Unidad 6
Desarrollo seguro – parte 2

Caso real – CVE-2018-1111

Vulnerabilidad en script de cliente DHCP – permite ejecución remota de codigo en Centos/RHEL - https://dynoroot.ninja/

```
eval "$(
declare | LC_ALL=C grep '^DHCP4_[A-Z_]*=' | while read opt; do
    optname=${opt%%=*}
    optname=${optname,,}
    optname=new_${optname#dhcp4_}
    optvalue=${opt#*=}
    echo "export $optname=$optvalue"
done
)"
```

Principios

1. **Comenzar haciendo preguntas**

- **Sobre lo que nos preocupa**
  - ¿ Qué puede ir mal ?
  - ¿ Qué estamos tratando de proteger ?
  - ¿ Qué es lo que pensamos que va a afectar a nuestra seguridad ?
  - ¿ Cuál es el punto débil de nuestras defensas ?
- **Sobre nuestros recursos**
  - ¿ Tenemos una arquitectura de seguridad ? ¿ Se usa ?
  - ¿ Tenemos acceso a librerías de código reusable ?
  - ¿ Qué standards y guías tenemos disponibles ?
  - ¿ Qué buenos ejemplos nos pueden ayudar ?

Principios

1. **Comenzar haciendo preguntas**

- **Sobre el software**
  - ¿ En qué parte de la cadena de confianza se encuentra ?
  - ¿ Quiénes son los usuarios legítimos ?
  - ¿ Quién accederá al software (exec/source) ?
  - ¿ El uso y el número de usuarios cambia en el tiempo ?
  - ¿ En que entorno se ejecuta ?
- **Sobre nuestros metas u objetivos**
  - ¿ Qué impacto tendrá un problema de seguridad ?
  - ¿ A quién vamos a molestar con las medidas de seguridad ?
  - ¿ Tenemos el apoyo de los altos niveles de la organización ?
  - Si los usuarios eluden nuestras medidas de seguridad, ¿ cómo lo vamos a saber y cómo lo vamos a manejar ?

Principios

2. **Elegir un destino antes de comenzar**

- **Antes de comenzar a tomar decisiones se debe entender bien lo que se necesita hacer.**

- **Ej. Analogía con la construcción de casas**

  Los arquitectos antes de dibujar los planos primero deben saber:

  – Tipo de edificación.
  – Lugar de construcción. (ej. ¿ hay terremotos ?)
  – Regulación sobre construcciones del lugar.
  – Necesidades del cliente.
  – …

Principios

3. **Decidir cuanta seguridad es suficiente**

- **El nivel de seguridad de una aplicación depende fuertemente de:**
  - Tamaño y naturaleza de los riesgos.
  - Costo de las medidas de seguridad a programar.

- **Ej. NO hacer aplicaciones tan seguras como sea posible SINO hacerlas suficientemente seguras.**
  - El nivel aceptable de seguridad se debe determinar objetivamente, y no porque se me acaba el tiempo pactado.
  - En ciertas áreas de negocio existen standards. (ej. sector financiero)

Principios

4. **Emplear técnicas standard de ingeniería**

- **Una buena seguridad requiere un buen diseño de software y buenas técnicas de diseño.**
- **Principales factores para los ataques de seguridad**
  - Falta de diseño.
  - Debilidad humana.
  - Prácticas de codificación pobres.
- **Una buena arquitectura de seguridad NO elimina el último punto.**

Principios

5. **Identificar lo que se asume**

- **Ej. Si recibimos un paquete TCP con el SYN flag en ON significa que el emisor quiere iniciar una sesión con nosotros.**
  - Asumimos que no hay mala intención.
  - Asumimos que el emisor es quien dice ser.
- **Ej. Los usuarios de este programa son humanos.**
  - Puede que no sea una persona y se ejecute un script cientos de veces…
  - ¿ Cómo solucionaron esto yahoo/hotmail/gmail en sus sistemas de signup ? (Captcha)

Principios

6. **Incluir la seguridad desde el primer día**

- **Evitar aplicar agregar los controles de seguridad más tarde.**
  - Ej. agregar cifrado de datos podría no ser suficiente.

Principios

7. **Diseñar con el enemigo en la mente**

- **Se debe tratar de anticipar como un atacante resolverá el rompecabezas de nuestra infraestructura de seguridad.**

Principios

8. **Comprender y respetar la cadena de confianza**

- **NO invocar a programas no confiables desde otro que si lo es.**
  - Como regla general: no delegar la autoridad para ejecutar una acción sin haber delegado la responsabilidad de chequear si dicha acción es apropiada.

Principios

9. **Ser tacaño con los privilegios**

- **Principio del menor privilegio**
  - Un programa debe operar con los privilegios suficientes para realizar su tarea.

- **Ej. Si se necesita leer un valor de un archivo no abrirlo con permisos de read/write.**

Principios

10. Testear todas las acciones propuestas contra la política.

- **Asegurarse que las decisiones tomadas en todo momento por el software cumplen con las políticas de seguridad.**

- **Ej. Antes de agregar un producto al carro de compras asegurarse de que pertenezca al usuario.**
  - No se debe reautenticar permanentemente a un usuario.
  - Deberíamos tratar de verificar que su sesión no ha expirado, que su conexión aun se encuentra activa, que no hay reglas adicionales sobre el manejo del carro de compras, …
- **Ej. Acceso a archivos en UNIX.**

Principios

11. **Construir niveles apropiados de tolerancia a fallas.**

- **Primero se debe identificar la funcionalidad de la misión crítica de la organización. Y luego utilizar las tres Rs:**
  - Resistencia (la capacidad de disuadir ataques)
  - Reconocimiento (la capacidad de reconocer los ataques y la extensión de los daños que producen)
  - Recuperación (la capacidad de proveer servicios y activos esenciales durante el ataque y recuperar la totalidad de los servicios luego del mismo.)

Principios

12. Tratar los temas de manejo de errores de manera apropiada.

- **Es muy común que un manejo de errores no apropiado genere una vulnerabilidad.**

  ¿ Qué hacer ?

  – Arquitecto: decide sobre un plan general de manejo de errores.
  Ej. parar solo ante errores no previstos y loguear el resto.

  – Diseñador: determina como la aplicación va a detectar los errores, como los va a discriminar y como va a responder a ellos.

  – Programador: captura las condiciones de error y responde a las mismas según el diseño.

  – Operador: controla los procesos (para ver si terminado en forma anormal) y revisa los logs para ver los posibles reportes de errores.

Principios

13. “Degrade Gracefully”

- **Cuando ocurre un problema, la aplicación pasa a operar de manera restringida o degrada su funcionalidad.**

- **Ej. SYN flood attack: no existe un control sobre el numero de conexiones abiertas … (una solución es poner un límite)**

- **Ej. zonas de arrugado en los automóviles, cuando el automóvil choca se arruga para absorber el impacto.**

Principios

14. **Fallar de manera segura**

- **Ej. el firewall de la empresa falla: detener el tráfico de red.**
- **Ej. falla un semáforo: ¿ queda en verde ?**
- **Ej. el software que determina si un respirador artificial debe detenerse porque el paciente murió falla: ¿ cómo queda el respirador apagado o prendido ?**

Principios

15. **Elegir acciones y valores por defecto seguros.**

- **Ej. si se quiere saber si un usuario tiene autorizacion: asumir primero que NO tiene autorización, luego buscar.**

Principios

16. **Mantener las cosas simples.**

17. **Modularizar**

- **Para tener éxito hay que:**
  - Definir de manera adecuada las interfaces entre los módulos.
  - Limitar privilegios y recursos a los módulos que realmente los necesitan.

18. **No confiar en la ofuscación**

- **La seguridad por oscuridad no funciona**
  - Aún así el engañar a los atacantes es útil. ej: honeypots

Principios

19. **Mantener mínima información de estado.**

- **Ej: TCP SYN flood attack**
  - Mantener el estado hace posible el exploit.

- **La no existencia de información de estado hace que los atacantes tengan más dificultades para cambiarlo.**

Principios

20. **Adoptar medidas prácticas con las que los usuarios puedan vivir.**

- **En teoría no debería haber diferencia entre la teoría y la práctica, pero en realidad la hay.**
  - Hay que ser realista.
- **Elegir la interfaz de usuario que facilite hacer las cosas bien.**
- **Usar modelos mentales del mundo real.**
- **Los usuarios pueden saltear las medidas de seguridad por ser demasiado duras.**
  - ¿ Cada cuanto se cambian las contraseñas ?

Principios

21. Asegurarse que un individuo es responsable

- **No crear cuentas grupales.**
- **Debe ser difícil para una persona pasar por otra.**
- **La responsabilidad por los temas de seguridad debe ser claramente asignada.**
  - ¿ Quién es responsable de instalar los parches de seguridad ?.

22. Los programas deben autolimitar su consumo de recursos.

- **Método de ataque muy común.**
  - Agotar los recursos del sistema para de esta manera colgarlo.
- **Imponer limites en el consumo de recursos**
  - Ej. número de procesos, cantidad de memoria.

Principios

23. Asegurarse de que sea posible reconstruir los eventos

- **Loguear las operaciones**
  - Ej registrar los cambios en los datos.

24. Eliminar puntos débiles.

- **Asegurar un nivel de medidas de seguridad consistente a través de todo el programa.**
- **También significa que las medidas de seguridad son lo suficientemente razonables para no alentar a los usuarios a introducir “back doors”.**

Principios

25. **Construir varios niveles de defensa.**
    - No poner todos los huevos en la misma canasta !
26. **Tratar a la aplicación como a un todo.**
27. **Reusar código seguro.**
28. **No basar la seguridad solamente en paquetes de software.**
29. **No dejar que las necesidades de seguridad sobrepasen los principios democráticos.**

Principios

30. Recordar preguntarse “¿ Me olvide de algo ?”

Caso de ejemplo: Postfix MTA

- **Creado por Wietse Venema para reemplazar a Sendmail.**
- **Más de 30.000 líneas de código en su primera versión.**
- **Premisas de diseño:**
  - rápido
  - fácil de administrar
  - seguro
  - compatible con Sendmail.
- **Primera versión en 1990, actualmente versión 2.10.**

http://www.postfix.org/

Arquitectura

- **Conjunto de daemons cooperativos.**
  - No tienen relación jerárquica.
  - Cada uno realiza una tarea.
- **Utilización de múltiples niveles de defensa:**
  - Casi todos los daemons pueden ser ejecutados en entorno chroot.
  - No se puede acceder de manera directa desde la red a los módulos sensibles.
  - No utiliza setuid.
- **Implementado como un módulo principal que ejecuta daemons según la demanda.**
  - La cantidad de procesos es configurable.

Diseño

- **Menor privilegio**
  - Los daemons se pueden ejecutar:
    - con bajos privilegios
    - en un entorno chroot
  - En particular los módulos que tienen acceso a la red pueden funcionar de la manera descripta.
    - SMTP server.
    - SMTP client.

Diseño

- **Aislamiento**
  - Utilización de procesos separados para aislar las actividades entre ellos.
  - No se puede acceder de manera directa desde la red a los módulos sensibles de delivery local.
  - Algunos procesos internos son multi thread.
  - Los procesos que interactúan con el exterior son single thread.
    - Evita el uso de direcciones compartidas de memoria.

Diseño

- **Entorno controlado**
  - Ningún proceso se ejecuta bajo el control de un proceso de usuario.
  - Los procesos de Postfix se ejecutan:
    - bajo el control de un master daemon
    - en un entorno controlado
    - sin relación de jerarquía con procesos de usuario
  - Esto elimina exploits que involucren:
    - señales entre procesos
    - archivos abiertos
    - variables de entorno, etc.

Diseño

- **Uso de perfiles y permisos**
  - No se utiliza el setuid.
  - Inicialmente el directorio en el que se encuentran las colas de mail (maildrop) podía ser escrito por todos.
    - No accesible via red.
    - Se requiere permisos para acceder al mismo.
    - Problema: usuario malicioso puede llenar las colas.
  - Actualmente utiliza un programa (postdrop) que ejecuta con setgid para escribir en las colas de mail.

Diseño

- **Confianza**
  - Los daemons no confían en:
    - los contenidos de las colas
    - los mensajes internos entre procesos
    - los datos recibidos de la red
  - Los daemons realizan chequeos cada vez que procesan los casos anteriores.

Diseño

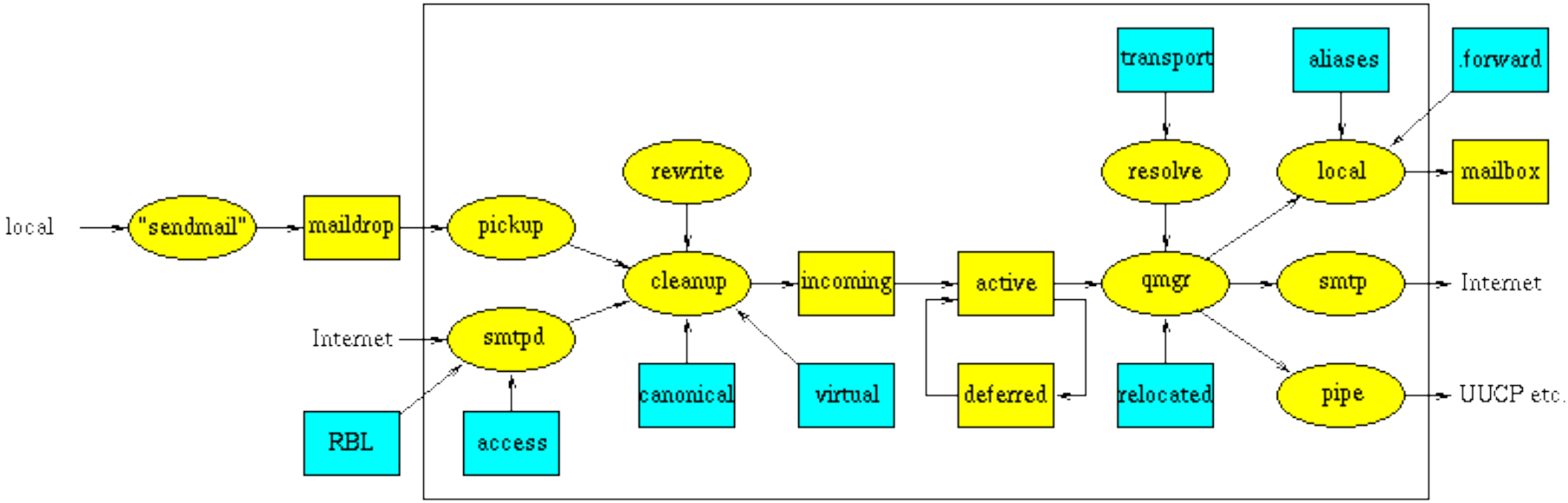
- **Datos de entrada**
  - Se realiza una alocación dinámica de memoria para prevenir problemas de buffers.
  - Las líneas demasiado largas en los mensajes se dividen en partes mas pequeñas, y se reconstruyen cuando el mensaje se entrega.
  - Los mensajes de diagnostico (debug, info ,error, etc) se truncan antes de pasarlos a la interfaz de syslog.
  - No se prevé defensa contra argumentos de línea de comando demasiado largos.

Diseño

- **Otras defensas:**
  - El número de instancias en memoria de cada objeto esta limitado.
  - En caso de problemas Postfix deja de procesar (queda en pausa):
    - antes de enviar un error al cliente
    - antes de terminar con un error fatal
    - antes de intentar reiniciar un programa que fallo

  esto evita que aparezcan mas problemas.

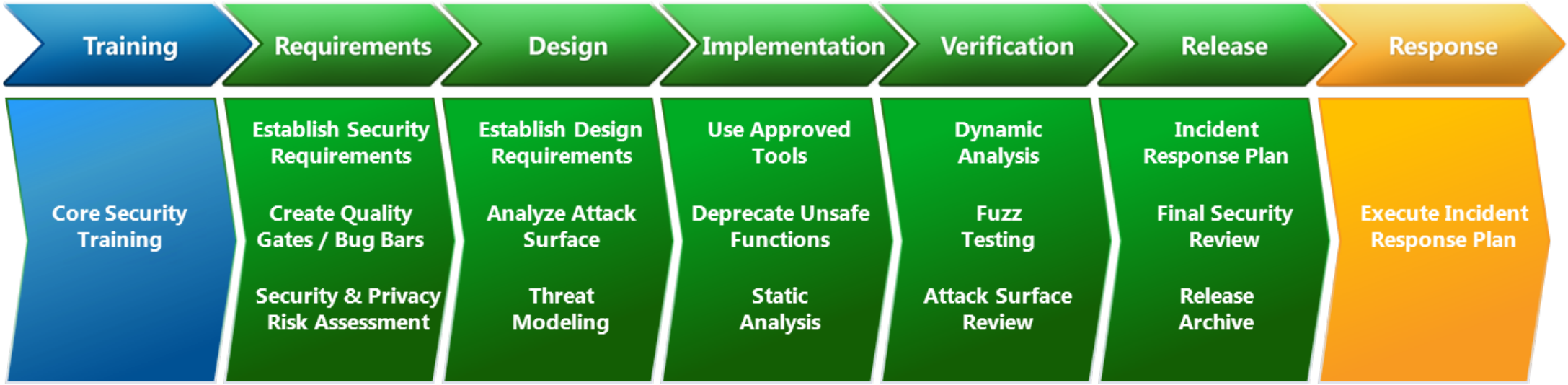
Esquema de funcionamiento



- Los óvalos amarillos son programas de mail.
- Las cajas amarillas con colas de mail o archivos.
- Las cajas azules son tablas de búsqueda.
- Los programas en el recuadro ejecutan bajo el control del master daemon de Postfix.
- Los datos en el recuadro son propiedad del sistema Postfix.

MS SDL: Secure Development Lifecycle

- Es un proceso de desarrollo de software propuesto por Microsoft para mejorar desde el punto de vista de seguridad el software desarrollado.



Más info: http://www.microsoft.com/security/sdl/

SDL: Algunos Conceptos

- **Superficie de Ataque:** Puntos de acceso al sistema/aplicación que podrían ser aprovechados por un atacante.
  - Principio de seguridad: reducir la superficie de ataque (todo código tiene vulnerabilidades, ergo si reducimos la exposición reducimos el riesgo).

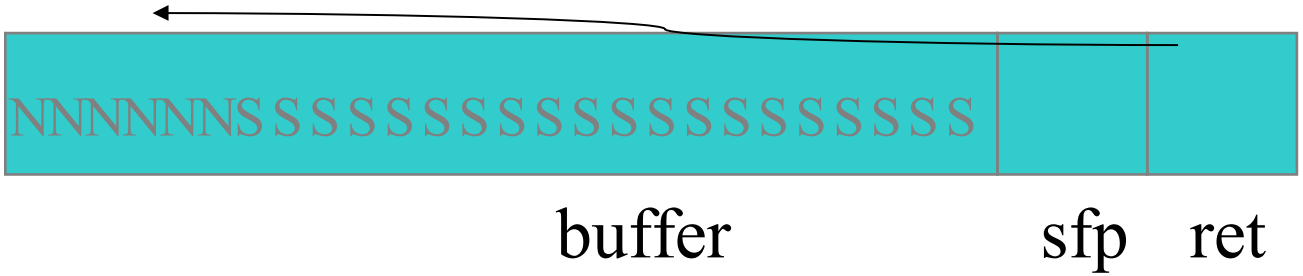
- **Threat Modeling:** Conjunto de posibles ataques a considerar contra el software.
  - SDL clasifica los riesgos según STRIDE:
    - Spoofing de la identidad del usuario
    - Tampering
    - Repudiation
    - Information Disclosure
    - Denial of Service
    - Elevation of Privilege

Demo Buffer overflows

Mecanismos de protección

Ejecutar código Propio

Bottom of memory
Top of stack



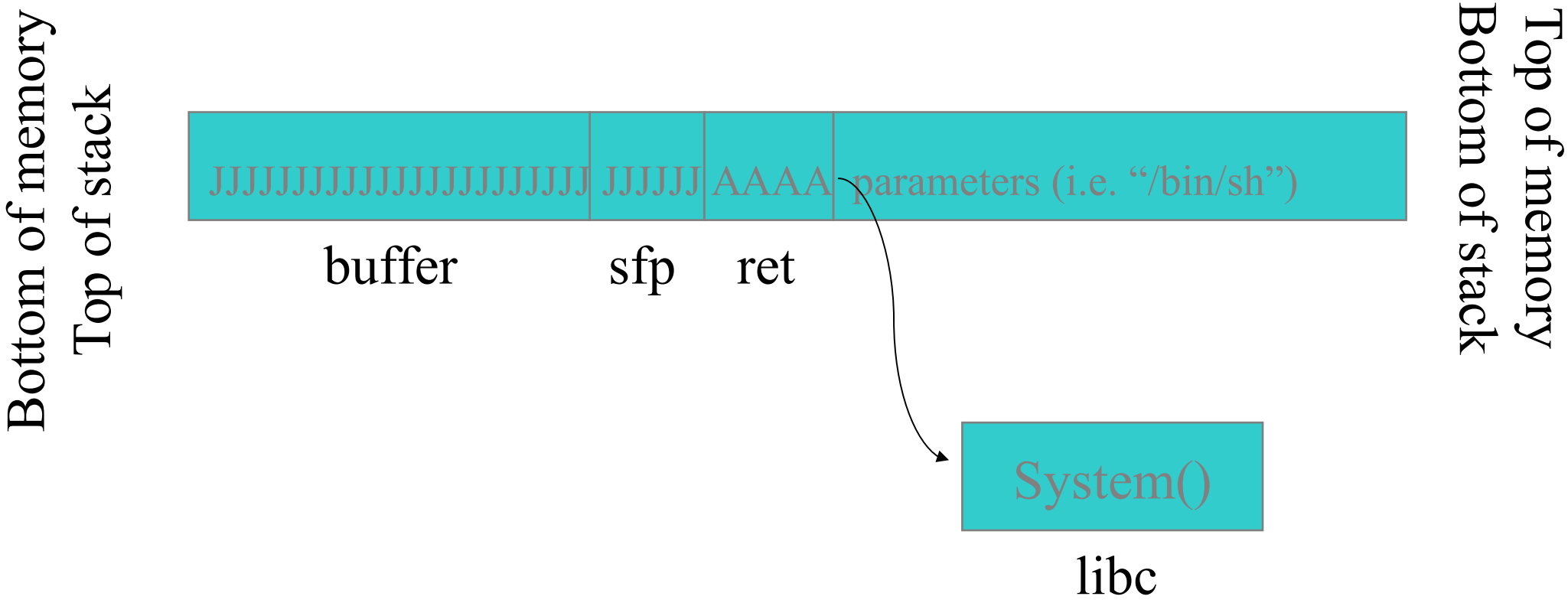
Top of memory
Bottom of stack

Uso NOP (0x90) para aumentar la posibilidad de éxito.

Mecanismos de defensa para evitar ataques de desbordamiento de buffers

- **Escribir código que válide correctamente todos los parámetros**
- **Buffers no ejecutables – prevenir la ejecución de instrucciones en los segmentos de datos y pila de la víctima (NX Bit)**
- **Realizar chequeos de integridad antes de restaurar registros importantes, como el EIP**
- **Address space layout randomization (ASLR)**

Return to libc



ROP

- **Return-oriented programming**

- **Es la forma más usada actualmente pasa saltear los distintos mecanismos de protección.**

https://www.rapid7.com/resources/rop-exploit-explained/

Chequeos de integridad - Canarios

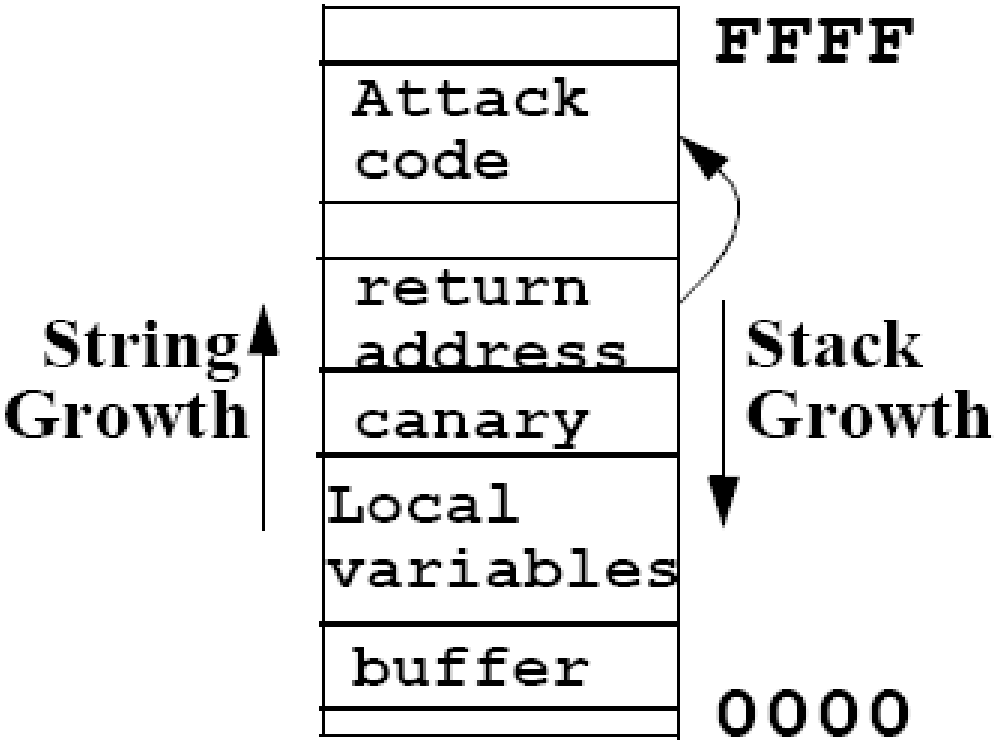


Figure 2: StackGuard Defense Against Stack Smashing Attack

Los canarios son valores conocidos que se ponen entre un buffer y datos de control para monitorear desbordamiento del búfer. Cuando se produce el desbordamiento, se sobreescribe el canario, quedando en evidencia el problema.

Canarios

- **Hay distintas implementaciones.**
- **Las más conocidas son :**
  - GCC Stack-Smashing Protector (ProPolice). Standard en OpenBSD. Versión reducida en GCC 4.1
  - /GS en compiladores de Microsoft

"StackGuard: Automatic Adaptive Detection and Prevention of Buffer-Overflow Attacks." Crispin Cowan, Calton Pu, Dave Maier, Heather Hinton, Peat Bakke, Steve Beattie, Aaron Grier, Perry Wagle, and Qian Zhang. 7th USENIX Security Symposium, January 1998, San Antonio, TX.

"Buffer Overflows: Attacks and Defenses for the Vulnerability of the Decade." Crispin Cowan, Perry Wagle, Calton Pu, Steve Beattie, and Jonathan Walpole. SANS 2000, Orlando FL, March 2000.

"Type-Assisted Dynamic Buffer Overflow Detection." K.S.Hlee and J.S.Chapin. 11th Annual USENIX Security Symposium 2002.

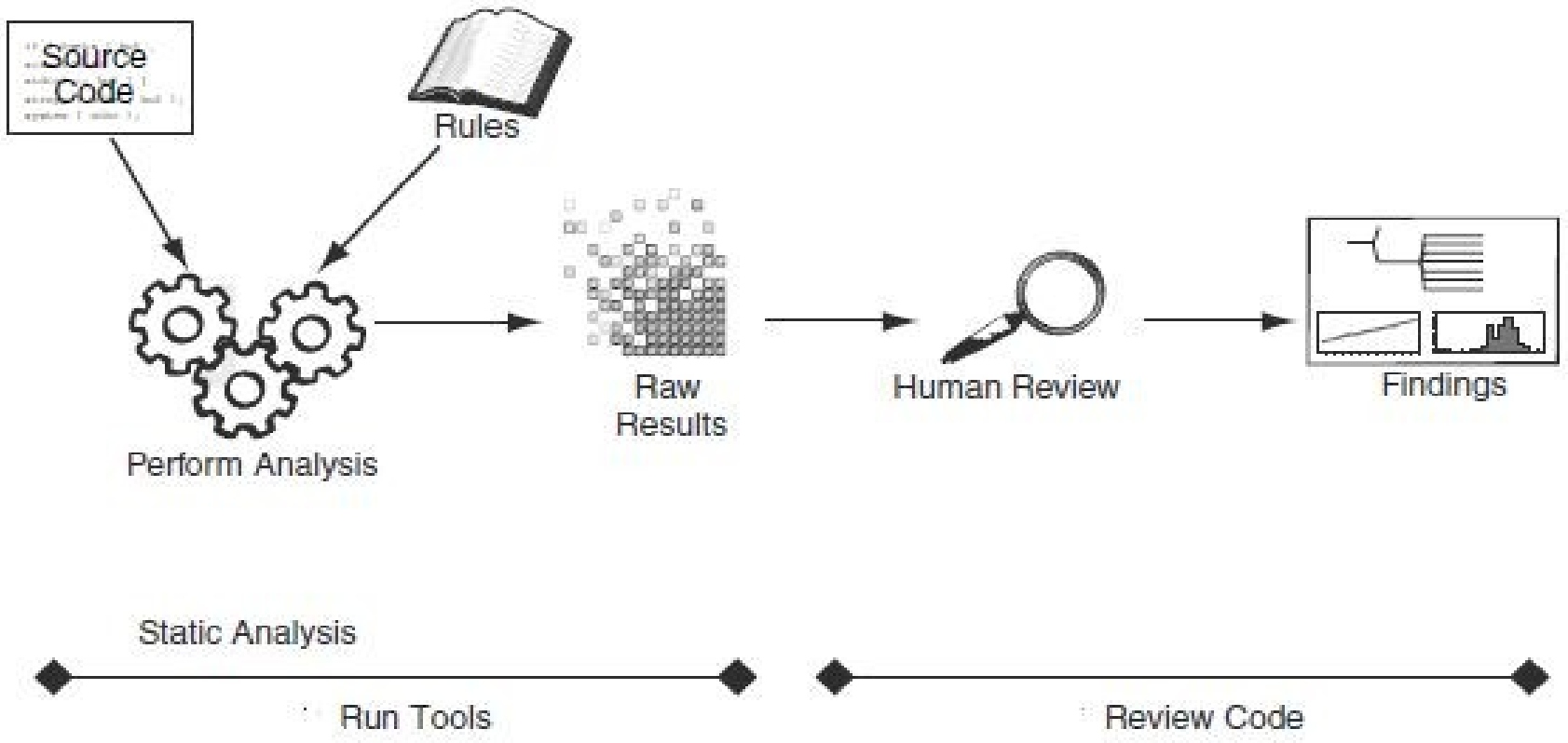
Análisis estático de código

Las herramientas de análisis estático de código examinan un software en busca de fallas, sin ejecutarlo. Algunas analizan el código fuente, otras el binario o el byte-code.

Utilizan distintas técnicas de análisis, y pueden presentar falsos positivos o falsos negativos. Estos últimos son más peligrosos, porque pueden llevar a una falsa sensación de seguridad.

Existen analizadores estáticos específicos para la problemática de seguridad.

Análisis estático de código



Aplicación C con una vulnerabilidad


```
int main(int argc, char* argv[]) {
    char buf1[1024];
    char buf2[1024];
    char* shortString = "a short string";
    strcpy(buf1, shortString); /* uso seguro de strcpy */
    strcpy(buf2, argv[0]); /* uso inseguro de strcpy */
    …
}
```

Primeras Herramientas

- **Analizadores Léxicos:**
  - ITS4 (2000), Rats, Flawfinder.
  - Reglas simples: “uso de strcpy() debe ser evitado”.
  - Muy rápidos, análisis poco profundo, muchos falsos positivos.

Ejemplo Rats

Rough Auditing Tool for Security. Soporta C, C++, Perl, PHP, Python y Ruby.

336 reglas para lenguaje C

www/source/core.c:53: High: strcpy

Check to be sure that argument 2 passed to this function call will not copy more data than can be handled, resulting in a buffer overflow.

magick/delegate.c:761: Medium: stat

A potential TOCTOU (Time Of Check, Time Of Use) vulnerability exists. This is the first line where a check has occured.

The following line(s) contain uses that may match up with this check: 767 (open)

Total lines analyzed: 331990

Total time 1.233556 seconds

269132 lines per second

Evolución

Se busca armar un modelo del programa, con estructuras de datos que representen el código, y un lenguaje para armar reglas mucho más expresivo que encapsule más conocimiento.

Se utilizan técnicas de compiladores.

Se incorpora análisis sintático y semántico, seguimiento de flujo de control y de datos, propagación de "tainted data", entre otras técnicas.

Trade-off entre precisión, profundidad y escalabilidad.

Ejemplo: Fortify

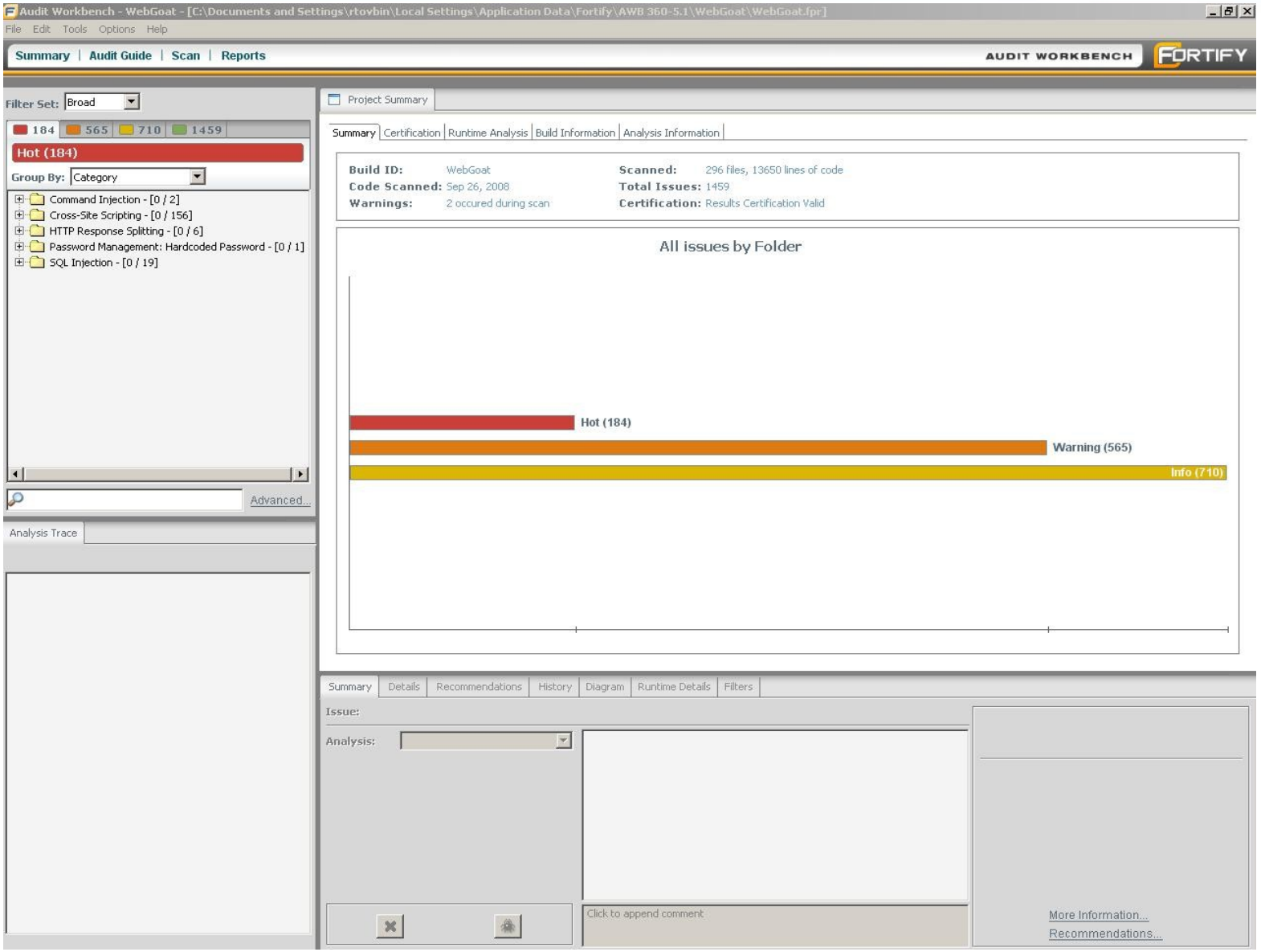
Lenguajes: ASP.NET, C/C++, C#, Cobol, ASP clásico, VB6, ColdFusion, javascript, vbscript, Java, JSP, PL/SQL, T-SQL, PHP, VB.NET y otros lenguajes .NET

Plataformas: Windows, Solaris, Linux, Mac OS X, HP-UX, AIX

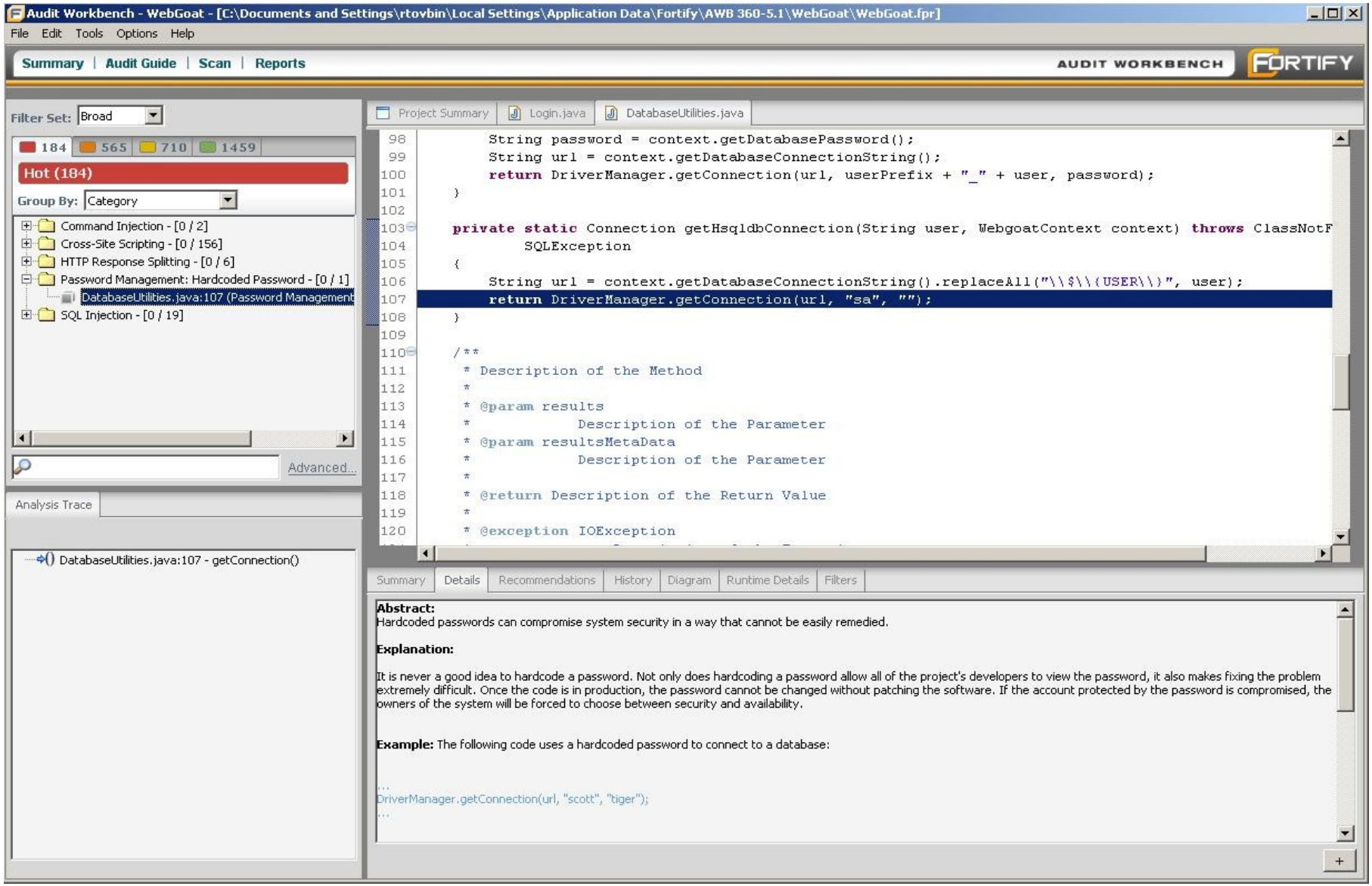
Frameworks: J2EE/EJB, Struts, Hibernate

IDEs: Microsoft Visual Studio, Eclipse, Web Sphere Application Developer, IBM Rational Application Developer

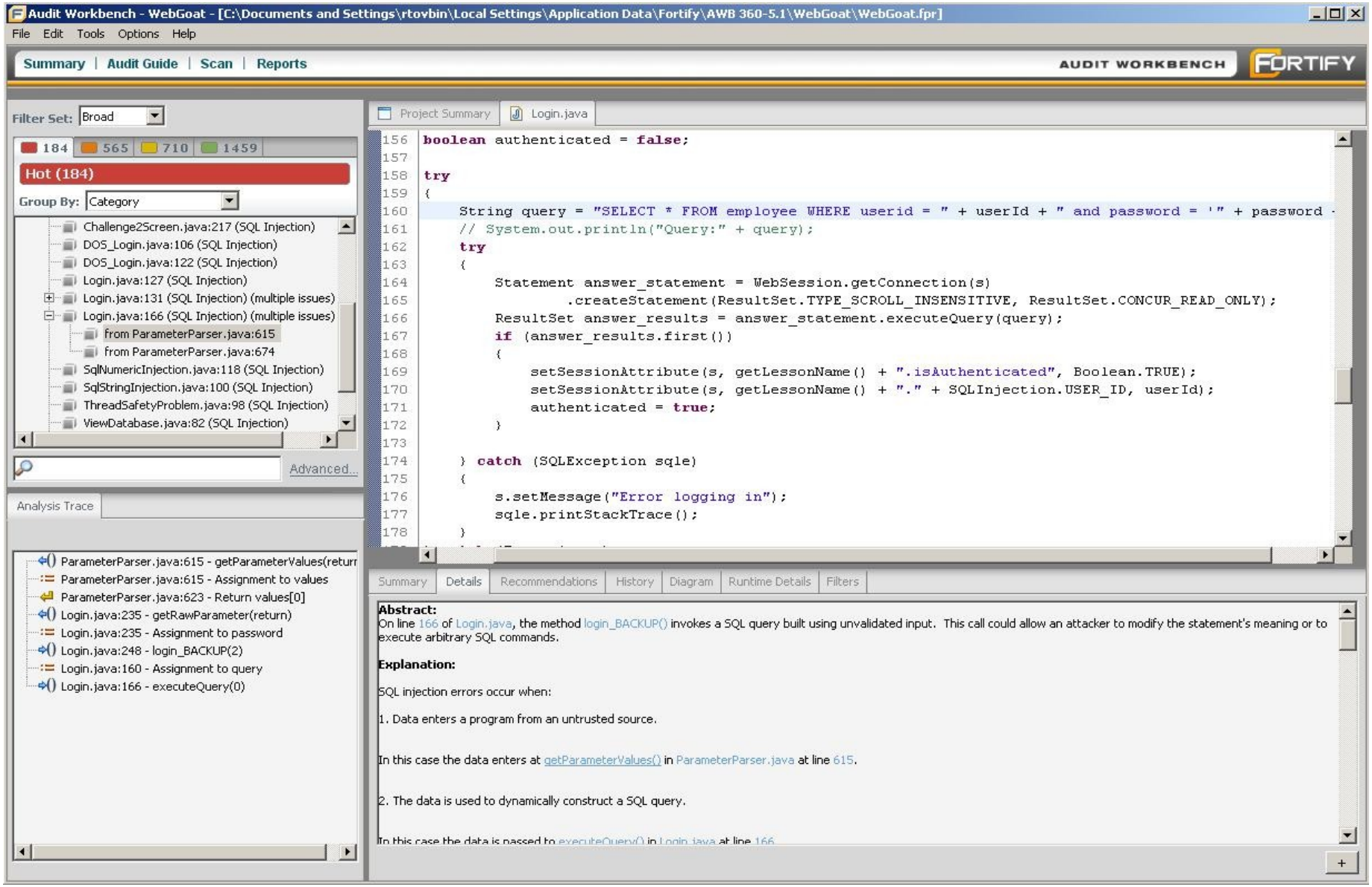
Fortify y webgoat - I



Fortify y Webgoat - II



Fortify y Webgoat - III



Otros analizadores estáticos

- **Coverity Prevent. Comercial, pero analiza en forma gratuita aplicaciones open-source. Desarrollado por investigadores de la Universidad de Stanford.**

- **Microsoft FXCop. Gratuito. Analiza aplicaciones .NET. Se puede integrar a MS Visual Studio.**

- **Findbugs. GPL. Solo soporta Lenguaje Java. Desarrollado por Universidad de Maryland. No está orientado únicamente a la seguridad.**

- **Sonarqube: soporta mas de 20 lenguajes, buena integración con metologías devops.**

¿ Por qué la gente codifica mal ?

- **Factores educativos**
  - Falta capacitación en desarrollo seguro
- **Factores técnicos**
  - Muchas veces las vulnerabilidades no son el resultado de un error de codificación o de diseño en una aplicación, sino que resultan de problemas derivados de la interacción entre elementos del sistema que por sí solos no son inseguros. (Ej. Sun tarball)
- **Factores psicológicos**
  - Decisiones influenciadas por experiencias personales.
  - Modelos mentales sobre lo que un programa hace.
  - Formas de pensar acerca del software. (Ej. driver de mouse)
- **Factores del mundo real**
  - Presión por lanzar una aplicación.
  - Tan seguro como se pueda.

Bibliografía