

Réseau, couche intermédiaire

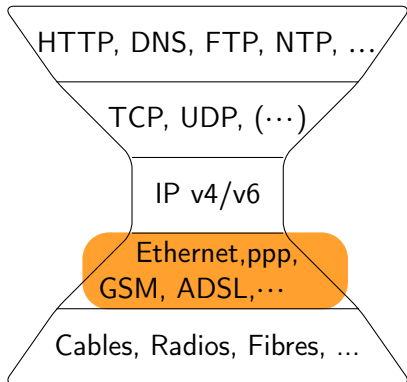
Benoît Barbot (benoit.barbot@u-pec.fr)

Département informatique, Université Paris-Est Créteil, L3

Mercredi 31 Janvier 2024, Cours 2 : Réseaux locaux, Liens et Réseau

Outline

- 1 Couche de liens
 - Propriétés et services
 - Ethernet
 - Wifi
- 2 Couche Réseau IPv4/v6



5 – Couche Application

4 – Couche Transport

3 – Couche Réseaux

2 – Couche Liens

1 – Couche Physique

Rappel Checksum/CRC

Checksum

- Fonction qui, à partir d'un tableau de bits de taille variable, construit un tableau fixe de bit de petite taille.
- On souhaite que deux applications sur des tableaux différents renvoient un résultat différent.
- En pratique, on recherche un nombre de bits échangés.

Rappel Checksum/CRC

Checksum

- Fonction qui, à partir d'un tableau de bits de taille variable, construit un tableau fixe de bit de petite taille.
- On souhaite que deux applications sur des tableaux différents renvoient un résultat différent.
- En pratique, on recherche un nombre de bits échangés.

Bit de parité

On calcule le nombre de bits à vrai modulo 2.

Rappel Checksum/CRC

Checksum

- Fonction qui, à partir d'un tableau de bits de taille variable, construit un tableau fixe de bit de petite taille.
- On souhaite que deux applications sur des tableaux différents renvoient un résultat différent.
- En pratique, on recherche un nombre de bits échangés.

Bit de parité

On calcule le nombre de bits à vrai modulo 2.

CRC (Cyclic Redundancy Check)

- Calcule le checksum comme le reste d'une division de polynômes.
- Selon le polynôme, permet de détecter un grand nombre d'erreurs, polynomes choisi pour les types d'erreur courant.
- Facile à implémenter en matériel (hardware).

La couche de Liens[2] ou couche de liaison

Les messages de la couche de liaison sont appelés des trames ou frames.

La couche de Liens[2] ou couche de liaison

Les messages de la couche de liaison sont appelés des trames ou frames.

Étendu physique

Tout le monde peut envoyer un message a tout le monde directement.
Réseau LAN (Local Area Network) Taille d'une maison à un groupe de bâtiment.

La couche de Liens[2] ou couche de liaison

Les messages de la couche de liaison sont appelés des trames ou frames.

Étendu physique

Tout le monde peut envoyer un message à tout le monde directement.
Réseau LAN (Local Area Network) Taille d'une maison à un groupe de bâtiment.

Service fournit aux couches supérieurs

Acheminement local.

Contrôle d'accès au médium *Medium Access Control* (MAC).

Sur un médium partagé (plus d'une machine peut envoyer à la fois) régule qui peut être envoyé.

La couche de Liens[2] ou couche de liaison

Les messages de la couche de liaison sont appelés des trames ou frames.

Étendu physique

Tout le monde peut envoyer un message à tout le monde directement.
Réseau LAN (Local Area Network) Taille d'une maison à un groupe de bâtiment.

Service fournit aux couches supérieurs

Acheminement local.

Contrôle d'accès au médium *Medium Access Control* (MAC).

Sur un médium partagé (plus d'une machine peut envoyer à la fois) régule qui peut envoyer.

Exemple

Wifi, liens cuivre partagé,
mais aussi liens cuivre exclusif, fibre ...

Services optionnel

Certain service sont fournit mais pas garantit

Une couche peut aider les couches supérieures à rendre un service **sans** les garanties.

Services optionnel

Certain service sont fournit mais pas garantit

Une couche peut aider les couches supérieures à rendre un service **sans** les garanties.

Détection et correction d'erreur

Détection et correction d'erreur en hardware (très rapide), mais sans garantie.

Services optionnel

Certain service sont fournit mais pas garantit

Une couche peut aider les couches supérieures à rendre un service **sans** les garanties.

Détection et correction d'erreur

Détection et correction d'erreur en hardware (très rapide), mais sans garantie.

Réenvoi en cas de perte

Renvoi de trame en cas de détection de perte

Services optionnel

Certain service sont fournit mais pas garantit

Une couche peut aider les couches supérieures à rendre un service **sans** les garanties.

Détection et correction d'erreur

Détection et correction d'erreur en hardware (très rapide), mais sans garantie.

Réenvoi en cas de perte

Renvoi de trame en cas de détection de perte

Control de flux

Control de la vitesse d'envoi de donnée.

Ethernet

Historique

Conçu en 1970, évolue régulièrement pour de plus grande capacité et type de câbles.

Coaxiaux



10Mbits/s

Twisted Pairs



5Gbits/s

Fibre optique



400 Gbit/s

Trame Ethernet

Adresse MAC

- Adresse unique pour chaque interface dans le monde ; Adresse "plate"
- 48bits (6 octet) $\approx 3 \cdot 10^{14}$ adresses ;
- Adresse par défaut choisi par le constructeur, souvent modifiable.



44 31 92 6a 34 e1

Trame Ethernet

Adresse MAC

- Adresse unique pour chaque interface dans le monde ; Adresse "plate"
- 48bits (6 octet) $\approx 3 \cdot 10^{14}$ adresses ;
- Adresse par défaut choisi par le constructeur, souvent modifiable.


44 31 92 6a 34 e1

Trames

- | | | | | |
|---------------------|----------------|----------|------|---------|
| Destination MAC (6) | Source MAC (6) | Type (2) | data | CRC (4) |
|---------------------|----------------|----------|------|---------|
- Data de 46 à 1500 octets
- Contrôle de redondance cyclique (CRC)
- Type : IPv4(0800) ; IPv6(86DD) ; ARP(0806) ; ...

Trame Ethernet

Adresse MAC

- Adresse unique pour chaque interface dans le monde ; Adresse "plate"
- 48bits (6 octet) $\approx 3 \cdot 10^{14}$ adresses ;
- Adresse par défaut choisi par le constructeur, souvent modifiable.



Trames

- | | | | | |
|---------------------|----------------|----------|------|---------|
| Destination MAC (6) | Source MAC (6) | Type (2) | data | CRC (4) |
|---------------------|----------------|----------|------|---------|
- Data de 46 à 1500 octets
- Contrôle de redondance cyclique (CRC)
- Type : IPv4(0800) ; IPv6(86DD) ; ARP(0806) ; ...

Detection d'erreur

Les données de CRC permettent la detection d'erreur. Très rapide car géré dans le hardware.

Matérielle et Topology

Topology arborescente

- Un seul chemin d'une machine à une autre ;
- Absence de boucle

Matérielle et Topology

Topology arborescente

- Un seul chemin d'une machine à une autre ;
- Absence de boucle

Matérielle

- Hub (Couche physique [1]), obsolète ne fait qu'amplifier les signaux.
- Switch (Couche Liens) Concentrateur avec un grand nombre de connexions. À la réception des trames, les stocke dans un buffer et envoi sur le bon port (Store and forward). détection d'erreur.

Nécessite une table numéro de port <-> adresse MAC.

Spanning tree protocole (STP) protocole de détection et suppression de boucle.



Wifi : 802.11

Principe

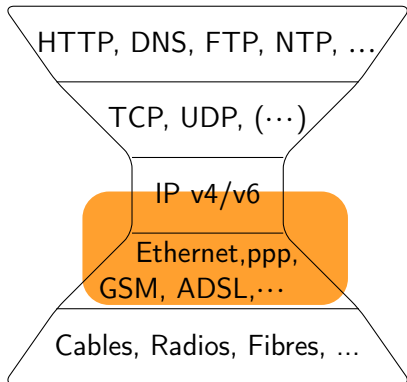
- Très similaire à Ethernet
- même format d'adresse MAC 48bits (6 octets)
- Plus de contrôle sur le flux de donnée.
- Très souvent chiffré

Sécurité

- WEP(à ne plus utiliser), WPA2, WPA3 ;
- Chiffrement d'une partie ou de la trame entière ;
- Seul le destinataire peut déchiffrer la trame.
- Protocol complexe pour établir la connexion sécurisé

Trames

- Dépend du protocole de chiffrement utilisé (ou non) ;
- Contiens au moins la même chose que la trame Ethernet.
- Champ supplémentaire, 2 adresses MAC supplémentaire, ...



5 – Couche Application

4 – Couche Transport

3 – Couche Réseaux

2 – Couche Liens

1 – Couche Physique

Adresse IP

Propriété

Adresse dynamique attribuée par le réseau. Adresse hiérarchique.

Adresse IP

Propriété

Adresse dynamique attribuée par le réseau. Adresse hiérarchique.

Adresse IPv4

- Adresse 32 bits, 4 octets \approx 4 milliards.
- représenté par quatre octets ex 194.214.24.150



- 194 214 24 150

Adresse IP

Propriété

Adresse dynamique attribuée par le réseau. Adresse hiérarchique.

Adresse IPv4

- Adresse 32 bits, 4 octets \approx 4 milliards.
- représenté par quatre octets ex 194.214.24.150



- 194 214 24 150

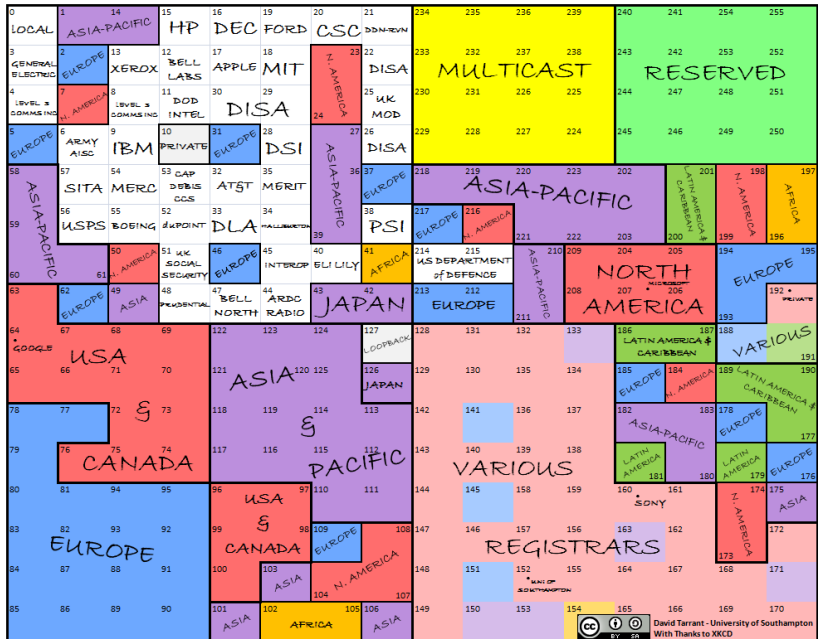
Adresse IPv6

- Adresse 128 bits, 16 octets $\approx 3 \cdot 10^{38}$.
- représenté par 8 groupes de 2 octets écrits comme 4 chiffres hexadécimaux ex 2a00:1450:4007:8080:0000:0000:0000:2003 ou 2a00:1450:4007:808::2003



- 2a00 1450 4007 8080 0000 0000 0000 2003

Carte d'internet IPv4



Adresse IP II

Masque de sous réseau

- Un entier qui représente le nombre de bits locaux/nombre de bits global.
(ex IPv4 /24 → 11111111111111111111111100000000 = 255.255.255.0)
- Les adresses égales dans le masque sont dans le même sous réseaux.
- L'adresse la plus basse d'un sous réseaux représente le réseau en entier
- l'adresse la plus haute est une adresse broadcast.

Adresse IP II

Masque de sous réseau

- Un entier qui représente le nombre de bits locaux/nombre de bits global.
(ex IPv4 /24 → 11111111111111111111111100000000 = 255.255.255.0)
- Les adresses égales dans le masque sont dans le même sous réseaux.
- L'adresse la plus basse d'un sous réseaux représente le réseau en entier
- l'adresse la plus haute est une adresse broadcast.

Exemple IPv4

192.168.1.63/24

Adresse du sous réseaux : 192.168.1.0

Adresse local : 192.168.1.1 - 192.168.1.254

Adresse IP II

Masque de sous réseau

- Un entier qui représente le nombre de bits locaux/nombre de bits global.
(ex IPv4 /24 → 111111111111111111111111100000000 = 255.255.255.0)
- Les adresses égales dans le masque sont dans le même sous réseaux.
- L'adresse la plus basse d'un sous réseaux représente le réseau en entier
- l'adresse la plus haute est une adresse broadcast.

Exemple IPv4

192.168.1.63/24

Adresse du sous réseaux : 192.168.1.0

Adresse local : 192.168.1.1 - 192.168.1.254

Exemple IPv6

fe80::8218:44ff:fe0:4d5c/64

Adresse du sous réseaux : fe8::

Adresse local : fe8:: - fe8::ffff:ffff:ffff:ffff

Address Resolution Protocol (ARP) pour IPv4

Problème

Comment envoyer un paquet à une machine dans le même sous réseau quand on connaît son IP.

Address Resolution Protocol (ARP) pour IPv4

Problème

Comment envoyer un paquet à une machine dans le même sous réseau quand on connaît son IP.

Pour IPv4 : Paquet ARP/ EtherType (0x0806)

Paquet de la couche réseau [3] qui est broadcasté sur la couche de liaison et qui demande à qui appartient une IPv4.

0	4	8	12	16	20	24	28	32
Type Hardware(1)				Type Protocol(IPv4 :0x0800)				
taille liens(6)		taille reseaux(4)		Operation (demande :1,réponse :2)				
Source adresse MAC								
				Source adresse IP				
Destination adresse MAC (0 pour demande)								
				Destination adresse IP				

IPv6

Utilisation du protocole Neighbor Discovery Protocol (NDP) qui regroupe plusieurs protocoles distincts d'IPv4. Même principe qu'ARP.

Envoi d'un paquet IP

Information nécessaire

- Adresse MAC de la source
- Adresse IP de la source + Masque de sous réseaux.
- Adresse IP du routeur.

Envoi d'un paquet IP

Information nécessaire

- Adresse MAC de la source
- Adresse IP de la source + Masque de sous réseaux.
- Adresse IP du routeur.

Réseaux local

L'adresse IP appartient au même sous réseaux. On cherche l'adresse MAC de destination, on fabrique la trame puis on envoie

Machine distante

L'adresse IP n'appartient pas au même sous réseaux. On cherche l'adresse MAC du routeur, on fabrique la trame puis on envoie au routeur.