Linguaggi di Programmazione per il Web – Parte 9

PHP – Hypertext Preprocessor

SQL injection: cosa sono e come proteggersi

Autore

Prof. **Rio Chierego**
riochierego@libero.it

Siti Utili

http://www.riochierego.it/mobile

http://www.html.it/

http://www.mrwebmaster.it

http://www.php.net/

http://php.html.it/

SQL Injection: premessa

La creazione di **contenuti dinamici** che consentano all'utente di interagire con il nostro sito sono spesso alla base del successo o dell'insuccesso dei servizi che offriamo tramite il web.

Maggiore è **l'importanza dei dati che gestiamo**, maggiore sarà anche il **bisogno di sicurezza** che ruota attorno ai dati stessi.

La **sicurezza** di un sito web non viene garantita soltanto da un web server ben configurato, o da un tunnel SSL, **ma deve essere implementata in maniera coscienziosa anche da chi sviluppa l'applicazione web** (nel nostro caso **il programmatore PHP**)

In queste slide andremo a conoscere una delle più classiche tipologie di attacco legate al web, molto diffusa ma spessa sottovalutata, che va a colpire il **cuore** dell'applicazione web, **ossia il database**: si tratta **dell'attacco di tipo SQL Injection**.

È importante tenere presente che questo fenomeno può interessare qualsiasi linguaggio di programmazione e qualsiasi DBMS, anche se gli esempi proposti faranno riferimento al linguaggio PHP, con accenni al db server MySQL

by Prof. Rio Chierego

SQL Injection: cosa sono

- La **SQL Injection** è una tecnica molto diffusa di **hacking**, la quale mira a colpire quei siti web **che si appoggiano su un DBMS di tipo SQL**.
- L'attacco si basa principalmente sugli input dell'utente, il quale potrebbe inserire del codice maligno all'interno di una query. Gli effetti sono imprevedibili, ad esempio il **cracker** potrebbe autenticarsi con privilegi uguali ai vostri se non addirittura superiori e **alterare di conseguenza i dati sensibili all'interno del DB**.
- Il problema è relativamente semplice da capire, ma è anche molto pericoloso: effettuando una query SQL costruita sulla base di input passati da un utente, **senza eseguire un controllo preventivo** sullo stesso input, tale query può essere manipolata a piacimento
- L'input dell'utente nel nostro caso può esserci trasmesso in vari modi: **tramite URL** (query string), **tramite un form HTML** oppure anche **tramite un cookie** costruito su misura.
- Non tutti gli utenti utilizzano il nostro sito in modo "ortodosso", ad esempio cliccando su un link o compilando correttamente un modulo, **per cui i dati che ci arrivano potrebbero non rispettare le nostre aspettative.**

SQL Injection: problematiche

La **SQL injection** è dunque una tecnica che sfrutta una vulnerabilità presente nel linguaggio che funge da interfaccia al DB e/o nello strato del DB al fine di produrre un'alterazione nella semantica del codice SQL inteso.

Si fa in modo che l'input dell'utente contenga istruzioni SQL al fine di ottenere (lato server) una query differente da quella intesa dal programmatore.

Che tipo di problemi può portare una query manipolata arbitrariamente da un utente?

- manipolazione indesiderata dei nostri dati
- accesso indesiderato ad aree riservate
- visualizzazione di dati privati

SQL Injection: possibili vulnerabilità

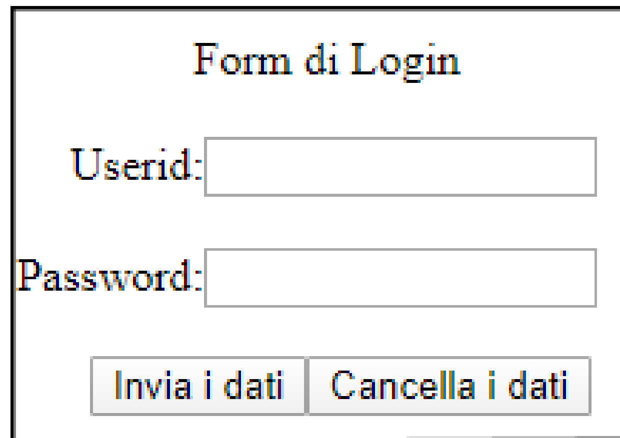
La **vulnerabilità** è presente quando si verifica una delle seguenti condizioni:

- L’input inserito dall’utente **non è affatto o correttamente filtrato** rispetto alle occorrenze di "sequenze di escape"(tipicamente presenza di apici).
- L’input inserito dall’utente **non subisce verifiche sul tipo di dati** e pertanto sono possibili esecuzioni inaspettate.
- **Sono presenti errori di programmazione** nel software del server di Database che consentono a utenti malicious di sfruttarne gli effetti per eseguire codice SQL arbitrario

SQL Injection: esempio 1 query singola

Supponiamo, ora, di avere costruito il solito **form** per l'autenticazione di un utente per effettuare il **login** in un'area protetta dell'applicazione web.

Probabilmente il **form di login** avrà un campo per inserire lo **userid** e la **password**.



Una volta inseriti i dati, l'utente clicca su un pulsante e i dati vengono inviati all'applicazione la quale, **utilizzandoli**, costruirà dinamicamente una query per interrogare il database al fine di controllare se le credenziali inserite sono corrette o meno.

SQL Injection: esempio 1 query singola

Probabilmente il **form di login** sarà costruito in questa maniera (file **login.htm**)

```
<form action='login.php' method='POST' target='_self' />

<label>Inserisci Userid:</label>
<input type='text'  name='userid' />

<label>Inserisci Password:</label>
<input type='password'  name='pwd' />

<input type='submit' value=‘Invia i dati' />
<input type=reset' value=‘Cancella i dati' />

</form>
```

Come ben sappiamo i dati immessi sono passati allo script **login.php**, rispettivamente nelle variabili **$_POST['userid']** e **$_POST['pwd']**.
Una volta ricevuti questi dati, lo script PHP preparerà una query che eseguirà sul DB.

SQL Injection: esempio 1 query singola

Premendo 'Invia i dati' arriveranno alla pagina **login.php** le seguenti variabili in **$_POST**

- **userid**, valorizzato con la userid inserita dall'utente
- **pswd**, valorizzato con la password inserita dall'utente

Queste variabili saranno usate per costruire una query string dinamica in PHP del tipo

$sql = "**SELECT** *
FROM Utente
WHERE userid= ' " . $_POST['userid'] . " ' **AND**
password = ' ".$_POST['pswd'] ". " '; " ;

Se l'utente ha quindi inserito userid = 'pippo' e pswd = 'paperino' la query string sarà

$sql = "**SELECT** *
FROM Utente
WHERE userid= 'pippo' AND password = 'paperino'; " ;

La query restituirà i dati degli utenti con username **pippo** e password **paperino** presenti nel nostro database (magari nessuna). **Fin qui nulla di strano**.

SQL Injection: esempio 1 query singola

Supponiamo, ora, che l'utente inserisca

- **userid** = pippo
- **pswd** = ' (ossia un apice singolo)

La query string eseguita sarà ora:

SELECT *
FROM Utente
WHERE userid = 'pippo' and password= ' ' ' ;

Non notate ancora nulla di strano?

Fate attenzione al campo password e alla presenza di **ben tre apici!**

Ebbene supponiamo che l'utente ora inserisca

- userid = pippo
- pswd = ' OR '1' = '1 (0 OR 1 = 1 se pswd è di tipo numerico)

Bene.....ed adesso cosa accadrà?

SQL Injection: esempio 1 query singola

La query string ottenuta sarà:

SELECT * **FROM** Utente
WHERE userid= 'pippo' and password= ' OR '1' = '1 ' **;**

L'esecuzione fornirà SEMPRE i dati di TUTTI I RECORD presenti nella tabella utenti anche se nel nostro DB pippo NON è uno userid valido (ATTACCO BLIND)

Ecco...abbiamo appena effettuato un attacco di SQL injection.

Questo accade perchè la seconda parte della query e cioè **OR '1'='1'** è sempre vera, ed è quella che abbiamo inserito noi, deliberatamente, nel campo di input (password)

Tutto ciò è stato reso possibile dal primo apice della stringa inserita che ha chiuso prematuramente la prima parte della query, permettendoci di inserire una clausola OR che è sempre vera e che mira a rendere vero tutto l'enunciato composto così ottenuto.

Lo stesso vettore di attacco si può provare sostituendo i singoli apici con i doppi apici se la stringa di query dello script è costruita con questo tipo di delimitatore

SQL Injection: esempio 1 query singola

Supponiamo, ora, che l'utente inserisca uno userid NOTO (perché lo conosce)

- **userid** = admin' OR '1'='1
- **pswd** = nulla

La query eseguita ora sarà

```
SELECT *
FROM Utente
WHERE userid= 'admin' OR '1'='1 ' AND password= ' ' ;
```

Ecco...abbiamo appena effettuato un'altro attacco di sql injection

N.B. In questo modo posso ottenere ESCLUSIVAMENTE la password dell'utente con userid admin senza conoscerla sfruttando una debolezza del codice implementato che non ha tenuto in considerazione la possibilità di sql injection

Le vulnerabilità possono essere numerose (dipende dalla fantasia dell'attaccante) e derivano solitamente da una **distrazione del programmatore** o comunque da una **errata implementazione** del codice dello script.

SQL Injection: esempio 2 query singola

Se l'utente conosce il nome della tabella degli utenti potrebbe inserire la seguente stringa

- **userid** = pippo' UNION SELECT* FROM Utente; #
- **pswd** = nulla

Alternativa -- (con alla fine uno spazio)

La query eseguita ora sarà:

Codice considerato come commento

```
SELECT *
FROM Utente
WHERE userid= 'pippo' UNION SELECT* FROM Utente; # 'AND password= ' ' ;
```

Anche in questo caso l'esecuzione fornirà SEMPRE i dati di TUTTI I RECORD presenti nella tabella utenti anche se nel nostro DB pippo NON è uno userid valido (ATTACCO BLIND)

Ecco...abbiamo appena effettuato ancora un'altro attacco di sql injection
N.B. SI NOTI L'UTILIZZO DEL SIMBOLO # CHE INDICA IL COMMENTO POSTO ESATTAMENTE ALLA FINE DELLA STRINGA IMMESSA

N.B. Ovviamente il tutto funzionerà perfettamente anche mettendo al posto di pippo nulla oppure uno userid valido oppure inserendo una stringa a caso (lasciando la parte UNION inalterata)

by Prof. Rio Chierego

SQL Injection: esempio 3 multi-query

Poniamoci ora in uno scenario che prevede uno script (di login o meno) che utilizzi la funzione **mysqli_multi_query()** che è multi-statement

Adesso immaginiamo di digitare nei campi previsti dal form per:

- **userid** = pippo'; SELECT * FROM Utente; #
- **pswd** = nulla

La query eseguita ora sarà:

SELECT *

FROM Utente

WHERE userid= 'pippo'; SELECT * FROM Utente; # 'AND password= ' ' ;

In questo caso oltre all'esito della prima query dovremo considerare l'esecuzione della seconda query che potrebbe essere in genere molto più pericolosa anche se nel nostro DB pippo NON è uno userid valido (ATTACCO BLIND)

Ecco...abbiamo appena effettuato ancora un'altro attacco di sql injection

by Prof. Rio Chierego

SQL Injection: esempio 3 multi-query

Cosa accadrebbe se nelle stesse ipotesi fatte della slide precedente digitassimo nel campo userid stringhe del tipo:

userid = pippo'; DROP TABLE Utente; #

oppure

userid = pippo'; DELETE FROM Utente; #

oppure

userid = pippo'; DROP DATABASE sqlinjection; #

oppure

userid = pippo'; SHOW Tables; #

oppure

userid = pippo'; DESCRIBE Utente ; #

Ricordiamo ancora una volta che la funzione di solito utilizzata da noi - mysqli_query() - non supporta gli statement multipli, per cui la preparazione e l'esecuzione di una stringa contenente una serie di query come quelle appena costruite, provocherebbero soltanto un messaggio d'errore

by Prof. Rio Chierego

SQL Injection: esempio 3 multi-query

E' possibile in via teorica accedere anche a database/tabelle differenti che però abbiano le stesse credenziali di accesso al db utilizzate dal programmatore nel suo script di login:

userid = pippo'; SELECT * FROM fornituranew.fornitore; #

oppure

userid = pippo'; DELETE FROM fornituranew.fornitore; #

oppure

userid = pippo'; SELECT CURRENT_USER(); #

oppure

userid = pippo'; CREATE USER 'xxx'@'localhost' IDENTIFIED BY 'xxx'; #

oppure

userid = pippo'; GRANT ALL ON *.* TO 'xxx'@'localhost' WITH GRANT OPTION; #

Ricordiamo ancora una volta che la funzione di solito utilizzata da noi - mysqli_query() - non supporta gli statement multipli, per cui la preparazione e l'esecuzione di una stringa contenente una serie di query come quelle appena costruite, provocherebbero soltanto un messaggio d'errore

by Prof. Rio Chierego

SQL Injection: altri esempi

Ecco una breve lista di attacchi che possono far scoprire eventuali vulnerabilità di tipo **sql injection**

- ' #
- " #
- ' OR '1'='1
- " OR "1" = "1
- ' OR 1=1#
- " OR 1= 1#
- ' /*
- ") OR ("1"="1
- ") OR (1=1
- ') OR ('1'='1
- ') OR (1=1

N.B. Per maggiori informazioni sull'**Sql Injection** e sulla sicurezza delle applicazioni web in generale si consiglio di dare uno sguardo al sito dell'OWASP

SQL Injection: pericolosità

Sfruttando quindi questo tipo di vulnerabilità, **detta sql injection in quanto realizzata iniettando codice sql malevolo**, potremmo loggarci senza conoscere le credenziali degli utenti.

Una volta compromesso il database, i danni che si possono causare possono essere incalcolabili, dalla sottrazione di dati sensibili alla distruzione di record, di tabelle o dell'intero database con l'aggiunta, come abbiamo visto, di stringhe tipo

" '; DROP TABLE <nome_della_tabella>; # "

Si possono anche eseguire dei programmi sul server (**N.B. non con MySQL**) usando stringhe del tipo

" '; EXEC master..xp_cmdshell 'notepad.exe'; # "

In questo lanceremmo notepad.exe, ma potrebbero anche essere caricati sul server dei programmi per sniffare il traffico e sottrarre informazioni, il server, quindi, sarebbe completamente compromesso

SQL Injection: come proteggersi

La **SQL injection** è una delle tecniche di hacking più pericolose perchè facilmente riproducibili e dagli effetti catastrofici.
Per difendersi basta affidarsi ad un principio generale "Non fidarsi mai".

L’errore commesso nell’implementazione presentata prima è proprio quello di fidarsi che i dati inseriti dagli utenti sono sicuri, senza effettuare alcun controllo.

Non esiste una soluzione assoluta, che sia sicura e portabile allo stesso tempo.

Lo stesso concetto di sicurezza è relativo e viene influenzato da numerosi parametri.
Quindi, gioco forza, il nostro approccio al problema dovrà essere abbastanza elastico e dovremo adattarci alle situazioni, scegliendo di volta in volta la soluzione più opportuna.

SQL Injection: come proteggersi

È stato detto che il punto fondamentale è **saper gestire l'input dell'utente**, e sarà qui che andremo a focalizzare la nostra attenzione.

A seconda dei dati che andremo a trattare, possiamo adottare più strategie per elevare il livello di sicurezza effettuando:

- **Controlli sul tipo di dato**
- **Creazione di filtri tramite espressioni regolari**
- **Eliminazione di caratteri potenzialmente dannosi**
- **Escape di caratteri potenzialmente dannosi**

SQL Injection: controlli sul tipo di dato

Il **type casting** è un’operazione che forza una variabile ad essere valutata come appartenente ad un certo tipo.

Supponiamo, modificando in parte l’**esempio 1** di **query manipolata** fatto all’inizio, che la variabile **$pswd** sia di tipo **intero**, ma per evitare sorprese, è opportuno essere sicuri di ciò:

```
$pswd = (int) $_POST['pswd'];    // Cast del tipo …. $_GET e $_POST sono array di valori stringa
$sql = "SELECT * FROM Utente WHERE userid= ' " . $_POST['userid' ] . " ‘
                                        AND password = $pswd;" ;
```

N.B. In questo modo $pswd dovrà avere sicuramente un valore intero e quindi non sarà possibile inserire nel relativo controllo di tipo TEXT nessuna stringa malevola.

Oppure posso utilizzare

```
settype($_POST['pswd'], 'int');        // forzo la variabile ad essere di tipo intero
$pswd = $_POST['pswd'];
```

Oppure posso utilizzare

```
$pswd = intval($_POST['pswd']);      //solo per gli interi
```


by Prof. Rio Chierego

SQL Injection: controlli sul tipo di dato

Un approccio leggermente diverso ma sempre legato al tipo di variabili in gioco consiste nel verificare, mediante opportune funzioni come

is_int()

is_numeric()

gettype()

che una variabile appartenga ad un determinato tipo e comportarsi di conseguenza:

```
if (is_numeric($_POST['pswd']))
  {
  // ho un valore CERTAMENTE numerico, posso procedere
  }
```

Nota: le variabili che arrivano via GET o via POST sono sempre **stringhe numeriche**, per cui in questi casi **is_numeric()** va preferito rispetto ad **is_int().**

SQL Injection: espressioni regolari

Spesso i dati che aspettiamo in input possono essere descritti da una **espressione regolare.**

E’ possibile fare ciò in due modi:

a) Usando i **pattern** nel tag **input** del **form HTML**

(vedi PPT-7-PHP-HTML-Interazione.pdf)

b) Utilizzando la funzione preg_match() oppure la funzione ereg() del **PHP**:

```
if (preg_match(" /^[a-z0-9]{4,12}$/i ", $pswd))
   {
   // $pswd rispetta il parametro, per cui posso effettuare la query
   }
else
   {
   // errore
   }
```


by Prof. Rio Chierego

SQL Injection: eliminazione caratteri pericolosi

Quando il type casting non ci può servire e non troviamo un'espressione regolare che possa filtrare adeguatamente un input, possiamo decidere di eliminare eventuali caratteri pericolosi o sostituirli con codici innocui.

In sostanza i caratteri potenzialmente dannosi sono quelli che hanno un significato all'interno di una query SQL, come ad esempio gli apici singoli e doppi, la virgola, il punto e virgola, e così via.

In alcune situazioni però tali caratteri devono essere ammessi: se un nostro utente si chiama ad esempio "Paperon de' Paperoni", l'apice fa parte del suo cognome, e sarà opportuno concederne l'inserimento in un ipotetico form di registrazione.

In altri casi invece questi caratteri possono essere eliminati o sostituiti senza problemi, sfruttando una tra le funzioni **str_replace()**, **preg_replace()**, **ereg_replace()** o **strtr()**, ad esempio:

by Prof. Rio Chierego

SQL Injection: eliminazione caratteri pericolosi

```
$pswd = str_replace("'", "", $pswd);     // attenzione ai caratteri inseriti.
```

- Il primo parametro di **str_replace**() è la stringa da cercare (nell’esempio proposto, un apice singolo);
- Il secondo è la stringa di sostituzione (nell’esempio, una stringa vuota);
- Il terzo è la stringa di partenza (nell’esempio, una ipotetica variabile $pswd).

N.B. Un approccio del genere può comunque risultare difficile da applicare, in quanto i caratteri da controllare possono essere svariati ed i DBMS si comportano in maniera differente, per cui sarà facile dimenticare qualche particolare.

SQL Injection: escape delle stringhe

Si possono "escapare" gli apici e i doppi apici, e questo può essere fatto nel codice tramite la funzione **addslashes() e stripslashes()** oppure usando la direttiva nel file **php.ini magic_quotes_gpc**.

Quando lasciate all'utente la possibilità di inserire un testo o un commento, che poi andrà a salvarsi nel vostro database, dovete **assicurarvi che alcuni caratteri particolari (come gli apostrofi) non vadano a danneggiare la query**, provocando degli errori sconfortanti.

Questo può avvenire intenzionalmente (l'utente, cioè, è consapevole del danno e sta cercando di attaccare volontariamente il vostro database; il termine tecnico è *sql injections*), ma anche casualmente: in tal caso la colpa sarà solo nostra.

Per evitare simili disastri, ci vengono in soccorso due funzioni native del PHP:
– **addslashes()** aggiungerà il backslash (\) davanti agli apici (‘), doppi apici (") e ai backslash (\) presenti nella stringa passata. Dovrà essere usata prima di salvare le stringhe nel database.
– **stripslashes()** farà il procedimento inverso, togliendo i backslash davanti ai suddetti caratteri e dovrà essere usata una volta estratta la stringa del database e prima di stamparla a video.

SQL Injection: escape delle stringhe

Si possono "escapare" gli apici e i doppi apici, e questo può essere fatto nel codice tramite la funzione **addslashes()** **e** **stripslashes()**

Esempio:

$stringa = "Questa è una stringa di prova con l'apostrofo";

$stringa2 = **addslashes**($stringa);

echo $stringa2; *// darà come risultato "Questa è una stringa di prova con l\'apostrofo"*

$stringa = **stripslashes**($stringa2);

echo $stringa; *//darà nuovamente come risultato la stringa iniziale*

SQL Injection: escape delle stringhe

Si possono "escapare" gli apici e i doppi apici, e questo può essere fatto usando la direttiva nel file **php.ini** **magic_quotes_gpc**.

Il file di configurazione **php.ini** del nostro webserver Apache ha al suo interno la direttiva **magic_quotes_gpc** (la sigla "gpc" sta per "get post cookies").

Quando questa è impostata sul valore "ON", non avremo bisogno di usare la funzione addslashes() nel salvare le nostre stringhe nel database, perché **ci penserà autonomamente il server ad aggiungere i backslashes** in tutti i valori GET, POST o COOKIES.

Comunque è da **sconsigliare l'uso di questa direttiva per due motivi**:
1) In genere i server hanno di default la direttiva a ON, ma può capitare in caso di trasferimento del sito di trovarci di fronte a un server con la direttiva impostata a *OFF*. In questo caso, dovremmo aggiungere manualmente la funzione addslashes() a tutte le stringhe presenti nel nostro database, perdendo inutilmente del tempo.
2) La direttiva è deprecata in PHP5 e sarà del tutto rimossa con PHP6 per ragioni di efficienza.

by Prof. Rio Chierego

SQL Injection: conclusioni

Abbiamo visto come sia possibile trasformare una innocente query SQL in una istruzione potenzialmente distruttiva per il nostro database, ed abbiamo visto quanto sia relativamente semplice effettuare una serie di controlli che hanno lo scopo di limitare i problemi.

Le soluzioni che proposte, type casting, controllo del tipo di dato, espressioni regolari, eliminazione o escape delle stringhe, possono comunque essere integrate tra di loro.

Quando ci si trova davanti ad input diversi da quelli attesi ci sono più vie da scegliere, a seconda delle situazioni e della propria opinione personale: è possibile utilizzare dei valori predefiniti per sostituire gli input non regolari, oppure si può scegliere di predisporre un messaggio d’errore, o anche di costruire un sistema di logging che registri tutti i tentativi di **exploit**.

Indipendentemente dalla via che si decide di intraprendere, l’unico punto che dobbiamo avere ben chiaro è: **controllare ogni input**.

SQL Injection: link

- **Manuale PHP – database security** (inglese); una pagina del manuale PHP che descrive alcuni problemi legati alla sicurezza del database.
- **SQL Injection by OpenBeer** (italiano, PDF); interessante paper in italiano che tratta l'argomento delle SQL injection e propone alcuni esempi per PHP/MySQL, PHP/PostreSQL ed anche ASP/MDB
- **Espressioni regolari** – le basi per poter utilizzare le espressioni regolari e creare quindi degli appositi filtri per i nostri dati.