Módulo 02
La Capa de Aplicaciones (Pt. 1)

Redes de Computadoras
Depto. de Cs. e Ing. de la Comp.
Universidad Nacional del Sur

Copyright

- Copyright © **2010-2024** A. G. Stankevicius
- Se asegura la libertad para copiar, distribuir y modificar este documento de acuerdo a los términos de la **GNU** Free Documentation License, versión 1.2 o cualquiera posterior publicada por la Free Software Foundation, sin secciones invariantes ni textos de cubierta delantera o trasera
- Una copia de esta licencia está siempre disponible en la página **http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html**
- La versión transparente de este documento puede ser obtenida de la siguiente dirección:

http://cs.uns.edu.ar/~ags/teaching

Contenidos

- Servicios que requiere la capa de aplicaciones
- Protocolos de la capa de aplicaciones
  - **HTTP**
  - **DNS**
  - **SMTP**, **POP** e **IMAP**
- Arquitectura de las aplicaciones **P2P**
- Programación basada en sockets

ISO/OSI - TCP/IP

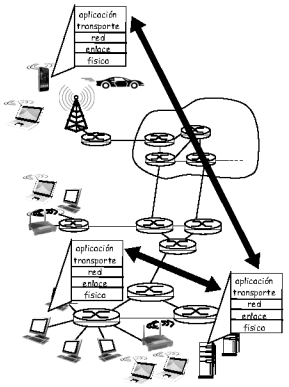
7	aplicación	5	⇦ Usted está aquí
6	presentación		
5	sesión		
4	transporte	4	
3	red	3	
2	enlace	2	
1	física	1	

Un poco de nuestra jerga

- Denominaremos proceso a un programa en ejecución en una cierta computadora
- Los procesos se comunican entre sí principalmente de dos maneras:
  - Dentro de una misma computadora usando algún mecanismo de **IPC** (Inter Process Communication)
  - Entre procesos en distintas computadoras usando alguno de los protocolos de la capa de aplicaciones

¿Qué es una aplicación?

- Bajo esta perspectiva, ¿en qué consiste una aplicación de red?
  - Una aplicación de red es, en esencia, un conjunto de procesos distribuidos que se comunican entre sí
- La definición resulta deliberadamente universal
  - Se puede aplicar a la web, al ChatGPT, etc.



¿Qué es una aplicación?

- Tareas a cargo del programador:
  - Escribir el código que correrá en la frontera de la red posiblemente en diferentes computadoras
  - Definir los protocolos que se usarán para comunicarse a través de la red
  - No necesita preocuparse por escribir código para el núcleo de la red, puede asumir que funciona de acuerdo a su especificación
- Extraordinaria decisión de diseño: ¡que la complejidad radique en la frontera de la red!

Aplicaciones de red

- En la actualidad contamos con aplicaciones de red del más variado tipo:
  - Navegador
  - Correo electrónico
  - Mensajería instantánea
  - Transferencia de archivos
  - Distribución **P2P** de archivos
  - Juegos multiusuario en línea
  - Desarrollo colaborativo

Aplicaciones de red

- Continúa:
  - Operación remota de computadoras
  - Reproducción remota de contenidos multimediales.
  - Telefonía sobre **IP** (**VoIP**)
  - Video conferencia en tiempo real
  - Computación basada en la nube (cloud computing)
  - Realidad aumentada y virtual
  - ...
  - Ah, y educación a distancia... ¡como todos padecimos!

Modelo cliente-servidor

- El modelo cliente-servidor permite separar las tareas en dos grupos de procesos:
  - Por un lado los procesos clientes, que son los encargados de iniciar los requerimientos a los servidores
  - Por otro lado los procesos servidores, que son los encargados de atender y responder a esos requerimientos
- El servidor debe estar siempre a disposición para atender nuevos requerimientos

Cliente prototípico

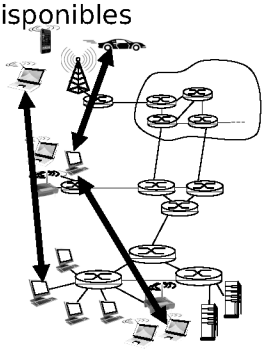
- El cliente tiene como responsabilidad gestionar la interfaz con la que el usuario final interactúa
- Tiene que iniciar las solicitudes a los servidores que correspondan
  - Usualmente la solicitud es producto de una acción del usuario, pero también es factible que el cliente genere solicitudes de forma autónoma
- Una vez obtenida la respuesta a una solicitud, debe poner a disposición del usuario la información recibida de una manera acorde

Servidor prototípico

- El servidor tiene como responsabilidad estar en todo momento a la espera de nuevas solicitudes de servicio
  - El servidor suele ser un proceso que está corriendo sin supervisión todo el tiempo (esto es, un daemon)
- Al recibir cada nueva solicitud debe generar una respuesta acorde y suministrar esta respuesta al cliente correspondiente
  - Hay muchas maneras de optimizar este aspecto, es acá donde vale la pena focalizar nuestro esfuerzo

Modelo par-a-par puro

- Bajo el modelo par-a-par puro, los servidores no requieren estar siempre disponibles
  - Los pares se conectan entre sí intermitentemente y de manera directa
  - También pueden cambiar su dirección sin previo aviso
  - Resulta altamente escalable, si bien al mismo tiempo es más complicado de gestionar



A lo suyo ChatGPT...

You
contrastame los estilos arquitectónicos cliente-servidor y par-a par, señalando sus fortalezas y debilidades

ChatGPT
Por supuesto, aquí tienes una comparación entre los estilos arquitectónicos cliente-servidor y par-a par (P2P), destacando sus fortalezas y debilidades:

Cliente-Servidor:

- **Fortalezas:**
  1. **Centralización del control:** En un modelo cliente-servidor, el servidor actúa como un punto centralizado de control y gestión, lo que facilita la administración y la implementación de políticas de seguridad y acceso.
  2. **Escalabilidad vertical:** Los servidores pueden actualizarse verticalmente (aumentar la potencia de procesamiento, memoria, etc.) para manejar un mayor número de clientes, lo que facilita la escalabilidad en entornos controlados.
  3. **Mejor control de recursos:** Los servidores pueden gestionar y distribuir los recursos de manera más eficiente, garantizando un uso equitativo y optimizado de los recursos disponibles.
  4. **Seguridad centralizada:** Al centralizar la gestión de usuarios y recursos en el servidor, es más fácil aplicar medidas de seguridad centralizadas y controlar el acceso a los datos y servicios.
- **Debilidades:**
  1. **Punto único de fallo:** Si el servidor experimenta una interrupción, toda la red o servicio puede volverse inaccesible para los clientes.
  2. **Cuellos de botella de rendimiento:** El servidor puede convertirse en un cuello de botella si tiene dificultades para manejar el tráfico de múltiples clientes simultáneamente.
  3. **Costo y complejidad:** La implementación y mantenimiento de servidores robustos puede ser costosa y requerir una planificación y administración detalladas.
  4. **Escalabilidad limitada:** La escalabilidad en un entorno cliente-servidor puede ser limitada por la capacidad del servidor para manejar un número creciente de clientes.

Par-a-Par (P2P):

- **Fortalezas:**
  1. **Descentralización:** En un entorno P2P, no hay un punto centralizado de control, lo que proporciona una mayor resiliencia y redundancia frente a fallos individuales.
  2. **Escalabilidad horizontal:** La escalabilidad en un entorno P2P es más fácil de lograr ya que cada nodo puede contribuir con recursos y capacidad de procesamiento a la red, permitiendo un crecimiento más orgánico y distribuido.
  3. **Menos dependencia de la infraestructura:** Al no depender de servidores centralizados, las redes P2P pueden ser más flexibles y adaptativas, lo que las hace ideales para entornos donde la infraestructura puede ser limitada o inestable.
  4. **Distribución de costos:** La carga de la red se distribuye entre los nodos, lo que puede reducir los costos de infraestructura en comparación con un modelo cliente-servidor.
- **Debilidades:**
  1. **Seguridad y confiabilidad:** La descentralización puede dificultar la aplicación de medidas de seguridad coherentes y el control de acceso a recursos y datos.
  2. **Rendimiento variable:** La velocidad y el rendimiento pueden variar dependiendo de la disponibilidad y capacidad de los nodos individuales en la red P2P.
  3. **Gestión de recursos:** La gestión de recursos en un entorno P2P puede ser más compleja debido a la variabilidad de los nodos y la falta de una autoridad central.
  4. **Potencial para abuso:** La descentralización también puede facilitar actividades no deseadas, como el intercambio ilegal de archivos o el uso indebido de recursos de red.

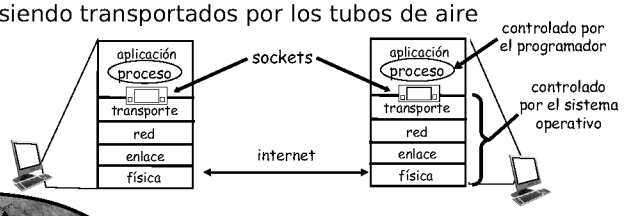
En resumen, ambos estilos arquitectónicos tienen sus propias fortalezas y debilidades, y la elección entre ellos depende de los requisitos específicos y las características de la aplicación o sistema que se esté desarrollando. Mientras que el modelo cliente-servidor ofrece centralización y control, el modelo P2P proporciona descentralización y escalabilidad horizontal.

Modelo híbrido

- En ocasiones se logra el mejor desempeño siguiendo un modelo híbrido
- Por caso, las aplicaciones de telefonía **`VoIP`**:
  - Las llamadas entre dos usuarios se realizan de manera directa entre sí (es decir, de manera **`P2P`**)
  - Existe un servidor centralizado que registra cuáles son y dónde están los usuarios en línea en ese momento
  - La aplicación consulta al servidor como paso previo a iniciar una llamada con otro usuario

La interfaz sockets

- Los procesos se comunican enviando y recibiendo información por un socket
  - El socket funciona como un sistema de mensajería neumático, podemos mandar y recibir sin realmente saber qué pasa con los mensajes mientras están siendo transportados por los tubos de aire



Espacio de nombres de la red

- Para que un proceso sea capaz de recibir un mensaje debe contar con un identificar unívoco a lo ancho de toda la red
  - En el espacio de nombres adoptado cada computadora cuenta con una dirección **IP** propia
- ¿Será suficiente con poder identificar cada una de las computadoras de la red?
  - Para poder distinguir a los distintos procesos dentro de una determinada computadora también se debe suministrar un número de puerto (port)

El rol de los protocolos

- Los protocolos de la capa de aplicaciones cumplen un rol central en las aplicaciones:
  - Su implementación constituyen una parte integral de la aplicación de red (la otra parte es la **GUI**)
  - Se caracteriza definiendo los mensajes que han de ser intercambiado así como las acciones que se deben tomar al recibir dichos mensajes
  - La comunicación entre procesos es provista como servicio por la capa inmediata inferior y es implementada a través de sus protocolos

Definición de un protocolo

- Para definir un protocolo hace falta especificar diversos aspectos:
  - Los tipos de mensajes a ser intercambiados
  - La sintaxis de estos mensajes (esto es, definir sus campos y explicitar cómo se delimitan)
  - La semántica de la información contenida en los campos de los mensajes contemplados
  - La información acerca del secuenciamiento de los mensajes (esto es, cuándo y cómo deben interactuar los procesos que implementen el protocolo)

Definición de un protocolo

- La definición formal de un protocolo puede ser de acceso público o privado
- Si es de acceso público, nos aseguramos una amplia difusión y una gran compatibilidad entre las distintas implementaciones
  - Se suelen definir dentro de un documento técnico denominado **RFC** (Request For Comments)
- Si en cambio son privados, nos aseguramos el monopolio excluyendo a la competencia
  - Al menos por un tiempo (hasta la ingeniería reversa)

Requerimientos de transporte

- Las aplicaciones tienen diversos requerimientos de transporte de datos:
  - Algunas necesitan asegurar la integridad de los datos transferidos (web, chat, etc.). Otras son en cambio tolerantes a las pérdidas (streaming de audio, etc.)
  - Algunas requieren baja latencia (juegos online o telefonía sobre internet), mientras que otras no se ven tan afectadas por los retardos
  - Algunas sólo funcionan si cuentan con un dado ancho de banda a su disposición, mientras que otras aceptan lo mucho o lo poco que se tenga a disposición

Requerimientos de transporte

Tipo de Aplicación	Integridad de los datos	Ancho de banda	Tolerante a retardos
transferencia de archivos	requerido	elástico	si
envio y recepción de email	requerido	elástico	si
navegar la web	requerido	elástico	si
audio/video en tiempo real	no requerido	no elástico	no (muy exigente)
audio/video almacenado	no requerido	no elástico	no (menos exigente)
juegos en línea	no requerido	no elástico	no (muy exigente)
mensajería instantánea	requerido	elástico	más o menos
consultas al servidor **DNS**	no requerido	elástico	si
terminal remota segura	requerido	elástico	si

Protocolos de transporte

- La capa de transporte brinda dos servicios:
  - **TCP**: Un servicio de transporte orientado a la conexión, seguro, confiable, que implementa control de flujo y gestión de congestiones, pero que no da garantías acerca del ancho de banda ni de la latencia
  - **UDP**: Un servicio de transporte no orientado a la conexión, que no asegura la integridad de los datos ni implementa control de flujo, y tampoco da garantías acerca del ancho de banda ni de la latencia
- Internet es una red estilo “best effort”
  - No da garantías de latencia ni de ancho de banda

Protocolos de transporte

Tipo de Aplicación	Protocolo	Definición Formal	Protocolo de Transporte
transferencia de archivos	FTP	RFC 959	TCP
envio y recepción de email	SMTP	RFC 5321	TCP
	POP3	RFC 1939	TCP
	IMAP	RFC 9051	TCP
navegar la web	HTTP	RFC 7540	TCP
audio/video en tiempo real	Skype	privado	TCP y UDP
audio/video almacenado	RTMP	privado	TCP (usa HTTP)
juegos en línea	battle.net	privado	TCP y UDP
mensajería instantánea	MSN	privado	TCP
consultas al servidor **DNS**	DNS	RFC 1034/5	UDP
terminal remota segura	SSH	RFC 4250/6	TCP

TCP (más) seguro

- Cabe destacar que ni **TCP** ni **UDP** encriptan la información transportada
  - Es decir, las contraseñas viajan por la red a la vista de todos los intermediarios
- Recordemos que en el comienzo de internet la seguridad no era una preocupación
  - Sin duda, llegado el caso una aplicación podría encargarse de encriptar y de desencriptar la información antes de encauzarla a través del socket

TCP (más) seguro

- En la actualidad, tenemos a disposición la librería **SSL** (Secure Socket Layer)
  - Esta librería brinda conexiones **TCP** encriptadas, asegurando la integridad de los datos y también posibilita autenticar a los interlocutores
  - **SSL** perfecciona y extiende el servicio básico provisto por el protocolo **TCP** permitiendo que la información sensitiva viaje protegida a través del núcleo de la red
- Retomaremos este aspecto crucial más adelante, en último módulo de la materia

¿Preguntas?