Resultados de un análisis de seguridad de los protocolos TCP e IP

Fernando Gont
UTN/FRH, Argentina

(proyecto realizado para UK CPNI)

Congreso Internacional de Ingeniería en Computación
23 al 26 de septiembre de 2008, Ixtlahuaca, Mexico

Acerca de….

- Miembro del Centro de Estudios de Informática (CEDI) de UTN/FRH, trabajando en el área de ingeniería de Internet.
- Participante activo de la IETF (Internet Engineering Task Force), participando en el proceso de estandarización de los protocolos de comunicaciones utilizados por la red Internet. Autor de una variedad internet-drafts adoptados oficialmente por la IETF para su futura publicación como RFCs.
- Durante algún tiempo fue miembro del equipo de desarrollo de OpenBSD, focalizando mi actividad en la pila TCP/IP.
- Realicé actividades de investigación en el área de seguridad de protocolos de comunicaciones para UK's NISCC (United Kingdom's National Infrastructure Security Co-ordination Centre).
- Actualmente trabajando para UK CPNI (United Kingdom's Centre for the Protection of National Infrastructure).

Agenda

- Motivación para la realización del proyecto (enunciado del problema)
- Metodología de trabajo
- Breve descripción de algunas áreas de trabajo
- Resultados preliminares
- Discusión sobre algunos aspectos de seguridad en TCP

Enunciado del problema

- Durante los últimos veinte años, el descubrimiento de vulnerabilidades en implementaciones de los protocolos TCP/IP, y en los propios protocolos, han llevado a la publicación de un gran número de reportes de vulnerabilidad por parte de fabricantes y CSIRTs.
- Como resultado, la documentación de todas estas vulnerabilidades se encuentra desparramada en una gran cantidad de documentos que suelen ser difíciles de identificar.
- Asimismo, algunos de estos documentos proponen contramedidas a las mencionadas vulnerabilidades, sin realizar un análisis minucioso de las implicancia de las mismas sobre la interoperabilidad de los protocolos.
- Desafortunadamente, el trabajo de la comunidad en esta área no ha reflejado cambios en las especificaciones correspondientes de la IETF.

Situación actual

- Se hace notablemente dificultoso realizar una implementación segura de los protocolos TCP/IP a partir de las especificaciones de la IETF.
- Nuevas implementaciones de los protocolos re-implementan vulnerabilidades encontradas en el pasado.
- Nuevos protocolos re-implementan mecanismos o políticas cuyas implicancias de seguridad ya eran conocidas a partir de otros protocolos (por ejemplo, RH0 en IPv6).
- No existe ningún documento que apunte unificar criterios sobre las vulnerabilidades de los protocolos, y las mejores prácticas para mitigarlas.
- No existe ningún documento que sirva como complemento a las especificaciones oficiales, para permitir que la implementación segura de los protocolos TCP/IP sea una tarea viable.

Descripción del proyecto

- En los últimos años, UK CPNI (Centre for the Protection of National Infrastructure) – antes UK NISCC (National Infrastructure Security Co-ordination Centre) – se propuso llenar este vacío para los protocolos TCP e IP.
- El objetivo fue producir documentos que sirvieran de complemento a las especificaciones de la IETF, con el fin de que, mínimamente, nuevas implementaciones no posean vulnerabilidades ya conocidas, y que las implementaciones existentes puedan mitigar estas vulnerabilidades.
- Dichos documentos se irían actualizando en respuesta a los comentarios recibidos por parte de la comunidad y al descubrimiento de nuevas vulnerabilidades.
- Finalmente, se espera llevar este material al ámbito de la Internet Engineering Task Force (IETF), para promover cambios en los estándares correspondientes.

Metodología de trabajo

- Se realizó un análisis de seguridad de las especificaciones de la Internet Engineering Task Force (IETF)
- Se investigó sobre trabajos y publicaciones existentes en el area de TCP e IP, y se los analizó con el mismo criterio.
- Se inspeccionó algunas implementaciones abiertas de los protocolos, con el fin de identificar vulnerabilidades en mecanismos o políticas implementadas en la industria.
- En aquellos casos en los que se identificaron potenciales vulnerabilidades, se construyeron herramientas de auditoría para intentar explotarlas en sistemas reales.
- Para cada caso, se propusieron contramedidas tendientes a mitigar las vulnerabilidades identificadas.
- En la medida que fue posible, se discutió con fabricantes tanto sobre las vulnerabilidades, como también sobre las posibles contremedidas.

Algunas cuestiones a analizar en IP

- Rango de valores aceptables para cada campo del encabezamiento
  - En algunos casos, los rangos aceptables dependen del valor de otros campos. Ejemplo: IHL (Internet Header Length), Total Length, *link-layer payload size.*
- Análisis de las posibles implicancias de seguridad de cada mecanismo y política del protocolo.
  - Ejemplo: El campo TTL se puede utilizar (al menos en teoría) para OS fingerprinting, physical-device fingerprinting, TTL-triangulation, evasión de NIDS, GTSM, etc.
- Procesamiento deseable de las distintas opciones IP
  - Ejemplo: source-routing? IP Security options?
- Analizar posibles algoritmos para reensamblar fragmentos IP
  - ¿Qué chequeos de validación podrían realizarse para evitar la evasión de NIDS? ¿Qué políticas se podrían implementar para minimizar ataques de DoS?

Algunas cuestiones a analizar en TCP

- Establecer claramente el rango de valores aceptables para cada campo del encabezamiento y opciones
  - Ejemplo: Valores aceptables para la opción TCP MSS (Rose attack)
- Analizar posibles algoritmos para la aleatorización de puertos efímeros.
- Reducir las posibilidades de abusar de los algoritmos de control de congestión de TCP.
- Analizar posibles algoritmos para el manejo del buffer de reensamblado, y del buffer de retransmisión de datos.
- Analizar como reducir la precisión de técnicas de “remote OS finger-printing”.
  - ¿No es **demasiada** la precisión de nmap? ¿Realmente necesita cada versión de un sistema operativo de cada fabricante hacer algo distinto? ¿No se pueden unificar criterios?

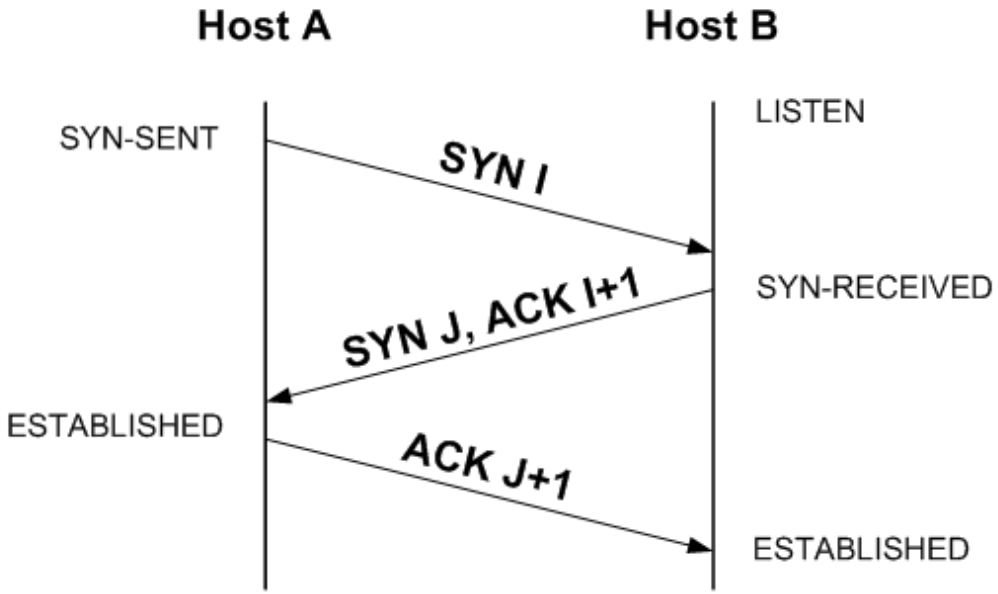
Resultados preliminares

- Para el caso del protocolo IP, se generó un documento de 50 páginas, con mas de 70 referencias a reportes de vulnerabilidad y papers relevantes. El mismo se encuentra disponible en: http://www.cpni.gov.uk/Products/technicalnotes/3677.aspx
- Para el caso del protocolo TCP, se generó un documento de más de 100 páginas, con más de 100 referencias a reportes de vulnerabilidad y papers relevantes. Este documento todavía no ha sido publicado.
- Los documentos se beneficiaron de los comentarios de desarrolladores de implementaciones TCP/IP, tanto abiertas como cerradas.

Breve revisión de algunos conceptos básicos de TCP

Establecimiento de conexión

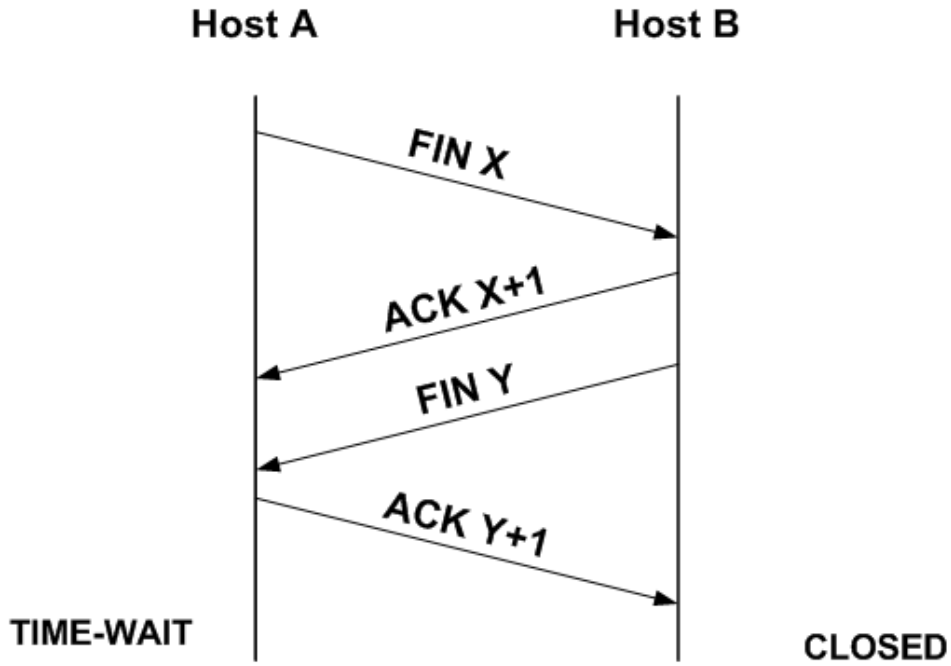
- El proceso de establecimiento de conexión consiste usualmente en el intercambio de tres segmentos.



- Una vez finalizado el “three-way handshake”, los números de secuencia (y demás parámetros) estará sincronizados, y se podrá comenzar la transferencia de información.

Cierre de conexión

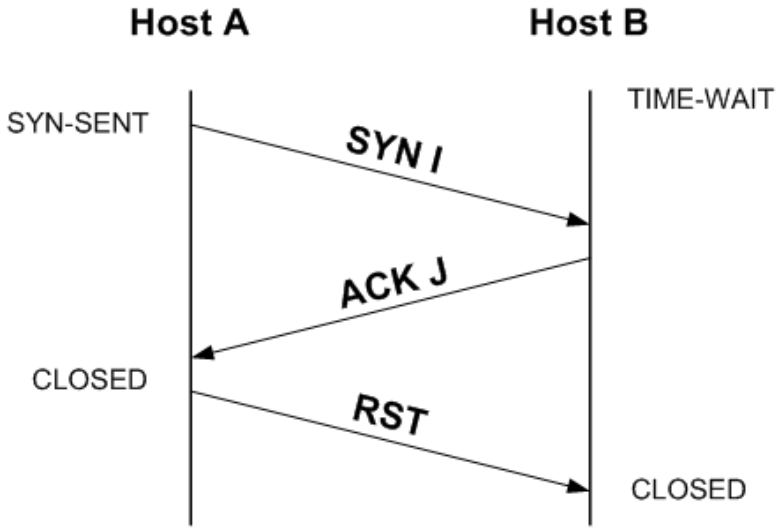
- El proceso de cierre de conexión consiste usualmente en el intercambio de cuatro segmentos:



- El extremo que inicia el proceso de cierre de conexión (Host A) usualmente queda en el estado TIME-WAIT por 4 minutos, mientras que el otro extremo queda en el estado ficticio CLOSED.

Colisiones de connection-id’s

- Debido al estado TIME-WAIT, puede suceder que al realizarse una petición de conexión exista una encarnación previa de la misma conexión en el sistema remoto. En tal caso, la petición de conexión fallará.



- Claramente, esta situación (colisión de connection-id’s) es indeseable, por lo cual, en la medida que sea posible, deberá ser evitada.

TCP Initial Sequence Numbers

TCP Initial Sequence Numbers (I)

- El RFC 793 menciona que los ISN's se han deben resultar en una secuencia monótonamente creciente, a partir de un timer global, con el fin de evitar la superposición de espacios de secuencia. Desde ahí (año 1981), se ha asumido que la generación de ISN's a de forma lineal es crucial para la confiabilidad de TCP (protección contra segmentos "viejos").
- Sin embargo, la verdadera protección contra segmentos viejos está provista por otros dos mecanismos que no tienen relación alguna con los ÍSN:
  - "Quiet time concept": Cuando se reinicia el sistema, se debe esperar 2*MSL antes de transmitir segmentos TCP.
  - TIME-WAIT state: Cuando se finaliza una conexión TCP, el extremo que realizó el "active close" debe permanecer en el estado TIME-WAIT por 2*MSL, asegurando así que los segmentos "viejos" desaparezcan de la red.

TCP Initial Sequence Numbers (II)

- En la implementación tradicional BSD, el generador de ISN se inicializaba en 1 al iniciar el sistema, y se incrementaba en 64000 cada medio segundo, y en 64000 por cada conexión establecida.
- Basado en la suposición de que los ISNs son generados linealmente, BSD implementó una modificación al comportamiento estandar de TCP, con el fin de permitir altas tasas de petición de conexión. Si se recibe un SYN para una conexión que se encuentra en el estado TIME-WAIT, entonces,
  - Si el ISN del SYN es mayor que el último número de secuencia recibido (SEG.SEQ > RCV.NXT), se remueve el TCB en estado TIME-WAIT, y se crea uno en el estado SYN-RECEIVED.
  - En caso contrario, se siguen las reglas del RFC 793.
- Sin embargo, es interesante mencionar que este “fix” fue motivado por el uso de los comandos r*, es decir, para conexiones cortas, que transmiten **poca** información, y/o a una baja tasa de transferencia. En caso contrario, esta “heurística” falla.

Implicancias de seguridad

- Las implicancias de seguridad de la predictibilidad de ISNs fue descripta por primera vez por Morris en 1985, en el trabajo "*A Weakness in the 4.2BSD Unix TCP/IP Software*".
- La explotación de dicha vulnerabilidad para spoofing the conexiones TCP fue ampliamente publicitada 10 años mas tarde por T. Shimomura en "*Technical details of the attack described by Markoff in NYT*" (el famoso ataque de K. Mitnick).
- Asimismo, una gran cantidad de ataques "ciegos" contra TCP dependen de la facilidad para adivinar números de secuencia TCP.

Aleatorización de ISN’s

- Algunas implementaciones (por ej., OpenBSD) decidieron simplemente aleatorizar la generación de ISNs, con el fin de mitigar aquellos ataques basados en la predicción de números de secuencia. Lamentablemente, esto llevó a que en determinados escenarios, las peticiones de conexión fallaran, cuando antes esto no sucedía.
- S. Bellovin propuso, en RFC1948, un algoritmo para la selección de ISNs, que permite que la heurística de las implementaciones BSD pueda seguir funcionando con éxito. Dicho algoritmo propone la selección de ISNs de acuerdo a la expresión:

  ISN = M + F(localhost, localport, remotehost, remoteport, secret)
- Esta función permite que los ISN para conexiones a un determinado end-point sean generados linealmente, a partir de un offset aleatorio, separando así los espacios de números de secuencia.
- Considerando tanto los aspectos de seguridad como de interoperabilidad, es aconsejable implementar un esquema como el propuesto en RFC1948, y **no** un esquema de aleatorización “trivial”.

TCP timestamps

TCP Timestamps

- Las opciones TCP timestamp fueron introducidas por RFC 1323 con dos propósitos:
  - Medir el Round-Trip Time de la conexión
  - Proteger a las conexiones de segmentos “viejos”, en caso de que se utilicen grandes ventanas TCP (PAWS).
- Desde el punto de vista de PAWS, los TCP timestamps vienen a ser una extensión del número de secuencia.
- Para permitir la función de PAWS, los timestamps deben ser monotónicamente crecientes. El RFC 1323 sugiere una frecuencia para los timestamps de entre 1/1s y 1/1/ms.
- Basándose en esta premisa, algunas implementaciones (ej., Linux) permiten la destrucción del estado TIME-WAIT si el SYN entrante tiene un timestamp mayor al último recibido (es decir, un fix similar al de los BSD para el caso de los ISN).

Implicancias de seguridad de los TCP timestamps

- Para inyectar segmentos TCP en una conexión que utilice timestamps, el atacante tendrá que adivinar un timestamp válido. Por ello cuanto más díficil sea predecir los timestamps, más difícil será realizar ataques “ciegos” contra conexiones TCP.
- Asimismo, los TCP timestamps tienen proveen dos vectores previamente inexistentes:
  - Si se logra inyectar un segmento con un timestamp válido, pero mayor al recibido por ese TCP hasta el momento, futuros segmentos legítimos serán descartados (es decir, la conexión se “congelará”).
  - Si el origen de la secuencia de timestamps se incializa a un valor fijo cada vez que se reinicia el sistema, el mismo revelará el uptime del sistema en cuestión.

Aleatorización de timestamps

- Algunas implementaciones de TCP (por ej., OpenBSD) decidieron aleatorizar los timestamps, con el fin de mitigar los vectores anteriormente descriptos.
- Sin embargo, esta decisión tiene un impacto negativo en la interoperabilidad de los protocolos:
  - Se rompe la función de PAWS
  - Se rompe la “optimización” de Linux (y otros).
- Para mitigar los vectores mencionados, sin afectar la interoperabilidad de los protocolos, una posibilidad es generar los timestamps de acuerdo a una expresión del tipo (RFC1948):

  TS = M + F(localhost, localport, remotehost, remoteport, secret)

TCP ephemeral ports

TCP ephemeral ports

- En los últimos años se han divulgado dos familias de ataques “ciegos” contra TCP:
  - “**Slipping in the Window**”: Ataques basados en segmentos TCP falsificados (NISCC vulnerability advisory #236929)
  - “**ICMP attacks against TCP**” : Ataques basados en paquetes ICMP falsificados (NISCC vulnerability advisory #532967)
- Estos ataques pueden ser realizados sin la necesidad de acceder a los paquetes pertenecientes a la conexión atacada, y requieren (como mínimo) que el atacante conozca o pueda adivinar el connection-id (client IP, client port, server IP, server port).
- Mas allá de las posibles soluciones específicas para estas vulnerabilidades, resulta lógico mitigar las mismas dificultando la tarea del atacante para adivinar el connection-id.
- De los cuatro valores que componen al connection-id, el único que en principio puede elegirse arbitrariamente es el puerto TCP del cliente, o el puerto “efímero” de la conexión.

Algoritmos de selección de puertos efímeros

- Al seleccionar un puerto efímero, debe asegurarse que el connection-id resultante (client address, client port, server address, server port) no esté actualmente en uso.
- Si existe en el sistema local una conexión activa con dicho connection-id, se procederá a seleccionar otro puerto efímero, con el fin de salvar el conflicto.
- Sin embargo, es imposible para el sistema local poder detectar si existe alguna instancia de comunicación activa en el **sistema remoto** utilizando dicho connection-id (por ejemplo, una conexión TCP en el estado TIME-WAIT).
- En caso que el puerto efímero seleccionado resultara en un connection-id en uso en el sistema remoto, se dice que se ha producido una “colisión de connection-id’s”, y el intento de conexión usualmente fallará.
- En consecuencia, la frecuencia de reuso de puertos debe ser minimizada.

Rango de puertos efímeros

IANA asigna a los puertos efímeros el rango 49152-65535. Sin embargo, la mayoría de los sistemas eligen sus “puertos efímeros” de un subespacio de todo el espacio de puertos disponible que, en la mayoría de los casos, difiere de aquél elegido por la IANA.

Sistema operativo	Puertos efímeros
Microsoft Windows	1024 - 4999
Linux kernel 2.6	1024 - 4999
Solaris	32768 - 65535
AIX	32768 - 65535
FreeBSD	10000 - 65535
NetBSD	49152 - 65535
OpenBSD	49152 - 65535

Algoritmo tradicional BSD (Algoritmo #1)

```
next_ephemeral = 1024;  /* init., could be random */
count = max_ephemeral - min_ephemeral + 1;

do {
    port = next_ephemeral;

    if (four-tuple is unique)
        return next_ephemeral;

    if (next_ephemeral == max_ephemeral)
        next_ephemeral = min_ephemeral;
    else
        next_ephemeral_port++;

    count--;
} while (count>0);

return ERROR;
```

Secuencia generada por el algoritmo tradicional BSD (Algoritmo #1)

Nr.	IP:port	min_ephemeral	max_ephemeral	next_ephemeral	port
#1	128.0.0.1:80	1024	65535	1024	1024
#2	128.0.0.1:80	1024	65535	1025	1025
#3	170.210.0.1:80	1024	65535	1026	1026
#4	170.210.0.1:80	1024	65535	1027	1027
#5	128.0.0.1:80	1024	65535	1028	1028

Características del Algoritmo #1

- Es el implementado en la gran mayoría de las pilas TCP/IP
- Es simple
- Posee una frecuencia de reuso de puertos aceptable (aunque mayor que la necesaria)
- **Produce una secuencia de puertos efímeros trivialmente predecible**.

Aleatorización de puertos TCP efímeros

- Un buen algoritmo de aleatorización de puertos TCP efímeros debería:
  - Minimizar la predictibilidad de los números de puerto utilizados para futuras conexiones salientes.
  - Minimizar la frecuencia de reuso de puertos (es decir, evitar las “colisiones” de connection-id’s).
  - Evitar conflictos con aplicaciones que dependen de la utilización de números de puertos específicos (por ejemplo, evitar utilizar para los puertos efímeros números de puerto como el 80, el 100, el 6667, etc.)
- Asimismo, y por razones obvias, el rango de los puertos efímeros debería ser maximizado.

Algoritmo de aleatorización básico (Algoritmo #2)

```
next_ephemeral = min_ephemeral + random()
                    % (max_ephemeral - min_ephemeral + 1)

count = max_ephemeral - min_ephemeral + 1;

do {
    if(four-tuple is unique)
            return next_ephemeral;

    if (next_ephemeral == max_ephemeral)
        next_ephemeral = min_ephemeral;
    else
        next_ephemeral_port++;

    count--;
} while (count > 0);

return ERROR;
```

Características del Algoritmo #2

- Ha sido implementado en OpenBSD y FreeBSD
- Produce una secuencia de puertos efímeros muy difícil de predecir
- La frecuencia de reuso de puertos puede ser mucho mayor que la del algoritmo BSD (Algoritmo #1)
- Usuarios de los mencionados sistemas operativos han reportado problemas de interoperatividad. En consecuencia, FreeBSD incorporó un hack que deshabilita la aleatorización de puertos cuando el número de conexiones salientes por unidad de tiempo excede un determinado valor.

Un mejor algoritmo de aleatorización (Algoritmo #3) (Intro)

- Nuestra propuesta (“Port Randomization”, Larsen, M. y Gont, F.) es seleccionar los puertos TCP efímeros mediante una función similar a la propuesta por Steven Bellovin para los ISN:

  Port = M + F(local_IP, remote_IP, remote_port, secret_key)

- De este modo, se disminuye la predictibilidad de los puertos efímeros (separando el espacio de números de puerto), manteniendo baja la frecuencia de reutilización de puertos.

Un mejor algoritmo de aleatorización (Algoritmo #3)

```
next_ephemeral = 1024;  /*init., could be random */

offset = F(local_IP, remote_IP, remote_port, secret_key);

do {
    port = min_ephemeral + (next_ephemeral + offset)
              % (max_ephemeral - min_ephemeral + 1);
    next_ephemeral++;

    if(four-tuple is unique)
        return port;

    count--;

} while(count > 0);

return ERROR;
```

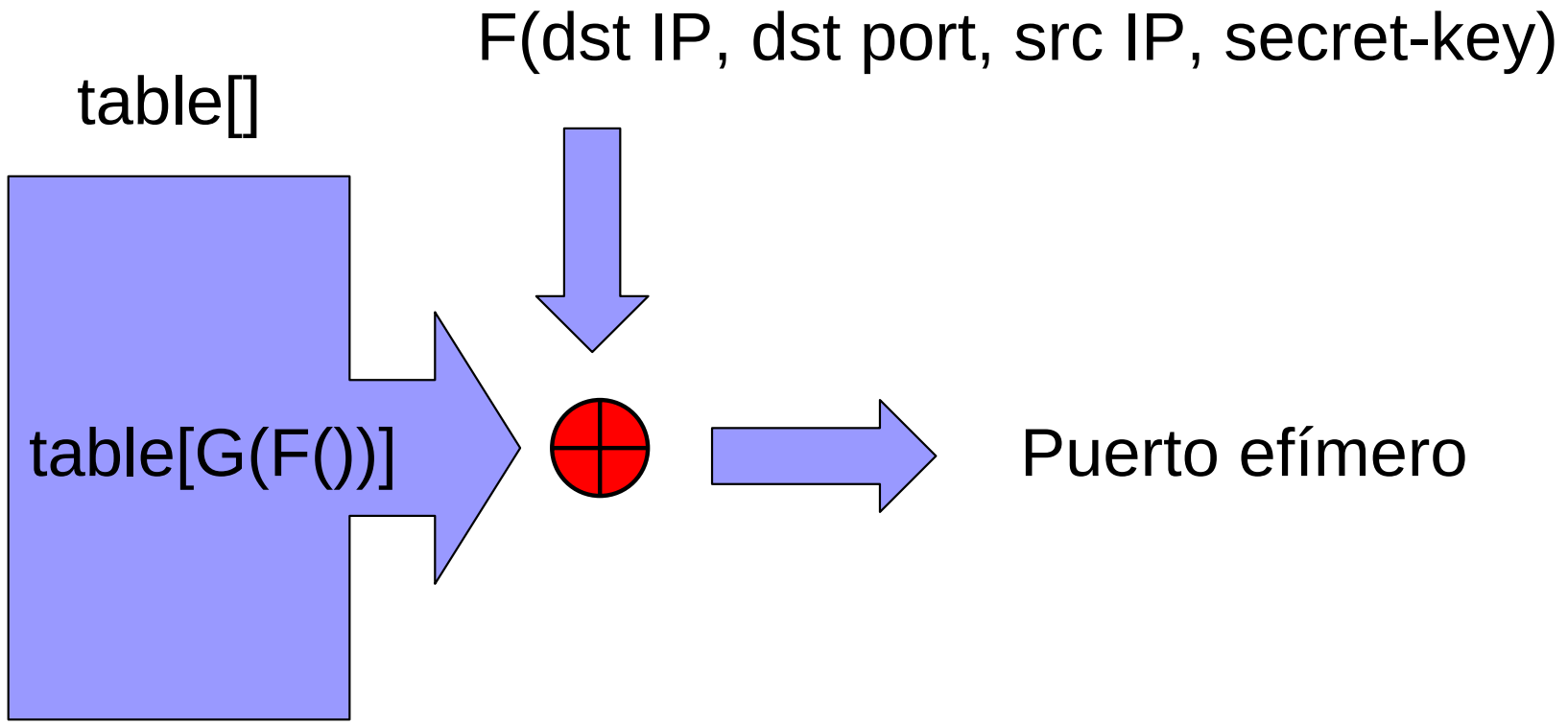
Secuencia producida por el Algoritmo #3

Nr.	IP:port	offset	min_ephemeral	max_ephemeral	next_ephemeral	port
#1	128.0.0.1:80	1000	1024	65535	1024	3048
#2	128.0.0.1:80	1000	1024	65535	1025	3049
#3	170.210.0.1:80	4500	1024	65535	1026	6550
#4	170.210.0.1:80	4500	1024	65535	1027	6551
#5	128.0.0.1:80	1000	1024	65535	1028	3052

Características del Algoritmo #3

- Implementado en el Linux Kernel
- Produce una secuencia muy difícil de predecir por terceros
- Posee una frecuencia de reuso de puertos igual a la del algoritmo tradicional BSD (Algoritmo #1)
- Su implementación es más compleja que la de los algoritmos anteriores

Algoritmo mejorado (Algoritmo #4)



- Se puede reducir la frecuencia de reuso de puertos mediante la separación del espacio de incrementos.

Algoritmo mejorado (Algoritmo #4)

```
        /* Initialization code */
for(i = 0; i < TABLE_LENGTH; i++)
    table[i] = random % 65536;

/* Ephemeral port selection */
offset = F(local_IP, remote_IP, remote_port, secret_key);
index = G(offset);
count = max_ephemeral - min_ephemeral + 1;

do {
    port = min_ephemeral + (offset + table[index])
            % (max_ephemeral - min_ephemeral + 1);
    table[index]++;
    count--;
    if(four-tuple is unique)
        return port;
} while (count > 0);
return ERROR;
```

Secuencia producida por el Algoritmo #4

Nr.	IP:port	offset	min_ephemeral	max_ephemeral	index	table[index]	port
#1	128.0.0.1:80	1000	1024	65535	10	1024	3048
#2	128.0.0.1:80	1000	1024	65535	10	1025	3049
#3	170.210.0.1:80	4500	1024	65535	15	1024	6548
#4	170.210.0.1:80	4500	1024	65535	15	1025	6549
#5	128.0.0.1:80	1000	1024	65535	10	1026	3050

Características del Algoritmo #4

- Se está trabajando en implementaciones para FreeBSD y OpenBSD
- Produce una secuencia muy difícil de predecir por terceros
- Posee una frecuencia de reuso menor que la del algoritmo tradicional BSD (Algoritmo #1)
- Su implementación es más compleja que la de todos los algoritmos anteriores

Armando el rompecabezas

Efecto de la implementación conjunta de todos los mecanismos propuestos

Procesamiento de SYNs entrantes

- Si existe una encarnación previa de la misma conexión en el estado TIME_WAIT, entonces:
  - Si la encarnación previa utilizaba timestamps, aplicar la optimización propuesta para los timestamps. Si el timestamp del SYN fuera igual al último recibido por la encarnación previa, realizar el chequeo de ISN del SYN (fix de BSD).
  - Si la encarnación previa no utilizaba timestamps, pero el SYN entrante incluye uno, entonces permitir el establecimiento de la conexión.
  - Si ni la encarnación previa ni la nueva utilizan timestamps, entonces simplemente aplicar el chequeo de ISNs al SYN (fix de BSD).

Mejoras en la mitigación de ataques ciegos

- Con las modificaciones descriptas, se mejora notablemente la resistencia de TCP a ataques ciegos:
  - Se hace más dificultoso predecir el connection-id (gracias a la aleatorización de puertos efímeros)
  - Se hace más dificultoso predecir los números de secuencia (gracias a lo propuesto por S. Bellovin en RFC 1948)
  - Se hace mas dificultosa la predicción de TCP timestamps (de acuerdo al esquema de aleatorización propuesto).

Mejoras en interoperabilidad

- Se reducen las colisiones de connection-id’s.
- Incluso si existieran colisiones de connection-id’s, la optimización realizada mediante TCP timestamps permitirá una alta tasa de establecimiento de conexiones.
- Si dicha tasa fuera muy alta, y el último timestamp de la conexión coincidiera con el del SYN entrante, el ISN del SYN entrante nos brindaría otra oportunidad para aceptar la conexión.

Posibles escenarios de falla

- En escenarios en los cuales existe una variedad de sistemas detrás de un NAT realizando conexiones con un mismo servidor, las optimizaciones anteriormente propuestas podrían fallar:
  - Se podría incrementar la frecuencia de reuso de puertos, generándose colisiones de connection ID's
  - Se podrían solapar los espacios de números de secuencia (fallando la optimización de los BSD).
  - Se podrían solapar los espacios de los timestamps (fallando la optimización propuesta en esta presentación)
- Para evitar dichos inconvenientes, se sugiere la implementación de los algoritmos descriptos, en el propio NAT (lo cual puede o no ser posible).
- En escenarios donde la identidad de distintos sistemas es "ocultada" detrás de un NAT, los esquemas del tipo RFC1948 pueden revelar información sobre la cantidad y/o identidad de los sistemas detrás del NAT (si estos esquemas no son implementados en el NAT).

Posibles mejoras

- Una posible modificación tendiente a posibilitar una tasa de conexiones más alta consistiría en adoptar para el estado TIME-WAIT (de usualmente 4 minutos), un valor mas adecuado.
  - Si consideramos que el estado TIME-WAIT debe representar 2*MSL, resulta lógico que el mismo sea función del RTT/RTO de la conexión.
  - Asimismo, es interesante notar que en la arquitectura TCP/IP no existe mecanismo alguno (como sí sucede en otros protocolos como Delta-t) para limitar el tiempo de vida **real** de los paquetes en la red.
  - Es decir, si uno es “purista”, el IP TTL **no** pone ninguna cota real a la vida de los paquetes en la red, y en conclusión el estado TIME-WAIT tampoco garantiza nada al respecto.
- Por ejemplo, el estado TIME-WAIT podría configurarse como de 10*RTO, 100*RTO, etc.

Conclusiones

Algunas conclusiones…

- Usualmente se asume que, debido a la antigüedad de los protocolos “core” de la suite TCP/IP, todas las implicancias negativas de seguridad del diseño de los mismos han sido resueltas, o solo pueden resolverse mediante uso de IPsec.
- Las vulnerabilidades publicadas incluso en los últimos cinco años parecen indicar lo contrario.
- Curiosamente, este es el primer proyecto que, en 25 años de utilización de los protocolos TCP e IP, intenta hacer un análisis completo de las implicancias de seguridad de los mismos.

Preguntas?

Información de contacto

Fernando Gont

fernando@gont.com.ar

Más información en:

http://www.gont.com.ar

Agradecimientos

Mis agradecimientos a:

- Los organizadores de este Congreso
- UK CPNI y UTN/FRH por su apoyo en mis actividades

… y a Uds, quienes presenciaron esta conferencia