic sur le support.

- Si elle ne détecte aucune porteuse, elle émet.
- Sinon, elle attend que le canal devienne libre.

1) Exprimer T_p , le temps de propagation du signal entre les deux stations les plus éloignées, en fonction de L , longueur du LAN, et V_p la vitesse de propagation du signal.

2) Donner un schéma de transmission de données entre deux stations d'un LAN et expliquer le cas de collision.

3) Que fait une station lorsqu'elle détecte une collision ?

4) Que représente le temps de vulnérabilité ? Quelle est la fenêtre de collision (ou tranche canal, *Slot Time*) ST ?

5) Quelle taille minimale doit avoir une trame ?

Reprise après collision. Après avoir détecté une collision, la station retransmet la même trame au bout d'un temps aléatoire qui dépend du *Slot Time* et du nombre de collisions successives déjà subies par cette trame. L'algorithme suivant détermine le temps d'attente avant retransmission. Le but est de minimiser le temps d'attente en cas de faible trafic et le nombre de collisions en cas de trafic important.

Algorithme Binary Exponential Backoff

- ① on calcule $k = \min(n, 10)$, où n est le nombre de collisions déjà subies par la trame
- ② on tire un nombre aléatoire M entre 0 et $2^k - 1$
- ③ le délai d'attente est pris égal à $M \cdot ST$

Voici un récapitulatif des paramètres standards du protocole IEEE 802.3 :

SLOT TIME	fenêtre de collision	51,2 μs
INTERFRAME GAP	Attente entre 2 transmissions	9,6 μs
ATTEMPT LIMIT	Nombre max. de retransmissions	16
BACKOFF LIMIT	Valeur max. du tirage	10
JAM SIZE	Taille du bourrage	4 octets
MAX FRAME SIZE	Taille max de la trame	1518 octets
MIN FRAME SIZE	Taille minimale de la trame	64 octets
ADDRESS SIZE	Taille des adresses	6 octets

Réception d'une trame. Chaque station reçoit toutes les trames. Quand une station détecte un signal de porteuse,

- elle recopie les bits, jusqu'à reconnaissance du délimiteur de fin de trame.
- elle effectue le contrôle d'erreur
- elle vérifie l'adresse de destination
- si la trame est correcte et si elle est destinée à la station, elle est transmise au niveau supérieur (LLC).

6) Donner la structure de la trame MAC défini dans le standard 802.3. En quoi diffère-t-elle de celle de la trame ETHERNET ?

Exercice 2 (Cas particulier)

Un réseau local en bus de type 802.3 a un débit 10 Mbit/s et mesure 800 mètres. La vitesse de propagation des signaux est de 200m/ μs . Les trames MAC contiennent 256 bits en tout, et l'intervalle de temps qui suit immédiatement une transmission des données est réservé à l'émission de l'accusé de réception de 32 bits.

- 1) Quel est le nombre de bits en transit sur le bus à un instant donné ?
- 2) Quel est le débit efficace du réseau, en supposant qu'il y a 48 bits de service (champs MAC+LLC) dans chaque trame ?

Exercice 3

Un réseau local en anneau comprend 50 stations uniformément réparties. Le débit binaire est de 4 Mbit/s. Les trames MAC ont une longueur totale de 512 bits, dont 32 bits sont utilisés par le protocole LLC.

- 1) Quel est le débit maximal garanti à chaque station ?
- 2) Peut-on transmettre de la parole sur ce réseau ?

Exercice 4

Un réseau local en anneau comprend 10 stations uniformément réparties. La vitesse de propagation des signaux est de 200m/ μs . Les trames MAC ont une longueur totale de 256 bits.

- 1) Calculer le nombre de bits en transit sur l'anneau pour les configurations suivantes :
 - longueur=10m et débit binaire=5 Mbit/s
 - longueur=1km et débit binaire=500 Mbit/s
- 2) Comparez les deux anneaux du point de vue du nombre de trames en transit et du débit utile, si la station émettrice attend le retour de sa propre trame pour réinjecter le jeton dans l'anneau.

Exercice 5

Soit à câbler un réseau local dans un immeuble de 3 niveaux (1 RC + 2 ETG). Un niveau compte 5 bureaux. On souhaite placer une prise par bureau. La largeur d'un bureau est de 5 mètres et sa hauteur est de 3 mètres. L'ordinateur central est dans le 3^e bureau du 1^{er} étage.

- 1) Calculer la longueur de câble nécessaire dans les différents cas suivant :
 - réseau en bus câblage en bus
 - réseau en bus, câblage en étoile (répartiteur au niveau de l'ordinateur central)
 - réseau en anneau, câblage en anneau
 - réseau en anneau, câblage en étoile (répartiteur au niveau de l'ordinateur central)
- 2) Quel est l'intérêt du câblage en étoile pour un réseau en anneau ?