



Couche Liaison 2eme partie Réseaux à diffusion

E.Lochin
ISAE-SUPAERO

- On sait comment transmettre un message de façon fiable entre deux machines physiquement reliées par un câble
- Que se passe-t-il si le médium est *partagé*?

Réseaux à diffusion

Exemple 1

Réseau sans fil

- Plusieurs machines se partagent un même canal de communication
- Réseau à médium partagé
- Canaux à accès multiple



Exemple 1

Réseau sans fil

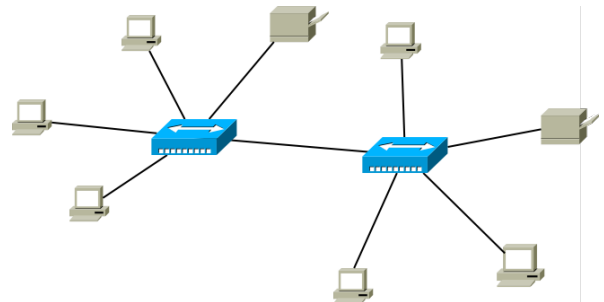
- Chaque station fait office d'émetteur et de récepteur
- Chacune a une portée radio
- Si deux machines émettent en même temps, interférences



A émet vers B. C, hors de portée de A, croit qu'il peut émettre vers B

Exemple 2

Réseau local (LAN)



Exemple 2

Réseau local (LAN)

Fonctions MAC

- Machines reliées par des *hub*
- Un hub se contente de transmettre un message reçu sur un port vers chacun des autres ports (souvent en l'amplifiant)
- Si une machine envoie un message, toutes les autres le reçoivent
- Le hub fonctionne au niveau de la couche 1 (physique)
- Si le hub reçoit deux messages en même temps, il y a collision
- Adressage des machines
- Gestion du temps de parole (ex : Assemblée Nationale)

- La couche liaison est divisée en deux sous-couches
 - Sous-couche d'accès au canal (Medium Access Control), dépendante de la couche physique
 - Sous-couche indépendante de la couche physique (Logical Link Control)

- Chaque interface d'une machine dispose d'une adresse différente, codée en dur (i.e. obtenue par la compagnie auprès de l'IEEE)
- Adresse LAN ou encore Adresse MAC

Contenu

Modèle formel

- 1 Protocoles
- 2 La pratique
- 3 Connecter des réseaux

- N machines qui veulent communiquer ...
- ... par un unique medium
- Si deux trames sont transmises simultanément, il y a *collision*
- Chaque équipement peut détecter une collision
- Optionnel : On peut écouter le canal pour savoir si quelque chose est en train d'être émis

Contenu

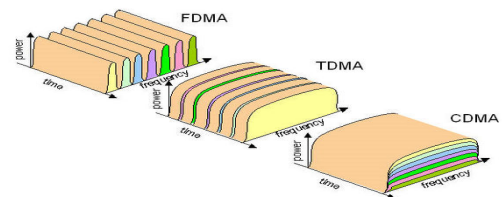
Protocole multi-canaux

- 1 Protocoles
 - Multiplexage
 - Sans écoute de porteuse
 - Avec écoute de la porteuse
- 2 La pratique
 - Ethernet
 - Réseau sans fil
- 3 Connecter des réseaux

- Assimiler le canal à N canaux (un par machine)
- Solution en couche physique

Plusieurs méthodes

- Diviser le temps en N parties (TDMA)
- N fréquences différentes pour chacune des machines (FDMA)
- N codes différents pour chacune des machines (CDMA)



Contenu

Protocoles aléatoire : ALOHA

- 1 Protocoles
 - Multiplexage
 - Sans écoute de porteuse
 - Avec écoute de la porteuse
- 2 La pratique
 - Ethernet
 - Réseau sans fil
- 3 Connecter des réseaux

- Chaque machine émet quand elle veut
- Si elle repère une collision, elle attend un temps aléatoire puis réémet

Utilisation du canal :

- Si une seule machine communique : 100%
- Si toutes communiquent : 18% (quelque soit le nombre de machines)

- Le temps est divisé en slot
- Chaque machine émet au début d'un slot
- Si elle repère une collision, elle attend un temps aléatoire puis réémet

Utilisation du canal :

- Si une seule machine communique : 100%
- Si toutes communiquent : 37%

- 1 Protocoles
 - Multiplexage
 - Sans écoute de porteuse
 - Avec écoute de la porteuse
- 2 La pratique
 - Ethernet
 - Réseau sans fil
- 3 Connecter des réseaux

Sondage

Polling

Token Ring

Système centralisé

- Un noeud arbitre A
- A dit successivement aux autres noeuds quand ils peuvent parler et pour combien de messages
- A utilise la porteuse pour savoir quand il autorise le noeud suivant à parler

Utilisé par IBM. Décentralisé

- Topologie en anneau reliant des machines
- Une seule machine, qui possède un jeton peut parler
- Chaque machine relaie le message à la machine suivante
- La machine avec le jeton se charge de jeter elle-même le message qu'elle a envoyé

Priorités pour décider qui peut parler

Architecture en anneau n'est plus utilisée sur Ethernet mais toujours pour FDDI

Ecoute de la porteuse

Facile ?

- Si on détecte un message, on ne fait rien
- Sinon, on émet

Problème ?

Ecoute de la porteuse

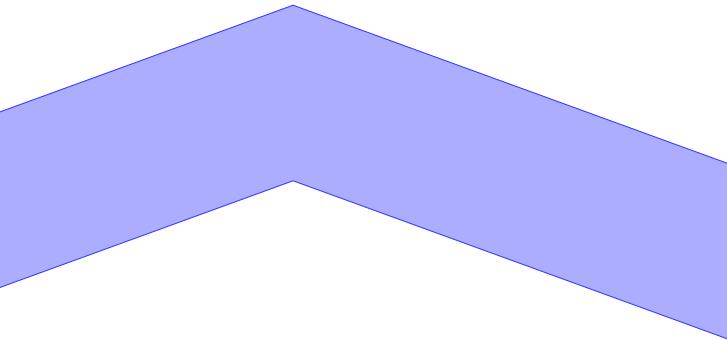
Facile ? Non

A B C D

Ecoute de la porteuse

Facile ? Non

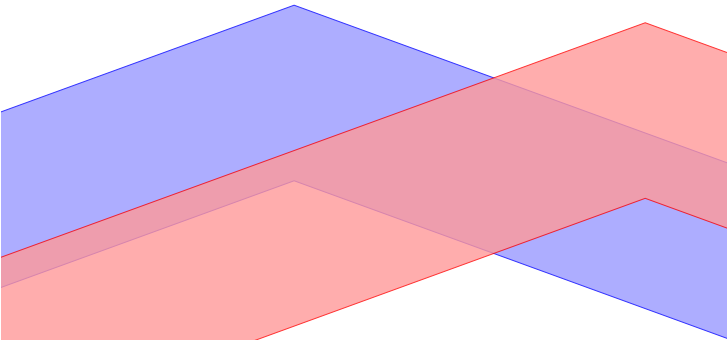
A B C D



Ecoute de la porteuse

Facile ? Non

A B C D

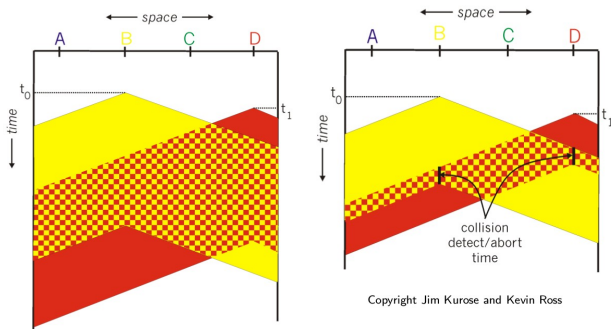


Ecoute de la porteuse

Avec détection des collisions

CSMA/CD

Carrier-Sense Multiple Access / Collision Detection



Copyright Jim Kurose and Kevin Ross

- On teste si le canal est vide
- On envoie la trame
- Si on détecte une collision, on arrête d'envoyer et on envoie un signal de collision
- On attend avant de la renvoyer

Attente exponentielle : Lors du n -ème réenvoi de la trame, on attend un temps compris entre 0 et 2^n (limité à 1024)

Contenu

- 1 Protocoles
- 2 La pratique
- 3 Connecter des réseaux

Contenu

- 1 Protocoles
 - Multiplexage
 - Sans écoute de porteuse
 - Avec écoute de la porteuse
- 2 La pratique
 - Ethernet
 - Réseau sans fil
- 3 Connecter des réseaux

Ethernet

```
ifconfig eth0

eth0  Link encap:Ethernet  HWaddr 00:11:D8:8D:51:F9
      [snip]
      UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
      RX packets:94686301 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
      TX packets:82880491 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
      collisions:0 txqueuelen:1000
      RX bytes:400469386 (381.9 MiB)  TX bytes:3207666956 (2.9 GiB)
      Interrupt:4
```

Adresse

- Adresse sur 2^{48} bits
- Dans l'exemple 00:11:D8:8D:51:F9
- Mais seulement 2^{46} adresses potentielles
 - Un bit pour adresses globales/locales
 - Autre bit pour le multicast

Certaines adresses ont des significations précises :

- FF:FF:FF:FF:FF:FF Broadcast (destiné à toutes les machines)

Trame

IEEE 802.3

Protocole d'accès au canal

Flag	Destination	Source	Type	Données	CRC
8	6	6	2	46-1500	4

- Une trame Ethernet transporte au maximum 1500 octets (Maximum Transfer Unit (MTU))
- Au minimum 46 caractères
- Taille max de 1518 (sans compter le Flag)

- CSMA/CD
- Unité : le bit time (bt) : temps pour envoyer un bit
- 100 Mb/s \Rightarrow 1 bt = 10 ns
- Attente minimum de 96 bt avant d'envoyer une trame, et de 512 bt avant de la réenvoyer
- Mesure de la tension dans le câble pour repérer trames et collisions

1 Protocoles

- Multiplexage
- Sans écoute de porteuse
- Avec écoute de la porteuse

2 La pratique

- Ethernet
- Réseau sans fil

3 Connecter des réseaux

- CSMA/CA (Collision Avoidance)
- Difficulté d'émettre et recevoir en même temps
- Pas moyen de détecter les collisions, ni si le message est arrivé
- ACK du destinataire
- On prévient qu'on va transmettre, et pendant combien de temps
- Trame fragmentée pour ajouter des CRC
- Deux modes : AdHoc et BSS

1 Protocoles

2 La pratique

3 Connecter des réseaux

- Machines reliées par des *hub*
- Un hub se contente de transmettre un message reçu sur un port vers chacun des autres ports (souvent en l'amplifiant)
- Si une machine envoie un message, toutes les autres le reçoivent
- Le hub fonctionne au niveau de la couche 1 (physique)
- Si le hub reçoit deux messages en même temps, il y a collision

- Le switch fonctionne au niveau de la couche 2 (liaison)
- Lorsqu'il reçoit un paquet, le switch ne l'envoie que là où se trouve la machine destinataire
- Le switch possède une table disant, pour chaque adresse MAC, sur quel port rediriger le paquet
- Le switch utilise CSMA/CD pour envoyer les paquets
- Attention, un switch n'a pas d'adresse MAC

```
brctl showmacs br
```

port	no	mac	addr	ageing timer
1		00:c0:ff:ee:00:00		16.64
1		0a:ba:d0:ba:be:00		0.51
2		ca:fe:d0:0d:00:00		0.42
3		00:00:de:ad:be:ef		13.37

- Table vide au début
- Quand on reçoit un paquet d'une adresse MAC inconnue, on l'ajoute dans la table
- Quand on reçoit un paquet vers une adresse MAC inconnue, on l'envoie sur tous les ports
- Quand on reçoit un paquet vers l'adresse MAC située sur le port *i* depuis le port *j*, on le supprime

Voir sur LMS pour ce lab avec CORE

Ce cours trouve sa source dans beaucoup d'autres et notamment les slides d'Emmanuel Jeandel, de Jim Kurose et Keith Ross, ... et j'en oublie certainement.
Merci à eux.
