MC833A - Programação de Redes de Computadores

Professor Nelson Fonseca

http://www.lrc.ic.unicamp.br/mc833/

Roteiro

- **Objetivo: compreender os códigos de um servidor e de um cliente TCP usando sockets (Capítulos 2, 3 e 4 do livro texto)**

- Sockets em SOs Unix-like
- Algoritmo do cliente e do servidor TCP
- Funções importantes para clientes e servidores TCP (mais uma vez, em C)
- Estrutura de endereçamento dos sockets (tudo em C)
- Programas úteis no GNU/Linux
- Atividade prática

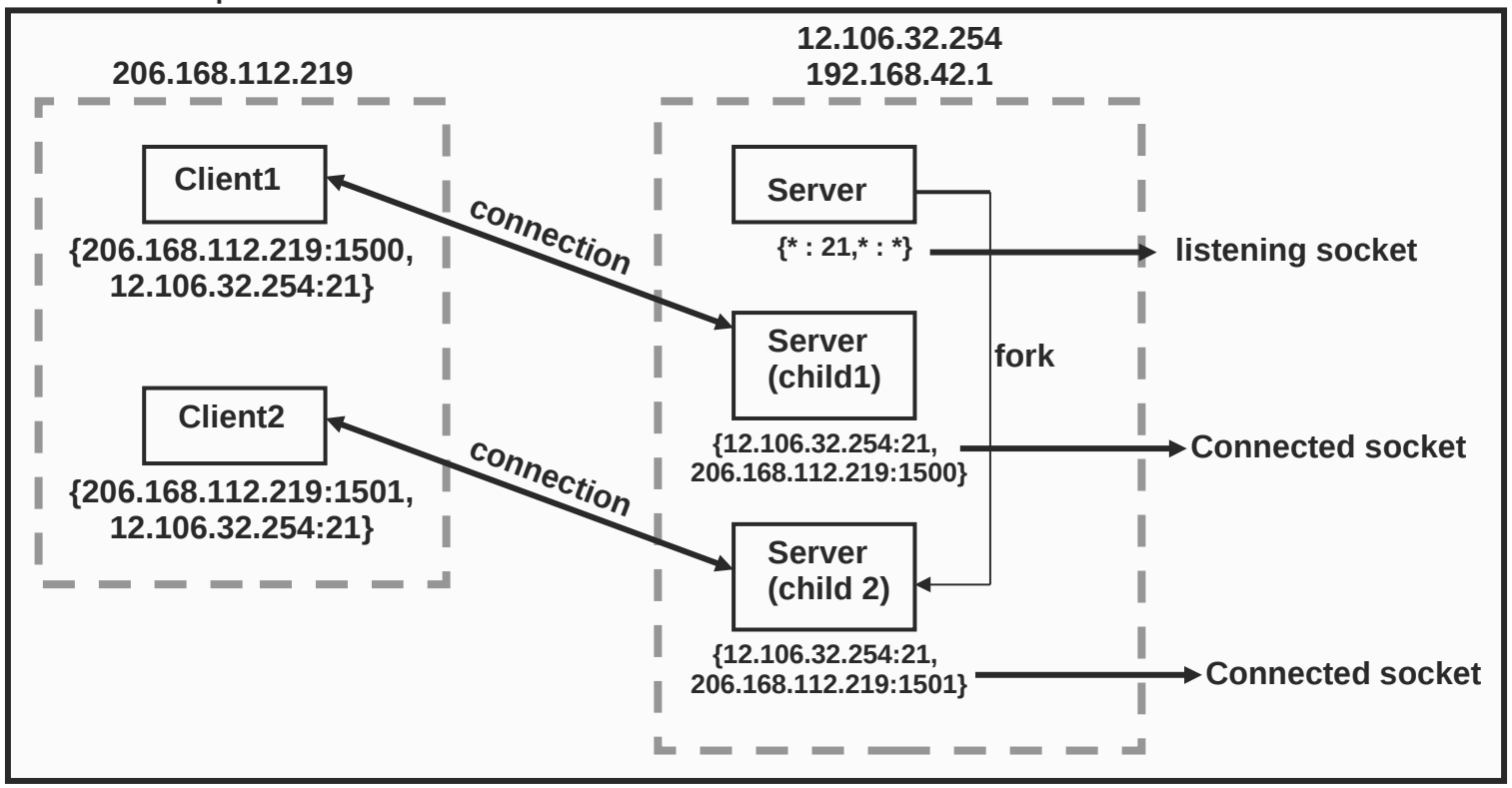
Sockets

API Sockets

- Em SOs Unix-like, tudo é arquivo!
- Socket = “o arquivo para comunicação de programas via rede”
- cliente/servidor
- Dois tipos de serviço de transporte via API Sockets
  - Datagrama, entrega não confiável
  - Fluxo de bytes, entrega confiável

Pares de sockets

- 4-tupla <endereço IP local, porta local, endereço IP remoto, porta remota>
- Exemplo de conexão de dois clientes a um servidor:



Pares de sockets (Portas em SOs Unix-like)

- No lado do servidor, precisa definir portas > 1023 (não root)
- No lado do cliente, é automático: Portas temporárias
- Dúvida sobre portas e serviços?
  - `/etc/services`

Pares de sockets (Endereços em SOs Unix-like)

- `/sbin/ifconfig`
- No lado do servidor a escolha pode ser automática
  - Mais necessário caso hajam múltiplos endereços e se quiser restringir o funcionamento do servidor

Então, sockets possibilitam...

- Uma comunicação entre **dois processos** via TCP (ou UDP) identificada univocamente por dois pares de valores:
  - um “socket local” = (IP local, porta local), e
  - um ”socket remoto” = (IP remoto, porta remota)
- Comunicação Cliente - Servidor:
  - máquina Cliente denominada “local”,
  - máquina Servidora denomionada “remota”
- Abstração dos detalhes das camadas inferiores!!!

Como seria um servidor TCP?

- Cria s = socket (porta); //(porta > 1023)
- Informa que s é um servidor; // Deve esperar conexões;
- enquanto (1)
  - •Aguarda conexão dos clientes;
  - •Transfere dados para o cliente;
  - •Fecha a conexão;
- sai();

- Obs.: Sem concorrência

Como seria um cliente TCP?

- Cria s = socket ();
- Conecta s ao servidor; // Precisa saber IP e porta
- Transfere dados do servidor;
- sai();

Função `socket`

```
int socket ( int family, int type, int protocol)
          retorna  > 0 se OK, -1 se erro
```

- Retorna um descritor de socket (um inteiro positivo pequeno)
- Muito semelhante a um descritor de arquivo Unix (Suporta, por exemplo, operações de read, write e close)
- **cliente** e **servidor** usam

Função `socket` (2)

- Parâmetros:

  `family`: uma dentre as constantes:

  `AF_INET` - socket usa internet IPv4

  `AF_INET6` - socket usa internet IPv6

  `AF_UNIX` ou `AF_LOCAL` - socket domínio Unix

  `type`: um dentre as constantes:

  `SOCK_STREAM`: socket será usado com TCP

  `SOCK_DGRAM`: socket será usado com UDP

  `protocol`: `0` para aplicações comuns

Função `socket` (3)

- Estaremos interessados apenas nas combinações:

Família	*Tipo*	
AF_INET	SOCK_STREAM	SOCK_DGRAM
AF_UNIX	SOCK_STREAM	SOCK_DGRAM

Exemplo:

sockfd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0),

cria um socket Internet (IP4) para uso com TCP.

Função connect

```
int connect ( int sockfd, const struct sockaddr *servaddr,
              int addrlen)
              retorna 0 se OK, -1 se erro,
```

- **cliente** usa para iniciar conexão com servidor remoto:
- ”3 way handshake"
- `sockfd`: obtido na chamada anterior a `socket()`
- `servaddr`: estrutura inicializada previamente com a identificação do socket remoto: (IP remoto, # porta remota)
- Não é necessário que o cliente chame `bind` :

  o socket local escolhido pelo kernel e consiste do par:

  (IP local, # porta transiente), escolhida de forma a não conflitar com outras em uso

Função `bind`

int bind(int sockfd, (struct sockaddr) myaddr, int socklen)*

retorna 0 se OK, -1 se erro

`bind` associa ao descritor `sockfd` um valor para o "socket local" passado na estrutura `myaddr`.

A aplicação tem a opção de deixar para o sistema determinar o # IP ou o # porta ou ambos;

Servidor usa para associar o socket à um IP/porta (o cliente não precisa pois isso é feito pelo SO somente na conexão)

Função `bind` (2)

- Isto em geral é conveniente, pois se o host tiver mais de um endereço, o “mais apropriado” para a comunicação é escolhido (no netstat “0.0.0.0”)
- Se o sistema escolhe a porta, esta não conflitará com nenhuma outra (temporária).
- Para deixar o sistema escolher o endereço deve-se atribuir INADDR_ANY no campo de endereço da estrutura *myaddr*
- Para deixar o sistema escolher a porta deve-se atribuir 0 ao campo de porta da estrutura *myaddr*:

  **myaddr.sin_port = 0;*
  **myaddr.sin_addr.s_addr = INADDR_ANY*

Função `listen`

- Um socket é considerado *ativo* se a aplicação invoca *connect* com o socket, iniciando o “3-way handshake” com outro host;
- se a aplicação invocar *listen*, então o socket passa a ser *passivo* (aceita conexões);
- **Servidores** devem usar para modificar o socket (clientes invocam *connect* enquanto servidores invocam *listen*

  seguido de *accept.*

*int listen (int sockfd, (struct sockaddr) * myaddr, int backlog)*

retorna 0 se OK, -1 se erro

O parâmetro *backlog* corresponde ao tamanho de uma fila no kernel para o número de conexões em andamento e completadas.

Função accept

- Invocada por um **servidor** TCP para obter os dados e retirar da fila a 1ª conexão da fila de conexões concluídas.

*int accept (int sockfd, (struct sockaddr) * cliaddr, int * socklen)*

retorna: valor descritor de socket (>0) se OK, -1 se erro

socklen é passado por valor-resultado, retornando o tamanho real da estrutura preenchida pelo kernel (igual ao passado, no caso de um socket internet)

Estrutura sockaddr

```
struct sockaddr {
    unsigned short sa_family;  // 2 bytes - família (AF_xxx)
    char           sa_data[14];// 14 bytes - endereço
};
```

- Estrutura genérica para manter dados de endereços
- Mesmas famílias do `socket`
- Para facilitar a manipulação do `sa_data`, usa-se `sockaddr_in`

Estrutura `sockaddr_in`

```
struct sockaddr_in {
    short int          sin_family;  // 2 bytes
    unsigned short int sin_port;    // 2 bytes
    struct in_addr     sin_addr;    // 4 bytes
    unsigned char      sin_zero[8]; // igualar o
  tamanho
};
```

- Estrutura para Ipv4 (**in**ternet)
- A porta e o endereço devem ser manipuladas por funções especiais (ex: `inet_pton, htonl, htons, inet_ntop`)
- Pode fazer cast para sockaddr

Atividade prática

- Familiarizar-se com as funções de sockets e com as ferramentas do SO através da análise dos códigos de um servidor e de um cliente TCP

- http://www.lrc.ic.unicamp.br/mc833
  - Exercício 2 – Parte 1

Programas úteis

- netstat

```
tcp  0  0 10.3.77.9:60462  64.233.185.19:443       ESTABELECIDA10841/firefox-
    bin
tcp  0  0 10.3.77.9:3015   10.3.77.9:36708         ESTABELECIDA-
tcp  0  0 10.3.77.9:40226  143.106.7.33:22         ESTABELECIDA11335/ssh
```

Obs.: Lembrar das portas e permissões

Programas úteis

- ifconfig

```
eth0      Encapsulamento do Link: Ethernet  Endereço de HW 00:13:20:EB:B2:9D
          inet end.: 10.3.77.9  Bcast:10.3.77.255  Masc:255.255.255.0
          UP BROADCASTRUNNING MULTICAST  MTU:1500  Métrica:1
          RX packets:41287047 errors:3 dropped:14 overruns:2 frame:0
          TX packets:24339924 errors:0 dropped:0 overruns:3 carrier:0
          colisões:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:2041800490 (1.9 GiB)  TX bytes:3686477445 (3.4 GiB)
          IRQ:16 Endereço de E/S:0xde00
```

Obs.: Lembrar do PATH

Programas úteis

- ping

```
ping ssh.students.ic.unicamp.br
PING xaveco.lab.ic.unicamp.br (143.106.16.163) 56(84) bytes of data.
64 bytes from xaveco.lab.ic.unicamp.br (143.106.16.163): icmp_seq=1 ttl=61 time=5.02 ms
64 bytes from xaveco.lab.ic.unicamp.br (143.106.16.163): icmp_seq=2 ttl=62 time=1.48 ms
64 bytes from xaveco.lab.ic.unicamp.br (143.106.16.163): icmp_seq=3 ttl=62 time=1.45 ms
64 bytes from xaveco.lab.ic.unicamp.br (143.106.16.163): icmp_seq=4 ttl=62 time=1.45 ms

--- xaveco.lab.ic.unicamp.br ping statistics ---
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 3001ms
rtt min/avg/max/mdev = 1.450/2.355/5.029/1.543 ms
```

Obs.: Filtro de pacotes

Programas úteis

- telnet

```
usuario@urano:~$ telnet 192.168.33.37 1024
Trying 192.168.33.37...
Connected to localhost.localdomain.
Escape character is '^]'.
Fri Aug 17 18:02:38 2007
Connection closed by foreign host.
usuario@urano:~$
```

Obs.: Filtro de pacotes

Próxima aula

- Implementação de um cliente TCP e de um servidor que aceite conexões concorrentes