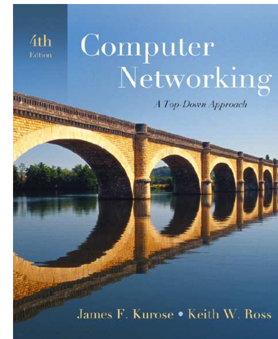
# Introducción a las Redes de Computadoras

## Capitulo 2
## Capa de Aplicación




Nota acerca de las transparencias del curso:
Estas transparencias están basadas en el sitio web que acompaña el libro, y
han sido modificadas por los docentes del curso.
All material copyright 1996-2007
J.F Kurose and K.W. Ross, All Rights Reserved

# Capa de aplicación

2.1 Principio de aplicaciones de red
2.2 Web y HTTP
2.3 Programación con sockets
- TCP
- UDP

2.4 Aplicaciones P2P
2.5 FTP
2.6 Correo electrónico
SMTP, POP3, IMAP
2.7 DNS

# Programación con Sockets

Objetivo: aprender a construir una aplicación cliente/servidor que se comunican a través de sockets

Socket API
- Presentada en BSD4.1 UNIX, 1981
- Explícitamente creados, utilizados y liberados por las aplicaciones
- Paradigma cliente/servidor
- Dos tipos de transporte vía sockets:
  - Datagramas (no confiable)
  - Flujo o stream de bytes (confiable)

**socket**

interfaz *local al host*, *creada por la aplicación* y *controlada por el S.O.* (una "puerta") a través de la cual los procesos pueden *enviar y recibir* mensajes desde y hacia otros procesos

# Programación con Sockets

- El socket es la interfaz que la aplicación tiene con las capas inferiores
- Encapsula todo el manejo de la comunicación entre un punto y otro y da la sensación a la aplicación de estar dialogando directamente con la aplicación del otro lado
- Los sockets están asociados a una dirección y un puerto en el host y conocen la dirección y puerto donde está el socket destino

# Programación con Sockets

Las primitivas presentadas para la API de sockets son

| | |
|---|---|
| **SOCKET** | Crea un nuevo punto de comunicación |
| **BIND** | Engancha el socket con una dirección y puerto locales |
| **LISTEN** | Anuncia que se aceptarán conexiones, e indica el largo de la cola |
| **ACCEPT** | Bloquea al llamador hasta que llega un intento de conexión |
| **CONNECT** | Activamente intenta establecer una conexión |
| **SEND** | Envía datos sobre la conexión |
| **RECEIVE** | Recibe datos de la conexión |
| **CLOSE** | Cierra la conexión |

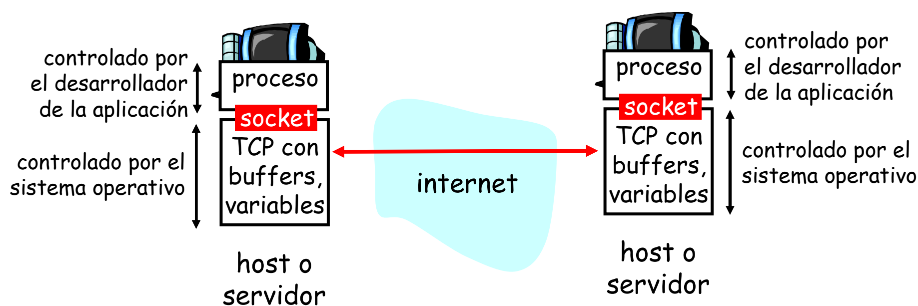
# Capa de aplicación

- 2.1 Principio de aplicaciones de red
- 2.2 Web y HTTP
- 2.3 Programación con sockets
  - TCP
  - UDP
- 2.4 Aplicaciones P2P
- 2.5 FTP
- 2.6 Correo electrónico
  - SMTP, POP3, IMAP
- 2.7 DNS

# Programación con Sockets TCP

Socket: puerta entre los procesos de aplicación y la capa de transporte (UDP or TCP)

Servicio TCP: transferencia confiable de **bytes** de un proceso a otro




# Programación con Sockets TCP

Lo que hace el servidor
- el proceso servidor debe estar ejecutándose
- el servidor debe haber creado un socket que recibe el contacto del cliente

Lo que hace el cliente
- crea un socket TCP local al cliente
- especifica la dirección IP y el puerto del servidor
- cuado el cliente crea el socket, establece la conexión TCP con el servidor

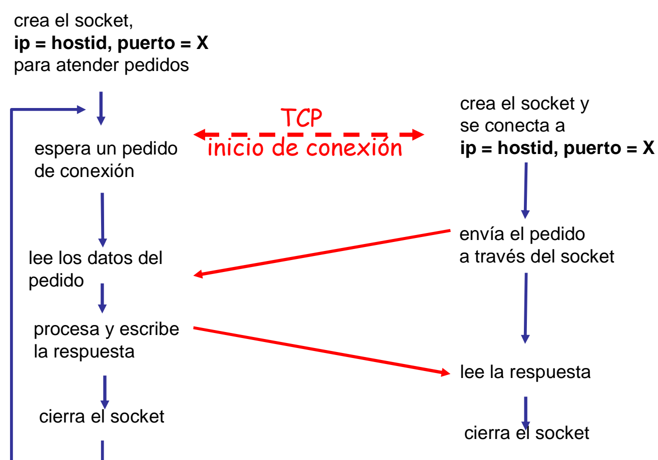
- Cuando es contactado por el cliente, el servidor TCP crea un nuevo socket a través del cual el proceso servidor se comunicará con el cliente
  - permite que un servidor dialogue con muchos clientes

# Programación con Sockets TCP

Desde el punto de vista de la aplicación...

*TCP provee una transferencia confiable y en orden de bytes entre el cliente y el servidor*

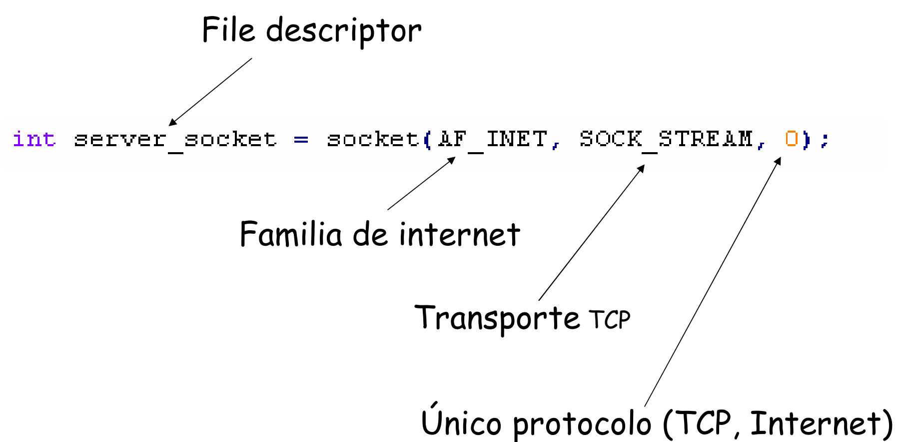
# Interacción cliente/servidor: TCP



# Sockets TCP en C

- Los sockets son file descriptors
- Altamente genérico → Gran complejidad de implementación
- Primitivas iguales a las propuestas por Berkeley
- Socket "conectado" y socket "desconectado" se representan de la misma manera

# Sockets TCP en C (Servidor)



## Sockets TCP en C (Servidor)

Dirección tipo Internet

```
struct sockaddr_in server_addr;
socklen_t server_addr_size = sizeof server_addr;
server_addr.sin_family = AF_INET;
server_addr.sin_port = htons(PORT);
server_addr.sin_addr.s_addr = inet_addr(MY_IP);
bind(
    server_socket,
    (struct sockaddr*)&server_addr, server_addr_size
);
```

Ojo con el endiannes

Conexiones pendientes a la vez

```
listen(server_socket, MAX_QUEUE);
```

## Sockets TCP en C (Servidor)

Se bloquea esperando que alguien se conecte

```
struct sockaddr_in client_addr;
socklen_t client_addr_size = sizeof client_addr;
int socket_to_client = accept(
    server_socket,
    (struct sockaddr *)&client_addr, &client_addr_size
);
```

Devuelve "copia" del socket

Esta será la dirección del socket que está del otro lado

## Sockets TCP en C (Servidor)

Ojo! ¿Y si no alcanza el buffer?

```
char* data = malloc(MAX_MSG_SIZE);
int data_size = MAX_MSG_SIZE;
int received_data_size = recv(socket_to_client, data, data_size, 0);
```

*...procesar...*

```
int sent_data_size = send(socket_to_client, data, received_data_size, 0);
```

Ojo! ¿Y si no manda todo?

```
close(socket_to_client);
```

Cerremos la conexión
Pero el socket original no se cerró!

## Sockets TCP en C (Cliente)

Igual que el servidor

```
int client_socket = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
```

¿Cuál es la dirección IP/puerto que buscamos?

```
struct addrinfo hints, *res;
memset(&hints, 0, sizeof hints);
hints.ai_family = AF_INET;
hints.ai_socktype = SOCK_STREAM;
getaddrinfo(HOST, PORT, &hints, &res);
```

Entre otras cosas
Consulta al DNS

## Sockets TCP en C (Cliente)

```
connect(client_socket, res->ai_addr, res->ai_addrlen);
```

Desbloqueará al servidor

Los datos que utiliza son precisamente los que le devolvió getaddrinfo

**`send()`**, **`recv()`** y **`close()`** son análogos al servidor

## Sockets TCP en Java

En Java se manejan primitivas de sockets ligeramente diferentes a las vistas anteriormente

- Una clase para socket "desconectado": **`ServerSocket`**
  - está "a la espera" de que un cliente venga a conectarse
- Una clase para socket "conectado": **`Socket`**
  - conexión ya establecida, se pueden enviar y recibir bytes
  - para eso provee dos un *Stream* de salida y uno de entrada

# Sockets TCP en Java

En Java se manejan primitivas de sockets ligeramente diferentes a las vistas anteriormente

| | |
|---|---|
| SOCKET | `Socket, ServerSocket` |
| BIND | `ServerSocket.bind()` |
| LISTEN | *No hay una primitiva correspondiente* |
| ACCEPT | `ServerSocket.accept()` |
| CONNECT | `new Socket(adress, port)` o `Socket.bind()` |
| SEND | `Socket.getOutputStream().write()` |
| RECEIVE | `Socket.getInputStream().read()` |
| CLOSE | `Socket.close()` |

# Sockets TCP en Java

- stream es una secuencia de caracteres que fluye hacia o desde un proceso
- stream de entrada se engancha a alguna fuente de entrada
  - teclado
  - socket
- stream de salida se engancha a una fuente de salida
  - monitor
  - socket
- un socket provee dos streams: uno de salida y uno de entrada
- se utilizan para enviar y recibir datos respectivamente
- también tenemos un stream para tomar datos de la entrada estándar y otro para imprimir datos en pantalla

# Sokcets TCP en Java (Cliente)

configurar host y puerto del servidor

crear stream de entrada

crear socketCliente y conectarse al servidor

crear stream de salida enganchado al socket

```
public class ClienteTCP {

    public static void main(String[] args) throws Exception {
        String host = "localhost";
        int puerto = 6789;
        if (args.length == 2) {
            host = args[0];
            puerto = new Integer(args[1]);
        } else if (args.length == 1) {
            puerto = new Integer(args[0]);
        }

        BufferedReader entradaDelUsuario =
            new BufferedReader(
                    new InputStreamReader(System.in));

        Socket socketCliente = new Socket(host, puerto);

        DataOutputStream salidaAlServidor =
            new DataOutputStream(
                    socketCliente.getOutputStream());
```

# Sokcets TCP en Java (Cliente)

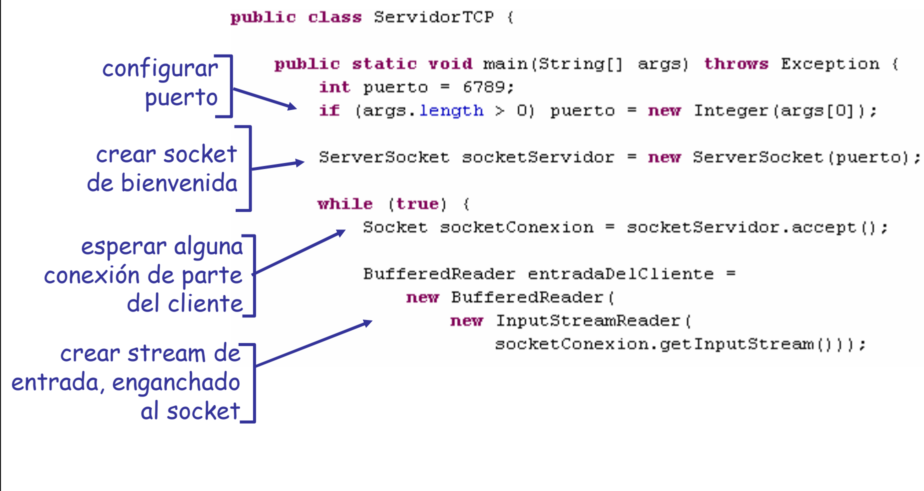
crear stream de entrada enganchado al socket

enviar datos al servidor

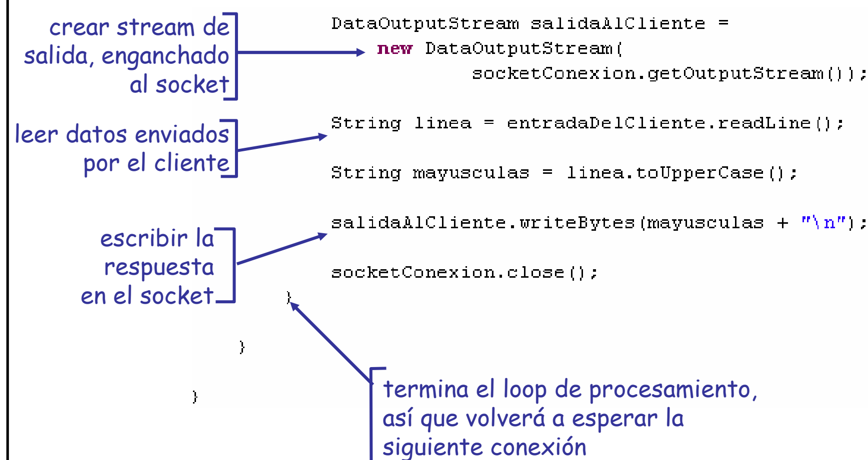
leer datos desde el servidor

```
        BufferedReader entradaDelServidor =
            new BufferedReader(
                    new InputStreamReader(
                            socketCliente.getInputStream()));

        String frase = entradaDelUsuario.readLine();
        salidaAlServidor.writeBytes(frase + "\n");

        String fraseModificada =
            entradaDelServidor.readLine();
        System.out.println(fraseModificada);

        socketCliente.close();
    }

}
```

# Sokcets TCP en Java (Servidor)




# Sokcets TCP en Java (Servidor)




termina el loop de procesamiento, así que volverá a esperar la siguiente conexión

## Capa de aplicación

2.1 Principio de aplicaciones de red
2.2 Web y HTTP
2.3 Programación con sockets
- TCP
- UDP

2.4 Aplicaciones P2P
2.5 FTP
2.6 Correo electrónico SMTP, POP3, IMAP
2.7 DNS

## Programación con Sockets UDP

UDP: no hay conexión entre el cliente y el servidor

- no hay *handshaking*
- el emisor indicará la IP y el puerto en cada paquete que envíe
- El receptor sabrá a qué IP y puerto contestar pues lo obtendrá del paquete

UDP: los datos pueden llegar a destino en desorden, o no llegar

# Programación con Sockets UDP

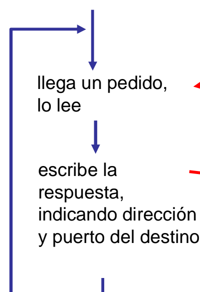
Desde el punto de vista de la aplicación…

*UDP provee una transferencia no confiable de grupos de bytes (datagramas) entre el cliente y el servidor*

# Interacción cliente/servidor: UDP

Servidor (ejecutándose en `hostid`)

Cliente



## Sockets UDP en C

- API prácticamente igual a TCP
  - Crearlo con `SOCK_DGRAM` en vez de `SOCK_STREAM`
- No hay ACCEPT ni CONNECT
- Al enviar datos se debe indicar siempre la `sockaddr` del destino
- Al recibir datos siempre nos indicará la `sockaddr` que los envió

## Sockets UDP en C

```
struct sockaddr_in remote_addr;
socklen_t remote_addr_size = sizeof remote_addr;
char* data = malloc(MAX_MSG_SIZE);
int data_size = MAX_MSG_SIZE;
int received_data_size = recvfrom(
    server_socket,
    data, data_size, 0,
    (struct sockaddr*)&remote_addr, &remote_addr_size
);
```

Al recibir datos, nos traemos la dirección del socket remoto donde se enviaron

## Sockets UDP en C

```
int sent_data_size = sendto(
    server_socket,
    data, received_data_size, 0,
    (struct sockaddr*)&  remote_addr, remote_addr_size
);
```

A esa misma dirección es que enviamos luego la respuesta

## Sockets UDP en Java

- No es igual a TCP, se usa una clase específica denominada `DatagramSocket`
- Cliente y servidor utilizan la misma clase. No existe un `ServerDatagramSocket` pues no existe la noción de "bloquearse esperando la conexión"
- No hay streams de entrada y salida, porque la comunicación se basa en paquetes (datagramas)

## Sockets UDP en Java

- Los paquetes que viajan se representan mediante la clase **DatagramPacket**
- A cada paquete que se envíe se le debe indicar la dirección y puerto a donde está destinado
- Cuando el servidor recibe uno de estos paquetes, la dirección y puerto del cliente estarán en el paquete, por lo que sabrá a dónde responder

## Sockets UDP en Java (Cliente)

```
public class ClienteUDP {

    public static void main(String[] args) throws Exception {
        String host = "localhost";
        int puerto = 9876;
        if (args.length == 2) {
            host = args[0];
            puerto = new Integer(args[1]);
        } else if (args.length == 1) {
            puerto = new Integer(args[0]);
        }

        BufferedReader entradaDelUsuario =
            new BufferedReader(
                new InputStreamReader(System.in));

        DatagramSocket socketCliente = new DatagramSocket();

        InetAddress direccionIP = InetAddress.getByName(host);

        String frase = entradaDelUsuario.readLine();
```

configurar host y puerto

crear stream de entrada del teclado

crear socket del cliente

traducir el nombre de host a su IP (puede usar el DNS)

# Sockets UDP en Java (Cliente)

crear datagrama con datos, largo, IP y puerto

mandar datagrama al servidor

leer datagrama enviado por el servidor

armar frase a desplegar

```
DatagramPacket paqueteEnvio =
    new DatagramPacket(
            frase.getBytes(), frase.length(),
            direccionIP, puerto);

socketCliente.send(paqueteEnvio);

DatagramPacket paqueteRecepcion =
    new DatagramPacket(new byte[1024], 1024);
socketCliente.receive(paqueteRecepcion);
int largo = paqueteRecepcion.getLength();

String fraseModificada =
    new String(paqueteRecepcion.getData(), 0, largo);

System.out.println(fraseModificada);

socketCliente.close();
    }

}
```

# Sockets UDP en Java (Servidor)

configurar el puerto

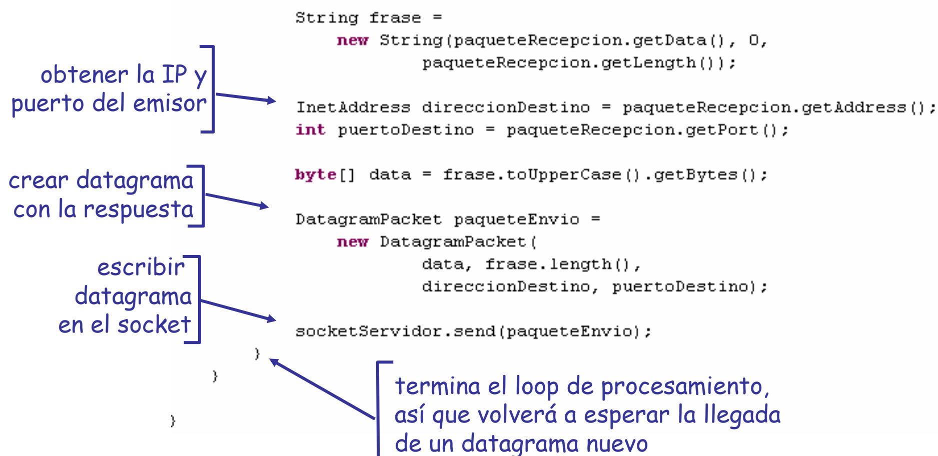
crear socket del servidor

crear espacio para el datagrama a recibir

recibir datagrama

```
public class ServidorUDP {

    public static void main(String[] args) throws Exception {
        int puerto = 9876;
        if (args.length > 0) {
            puerto = new Integer(args[0]);
        }

        DatagramSocket socketServidor =
            new DatagramSocket(puerto);

        while (true) {
            DatagramPacket paqueteRecepcion =
                new DatagramPacket(new byte[1024], 1024);

            socketServidor.receive(paqueteRecepcion);
```

# Sockets UDP en Java (Servidor)




# Programación con sockets: referencias

Sockets en C

- Beej's Guide To Network Programming, http://www.beej.us/guide/bgnet/
- "Unix Network Programming" (J. Kurose),

http://manic.cs.umass.edu/~amldemo/courseware/intro

- Tanenbaum – Computer Networks Fourth Edition

Sockets en Java

- "All About Sockets" (Sun tutorial), http://www.javaworld.com/javaworld/jw-12-1996/jw-12-sockets.html
- "Socket Programming in Java: a tutorial," http://www.javaworld.com/javaworld/jw-12-1996/jw-12-sockets.html
- API de Sockets en Java 1.4.2 http://java.sun.com/j2se/1.4.2/docs/api/index.html