Programação de Aplicações em Rede usando *Sockets*

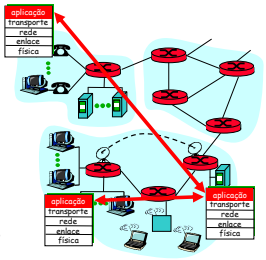
Objetivos:

- Conhecer a API *Sockets*, que permite a programas de aplicação comunicar-se através da Internet

Aplicações e Protocolo de Aplicação

Aplicação: processos distribuídos comunicantes
- rodam nos hospedeiros da rede no "espaço do usuário"
- trocam mensagens para realização da aplicação
- e.x., email, ftp, Web

Protocolos de aplicação
- fazem parte das aplicações
- definem as mensagens trocadas e as ações tomadas
- usam serviços de comunicação das camadas inferiores (TCP, UDP)



Aplicações de Rede: jargão

Processo: programa executando num hospedeiro.
- dentro do mesmo hospedeiro: comunicação interprocesso (definida pelo OS).
- processos executando em diferentes hospedeiros se comunicam através de um protocolo da camada de aplicação

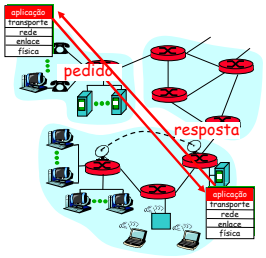
- agente do usuário: processo que interfaceia com o usuário 'em cima' e com a rede 'em baixo'.
  - implementa um protocolo da camada de aplicação
  - Web: *browser*
  - correio-e: leitor de correio
  - *streaming de* áudio/vídeo: *media player*

Paradigma Cliente-Servidor

Aplicações de rede típicas têm duas partes: *cliente* e *servidor*

Cliente:
- inicia a comunicação com o servidor ("fala primeiro")
- tipicamente solicita serviços do servidor,
- Web: cliente implementado no navegador; correio-e: leitor de correio

Servidor:
- fornece os serviços solicitados ao cliente
- e.x., servidor Web envia a página Web solicitada, servidor de correio-e envia as mensagens, etc.



Interfaces de Programação

API: *application programming interface*
- define a interface entre a camada de aplicação e de transporte
- soquete *(socket):* API da Internet
  - dois processos se comunicam enviando dados para o soquete e lendo dados do soquete

Q: Como um processo "identifica" o outro processo com o qual ele quer se comunicar?
- Endereço IP do computador no qual roda o processo remoto
- "número de porta" - permite ao computador receptor determinar o processo local para o qual a mensagem deve ser entregue.

Serviços de Transporte da Internet

serviço TCP:
- *orientado a conexão:* requerido o estabelecimento de conexão entre cliente e servidor
- *transporte confiável* de dados entre os processos emissor e receptor
- *controle de fluxo:* compatibilização de velocidade entre o transmissor e o receptor
- *controle de congestionamento :* protege a rede do excesso de tráfego
- *não oferece:* garantias de temporização e de banda mínima

serviço UDP:
- transferência de dados não confiável entre os processos transmissor e receptor
- não oferece: estabelecimento de conexão, confiabilidade, controle de fluxo e de congestionamento, garantia de temporização e de banda mínima.

Aplicações e Protocolos de Transporte da Internet

Aplicação	Protocolo de Aplicação	Protocolo de Transporte
e-mail	smtp [RFC 821]	TCP
acesso a terminal remotos	telnet [RFC 854]	TCP
Web	http [RFC 2068]	TCP
transferência de arquivos	ftp [RFC 959]	TCP
streaming multimídia	RTP ou proprietário (e.g. RealNetworks)	TCP ou UDP
servidor de arquivos remoto	NFS	TCP ou UDP
telefonia Internet	RTP ou proprietário (e.g., Vocaltec)	tipicamente UDP

A Interface *Socket*

- Acesso à rede através de uma interface semelhante à do sistema de arquivos
- Cada protocolo de transporte oferece um conjunto de serviços. A API Sockets fornece a abstração para acessar esses serviços
- A API define chamadas de funções para criar, fechar, ler e escrever em um soquete.
- O soquete (*socket*) é a abstração usada para comunicação na API *Socket*
  - Define um ponto terminal de comunicação para um processo
  - O SO mantém informação sobre o soquete e a sua conexão
  - A aplicação referencia o soquete para enviar e receber dados, etc

O que é Necessário para a Comunicação Usando Soquetes?

Quatro parâmetros

- Endereço IP fonte
- Porta fonte
- Endereço IP destino
- Porta destino

Fornecidos no momento da amarração (*binding*) do soquete

Criação de um Soquete

int socket(int familia, int tipo, int protocolo)

- familia:
  PF_INET ou PF_UNIX
- tipo:
  SOCK_STREAM ou SOCK_DGRAM
- protocolo:
  geralmente 0

A chamada retorna um descritor para o soquete (*handle*)

Amarração de um Soquete

int bind (int socket,
struct sockaddr *address,
int addr_len)

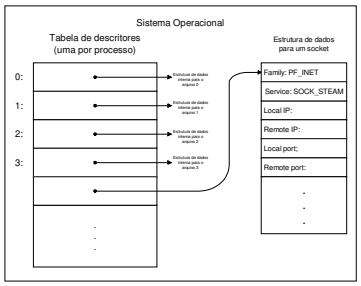
- Executada por um servidor TCP ou UDP
- Amarra um soquete a um endereço local
  - Endereço IP
  - porta

Estrutura de um Endereço

```
struct sockaddr {          /* struct to hold an address*/
    u_char   sa_len;       /* total lengh */
    u_short  sa_family;    /* type of address */
    char sa_ data[14]      /* value of address */
};

struct sockaddr_in {       /* struct to hold an address */
    u_char   sin_len       /* total length */
    u_short  sin_family;   /* type of address */
    u_short  sin_port;     /* port protocol number */
    struct     in_addr in_addr sin_addr;
      /* IP address (declared to be u_long type on some systems */
    char  sin_zero[8]      /* unused (set to zero)  */
};
```

Estrutura de Dados do Sistema para *sockets*



Servidor TCP: Listen

int listen (int socket, int queuelen)

- Especifica o número máximo de pedidos pendentes de conexão para um soquete
- Quando o servidor estiver processando uma conexão, *queulen* conexões podem estar pendentes numa fila

Servidor TCP: Conexão Passiva (accept)

int accept (int socket,
struct sockaddr *address,
int *addr_len)

- Retorna apenas quando um cliente remoto requisitar uma conexão
- **address*: endereço do cliente
- Retorna um descritor para a conexão estabelecida

Cliente TCP: Conexão Ativa (connect)

int connect (int socket,
struct sockaddr *address,
int *addr_len)

- ***address: endereço remoto (do servidor)**
- **Retorna apenas quando a conexão for estabelecida**
- **Ao retorno, o soquete *socket* estará conectado e pronto para a comunicação**

Soquetes: resumo

Cliente:

- int socket(int domain, int type, int protocol)
- int connect (int socket, struct sockaddr *address, int addr_len)

Servidor:

- int socket(int domain, int type, int protocol)
- int bind (int socket, struct sockaddr *address, int addr_len)
- int listen (int socket, int backlog)
- int accept (int socket, struct sockaddr *address, int *addr_len)

Comunicação

int send (int socket, char *message, int msg_len, int flags)
// TCP

int sendto (int socket, void *msg, int len, int flags, struct sockaddr * *to*, int *tolen*); //UDP)

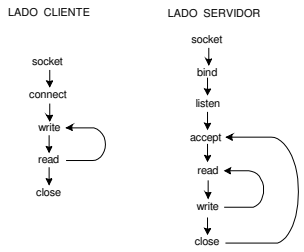
int write(int socket, void *msg, int len); // TCP

int recv (int socket, char *buffer, int buf_len, int flags) //TCP

int recvfrom(int socket, void *msg, int len, int flags, struct sockaddr *from, int *fromlen); // UDP

int read(int socket, void *msg, int len); //TCP

Uso das Primitivas



Conversão de Inteiros

- Ordem de bytes da rede: byte mais significativo primeiro
  - padrão TCP/IP para inteiros usados nos cabeçalhos dos protocolos

htons(): Host-to-network byte order for a short word (2 bytes)
htonl(): Host-to-network byte order for a long word (4 bytes)
ntohs(): Network-to-host byte order for a short word
ntohl(): Network-to-host byte order for a long word

Outras Funções Utilitárias

gethostname() -- get name of local host

getpeername() -- get address of remote host

getsockname() -- get local address of socket

get***X***by***Y***() -- get protocol, host, or service number using known number, address, or port, respectively

getsockopt() -- get current socket options

setsockopt() -- set socket options

ioctl() -- retrieve or set socket information

inet_addr() -- convert “dotted” character string form of IP address to internal binary form

inet_ntoa() -- convert internal binary form of IP address to “dotted” character string form

Bibliografia

- COMER, D. E., STEVENS, D. L., Internetworking With TCP/IP Volume III: Client-Server Programming and Applications, Linux/POSIX Socket Version, Prentice-Hall International 2001.
- STEVENS, W.R.; "UNIX NETWORKING PROGRAMMING – Networking APIs: Sockets and XTI – Volume 1 – Second Edition . Prentice Hall PTR – 1998.