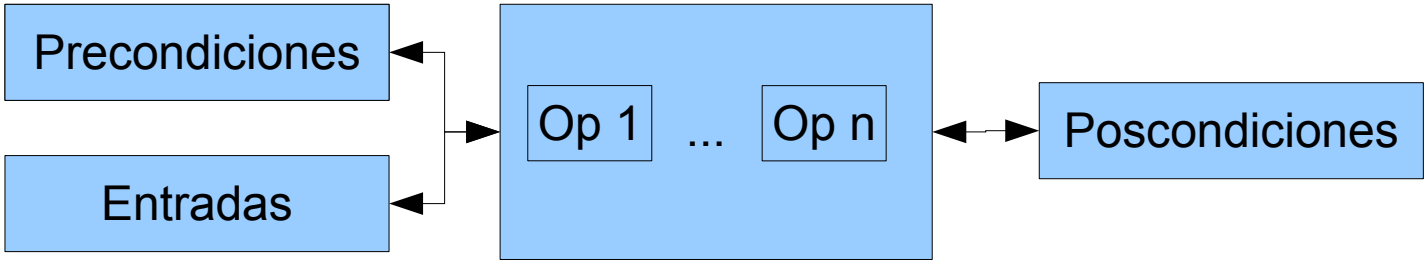
Criptografía y Seguridad

Probando la seguridad: Penetration testing

Verificación formal

- Verificación matemática de que un sistema cumple con ciertas restricciones
- Precondiciones → hipotesis sobre el estado del sistema
- Poscondiciones → resultado de aplicar operaciones del sistema a un input dado



- Requerimiento: las poscondiciones cumplen las restricciones

Prueba de penetración

- *Prueba* para verificar que un sistema cumple con ciertas restricciones
- Precondiciones → hipótesis sobre el estado del sistema y la existencia de una vulnerabilidad
- Poscondiciones → Sistema comprometido
- Ejecución:
  - Aplicar pruebas para intentar mover al sistema del estado inicial al estado comprometido

Similitudes y diferencias

- Prueba de penetración y verificación formal
  - Prueba la existencia de vulnerabilidades
- Pero la prueba de penetración
  - NO prueba la ausencia de las mismas
- Mientras que una verificación formal
  - Prueba la ausencia de vulnerabilidades
  - Aunque para ello debe incluir TODOS los factores externos
  - En la práctica se prueba ausencia de vulnerabilidades en determinado algoritmo, programa o ambiente, y no en un sistema
    - Se ignoran: Instalación, Uso

Objetivos

- Probar la eficacia de los controles de seguridad de un sistema
  - Intentando violar la política de seguridad
  - Requiere ejecutar técnicas similares a las de un atacante
    - También llamado 'ethical hacking'
  - Análogo a pruebas manuales de un sistema
    - No reemplaza un buen diseño e implementación
  - Prueba al sistema como un todo
    - No solo aspectos técnicos

Metodología (informal)

- Determinar y cuantificar objetivos
  - Ejemplo: obtener información de clientes
- Encontrar cierta cantidad de vulnerabilidades o buscarlas durante un periodo de tiempo
  - El estudio se conduce desde el punto de vista de un atacante
- Estudiar y categorizar los hallazgos
  - El éxito de una prueba de penetración proviene del analisis de los hallazgos
    - Permite detectar problemas recurrentes
    - Permite enfocarse en mejorar sistemáticamente familias de problemas

Metodología de Hipótesis de Falla

1. Recolección de información

   Para conocer el sistema y su funcionamiento

2. Hipótesis

   Asumir existencia de vulnerabilidades concretas

3. Prueba

   Probar las vulnerabilidades

4. Generalización

   Generalizar patrones y hallar otras vulnerabilidades del mismo tipo

5. (opcional) Eliminación

   Determinar pasos necesarios para eliminarlas

Recolección de información

- Componer un modelo del sistema y sus partes
  - Buscar discrepancias
  - Revisar interfases
- Es necesario conocer bien el sistema
  - Utilizar documentación de diseño, manuales (si están disponibles)
    - Especialmente buscar secciones poco especificadas o ambiguas
  - Ver manejo de privilegios y tipos de cuentas
- También el ambiente
  - Conseguir nombres de usuarios / servidores
  - Estructura de red del sistema

Punto de partida

- Identifica la información inicial con la que cuenta el equipo
- Niveles incrementales
  - Atacante externo sin conocimiento del sistema
  - Atacante externo con conocimiento del sistema
  - Atacante con acceso al sistema
- Dependiendo del tipo de prueba, algunos niveles son irrelevantes
  - Ejemplo: Durante el diseño, se ignora el primer nivel
  - Ejemplo: En sistemas con registro abierto, se ignora el segundo nivel

Hipótesis

- Buscar posibles vulnerabilidades

Hay que hacer un balance entre complejidad del sistema y seguridad. Los sistemas mas complejos tienen mas superficie de ataque.

- Examinando políticas y procedimientos
  - Buscar inconsistencias
  - Buscar inconsistencias entre políticas y mecanismos
  - Los procedimientos pueden no cumplirse
- Examinando implementaciones
  - Utilizar modelos de vulnerabilidades
  - Revisar vulnerabilidades comunes/conocidas (vulnerability scanning, e.g. portmapper
  - Usar manuales (exceder limites, omitir pasos de las secuencias, etc)

Hipótesis

- Seguridad en APIs
  - Política de desarrollo de Microservicios
  - Software Supply Chain (API) Management
- RASP: Runtime Application Self Protection
  - Mal implementados
- Verificar Federadores
  - Vulnerabilidades conocidas sobre protocolos.
- Software EOL
  - Software fuera de soporte donde no existen actualizaciones de seguridad o que no se encuentren actualizados.

Hipótesis

- Examinando mecanismos
  - Pueden estar mal implementados
  - El ambiente donde corren puede introducir errores
  - Pueden no ser seguros
- Comparando con otros sistemas
  - Sistemas parecidos tienen problemas parecidos
- Resultado:
  - Una lista de posibles vulnerabilidades

Prueba

- Priorizar la lista de posibles vulnerabilidades
  - Depende del objetivo de la prueba
  - Por lo general: se prioriza por nivel de acceso requerido
- Definir como probar la existencia de la vulnerabilidad
  - La mejor manera: resultado de analizar documentación o comportamiento
  - Otra manera: intentar explotarla
    - Ultimo recurso
    - Menos eficiente
    - Excepción: Pivoting ! (explicado luego)

Prueba

- Diseñar el test para que sea lo menos intrusivo posible
  - Algunas vulnerabilidades pueden denegar el servicio!
- Proceso normal:
  - Resguardar los datos de todo el sistema
  - Documentar requerimientos para detectar la vulnerabilidad
  - Intentar detectar la vulnerabilidad
- La prueba DEBE SER REPETIBLE

Pivoting

- Es probable que la existencia de una vulnerabilidad provea más información
  - Ejemplo: Acceso al S.O.
  - Se debe volver a la fase de recolección de información
- Pivoting es el uso de un punto de acceso comprometido para continuar un ataque
  - Ejemplo: Se compromete el firewall y desde allí se continúa atacando la red interna

Generalización

- A medida que las pruebas resultan exitosas, emergen patrones
- Algunas veces dos vulnerabilidades combinadas constituyen un problema grave
    - Ejemplo:
        - Cuenta invitado habilitada permite conexión remota
        - Buffer overflow local permite derechos de administrador
- Constituye la parte más importante de la prueba

Eliminación

- Por lo general solo se incluyen recomendaciones
  - Quien ejecuta la prueba no suele ser el diseñador/desarrollador
- Es importante que quede claro el contexto, detalles y mecanismo de explotación
  - Para poder corregir el sistema
  - Para poder impedir / monitorear mientras tanto
  - Para verificar si fue explotado

Ejemplo: Michigan Terminal System

- Sistema operativo que corre en mainframes IBM 360/370
- Objetivo de la prueba: obtener acceso a las estructuras de control
- Nivel inicial: Cuenta autorizada (nivel 3)

Esta prueba de penetración
contaba con la aprobación
de los administradores

Paso 1: Recolección de información

- Aprender detalles del mecanismo de control del sistema
  - Al correr un programa, la memoria se divide en segmentos
  - 0-4: supervisor, programas de sistema y estado
    - Protegidos por mecanismos de hardware
  - 5: Area de trabajo del sistema, información del proceso
    - Incluido el nivel de privilegio
    - El proceso no puede alterar esta información
  - 6+: Información del proceso
    - El proceso puede modificar libremente estas zonas

Paso 1: Recolección de información

- El segmento 5
  - Protegido por el sistema de protección de memoria virtual
    - Modo sistema (kernel): el proceso puede acceder, modificar datos y ejecutar funciones privilegiadas
    - Modo usuario: El segmento 5 no se mapea al espacio de direcciones del usuario
- Un proceso corre en modo usuario
  - De modo usuario se realizan system calls
    - Las system calls corren en modo sistema

Paso 1: Recolección de información

- Ejecución de un system call
  - El código del system call revisa los parámetros
  - Especialmente, revisa que los punteros pertenezcan a zonas accesibles por el proceso
  - Los parámetros se construyen como una lista de direcciones en el segmento de usuario
  - La lista de parámetros se pasa como dirección en un registro

Paso 2: Hipótesis

- ¿Que ocurriría si la dirección de un parámetro apunta a la lista misma de parámetros?
  - Sin controles extra, sería posible que algún system call escriba la dirección del parámetro después de haber pasado la validación
  - Si se puede controlar que valor escribir, técnicamente sería posible leer o escribir cualquier zona del segmento 5

Paso 3: Prueba

- Buscar un system call que
  - Use la convención de llamada estudiada
  - Tenga al menos dos parámetros y altere 1
  - Pueda hacer que se altere el parámetro con cualquier valor
- Entre los candidatos se eligió : line input
  - Lee una línea de texto y retorna número de línea y longitud de línea
- Setup
  - Hacer que la dirección donde se almacenará el número de línea sea la de la longitud de línea

Paso 3: Prueba

- Ejecución:
  - El system call valida los parametros
    - Todos pertenecen al segmento del proceso
  - Ejecuta método read input line
    - La longitud de la línea ingresada es el valor a escribir
  - El número de línea se guarda según la lista de parámetros
    - Hacer que sea una dirección del segmento 5
    - Esto reescribe la dirección del otro parámetro
  - La longitud se guarda según la lista de parámetros
    - Esto escribe el valor en el segmento 5

Paso 4: Generalización

- No se puede escribir en los segmentos 0-4
  - Protegidos por hardware
- Pero en el segmento 5, el nivel de privilegio determina si pueden hacerse llamadas de nivel supervisor (en lugar de system calls)
  - Y una función de nivel supervisor apaga la protección por hardware
- Conclusión:
  - Esta vulnerabilidad permite que un atacante modifique cualquier dirección de cualquier segmento, controlando completamente la computadora

Ejemplo: Ataque externo

- Objetivo:
  - Determinar si las medidas de seguridad de una empresa eran efectivas para evitar que un atacante ingrese a un sistema
- El test se enfoca en políticas y procedimientos
  - Tanto técnicos como no técnicos

Paso 1: Recolección de información

- Búsqueda en internet
  - Nombres de empleados y directores
  - Teléfono de la sucursal local. De la sucursal local consiguieron el reporte anual (público – la empresa cotizaba en bolsa)
- Reconstrucción de estructura
  - Partes del organigrama
  - Nombres de proyectos y personas que trabajan en cada uno

Paso 1: Recolección de información

- Listado de empleados
  - El tester se hizo pasar por un nuevo empleado
    - Aprendió que para enviar cualquier documento necesitaría: número de empleado y centro de costos
  - El tester llamó a la secretaria del director sobre el que había recabado mas información
    - Primero haciéndose pasar por un empleado, consiguió el número de empleado del director
    - Luego, haciéndose pasar por un auditor, el centro de costos
  - Con éstos datos se solicito enviar el listado a una consultora externa

Paso 2: Hipótesis

- Los empleados nuevos no conocen todos los procesos y controles
  - Es posible que un nuevo empleado brinde información sensitiva

Paso 3: Prueba

- El tester llamó a RRHH impersonando a la secretaria de un director
  - Se quejo que no le habían informado de los nuevos ingresos y los pidió
  - Obtuvo los nombres de los nuevos empleados
- El tester llamó a los nuevos empleados
  - Se hizo pasar por operador del centro de computos
  - Les brindo un entrenamiento sobre seguridad por teéfono
  - Durante el entrenamiento obtuvo: tipos de sistemas usados, número de usuarios, logins y claves

Para discutir

- ¿Cuán válidos son los tests de penetración?
  - No sustituyen una buena especificación, diseño, implementación y pruebas
  - Es una técnica importante para probar un sistema luego de ser instalado
    - Idealmente no es necesario. En la práctica, si
  - Encuentra problemas introducidos por la interacción del sistema con los usuarios y el ambiente
    - Este tipo de problemas suelen quedar fuera del analisis y pruebas normales

Para discutir

- ¿Que determina la calidad de una prueba de penetración?
  - La metodología de hipótesis de fallas depende de la capacidad de los testers para formular hipótesis
  - Particularmente, no provee una forma sistemática de revisar un sistema
  - Los resultados de un test sirven solo marginalmente para otros. Cada test es un mundo aparte
    - Hay herramientas que automatizan algunos aspectos de una prueba, pero no todos

Lectura recomendada

Capítulo 23: 1-2
Computer Security Art and Science

Matt Bishop

OSSTMM - Open Source Security Testing Methodology Manual
http://www.isecom.org/osstmm/