Teoría de las comunicaciones

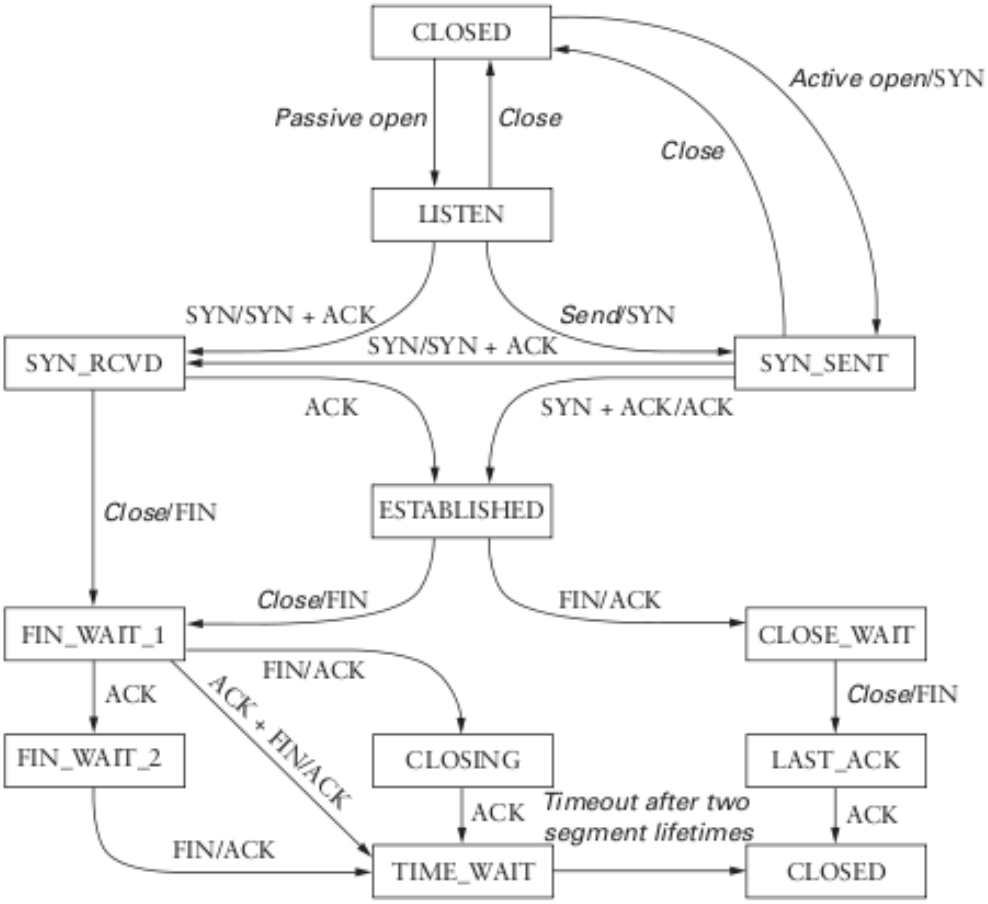
Práctica 4: Nivel de Transporte

Temas

Multiplexación, conexiones, handshakes, estados de una conexión.

Definiciones

Máquina de estados de TCP:



Ejercicio 1

¿Qué es un puerto? ¿Qué relación guarda con la multiplexación que ofrece el nivel de transporte? ¿Qué sucedería si un protocolo de nivel de transporte no implementara este concepto? ¿Qué diferencias hay entre UDP y TCP con respecto a los servicios que ofrece? ¿En qué escenarios es preferible cada uno?

Ejercicio 2

Tanto a nivel de enlace como de transporte, se plantea la necesidad de garantizar comunicaciones confiables: que los datos recibidos representen exactamente toda la información transmitida y en el mismo orden. Para esto, en ambos niveles, se usan estrategias que son similiares. Sin embargo, en la capa de transporte ciertos parámetros deben ir cambiando dinámicamente mientras que en la capa de enlace no.

a. Discuta las estrategias que usan tanto las conexiones de nivel de enlace como las de nivel de transporte.

b. Discuta las diferencias entre ambos niveles. ¿A qué se deben?

Ejercicio 3

Suponga un protocolo de red que implementa un servicio orientado a conexión usando circuitos virtuales, garantizando la entrega en orden entre dos hosts, pero no realiza control de errores.

a. ¿Podrían dividirse los paquetes de una conexión a nivel de transporte por varios caminos de la red de circuitos virtuales?

b. Si las conexiones del protocolo de red son simplex (i.e., sólo un host escribe y el otro lee), ¿podrían establecerse conexiones de transporte full-duplex (i.e., los dos leen y escriben)?

c. ¿Sería necesario utilizar números de secuencia en los paquetes de la conexión de transporte?

Ejercicio 4

Si tuviese que diseñar un sistema de monitoreo de red que deba registrar las conexiones TCP establecidas e identificar al cliente y servidor, utilizando para ello un único paquete dado que posee recursos limitados (no se puede mantener el estado de las conexiones), ¿qué paquete del three-way handshake utilizaría? (Suponiendo que se pueden distinguir todos los paquetes del mismo) ¿Por qué? Justifique su respuesta e indique por qué no es posible utilizar los otros paquetes.

Ejercicio 5

Dada la siguiente secuencia de segmentos TCP, responder las preguntas que siguen:

#	ORIG	DEST	FLAGS	#SEQ	#ACK	LENGTH
1	1.2.3.4:5678	20.232.1.1:80	S	0	—	0
2	1.1.1.1:2222	3.3.3.3:4444	S	42	—	0
3	20.232.1.1:80	1.2.3.4:5678	SA	10000	1	0
4	1.2.3.4:5678	20.232.1.1:80	A	1	10001	0
5	3.3.3.3:4444	1.1.1.1:2222	SA	54321	43	0
6	1.2.3.4:5678	20.232.1.1:80	A	1	10001	50
7	1.1.1.1:2222	3.3.3.3:4444	A	43	54322	0
8	20.232.1.1:80	1.2.3.4:5678	A	10001	51	0
9	20.232.1.1:80	1.2.3.4:5678	A	10001	51	200
10	1.1.1.1:2222	3.3.3.3:4444	SAU	43	64334	0
11	20.232.1.1:80	1.2.3.4:5678	F	10201	—	0
12	1.2.3.4:5678	20.232.1.1:80	FA	51	10202	0
13	3.3.3.3:4444	1.1.1.1:2222	RA	54321	43	0
14	20.232.1.1:80	1.2.3.4:5678	A	10202	52	0

a. Asociar cada segmento con cada una de las conexiones indicando el criterio usado para determinar a qué conexión pertenece un segmento. ¿Cuántas son?

b. Detectar el cierre anómalo de una de las conexiones e indique una posible causa.

c. Para la otra conexión, detallar los cambios de estado en cada extremo a lo largo de toda la comunicación.

Ejercicio 6

En un Linux, abrir tres consolas:

a. En una, ejecutar `watch netstat -an`.

b. En otra, utilizar `netcat` para escuchar en el puerto 5555 de localhost. ¿Qué cambios se observan en la primera?

c. En la restante, utilizar nuevamente `netcat` para conectarse a dicho puerto en localhost. ¿Qué cambios se observan ahora en la primera?

d. Cerrar esta última conexión y analizar en qué estado se la marca en la primer consola.

e. Repetir todo lo anterior usando sockets de Python para ambos procesos.

Ejercicio 7

A continuación se presenta una lista de paquetes capturados.

#	Origen	Destino	Flags	Seq	ACK	Length
01	3.14.15.92:654	2.71.82.81:823	S	1	—	0
02	2.71.82.81:823	3.14.15.92:654	SA	1	2	0
03	3.14.15.92:654	2.71.82.81:823	A	2	2	0
04	3.14.15.92:654	2.71.82.81:823		2	—	300
05	2.71.82.81:823	3.14.15.92:654	A	2	302	0
06	3.14.15.92:654	2.71.82.81:823		302	—	1000
07	3.14.15.92:654	2.71.82.81:823		302	—	1000
08	2.71.82.81:823	3.14.15.92:654	A	2	1302	0
09	2.71.82.81:823	3.14.15.92:654	F	2	—	0
10	3.14.15.92:654	2.71.82.81:823	A	1302	3	0
11	3.14.15.92:654	2.71.82.81:823	F	1302	—	0
12	2.71.82.81:823	3.14.15.92:654	A	3	1303	0

a. Detalle las transiciones de estados de la conexión TCP para cada uno de los hosts, a partir del segmento 9 en adelante.

b. Indique qué segmentos se pueden usar para la estimación del RTT.

Ejercicio 8

Utilizar nmap para realizar un SYN scan al gateway de la red local. Mientras tanto, abrir Wireshark y observar cómo los paquetes son enviados.

a. ¿Usan el mismo puerto origen?

b. ¿Qué ocurre con el tamaño de la ventana?

c. ¿Y con el número de secuencia inicial?

Ejercicios de Parcial

Ejercicio 9

El siguiente fragmento muestra parte de la salida de una ejecución de `netstat` en un host con dirección IP `192.168.1.104`:

```
Proto  Local Address         Foreign Address      State
tcp    0.0.0.0:7777          0.0.0.0:*            LISTEN
tcp    192.168.1.104:48600   200.42.33.121:80     ESTABLISHED
tcp    192.168.1.104:34688   69.163.203.254:80    TIME-WAIT
tcp    192.168.1.104:45911   173.194.42.245:443   ESTABLISHED
```

En el transcurso de los cinco minutos siguientes se capturó el tráfico TCP entrante y saliente de dicho host. La siguiente traza corresponde a la porción final de este tráfico.

```
No.  Source           Destination      Info
1    192.168.1.247    192.168.1.104    27351 > 7777 [SYN] Seq=0 Len=0
2    192.168.1.104    200.42.33.121    GET /index.html HTTP/1.1
3    173.194.42.245   192.168.1.104    443 > 45911 [ACK] Seq=4562 Ack=2347 Len=0
4    192.168.1.104    192.168.1.247    7777 > 27351 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Len=0
5    192.168.1.247    192.168.1.104    27351 > 7777 [ACK] Seq=1 Ack=1 Len=0
6    200.42.33.121    192.168.1.104    80 > 48600 [ACK] Seq=232 Ack=104 Len=0
7    200.42.33.121    192.168.1.104    HTTP/1.1 200 OK
8    173.194.42.245   192.168.1.104    443 > 45911 [FIN, ACK] Seq=4562 Ack=2347 Len=0
9    192.168.1.104    173.194.42.245   45911 > 443 [ACK] Seq=2347 Ack=4563 Len=0
```

a. Indicar qué se obtendría si se volviese a correr `netstat` una vez transcurrido este tiempo.

b. A partir del paquete 1, el proceso corriendo en `192.168.1.247:27351` está iniciando una conexión con nuestro host. ¿Cuál es el instante más temprano posible en el que el proceso receptor puede enviar datos a su contraparte?

Ejercicio 10

Desde un host con dirección `192.168.0.1` se captura el siguiente tráfico:

```
No.  Time       Source          Destination     Info
1    5.487931   192.168.0.100   157.92.27.21    60205 > http [SYN] Seq=0 Len=0
2    5.505790   157.92.27.21    192.168.0.100   http > 60205 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Len=0
3    5.505848   192.168.0.100   157.92.27.21    60205 > http [ACK] Seq=1 Ack=1 Len=0
4    5.506098   192.168.0.100   157.92.27.21    GET /materias/tc/2012/2c/index_html HTTP/1.1
5    5.532603   157.92.27.21    192.168.0.100   http > 60205 [ACK] Seq=1 Ack=568 Len=0
6    5.930460   157.92.27.21    192.168.0.100   [TCP segment of a reassembled PDU]
7    5.930494   192.168.0.100   157.92.27.21    60205 > http [ACK] Seq=568 Ack=1449 Len=0
8    5.930573   157.92.27.21    192.168.0.100   [TCP segment of a reassembled PDU]
9    5.930576   192.168.0.100   157.92.27.21    60205 > http [ACK] Seq=568 Ack=2897 Len=0
```

a. Describir los cambios de estado de ambos extremos de la conexión.

b. Explicar en qué estado quedan ambos extremos de la conexión si un software en el host `192.168.0.1` (gateway de `192.168.0.100`) reemplaza maliciosamente el segmento 9 por el siguiente:

```
192.168.0.100   157.92.27.21    60205 > http [RST, ACK] Seq=568 Ack=2897 Len=0
```

Ejercicio 11

Consideremos un host con dirección IP `10.80.1.10`. En el instante t_0, una ejecución de `netstat` en este host arroja lo siguiente:

```
Proto  Local Address      Foreign Address    State
tcp    0.0.0.0:8080       0.0.0.0:*          LISTEN
tcp    10.80.1.10:35336   157.92.27.21:80    SYN-SENT
tcp    10.80.1.10:51247   200.42.93.137:80   TIME-WAIT
tcp    10.80.1.10:24592   98.139.183.24:80   ESTABLISHED
```

Al cabo de un momento, en el instante t_1 se vuelve a correr `netstat` y esta vez la salida es así:

```
Proto  Local Address      Foreign Address       State
tcp    0.0.0.0:8080       0.0.0.0:*             LISTEN
tcp    10.80.1.10:35336   157.92.27.21:80       CLOSE-WAIT
tcp    10.80.1.10:8080    200.11.54.101:32154   ESTABLISHED
tcp    10.80.1.10:24592   98.139.183.24:80      ESTABLISHED
```

a. Proponer un intercambio de paquetes TCP entre el host dado y los demás de manera tal que, partiendo de t_0, la ejecución de `netstat` en t_1 sea tal como se describe arriba.

b. Si se sabe que el último paquete enviado al host `200.42.93.137` se dio en t_0, indicar una cota inferior para t_1 expresada en términos de t_0.

Ejercicio 12

La técnica de port knocking permite abrir puertos dinámicamente en un sistema operativo a partir de sucesivos intentos de conexión a una secuencia de puertos TCP preestablecidos. Supongamos que un host con dirección IP 192.168.0.100 implementa esta técnica y la secuencia de puertos elegida para abrir el puerto 2000 es 5000, 10500, 20000. En otras palabras, esto significa que cualquier host que desee establecer una conexión al puerto 2000 de 192.168.0.100 debe primero generar una secuencia de paquetes a esos puertos, que asumimos cerrados, y en ese exacto orden. Una vez detectado esto, el sistema operativo del host procederá a abrir el puerto 2000.

a. Supongamos que un host con dirección IP 192.168.10.10 desea conectarse al puerto 2000 de 192.168.0.100, pero todos los paquetes que envía luego del port knocking se pierden en la red. Indicar qué eventos ocurren desde el punto de vista de 192.168.10.10 desde el momento de iniciar el proceso de conexión.

b. Supongamos ahora que el port knocking tuvo éxito y el puerto 2000 está abierto. Proponer un intercambio de a lo sumo ocho paquetes TCP entre ambos hosts que permita que 192.168.10.10 envíe el mensaje 'HOLA' y 192.168.0.100 le responda 'HOLA'. Además, ambos hosts deben atravesar en algún momento el estado CLOSING.

Bibliografía

Computer Networks: A systems approach. 3ra Edición. *Peterson & Davie.* Capítulo 5: End-to-End Protocols (sección 5.1 y 5.2).

RFC 793: Transmission Control Protocol.