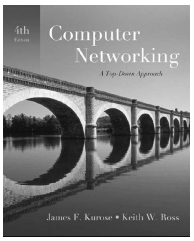
Introducción a las Redes de Computadoras

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.

Capa de Aplicación

1. Principios de aplicaciones de red
2. Web y HTTP
3. FTP
4. e-mail
   SMTP, POP3, IMAP
1. DNS
2. P2P
3. Programación de sockets con TCP
4. Programación de sockets con UDP

Capa de Aplicación

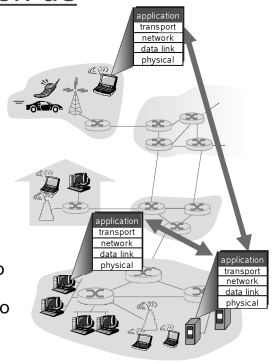
- Objetivos
  - Aspectos conceptuales y de implementación de protocolos de aplicación
    - Modelos de capa de transporte
    - Paradigma cliente servidor
    - Paradigma P2P (peer to peer)
  - Comprender protocolos de aplicación populares
    - HTTP
    - FTP
    - SMTP / POP3 / IMAP
    - DNS
  - Programar aplicaciones de red
    - API de sockets

Aplicaciones de red

- e-mail
- Web
- Mensajería instantánea
- login remoto
- Compartir archivos por P2P
- Juegos en red
- Streaming de video almacenado
- Streaming de video conferencia en tiempo real
- Voz sobre IP (VoIP)
- Procesamiento distribuído

Que es una aplicación de red?

- Programas que
  - Ejecutan en sistemas diferentes
  - Se comunican por la red
  - Ejemplos
    - Servidor Web
    - Explorador Web
- No se necesita escribir programas para dispositivos internos de la red (network-core devices)
  - Los dispositivos internos no ejecutan aplicaciones de usuario
  - Las aplicaciones en sistemas finales permiten rápido desarrollo de aplicaciones

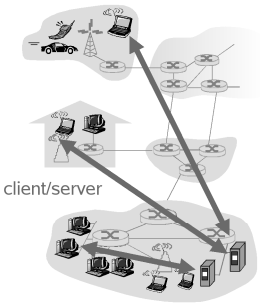


1. Principios de aplicaciones de red

- Arquitecturas de aplicaciones
  - Cliente servidor
  - P2P (peer to peer)
  - Hibridas cliente servidor/P2P

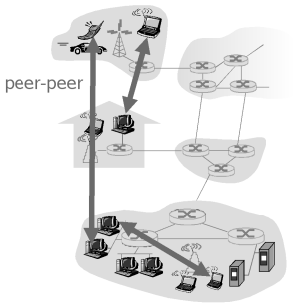
Arquitectura cliente servidor

- Servidor
  - Equipo de alta disponibilidad (siempre encendido)
  - Dirección IP fija
  - Granjas de servidores para escalar
- Cliente
  - Se comunica con el servidor
  - Se comunica a demanda (intermitentemente)
  - Dirección IP dinámica
  - No se comunica con otros clientes



Arquitectura P2P

- Servidor de disponibilidad variable (no siempre encendido)
- Se comunican directamente sistemas finales diversos
- Los "peer" se conectan intermitentemente y pueden tener IP dinámica
- De muy alta escalabilidad pero difícil de administrar



Arquitectura Hibrida

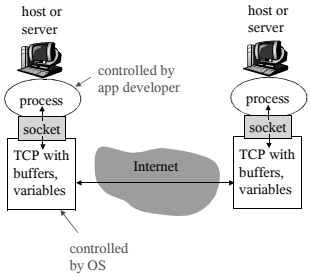
- Skype
  - Aplicación VoIP (Voz sobre IP) P2P
  - Servidor centralizado, encuentra las direcciones de los "peer" remotos
  - Conexión cliente-cliente directa (no interviene el servidor)
- Mensajería instantánea
  - Conversaciones entre usuarios es P2P
  - Servicio centralizado: presencia de clientes, detección, localización
    - Usuario se registra con servidor central
    - Usuario se conecta con servidor central para encontrar contactos

Comunicación de procesos

- Proceso: programa ejecutándose en un equipo (host)
  - Proceso cliente: proceso que inicia la comunicación
  - Proceso servidor: proceso que espera la comunicación de un proceso cliente
- En un mismo equipo, los procesos usan comunicación inter-procesos (definida por el sistema operativo)
- En diferentes equipos, los procesos usan intercambio de mensajes

Sockets

- Los procesos envían/reciben mensajes a través del socket
- El Socket se puede pensar como una puerta de comunicación
  - El proceso que envía deja mensajes en la puerta
  - Confía en una infraestructura del otro lado de la puerta que se encarga de manejar y dejar el mensaje en el socket del proceso receptor



Sockets

- Del lado del programador
  - Se puede elegir el método de transporte
  - Se pueden fijar parámetros para el método de transporte

Identificación de los procesos

- Para recibir mensajes, el proceso debe tener un identificador
- El equipo tiene una única dirección IP de 32 bits
- La dirección IP no es suficiente para identificar el proceso, varios procesos pueden ejecutarse en la misma máquina

Identificación de los procesos

- Además de la dirección IP que identifica el equipo, hay números de puertos asociados a cada proceso
  - Ejemplo:
    - Servidor HTTP: puerto 80
    - Servidor SMTP (E-mail): puerto 25
- Enviar mensaje HTTP para obtener página de www.fing.edu.uy
  - Dirección IP: 164.73.32.3
  - Número de puerto: 80

Protocolo de capa de aplicación

- Define
  - Tipo de mensajes intercambiados
    - Ejemplo: request, response
  - Sintáxis de los mensajes
    - Que campos, parámetros y como son enviados
  - Semántica de los mensajes
    - Que significa la información en los campos
  - Reglas para como y cuando un proceso debe enviar y otro responder a los mensajes
- Protocolos de dominio público
  - Definidos en RFC (Request For Comments)
  - Permiten interoperabilidad entre procesos de diferentes máquinas
  - Ejemplos: HTTP, SMTP
- Protocolos propietarios
  - Ejemplos: Skype

Servicios de transporte

- Pérdida de datos
  - Se pueden tolerar pérdidas (ej: audio)
  - No se pueden tolerar pérdidas (ej: transferencia de archivos)
- Tiempo
  - Algunas aplicaciones requieren que no haya retardos (delay) en las transferencias (ej: VoIP)
- Tasa de Transferencia Efectiva (Troughput)
  - Algunas aplicaciones requieren una gran tasa de transferencia efectiva de datos (ej: video)
- Seguridad
  - Encriptación de los datos
  - Integridad de los datos

Servicios de transporte

Aplicación	*Pérdida de datos*	*Transferencia (Throughput)*	*Sensible a retardos*
Transferencia de archivos	No	Adaptable	No
E-mail	No	Adaptable	No
Páginas web	No	Adaptable	No
Audio/Video en línea	Tolerante	Audio: 5kbps – 1mbps Video: 10kbps – 5mbps	Si 100 ms
Audio/Video almacenado	Tolerante	Audio: 5kbps – 1mbps Video: 10kbps – 5mbps	Si 1 – 5 s
Juegos interactivos	Tolerante	Variable	Si 100 ms
Mensajería instantánea	No	Adaptable	Variable

Servicios de transporte en Internet

- Servicios TCP
  - Orientado a conexión: hay un establecimiento previo entre los procesos cliente y servidor
  - Transporte confiable: los datos llegan en forma correcta
  - Control de flujo: el proceso no envía más de lo que puede aceptar el receptor
  - Control de congestión: maneja el envío cuando la red esta sobrecargada
  - No provee
    - Control de retardo
    - Asegura o garantiza una mínima tasa de transferencia
    - Seguridad

Servicios de transporte en Internet

- Servicios UDP
  - Transferencia de datos no confiable
  - No provee:
    - Establecimiento previo de conexión
    - Confiabilidad
    - Control de flujo
    - Control de congestión
    - Control de retardo
    - Garantía de tasa de transferencia
    - Seguridad
- Porqué proveer servicios UDP

Servicios de transporte en Internet y aplicaciones

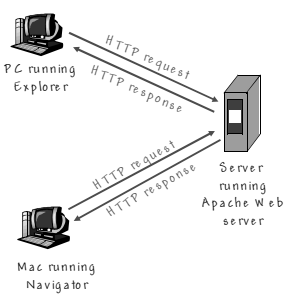
Aplicación	*Protocolo de aplicación*	*Protocolo de transporte*
E-mail	SMTP (RFC 2821)	TCP
Terminal remota	Telnet (RFC 854)	TCP
Web	HTTP (RFC 2616)	TCP
Transferencia de archivos	FTP (RFC 959)	TCP
Multimedia	HTTP (Youtube) RTP (RFC 1889)	TCP/UDP
Telefonia (VoIP)	SIP, RTP, Skype	UDP

2. Web y HTTP

- Conceptos
  - Página Web: contenedor de objetos
    - HTML (Hypertext Markup Languague)
    - Aplicación
    - Multimedia
  - Documento HTML contiene referencias a objetos
  - Cada objeto es identificable en la red por una dirección URL (Uniform Resource Locator)
    - Ejemplo: http://www.fing.edu.uy/inco/cursos/redescomp/horarios.php

HTTP

- HTTP (HyperTextTransfer Protocol)
  - Protocolo de aplicación de la Web
  - Modelo cliente servidor
    - Cliente: navegador que realiza pedidos, recibe objetos (páginas HTML) y los muestra
    - Servidor: servidor Web envía objetos en respuesta a los pedidos
  - Protocolo interoperable, variedad de navegadores en diferentes equipos/sistemas operativos, con variedad de servidores Web en diferentes equipos/sistemas operativos



HTTP

- Utiliza TCP
  - Cliente inicia una conexión TCP (crea socket) al servidor, en el puerto 80
  - Servidor acepta una conexión TCP del cliente
  - Mensajes HTTP son intercambiados entre cliente y servidor
  - Se cierra la conexión TCP
- Protocolo sin estado
  - El servidor no mantiene información sobre los pedidos hechos, simplemente responde a cada pedido independientemente
  - Observación:
    - Protocolos con estado, aumenta complejidad
    - Se debe mantener un estado, información sobre los pedidos
    - Si se interrumpe el procesamiento en cliente o servidor, el estado puede ser inconsistente y debe ser solucionado

HTTP

- No persistente
  - Cada objeto es enviado en una conexión TCP diferente
- Persistente
  - Se envían múltiples objetos en cada conexión TCP

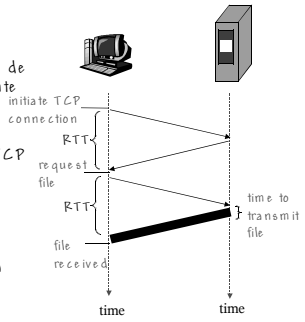
HTTP No persistente

1. Cliente inicia conexión TCP
2. Cliente envía pedido HTTP por el socket TCP. El mensaje indica que quiere obtener la página Web
3. Cliente HTTP recibe la respuesta con el mensaje conteniendo la página HTML que referencia 10 imágenes
4. Se repiten todos los pasos para las 10 imágenes

1. Servidor HTTP espera conexión en puerto 80
2. Servidor HTTP recibe el pedido y genera un mensaje de respuesta que contiene el objeto pedido
3. El servidor HTTP cierra la conexión TCP

HTTP No persistente

- RTT (Round Trip Time)
  - Tiempo que tarda un paquete de información en viajar del cliente al servidor y volver
- Tiempo de respuesta
  - 1 RTT para iniciar conexión TCP
  - 1 RTT para realizar el pedido HTTP y recibir la respuesta
  - Tiempo de transferencia del archivo
  - TOTAL: 2RTT + transferencia



HTTP No persistente

- Requiere 2 RTT por cada objeto de la página
- Sobrecarga de sistema y red por conexiones TCP extras
- Navegadores suelen abrir conexiones paralelas para obtener objetos referenciados

HTTP Persistente

- El servidor deja la conexión abierta luego de enviar la respuesta
- Los mensajes subsecuentes entre el mismo cliente/servidor son enviados por la misma conexión abierta
- El cliente envía pedidos cuando encuentra objetos referenciados
- Se utiliza 1 RTT para todos los objetos

Mensajes HTTP

- Dos tipos de mensajes
  - Request (pedido)
  - Response (respuesta)
- HTTP Request
  - ASCII puede ser interpretado
  - Ejemplo:

```
GET /inco/cursos/redescomp/horarios.php HTTP 1.1
Host: www.fing.edu.uy
User-agent: Mozilla/4.0
Connection: close
Accept-language: fr
___

Return indica fin de mensaje
```


HTTP Request

METODO	_	URL	_	VERSION	CR	LF
CAMPO	:	VALOR			CR	LF
CAMPO	:	VALOR			CR	LF
					CR	LF
CUERPO DEL MENSAJE					CR	LF

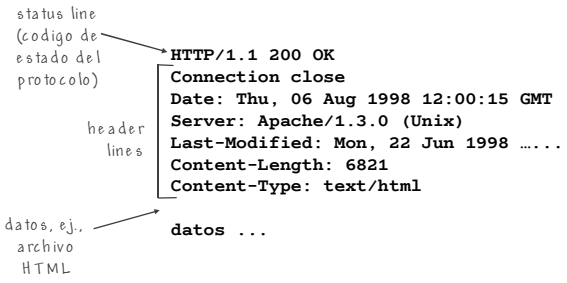
HTTP Entrada de Formularios

- Método Post
  - Las páginas Web pueden tener formularios de ingreso de datos
  - Los datos son enviados al servidor en el cuerpo de datos del mensaje HTTP
- Método URL
  - Usa el método GET
  - La información es enviada en campos URL de la línea del pedido en forma de parámetros
  - Ejemplo:
    - www.sitioweb.com/busquedanombre?virginia&juan&martin

HTTP Metodos

- HTTP/1.0
  - Get
  - Post
  - Head
- HTTP/1.1
  - Get
  - Post
  - Head
  - Put
    - Sube un archivo en el cuerpo a la ruta especificada en el campo URL
  - Delete
    - Borra el archivo especificado en el campo URL

HTTP Response



HTTP Response códigos de estado

- 200 OK
  - El pedido fue exitoso, el objeto pedido se encuentra mas adelante en el mensaje
- 301 Moved Permanently
  - El objeto pedido fue movido a una nueva URL, especificada luego en el mensaje en el campo Location
- 400 Bad Request
  - El mensaje de pedido no fue entendido por el servidor
- 505 HTTP Version Not Supported
  - El servidor no soporta la version HTTP

Probando un servidor HTTP

1. Ejecutar Telnet a un servidor HTTP

```
telnet www.poly.edu 80
```

Abre conexión TCP a puerto 80
En cis.poly.edu.
Cualquier cosa que se escriba es
Anviada al puerto 80 en cis.poly.edu

2. Escribir pedido GET HTTP request:

```
GET /cis/~ross/HTTP/1.1
Host: www.poly.edu
```

GET request al servidor HTTP

3. Analizar la respuesta del servidor HTTP

Estado del lado del servidor: cookies

Utilizadas por muchos sitios Web grandes

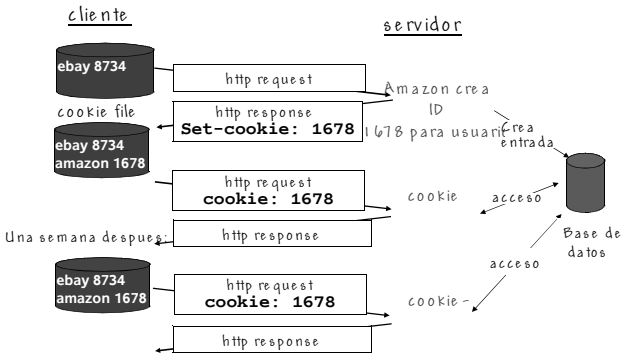
Componentes:

1) cookie header line of HTTP *response* message
2) cookie header line in HTTP *request* message
3) cookie file kept on user's host, managed by user's browser
4) back-end database at Web site

Example:

- Susana siempre accede a Internet de su PC
- Visita un sitio de comercio electrónico (Amazon.com) por primera vez
- Cuando un HTTP request llega al sitio, el sitio crea:
  - ID unica
  - Entrada en la base de datos para la ID entry in backend database for ID

Cookies: guardan "estado" (cont.)



Cookies (continúa)

Información en las cookies:

- autorización
- Carritos de compras
- recomendaciones
- Estado de sesión del cliente (Web e-mail)

Observación

Cookies y privacidad:

- Las cookies permiten a los sitios tener información del cliente
- Puede entrarse información personal en los sitios

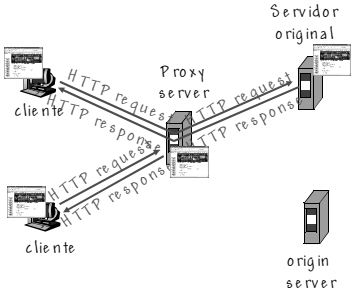
Como se mantiene el estado

- Se mantiene el estado entre el que envía y recibe durante varias transacciones
- cookies: los mensajes http transportan el estado

Web caches (proxy server)

Objetivo: satisfacer el pedido del cliente sin involucrar el servidor original

- Configuración en el navegador: Acceso mediante cache
- Navegador envía todos los pedidos al cache
  - Si el objeto se encuentra se devuelve del cache
  - Si no se encuentra se obtiene del cliente orinigal y se devuelve al usuario



Más sobre Web caching

- Actúa como cliente y servidor
- Típicamente instalado por ISP (universidad, empresa, proveedor residencial ISP)

Porque Web caching?

- Reduce tiempo de respuesta al cliente
- Reduce trafico en la institución.
- Habilita a provedoores con poco contenido a brindar más contenido (también lo hace P2P)

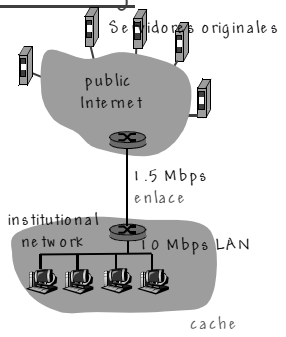
Ejemplo Caching

Asumimos

- Tamaño promedio = 100,000 bits
- Pedidos promedio a los servidores originales = 15/seg
- Retardo del router a un servidor original y de vuelta = 2 seg

Consecuencias

- Utilización de LAN = 15%
- Utilización de enlace = 100%
- Retardo total = retardo Internet + retardo acceso + retardo LAN = 2 seg + minutos + ms



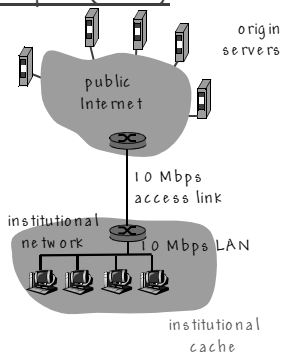
Caching example (cont)

Solucion posible

- Incrementar ancho de banda del enlace 10 Mbps

consequence

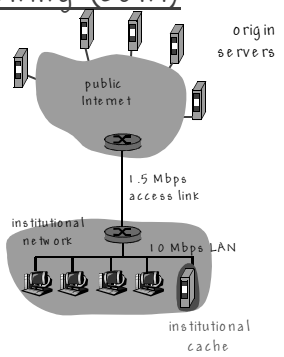
- utilización LAN = 15%
- Utilización enlace = 15%
- Retardo total = retardo Internet + retardo acceso + retardo LAN = 2 seg + ms + ms
- Mejora costosa



Ejemplo Caching (cont)

Posible solución cache
- Tasa de acceso 0.4

Consecuencias
- 40% de los pedidos se atienden casi de inmediato
- 60% de los pedidos son satisfechos por el servidor original
- Se reduce un 60% el uso del enlace, resultando en pocos retardos (10 msec)
- Retardo total = retardo Internet + retardo acceso + retardo LAN = 0.6*(2.01) seg + 0.4*ms < 1.4 s



GET Condicional

- Objetivo: no enviar objeto si el cache tiene una versión actualizada
- cache: especificar la fecha de la copia en HTTP request
  If-modified-since: <date>
- server: response no contiene objeto si no fue modificado:
  HTTP/1.0 304 Not Modified