

Réseaux

Couche Application

E. Jeandel

1 Généralités

Couche application

- Dernière couche du modèle OSI et TCP/IP
- Échange de *messages* entre processus

Protocole

- Un protocole de niveau application doit spécifier
- le type et le contenu des messages échangés
 - Les règles déterminant quand ces messages doivent être envoyés/reçus
 - Agent utilisateur (*user agent*) : interface entre l'utilisateur et le protocole (ex : navigateur)

Principe client/serveur

- En général un protocole applicatif utilisera un système client/serveur
- Le client initie la connexion, demande un service
 - Le serveur fournit un service Exemples :
 - Web : navigateur/serveur Web
 - Envoi de mail : MTA qui envoie/MTA qui reçoit

Quelquefois, chaque participant est simultanément client et serveur

- FTP

Pair à Pair

- Simultanément client et serveur
- Le serveur ne sont typiquement pas toujours allumés ;
- Trafic symétrique
- Passage à l'échelle plus aisé

Caractéristiques

- Tolérance aux pertes ou non
- Délais faibles
- Grande Bande passante ou non
 - Application *élastique* : peut utiliser la bande passante si elle en a.

Exemples

- Transfert de fichiers ?
- Multimedia ?
- VoIP ?
- Mail ?
- XDMCP/VNC ?
- Consultation d'une page web ?
- Jeux vidéos ?
- Messagerie instantanée ?

Questions à se poser

- Structuration des données ? (texte (XML ?) /binaire) ?
- Interaction ?
- Erreurs ?

Structuration des données (TCP)

- En TCP, les données ne sont pas organisées en paquet
- Nécessité une analyse syntaxique/sémantique
- Le protocole doit être structuré
 - HTTP : texte, une entête par ligne, puis une saut de ligne
 - XMPP (Jabber) : Flux XML : lire jusqu'au tag fermant correspondant
 - Protocoles binaires (par ex) : commencer par un champ indiquant la longueur

Structuration des données (UDP)

- Organisation en paquet
- Protocole non fiable
- L'application doit continuer à fonctionner si certains paquets sont perdus.
 - Multimédia : I-frames et P-frames

Interactions

- Éviter d'avoir trop de messages
 - Le temps d'AR est souvent le facteur limitant
- Mécanisme pour signaler le type de réponse :
 - Code d'erreur (ex : HTTP)
 - Balise spéciale (ex : XMPP)

2 BOOTP/DHCP

BOOTP/DHCP

- Configurer une machine (Adresse IP, masque du réseau, etc)
- Fonctionne en UDP (68/67 pour client/serveur)
- BOOTP : Liste d'adresse statique. Lien vers un fichier de configuration à télécharger
- DHCP : Allocation dynamique : "location" d'une adresse avec un bail qui peut expirer

Principe

Quatre étapes :

- Le client envoie un paquet DHCPDISCOVER pour trouver le serveur DHCP en broadcast
 - Peut demander une certaine IP
 - Peut demander des paramètres utiles : routeur, masque, nom de domaine. . .
- Le serveur trouve une adresse IP pour le client, et lui envoie un paquet DHCPOFFER
 - Le serveur utilise le champ CHADDR (Client Hardware Address) pour déterminer l'IP
- Le client envoie un DHCPREQUEST en *broadcast* pour accepter l'offre
 - Permet de prévenir *tous* les serveurs DHCP
- Finalement le serveur DHCP envoie un DHCPACK qui contient tout les paramètres que le client lui a demandé

Principe (Suite)

Principe du bail :

- Le client essaie de renouveler le bail (DHCPREQUEST)
- Deux fois : après la moitié du temps et les 7/8 du temps.
- Si le serveur ne répond pas, ou qu'il répond DHCPNACK, le client doit recommencer (en broadcast)

Paramètres utiles (RFC 2132)

- *subnet mask*
- *time offset* fuseau horaire (décalage avec UTC)
- *router*
- *domain name server* (DNS)
- *host name*
- *domain name*
- *Default IP TTL*
- *static route*
- *SMTP server*

3 DNS

3.1 Principe

DNS (Domain Name System)

- Donner des noms plutôt que des IPs à des machines
- Organisé sous forme d'arbre
 - Chaque noeud a un nom (ex : univ-mrs.frr)
 - Les feuilles de l'arbre correspondent à une vraie machine
 - Un *domaine* est un sous-arbre

DNS (Organisation)

Division en *zones*

- Une zone est un ensemble de noeuds.
- Chaque zone possède un serveur officiel (*authoritative server*, autorité) pour la zone
- Le serveur officiel gère tous les noms de la zone (il peut ne pas faire partie de la zone)

Règles :

- Tout noeud appartient à une zone
- Aucun noeud n'appartient à plus d'une zone

Résolution DNS

Du point de vue du client :

- Le client contacte un serveur DNS
- Le serveur DNS lui répond
- Protocole DNS
- UDP 53 pour le serveur
- Port source du client variable

Résolution DNS

Du point de vue d'un serveur, trois cas

- Si je suis le serveur officiel de l'adresse, je renvoie la réponse
- S'il s'agit d'une adresse dans un de mes sous-domaines, j'interroge le sous-domaine
- Sinon, j'interroge un serveur *racine*

Le serveur racine connaît, pour chaque domaine de premier niveau (TLD) un serveur officiel à contacter.

Note :

- Il faut que chaque serveur DNS connaisse un moyen d'accéder à un serveur racine
- Voir par exemple <http://www.iana.org/about/popular-links/>

Interrogation

Un serveur *A* peut interroger un serveur *B* de deux manières :

- Itérative : *A* demande à *B* quel est le prochain serveur à contacter pour me rapprocher du serveur officiel
- Récursive : *A* demande à *B* de faire la résolution DNS.

En pratique, les interrogations vers un serveur *racine* sont itératives, les autres récursives.

Exemple

Je (moi) cherche à obtenir l'IP de www.lif.univ-mrs.fr

- Ma machine contacte le serveur DNS 147.94.64.180
- Celui-ci contacte un serveur root, par exemple [192.5.5.241\(f.root-servers.net\)](http://192.5.5.241(f.root-servers.net))
- Le serveur root lui dit que pour contacter .fr, il faut s'adresser à [192.134.0.129\(c.nic.fr\)](http://192.134.0.129(c.nic.fr))
- Le serveur 147.94.64.180 demande donc à 192.134.0.129 de faire la résolution DNS pour lui
- 192.134.0.129 sait que univ-mrs.fr est en particulier géré par [193.51.208.1\(dns.inria.fr\)](http://193.51.208.1(dns.inria.fr)) et lui demande de travailler
- 193.51.208.1 sait que lif.univ-mrs.fr est géré par [139.124.1.1\(ns1.univmed.fr\)](http://139.124.1.1(ns1.univmed.fr)) et lui passe donc la requête
- 139.124.1.1 connaît l'IP de www.lif.univ-mrs.fr, la transmet à 193.51.208.1 qui la transmet à 192.134.0.129 qui la transmet à 147.94.64.180, qui enfin le donne à ma machine

Délégation

- En fait, les champs DNS permettant de déléguer ne contiennent pas une adresse IP, mais un nom d'hôte...
- Cercle vicieux ?
- En pratique dns.inria.fr connaît (et renvoie) l'IP de ns1.univmed.fr
- Une zone connaît l'adresse IP de tous les hôtes auxquelles elles délèguent..

La pratique

- Tout nom de domaine doit être enregistré dans au moins *deux* serveurs
- *primary name server* et *secondary name server*

Système de cache :

- Pour éviter trop de volume d'informations
- TTL (Time to Live) fixé par le serveur officiel
- Flag dans le protocole DNS pour indiquer qu'on est le serveur officiel.

Voir le cours d'[Outils de l'Internet](#) pour user et abuser du DNS..

3.2 Contenu

Contenu

Une ligne dans une liste d'enregistrement DNS est de la forme suivante

```
ac.      172800  IN      NS      b.ns13.net.
```

- Nom de domaine
- TTL
- IN en général (pour INternet)
- Type d'enregistrement
- Contenu

Plusieurs types d'enregistrements

- Le DNS ne sert pas qu'à transformer des noms en IP

Types d'enregistrements

- A : Address
- AAAA (IPV6)
- NS : Name Server (Délégation)
- CNAME : Canonical Name
- SOA : Start of Authority
- TXT
- MX : Mail eXchanger
 - Contient un entier spécifiant la priorité

Exemple

```
gmail.com.      86345  IN      SOA      ns1.google.com. dns-admin.google.com.
                1433624 21600 3600 1209600 300
gmail.com.      245    IN      TXT      "v=spf1 redirect=_spf.google.com"
gmail.com.      3545   IN      MX       5 gmail-smtp-in.l.google.com.
gmail.com.      3545   IN      MX       10 alt1.gmail-smtp-in.l.google.com.
gmail.com.      3545   IN      MX       20 alt2.gmail-smtp-in.l.google.com.
gmail.com.      245    IN      AAAA     2a00:1450:8002::53
gmail.com.      243    IN      A        209.85.227.19
gmail.com.      243    IN      A        209.85.227.83
gmail.com.      345545 IN      NS       ns1.google.com.
gmail.com.      345545 IN      NS       ns2.google.com.

;; AUTHORITY SECTION:
gmail.com.      345545 IN      NS       ns1.google.com.
gmail.com.      345545 IN      NS       ns2.google.com.

;; ADDITIONAL SECTION:
ns1.google.com. 328073 IN      A        216.239.32.10
ns2.google.com. 328073 IN      A        216.239.34.10
```

3.3 DNS et DHCP

DNS et DHCP

Comment interagissent DNS et DHCP dans un réseau local ?

- Configurer le serveur DHCP pour qu'il prévienne chaque machine du serveur DNS local
- Permettre au serveur DHCP d'ajouter des enregistrements au serveur DNS
- Utilise le protocole DNS, avec une signature chiffrée (voir cours de sécurité)

4 Divers

4.1 Messagerie électronique

Messagerie électronique

Plusieurs fonctionnalités, par plusieurs applications

- MUA (Message User Agent) : Client Mail (*mutt*, Thunderbird, etc)
- MDA (Message Delivery Agent) : Dépose dans la boîte aux lettres
- MTA (Message Transfert Agent) : Transfère les messages d'un serveur à un autre

Seule partie intéressante : le MTA

Pour le reste, voir les protocoles POP3 ou IMAP.

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol, RFC 821)

- TCP, port 25
- Protocole textuel, facile à comprendre
- Si bob@kelso.info veut envoyer un mail à john@dorian.info :
 - Il contacte son serveur SMTP, et lui donne le message à envoyer
 - Le serveur SMTP de kelso.info n'accepte que des messages à destination ou en provenance de kelso.info
 - Celui-ci cherche le serveur SMTP correspondant à dorian.info
 - Enregistrement DNS de type MX. A défaut, de type A.
 - Priorité sur le serveur à contacter.
 - Puis lui envoie le message. Le serveur SMTP correspondant à dorian.info se charge de place le message dans la bonne boîte.

Le serveur SMTP de kelso.info se *charge* du message. Pas besoin de resté connecté en attendant qu'il soit envoyé.

4.2 HTTP

HTTP

- Utilisé pour accéder aux pages Web
- TCP, Port 80
- Protocole textuel
- Entêtes dans les questions et réponses
- Utilisation de codes d'erreur

Exemple

```
GET /~ejeandel/index.html HTTP/1.1
Host: www.lif.univ-mrs.fr

→

HTTP/1.1 200 OK
Date: Sat, 20 Nov 2010 15:02:59 GMT
Server: Apache
Last-Modified: Mon, 25 Oct 2010 14:17:59 GMT
ETag: "28c6d9d7-1014-4cc59197"
Accept-Ranges: bytes
Content-Length: 4116
Content-Type: text/html

<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN">
<HTML>
<HEAD>
...
```

Principes

- Au début, une connexion par fichier à télécharger
- Ralentissement dû à la phase de connexion et au Slow Start de TCP
- 3 solutions :
 - Connection: Keep-Alive
 - Pipelining : Envoyer les requêtes sans attendre les réponses
 - Plusieurs connexion simultanées sur le serveur

Gérer la surcharge

Eviter de surcharger une machine avec tout le trafic (ex : google.com).

Solutions :

- Round-Robin DNS : permuter les enregistrements DNS à chaque requête
 - N'équilibre pas la charge
 - Problème avec le cache
- Reverse proxy. Une machine reçoit les connexions et répartit la charge
 - Transparent pour le client
 - Avec une redirection 30x

Pas uniquement pour HTTP

4.3 Messagerie instantanée

Protocoles

Plein de protocoles, incompatibles

- AIM
- ICQ
- MSN
- XMPP (Jabber, gmail)
- Yahoo ! Messenger

XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol)

- Utilise XML
- TCP, Port 5222
- Décentralisé (pas un seul serveur)
- Adresses en `username@domain`
- Protocole moderne
 - Serveur à contacter pour `bob@kelso.info` : Enregistrement DNS de type SRV sur `_xmpp-server._tcp.kelso.info`
- Communication serveur-serveur différente (port 5269)

Principe

- Si `bob@kelso.info` veut parler avec `john@dorian.info` :
- Chacun se connecte à son serveur XMPP
 - Bob prévient son serveur qu'il veut parler à John
 - Le serveur transmet le message à l'autre serveur :
 - Si aucun des deux serveurs ne bloquent l'autre..
 - Le serveur transmet le message à John s'il est connecté, et le garde en mémoire pour le livrer plus tard sinon

Exemple

```
<message type='chat' id='1' to='john@dorian.info'>
  <composing xmlns='http://jabber.org/protocol/chatstates' />
</message>
<message type='chat' id='2' to='john@dorian.info'>
  <active xmlns='http://jabber.org/protocol/chatstates' />
  <body>
    Bonjour
  </body>
</message>
<message type='chat' id='3' to='john@dorian.info'>
  <active xmlns='http://jabber.org/protocol/chatstates' /><
</message>
```

Exemple (cont'd)

```
<message type='chat' id='1' to='john@dorian.info'
          from='bob@kelso.info/Office'>
  <composing xmlns='http://jabber.org/protocol/chatstates' />
</message>
<message type='chat' id='2' to='john@dorian.info'
          from='bob@kelso.info/Office'>
  <active xmlns='http://jabber.org/protocol/chatstates' />
  <body>
    Bonjour
  </body>
</message>
<message type='chat' id='3' to='john@dorian.info'
          na./from='bob@kelso.info/Office'>
  <active xmlns='http://jabber.org/protocol/chatstates' />
</message>
```