

Réseaux Sockets

E. Jeandel

1 Généralités

Sockets

- Une des extrémités d'une communication sur internet
- Une socket est donnée par :
 - L'adresse de transport locale (IP + port)
 - L'adresse de transport du destinataire (eventuellement)
 - Le protocole de transport (TCP, UDP, ...)

Une socket connectée est déterminée par quatre informations : Adresse réseau/port source et Adresse réseau/port destination

Sockets (Types)

- Plusieurs types. Les plus fréquents :
 - Socket stream (connectée, TCP sur Internet)
 - Socket datagramme (non connectée, non fiable, UDP sur internet)
 - Socket *Raw* : niveau couche réseau

Sockets Raw accessibles en général uniquement par *root*.

- Conséquence :

```
ejeandel@monster:home/> ls -l /bin/ping
-rwsr-xr-x 1 root root 33576 août 28 2009 /bin/ping
```

Sockets (API)

- Plusieurs API :
 - BSD sockets (Standard sur MAC OS X, Linux)
 - Windows Sockets
 - TLI (Transport Layer Interface)/XTI (Standard sur MAC OS, Solaris...)

Normalisé dans POSIX.

2 Sockets BSD

2.1 Création

Création

Pour créer une socket, il faut savoir :

- La famille de protocoles
- Le type (voir plus haut)
- Le protocole

```
int socket(int domain, int type, int protocol);
```

- Le résultat est un descripteur de fichiers
- On peut utiliser *write*, *read*, *dup2* sur le résultat

Famille de protocoles

```
#define AF_UNSPEC 0
#define AF_UNIX 1 /* Unix domain sockets */
#define AF_LOCAL 1 /* POSIX name for AF_UNIX */
#define AF_INET 2 /* Internet IP Protocol */
#define AF_AX25 3 /* Amateur Radio AX.25 */
#define AF_IPX 4 /* Novell IPX */
#define AF_APPLETALK 5 /* AppleTalk DDP */
#define AF_NETROM 6 /* Amateur Radio NET/ROM */
#define AF_BRIDGE 7 /* Multiprotocol bridge */
#define AF_ATMPVC 8 /* ATM PVCs */
#define AF_X25 9 /* Reserved for X.25 project */
#define AF_INET6 10 /* IP version 6 */
#define AF_ROSE 11 /* Amateur Radio X.25 PLP */
#define AF_DECnet 12 /* Reserved for DECnet project */
#define AF_NETBEUI 13 /* Reserved for 802.2LLC project */
#define AF_SECURITY 14 /* Security callback pseudo AF */
#define AF_KEY 15 /* PF_KEY key management API */
...
```

(Source : Noyau Linux)

Types et Protocoles

```
#define SOCK_STREAM 1 /* stream socket */
#define SOCK_DGRAM 2 /* datagram socket */
#define SOCK_RAW 3 /* raw-protocol interface */

#define IPPROTO_ICMP 1 /* control message protocol */
#define IPPROTO_IPV4 4 /* IPv4 encapsulation */
#define IPPROTO_TCP 6 /* tcp */
...
#define IPPROTO_UDP 17 /* user datagram protocol */
#define IPPROTO_RAW 255 /* raw IP packet */
```

(Source : Noyau XNU)

- Souvent, famille + type suffit à identifier le protocole
- AF_INET + SOCK_STREAM → IPPROTO_TCP
- AF_INET + SOCK_DGRAM → IPPROTO_UDP
- Mettre : protocol = 0

Fonctions de conversion

- Le codage des entiers sur le réseau doit être défini de façon cohérente
- *network byte order*
- Grand boutiste

Fonctions pour convertir

```
uint32_t htonl(uint32_t hostlong);
uint16_t htons(uint16_t hostshort);
uint32_t ntohl(uint32_t netlong);
uint16_t ntohs(uint16_t netshort);
```

2.2 Destruction

Fin

```
int shutdown(int sockfd, int how);
```

- how = SHUT_(RD, WR, RDWR), désactive réception, envoi, ou les deux.
- SHUT_WR envoi un paquet FIN
- Ensuite on peut faire **close**

On peut aussi faire **close** directement.

- Différence sur le traitement des messages dans les tampons

2.3 Adresses

sockaddr

- Une adresse est stockée dans une structure `sockaddr`
- Dépend de l'implémentation
- Contient un champ `sa_family`
- Pour chaque `sa_family` différent, une sous-structure :
 - `struct sockaddr_in` (AF_INET)
 - `struct sockaddr_in6` (AF_INET6)
 - `struct sockaddr_un` (AF_UNIX)
- Structure générique `struct sockaddr_storage` de taille plus grande que toutes les autres.
- La façon d'aller chercher l'adresse et le port diffèrent suivant la famille...
- On peut tout de même les rentrer à la main...

Entrer les adresses

- L'utilisateur préfère avoir les adresses de façon "claire" (chaîne de caractères) plutôt que binaire
- Fonctions de conversion
- IPv4 : `inet_ntoa`, `inet_aton` (déprécié)

```
char *inet_ntop(int af, void *src, char *dst, socklen_t size);
int inet_pton(int af, const char *src, void *dst);
```

- `af` : Address family (AF_INET, AF_INET6)
- Pénible à utiliser en pratique

Solution propre

- `getaddrinfo`
- S'occupe également de la résolution des adresses/ports
- Remplace aussi `getservbyname`, `gethostbyname`

```
int getaddrinfo(char *node, char *service,
                struct addrinfo *hints, struct addrinfo **res);
```

- `hints` : Paramètres voulus pour la socket `ai_{family, socktype, protocol}` ainsi que `ai_flags`
- Résultat : liste des possibilités : `ai_{family, socktype, protocol, sockaddr}`
- `ai_next` pour passer à la suivante.
- Libéré avec `freeaddrinfo`.

Réciproque

- Retrouver adresse et port à partir de `sockaddr`
- `getnameinfo`
- Remplace `gethostbyaddr`, `getservbyport`

```
int getnameinfo(struct sockaddr *sa, socklen_t salen,
                char *host, size_t hostlen,
                char *serv, size_t servlen, int flags);
```

2.4 I/O

Ecriture

```
ssize_t send(int sockfd, void *buf, size_t len, int flags);
ssize_t sendto(int sockfd, void *buf, size_t len, int flags,
               struct sockaddr *dest_addr, socklen_t addrlen);
```

- `sendto` utilisé pour UDP.
- Si le destinataire est connu (eg TCP), on peut aussi utiliser `write`

Lecture

```
ssize_t recv(int sockfd, void *buf, size_t len, int flags);
ssize_t recvfrom(int sockfd, void *buf, size_t len, int flags,
                 struct sockaddr *src_addr, socklen_t *addrlen);
```

- On peut également utiliser `recv` (et même `read`) sur une socket UDP.

2.5 Client/Serveur

TCP

Client :

```
int connect(int sockfd, struct sockaddr *addr, socklen_t addrlen);
```

Serveur :

```
int bind(int sockfd, struct sockaddr *addr, socklen_t addrlen);
int listen(int sockfd, int backlog);
int accept(int sockfd, struct sockaddr *addr, socklen_t *addrlen);
```

- **bind** : Donne une adresse locale à la socket
- **listen** : La socket est passive et attend les connexions.
- **accept** : Attend une connexion, puis crée une nouvelle socket permettant de traiter la connexion

Note : Pour le serveur, il faut ajouter le flag `AI_PASSIVE` lors de `getaddrinfo`

- On peut également faire **bind** chez le client (sémantique ?)

UDP

```
int bind(int sockfd, struct sockaddr *addr, socklen_t addrlen);
```

- **bind** : Donne une adresse locale à la socket (permet ensuite d'utiliser `recvfrom`)
- On peut utiliser `connect` (`fd, addr, addrlen`)
 - Seuls les paquets émis depuis `addr` seront reçus.
 - Les paquets sont envoyés par défaut (avec `send`) à `addr`
- Pas vraiment de client ni de serveur..

2.6 UDP/TCP

Différences

- Tout ce qu'on a déjà dit les semaines précédentes..

UDP vs TCP

- UDP : A chaque appel de `send`, un paquet va être envoyé
- UDP : `recv` reçoit un paquet en entier
- Si *A* appelle `send` deux fois sur un buffers d'un bit, et *B* fait un seul `recv` :
 - TCP : *B* recevra les deux bits.
 - UDP : *B* recevra le premier bit, doit faire un second `recv` pour le deuxième
- UDP : Si le buffer de `recv` est trop petit, le reste du paquet est perdu.

UDP vs TCP

- UDP n'a pas de tampon pour les paquets envoyés.
- Pour un envoi de plusieurs paquets rapidement sur un réseau local, les premiers vont être supprimés
 - Temps que le cache ARP se mette à jour

3 Usage élaboré

3.1 Divers

Options des sockets

```
int getsockopt(int sockfd, int level, int optname,
               void *optval, socklen_t *optlen);
int setsockopt(int sockfd, int level, int optname,
               const void *optval, socklen_t optlen);
```

- `level = SOL_SOCKET, IPPROTO_IP, IPPROTO_TCP, etc`
- Options utiles :
 - `SO_REUSEADDR`. Permet de faire **bind** sur une adresse déjà utilisée.
 - `IP_TTL`. Change le TTL des prochains paquets envoyés.
 - `TCP_NODELAY`. Désactive l'algorithme de Nagle.
- D'autres options spécifiques à l'OS (`TCP_MAXSEG`, `TCP_QUICKACK..`)

OOB (Out of Band)

- Permet d'envoyer des données sur un deuxième "canal" en même temps que le premier
- TCP : canal limité à 1 bit à la fois.
- Option `MSG_OOB` de `send/recv`

3.2 Appels non bloquants

Problématique

- Faire des appels non bloquants, par exemple pour traiter plusieurs connexion simultanément

Solution 1

- Rendre la socket non bloquante

POSIX :

```
flags = fcntl(socket, F_GETFL, 0);
fcntl(socket, F_SETFL, flags | O_NONBLOCK);
```

Autres :

```
flags = 1;
ioctl(socket, FIONBIO, &flags);
```

Solution 2 (select)

```
int select(int nfd, fd_set *readfds, fd_set *writefds,
           fd_set *exceptfds, struct timeval *timeout);
```

Un évènement de lecture est enclenché :

- S'il y a quelque chose à lire
- Sur une socket passive, si un nouveau client s'est connecté
- Si la socket est fermée

Un évènement d'écriture est enclenché :

- Si on peut écrire (le tampon est vide)
- Si la socket est fermée
- Si un **connect** (non bloquant) est fini

Un évènement exceptionnel se produit

- Lorsqu'on reçoit un paquet OOB.

4 Windows Sockets (winsock)

Windows Sockets

Essentiellement la même chose que les sockets BSD

- Différence principale : Le numéro de la socket n'est pas un descripteur de fichier
- On ne peut donc pas utiliser **read, write, close**.

API

Différences dans l'API :

- **close** vs **closesocket**
- **ioctl** vs **ioctlsocket**
- Appel initial/final de toute application à **WSAStartup/WSACleanup**

Grosses différences dans la gestion des erreurs.