Sicurezza delle applicazioni web

Ing. Stefano Zanero
17/05/2006

La natura di HTTP è un problema

- Stateless protocol: non c'è uno stato persistente (problemi per sessioni)
- Un server web è implicitamente pensato per rispondere a richieste che arrivano dall'esterno... spesso, da chiunque
- I web server spesso presentano delle loro vulnerabilità: su questo argomento c'è una certa sensibilità (anche se non abbastanza)

Le applicazioni web sono un problema

- Secondo @stake, il 70% delle applicazioni revisionate da loro presenta difetti di sicurezza rilevanti
- La sicurezza è spesso l'ultimo dei risvolti considerati durante lo sviluppo
- Il re-design delle applicazioni web è un problema di tempo e di costo
- L'interazione tra i comportamenti del server, eventuali framework, codice di terze parti e codice “custom” crea vulnerabilità

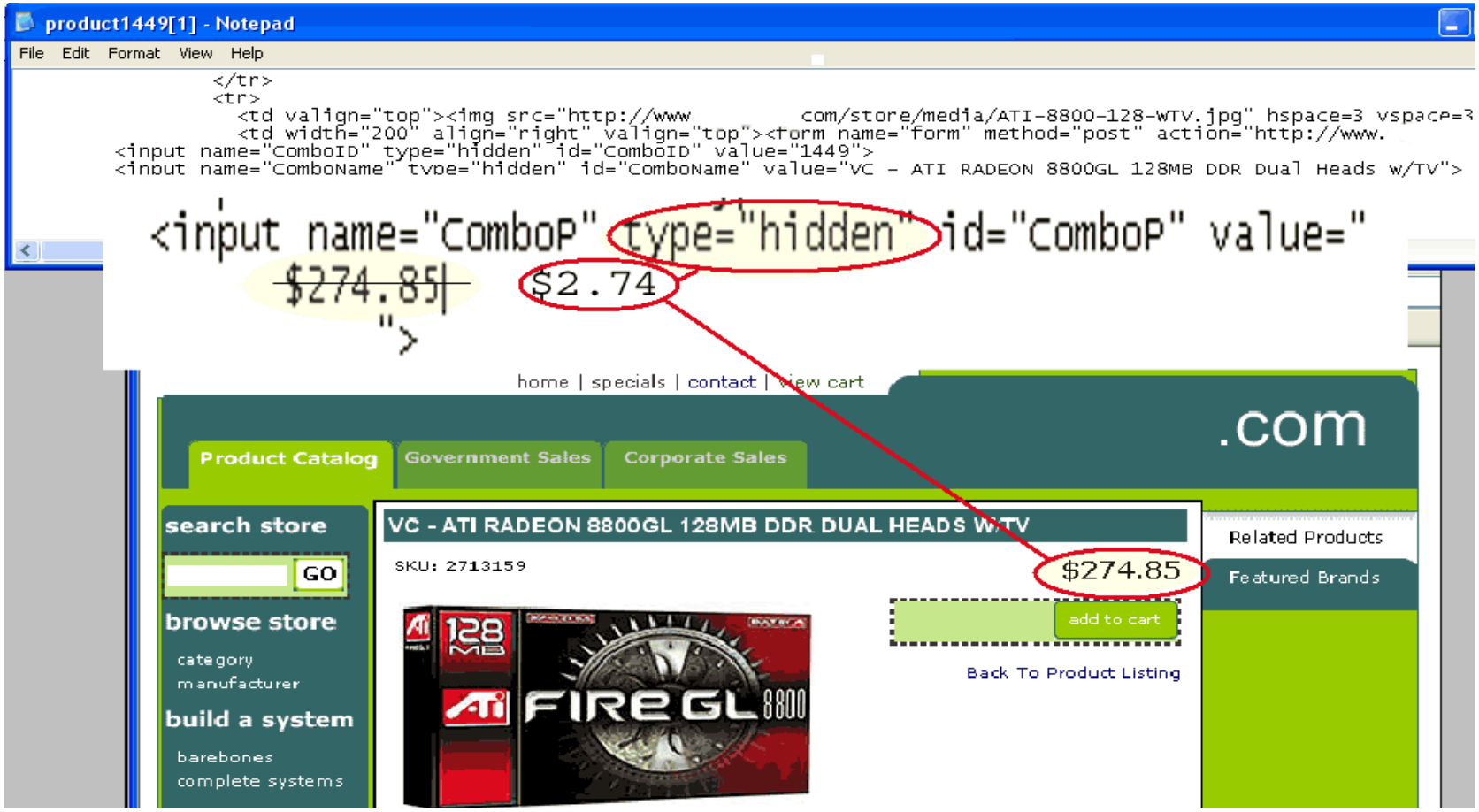
Un ambiente pericoloso

- Internet è un ambiente pericoloso (e lo sappiamo)
- Cosa fa una web application? Offre servizi ad utenti generici, ricevendo e gestendo degli input su un canale tendenzialmente inaffidabile
- Siamo esattamente nel *peggiore dei casi possibili, e questo è il modello computazionale verso cui ci stiamo spostando... auguri !*

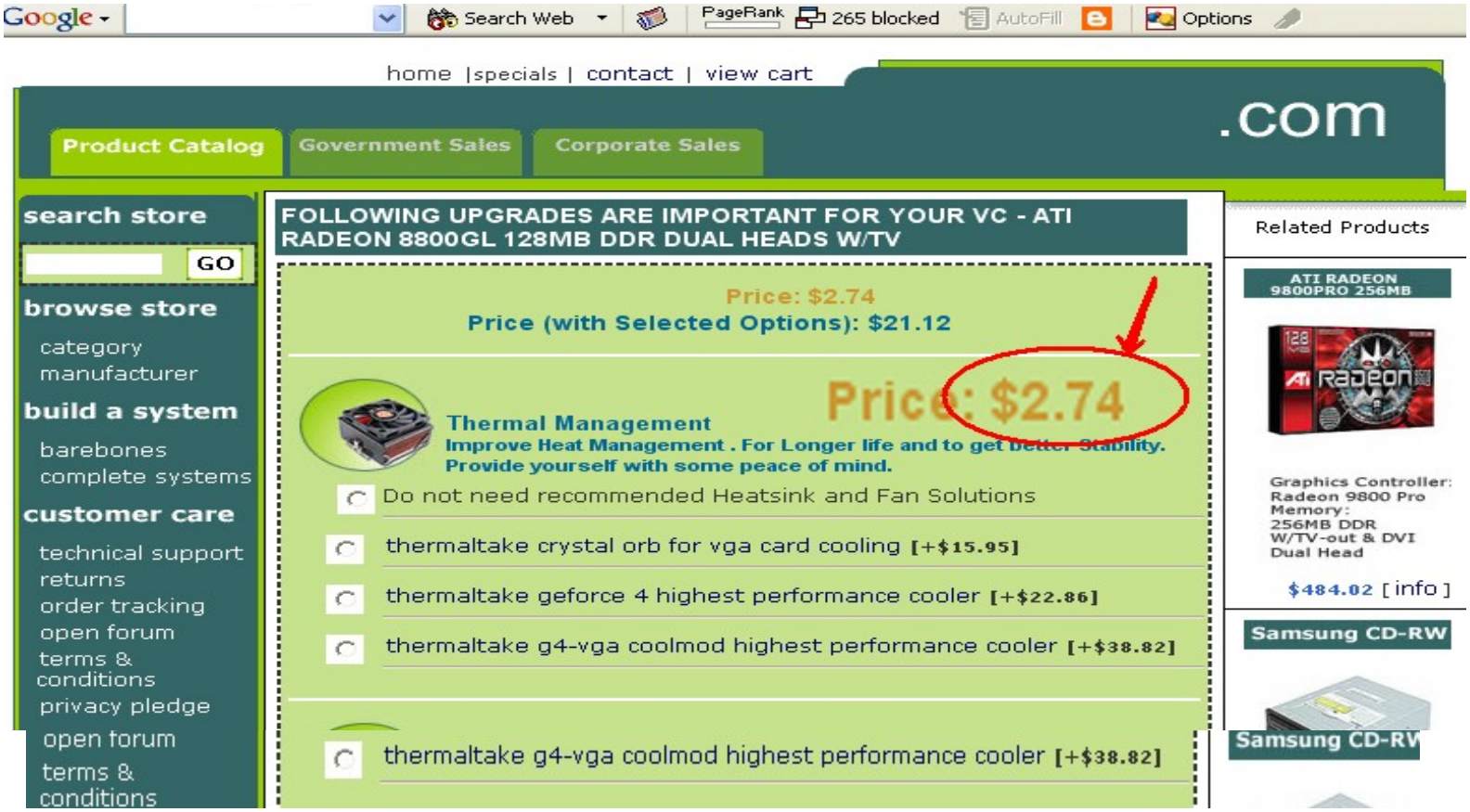
Il client non è affidabile!

- E quindi non *dovremmo fidarci...*
  - *Delle validazioni di campi fatte tramite javascript*
  - *Delle variabili REFERER e simili passate dal client*
  - *Del fatto che le form siano state sottomesse proprio dalla pagina che noi abbiamo disegnato, e non da una "variante"...*

Un esempio banalissimo...



OK! Ora sì che il prezzo è “giusto”!



Insicurezze classiche vs. web apps

- Buffer Overflow
- Eavesdropping
- Race Condition
- Man in the Middle
- Input Validation
- Session Hijacking
- Memory Residue
- Replays
- Path Manipulation
- Backdoors

- Buffer Overflow (-)
- Eavesdropping (+)

- Man in the Middle (+)
- Input Validation (+++++)
- Session Hijacking (++)

- Replays

Open Web Application Security Project

Top Ten Most Critical Web Application Security Vulnerabilities

1. Unvalidated Input
2. Broken Access Control
3. Broken Authentication and Access Control
4. Cross-Site Scripting Flaws
5. Buffer Overflows
6. Injection Flaws
7. Improper Error Handling
8. Insecure Storage
9. Denial of Service
10. Insecure Configuration Management

Fonte: www.owasp.org

Mancata validazione degli input

Validare sempre l'input !

- Abbiamo detto che gli input di una applicazione web sono sempre untrusted
- Tutto quello che arriva va validato:
  - Escape, validate, parse, filter, sanity check
  - TUTTO quello che arriva
  - SEMPRE
- Non esiste un filtro “troppo paranoico”, mentre ne esistono migliaia di “non abbastanza paranoici”

Sequenza di validazione

- Whitelisting: lascia passare solo ciò che riconosci
- Filtering: da questo filtra ciò che, in aggiunta, riconosci come sbagliato
- Escaping: di queste cose, elimina ciò che potrebbe causare confusione
- Parsing: solo ora leggi l'input ed elaboralo

Validare in positivo !

- Due modi per validare qualcosa
  - Togliere le cose sbagliate (blacklist)
  - Lasciare solo le cose giuste (whitelist)
- Primo principio della sicurezza: *la blacklist è male!*
- *Se una applicazione aspetta, in input, solo BIANCO o NERO, tutte le sfumature di grigio si possono buttare via senza problemi*
  - *E.g.: se mi aspetto un numero, posso buttare via qualsiasi cosa non sia un numero!*

Filtering, Escaping

- Alcuni caratteri vanno sicuramente rimossi...
  - Ad esempio i caratteri nulli nelle stringhe!
- I caratteri speciali che non possono essere rimossi o bloccati devono essere “escaped” per evitare ambiguità

Esempio: escaping HTML

- Supponiamo che la nostra web application *non preveda di consentire agli utenti di inserire HTML in un campo... possiamo effettuare il seguente "escaping"*
  - *Sostituiamo* > con >
  - Sostituiamo < con <
  - Sostituiamo " con "
  - Sostituiamo & con &

Altri caratteri malefici

- Altri caratteri a cui prestare attenzione

../ (Directory Transversal)

(*, ?, +) (globbing)

";" (Append di Comandi)

">" "<" "|" (Data Piping, redirezione di output)

" e ` (Terminatori di stringa)

E se io voglio l'HTML?

- Se proprio non c'è altra strada si può lasciar passare anche l'HTML, però:
  - Lasciamo passare solo alcuni tag che vogliamo
  - Di questi dovremo filtrare anche gli attributi
- Non è facile capire cosa sia innocuo e cosa no...

Questi, sicuramente, NO

- Tag:
  - ***<APPLET>***
  - ***<BASE>***
  - ***<BODY>***
  - ***<EMBED>***
  - ***<FRAME>***
  - ***<FRAMESET>***
  - ***<HTML>***
  - ***<IFRAME>***
  - ***<IMG>***
  - ***<LAYER>***
  - ***<META>***
  - ***<OBJECT>***
  - ***<P>***
  - ***<SCRIPT>***
  - ***<STYLE>***
- Attributi:
  - ***STYLE***
  - ***SRC***
  - ***HREF***
  - ***TYPE***
- ***E se vi chiedete il perchè, guardate le slide che seguono...***

Fatta la legge, trovato l'inganno

- Supponiamo di aver correttamente filtrato il tag <SCRIPT>:
  ```
  <SCRIPT>alert('JavaScript Executed');</SCRIPT>
  ```
- E questi altri tag perfettamente equivalenti ?
  ```
  <IMG SRC="javascript:alert('JavaScript Executed');">
  <ANYTHING SRC="javascript:alert('JavaScript Executed');">
  ```
- Potremmo pensare di fare lo “stripping” dell'attributo SRC e di togliere la parola chiave “javascript:”...
- Adesso seguitemi nella delirante sequenza di slide che seguono...

Problema dei whitespace...

- Il mio filtro prende la parola “javascript” e la elimina da SRC... ma che succede se scrivo:

```
<IMG SRC="javasc

ript:alert('JavaScript Executed');">
```

- Succede che funziona ! :-(
- Soluzione: filtrare i CR-LF, CR, tab, spazi, etc. all'interno dei tag

Problema delle HTML entities

- Il mio filtro, dopo aver eliminato spazi etc, prende la parola “javascript” e la elimina da SRC. Se ci metto delle entity HTML \09-12 che succede ?

```
<IMG SRC="javasc&#09;ript:alert('JavaScript Executed');">
```

- Soluzione: filtrare le entity... ma non è banale!
- E se le metto in esadecimale ?

```
<IMG SRC="javasc&#X0A;ript:alert('JavaScript Executed');">
```

- E se ci metto degli zeri davanti ?

```
<IMG SRC=javasc&#000010;ript:alert('JavaScript Executed');>
```

Problema misterioso

- OK. Ora il mio filtro elimina gli spazi bianchi dentro SRC, elimina una serie di regexp per le entity, poi prende la parola “javascript” e la elimina... ma che succede se scrivo:
  <IMG SRC="&{alert('JavaScript Executed')};">
- Succede che su alcuni browser funziona ! :-(
- Soluzione: filtriamo via &{

Problema ricorsivo

- OK. Ora il mio filtro elimina gli spazi bianchi dentro SRC, elimina una serie di regexp per le entity, poi prende la parola "javascript" e i caratteri &{ e li elimina.
- Che succede se scrivo:

```
<IMG
SRC="java&{script{alert('JavaScript
Executed')};">
```

- Succede che filtrando via `&{` **il resto sciaguratamente funziona...**
- **Soluzione: non stripping, ma sostituzione**

Problema maiuscolo

- Ehm... vi siete ricordati che tutti questi filtri devono essere anche case-insensitive, vero ?

Altro esempio: style sheet

- Cambiamo tag, prendiamo “STYLE”

```
<style TYPE="text/javascript">JS EXPRESSION</style>
```

- Anche qui dobbiamo strippare via “javascript”, come prima... ma è sufficiente ?
- Considerate anche questi:

```
<STYLE type=text/css>
@import url(http://server/very_bad.css);
@import url(javascript:alert('JavaScript
Executed'));
</STYLE>
```

- Filtriamo via @import ! E vai che si riparte !

Style è anche un attributo...

- E puntualmente il javascript funziona pure da lì dentro

```
<P STYLE="left:expression(eval('alert(\'JavaScript Executed\');window.close()'))" >
```

- Questo è un bel dramma. O filtriamo via l'attributo STYLE tout-court, o escogitare un modo per filtrarlo è drammatico... dovremmo partire eliminando “left:”, “expression” ed “eval”... e chissà che altro!

Concludendo sulla validazione

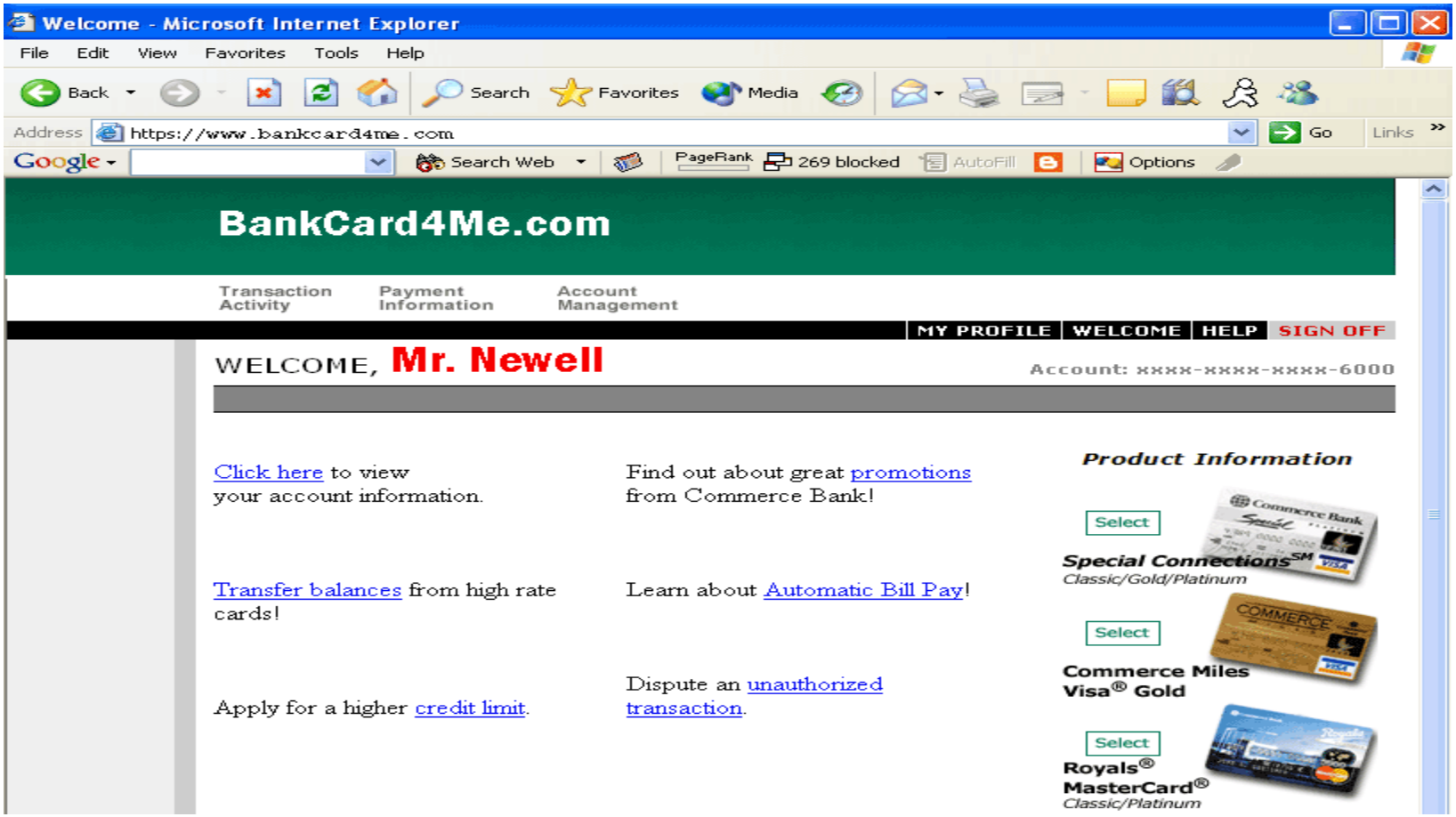
- Filtrare gli input. Filtrarli sempre. Filtrarli tutti.
- Filtrare accettando ciò che è buono, non scartando ciò che è cattivo
- HTML è cattivo, molto più cattivo di quanto non si pensi a prima vista
- Se state iniziando a pensare ai web services con un po' più di orrore... fate bene!

Insecure Storage

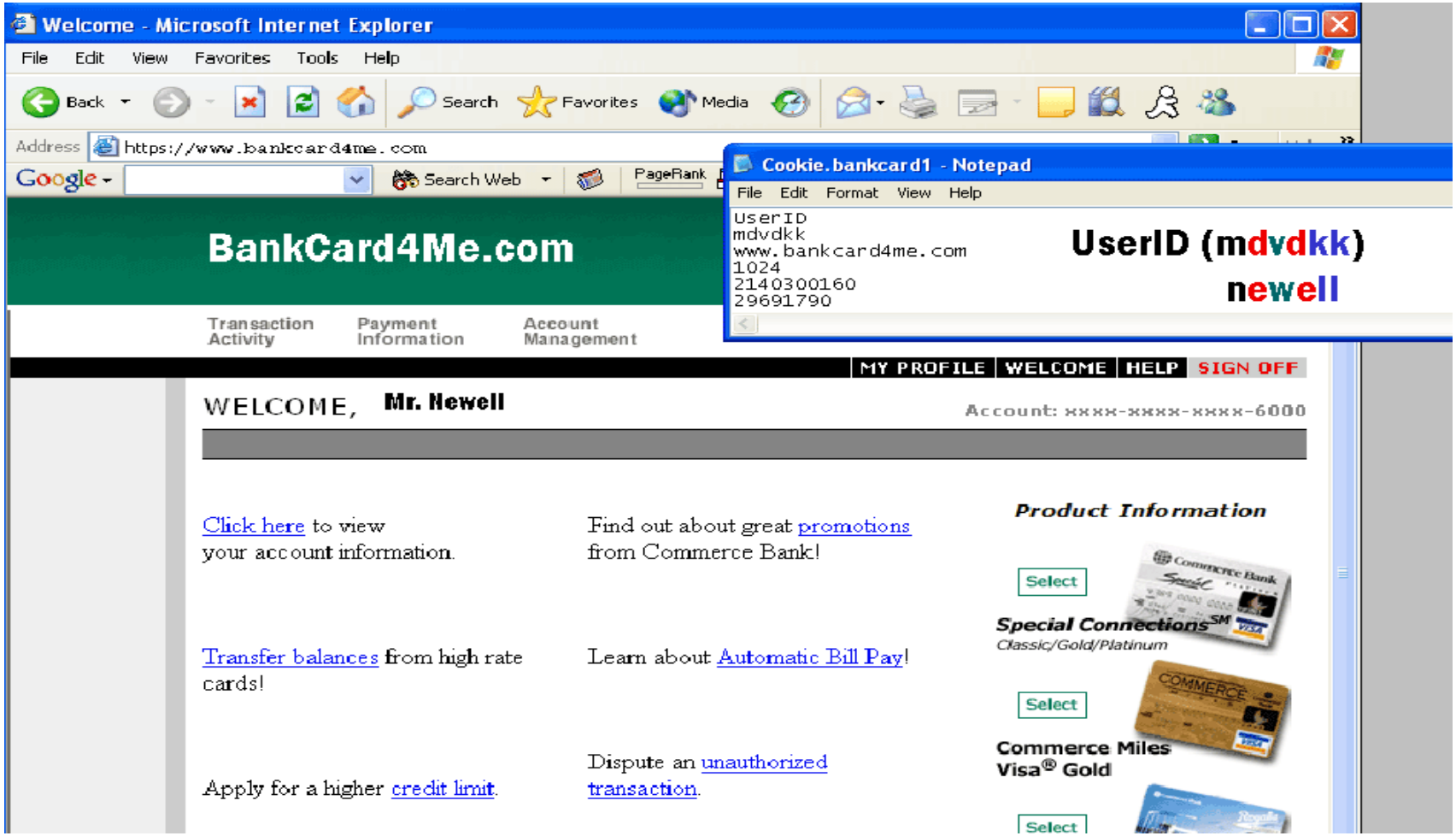
Cookie Poisoning

- Come abbiamo detto, HTTP è stateless (accidenti!)
- HTTP è tendenzialmente unidirezionale (il server non può “leggere” nulla dal client)
  - Ad eccezione di get e post, chiaramente!
- Meccanismo dei “cookie” per consentire al server di salvare e ricaricare informazioni “lato utente”
  - Idea originale: personalizzazione dei siti
  - Abuso: raccolta dati sui navigatori
  - Idea tendenzialmente pericolosa: uso per l'autenticazione

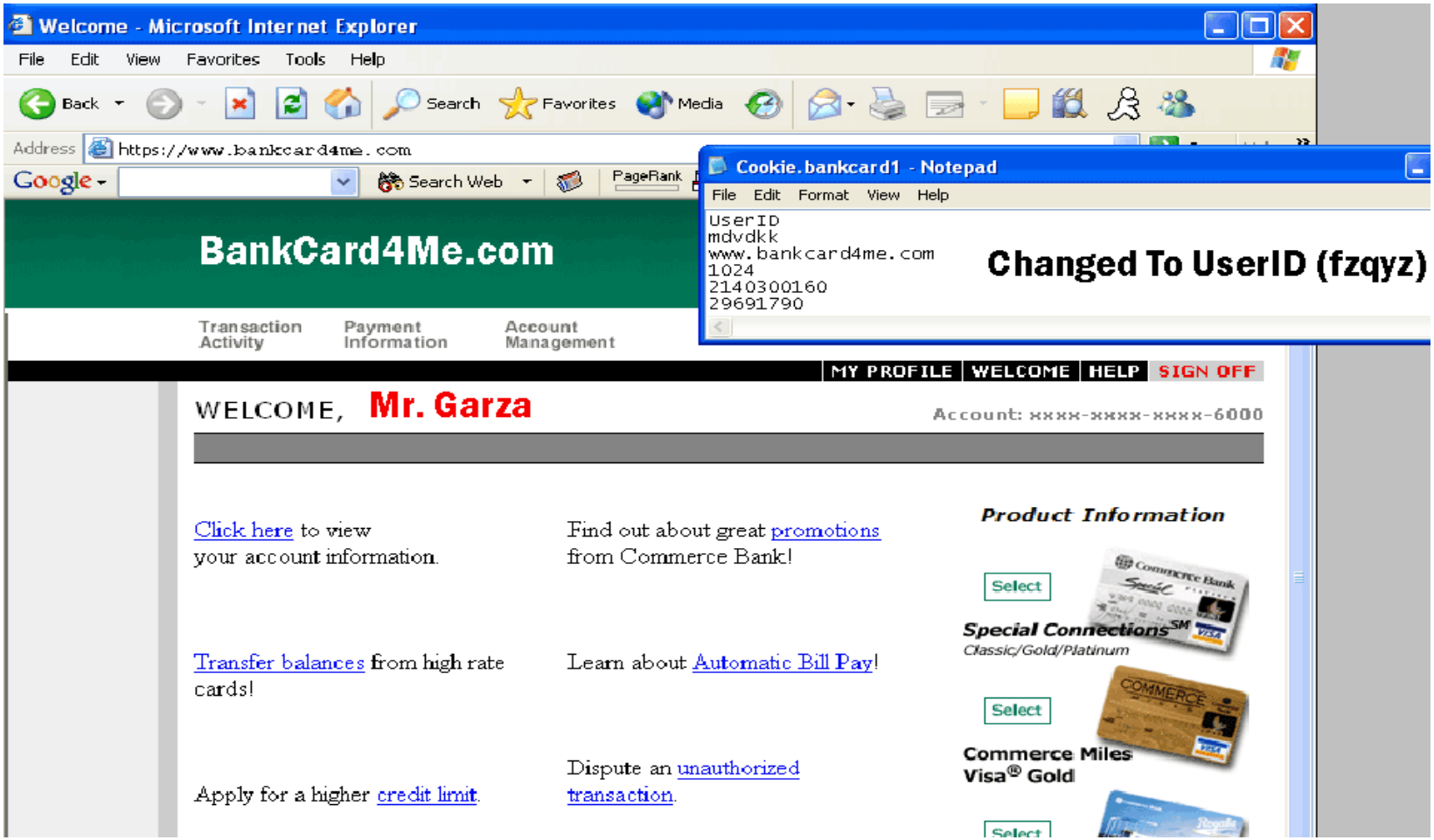
Cookie Poisoning



Cookie Poisoning



Cookie Poisoning



Altri esempi di cookie poisoning

- Modificare i cookie estendendone l'expire time per evitare il logout automatico
- Se i cookie contengono degli identificativi generati in modo poco sicuro possono essere indovinati

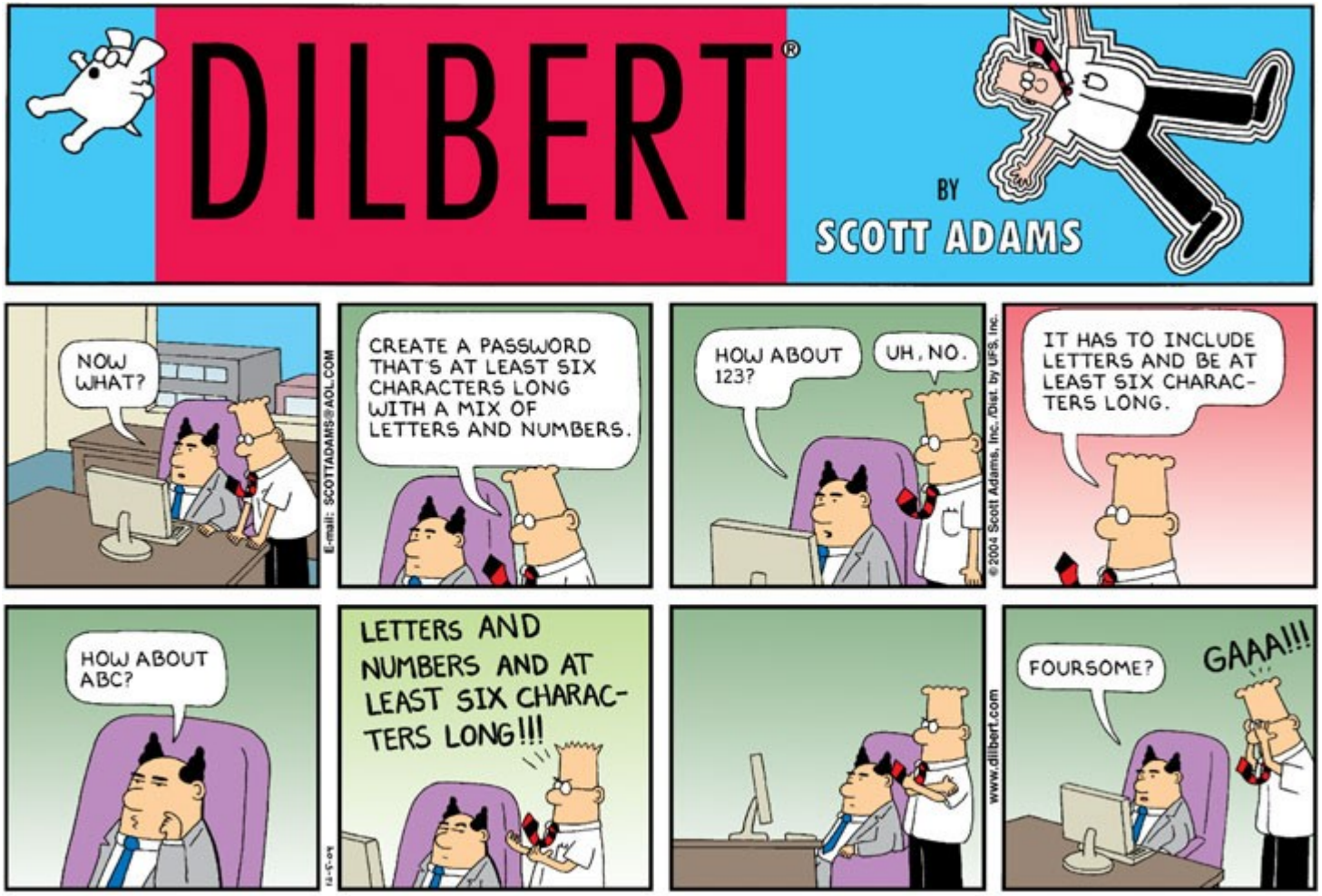
Controllo d'accesso e autenticazione

Cosa fare con le password

- Le password sono un dato da proteggere
  - Non devono essere salvate in plaintext
  - Devono essere inserite in SSL
  - Non devono durare in eterno
- Devono sottostare ad alcuni vincoli, es.
  - Lunghezza di almeno 8 lettere
  - Non contenere il nome utente o un pezzo di nome utente
  - Non compaiono in un dizionario
  - Almeno un numero e un carattere speciale

Cose da non fare mai

- Mettere una lunghezza massima
- Mettere un sistema per cambiare la password in qualcosa di prestabilito (password di “emergenza”)
- Inviare la password in chiaro, non su SSL (ad esempio in una e-mail...)
- ... chiedere password **troppo complicate rispetto alla mentalità degli utenti**


DILBERT®
BY
SCOTT ADAMS
NOW WHAT?
CREATE A PASSWORD THAT'S AT LEAST SIX CHARACTERS LONG WITH A MIX OF LETTERS AND NUMBERS.
HOW ABOUT 123?
UH, NO.
IT HAS TO INCLUDE LETTERS AND BE AT LEAST SIX CHARACTERS LONG.
HOW ABOUT ABC?
LETTERS AND NUMBERS AND AT LEAST SIX CHARACTERS LONG!!!
FOURSOME?
GAAA!!!
E-mail: SCOTTADAMS@AOL.COM
©2004 Scott Adams, Inc./Dist. by UFS, Inc.
www.dilbert.com

Attacchi di brute force

- Brute force (definizione banale): “tentare di indovinare le password”
- Soluzione banale: dopo *n tentativi di login falliti su un account, blocchiamo l'account e l'indirizzo IP di provenienza. Funziona ?*

Reverse brute force

- Bene: allora fissiamo una password o un set di password minore di *n e proviamole a turno su tutti gli account !*
  - Successo veramente su applicazioni bancarie
- Soluzioni:
  - Rendere account non enumerabili
  - Bloccare un indirizzo IP dopo un certo numero di tentativi

Dal brute force al DoS

- Adesso, se un aggressore vuole chiudere fuori dal sito un utente, deve solo fare una sequenza di tentativi di login falliti. Bel risultato!
- Soluzione parziale: segnare l'ip insieme al blocco dell'account. Lasciare fare almeno un tentativo a un ip diverso
- Che succede con l'uso di grandi proxy stile AOL o reti con NAT stile FastWeb ? Brrr.

Autenticazione mediante cookie

- Mescoliamo due cose critiche = otteniamo una cosa esplosiva
- **Non salvate le credenziali nei cookie (possono essere sottratti)**
- **Fate in modo che i cookie non possano essere riutilizzati (possono essere sottratti)**
- **Non usate la durata dei cookie per forzare il logout (può essere manipolata)**

Non-riuso dei cookie

- Collegate il cookie all'indirizzo IP (inseritelo nell'hash ad esempio)
- Collegate il cookie all'identificazione HTTPClient negli header, a -User-Agent, ad -Accept-Language
- Riautenticazione con password per funzioni critiche
- Uso del referer come “guardia” (NON è affidabile se è giusto, ma se è sbagliato...)

Risorsa utile da meditare

- Kevin Fu, Emil Sit, Kendra Smith, e Nick Feamster: “Do's and Don'ts of Client Authentication on the Web” http://cookies.lcs.mit.edu/pubs/webauth.html

XSS: Cross Site Scripting

Cross-Site Scripting (XSS)

- ***Definizione: iniezione di codice di scripting su una pagina da parte di un esterno***
- ***Gravità:***
  - Tramite social engineering possiamo far eseguire Javascript agli utenti
  - Cookie theft
  - Session hijack
  - Esecuzione di transazione fraudolente
  - Accesso a informazioni riservate

Esempio di XSS

- Una form web di feedback che non filtra appropriatamente JavaScript e ri-visualizza il commento all'utente
- Un malintenzionato può
  - Studiare come chiamare la form tramite un URL
  - Costruire un Javascript che legge il cookie dell'utente e lo invia a un sito differente
  - Encodare il JavaScript in esadecimale, così sembra solo un URL qualsiasi
  - Alternativamente, potrebbe fare un popup che chieda login e password e farseli mandare via e-mail

XSS – Come risolviamo

- Validare l'input, come abbiamo già detto, in particolare bandire lo scripting
- Possibilmente, usiamo dei framework esistenti che si siano dimostrati storicamente “ben scritti”

Gestione degli errori

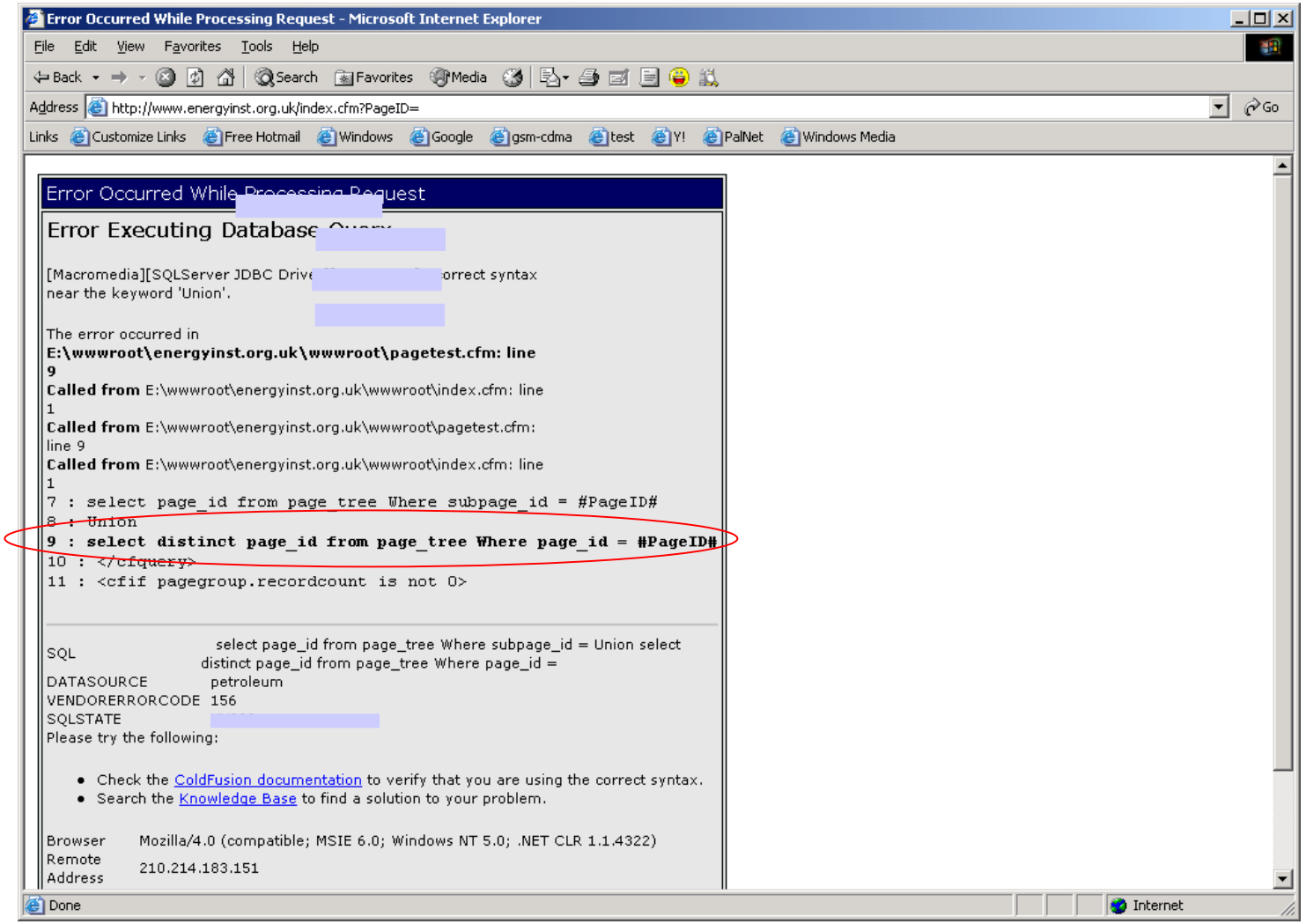
Gli errori degli errori

- Un simpatico e servizievole messaggio d'errore fa sempre piacere
- Tuttavia, è proprio necessario che esso faccia l'echo di cose inserite dall'utente ?
  - No: allora non facciamolo
  - Sì: allora dobbiamo filtrare, strippare e validare
- Ancora: non siamo troppo specifici nei messaggi (e.g. “hai sbagliato la password”)

Errori rivelatori (freudiani ? :)

- Per default un server stampa messaggi d'errore di debug. Questo va bene, appunto, durante il debug
- In produzione sostituite i messaggi completi con dei gentili “Ci dispiace, non ha funzionato, riprova”, e lasciatela lì
- Sopratutto, eliminate messaggi che rivelino:
  - Versioni di server
  - Nomi di database
  - Path

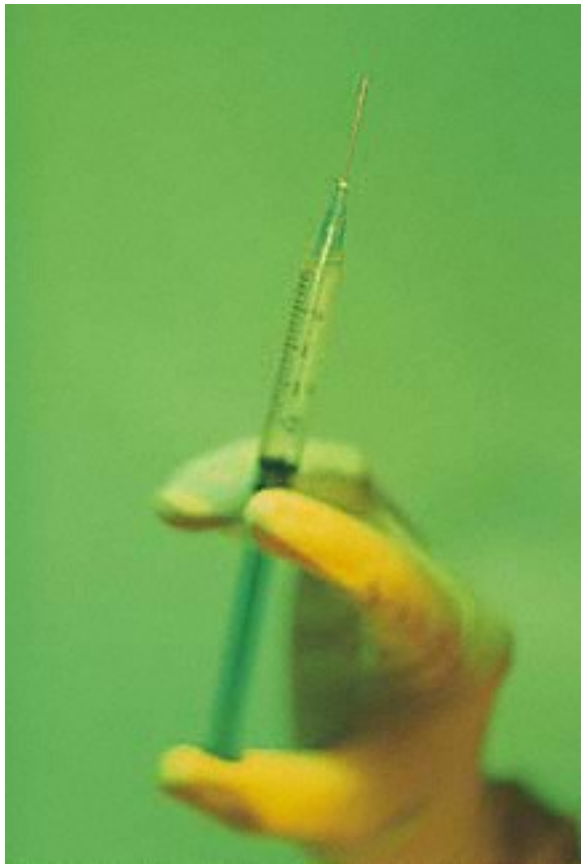
Esempio di enumerazione



Injection flaws

SQL Injection

- Si definisce “SQL Injection” un errore che consenta a un aggressore di far “filtrare” comandi SQL verso un database
- Il problema avviene quando un input dell'utente viene usato per costruire una query SQL
- A seconda dei privilegi della query “iniettata” l'aggressore può fare più o meno qualsiasi cosa...



SQL Injection – Esempi tipici

- Codice per motori di ricerca: costruiscono le query dall'input dell'utente
- Query di login fatte mediante catenazione di stringhe
- INSERT costruite da form che replicano la struttura del DB

Ma non lo scopriranno mai...

- Pensiamo a una form di ricerca
- Ci inseriamo “tom's house” e otteniamo un errore... ci si può arrivare anche per caso!
- Chiunque voglia attaccare una web app proverà con apostrofi e altri caratteri di iniezione!
- Se poi come spesso accade i campi della web app hanno gli stessi nomi delle colonne del DB e con qualche messaggio di errore si può fare enumeration...
- Insiders, anyone ?

SQL Injection - Esempio

```
public void OnLogon(object src, EventArgs e){
  SqlConnection con = new SqlConnection(
    "server=(local);database=myDB;uid=sa;pwd;" );

  string query = String.Format(
    "SELECT COUNT(*) FROM Users WHERE " +
    "username='{0}' AND password='{1}'",
     txtUser.Text, txtPassword.Text );
  SqlCommand cmd = new SqlCommand(query, con);
  conn.Open();
  SqlDataReader reader = cmd.ExecuteReader();
  try{
    if(reader.HasRows())
      IssueAuthenticationTicket();
    else
      TryAgain();
  }
  finally{
    con.Close()
  }
}
```

SQL Injection – Spiegazione

Cosa pensava il programmatore:

```
username: abc
password: test123
```

La SQL query risultante diventa:

```
select * from users where username='abc' and password =
'test123'
```

Cosa NON pensava il programmatore:

```
username: abc'; --
password:
```

La query risultante diventa:

```
select * from users where uname='abc'; --' and password=''
```

SQL Injection – The Problem

Cosa pensava il programmatore:

```
Username: doug
Password: p@$$w0rd

SELECT COUNT(*)
FROM Users
WHERE username='doug' and password='p@$$w0rd'
```

Cosa CONTINUAVA a non pensare:

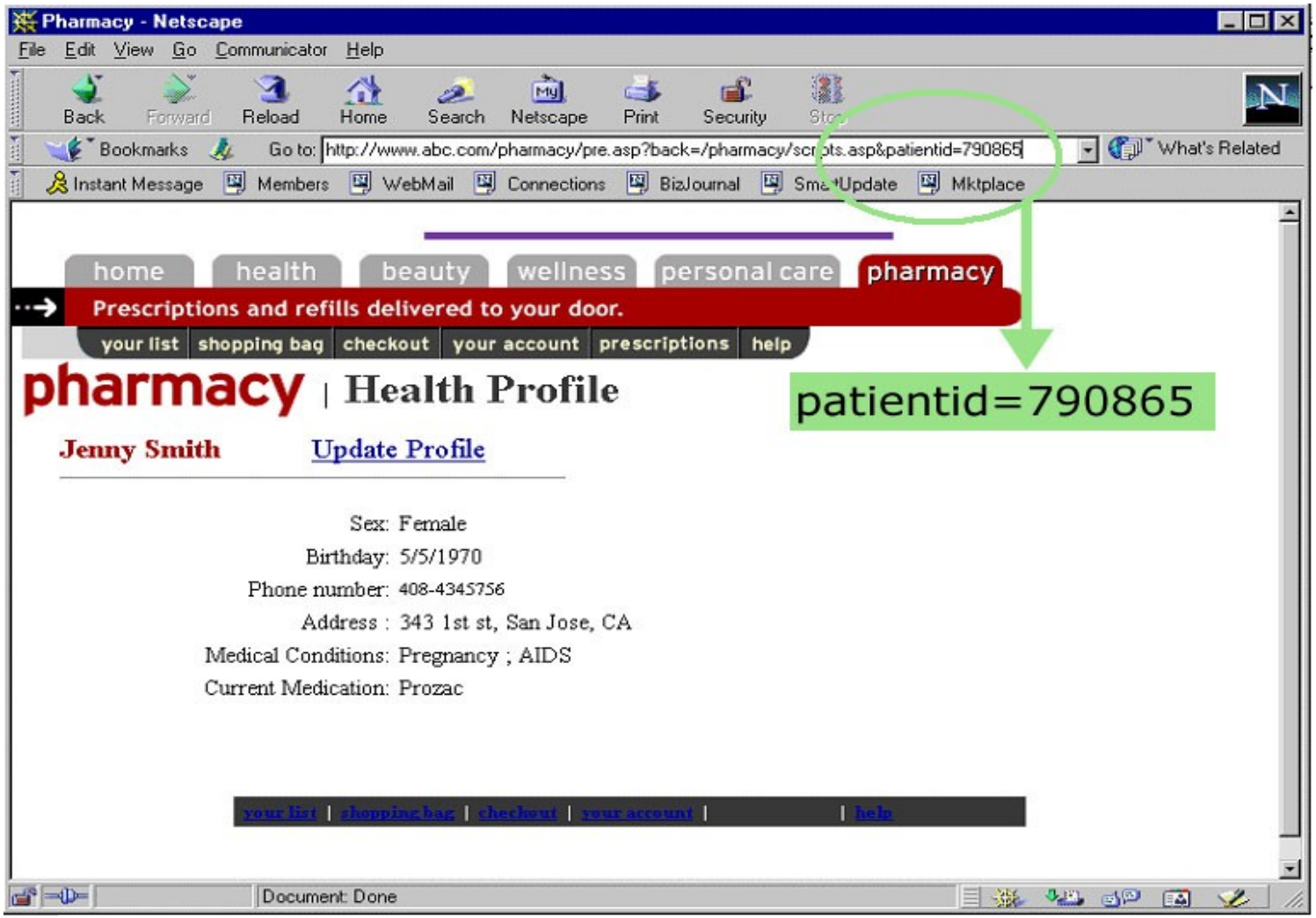
```
Username: ' OR 1=1 --
Password:

SELECT COUNT(*)
FROM Users
WHERE username='' OR 1=1 -- and password=''
```

Prevenire le iniezioni

- ***Usiamo dei PreparedStatements***
- ***Validiamo tutto quel che entra***
- ***Lasciamo passare SOLO ciò che può servire e IN OGNI CASO togliamo i caratteri speciali ' o --!***
- ***Eliminiamo gli errori SQL (enumerazione)***
- ***Non usiamo i nomi dei campi del DB come nomi dei campi delle form***
- ***Limitiamo i privilegi degli utenti con cui vengono eseguite le varie query***

URL manipulation

URL Manipulation



URL Manipulation

URL Manipulation

- Una richiesta GET manda parametri anche critici sulla URL... sono visibili e facilmente manipolabili
- Una POST complica lievemente la cosa, ma non è che sia una grande protezione
- Le GET rimangono però nella history, che è peggio...
- Come per gli hidden value e per i cookie... non fidarsi del client ! Mai !

URL Manipulation - Soluzione

- Evitare di usare le GET
- Validare i parametri con i token di sessione
- Possibilmente proteggere i parametri passati tra client e server, magari usando degli hash in modo intelligente
- Se dobbiamo salvare token sul client, firmiamoli digitalmente in qualche modo

Session hijacking


WHAT WERE YOUR KEY LEARNINGS FROM THE TRIP?
I LEARNED THAT THERE ARE PEOPLE YOU SHOULDN'T CALL FROM A PLANE.
EARLIER THAT DAY
HI, JACK!
www.dilbert.com scottadams@aol.com
© 2004 Scott Adams, Inc./Dist. by UFS, Inc.

Session hijacking-Problema

- Normalmente fare hijacking richiede l'intercettazione e la manipolazione del traffico di rete (e.g. MITM)
- HTTP è stateless (ripetiamoci), quindi le “sessioni” possono essere violate molto più facilmente, ad esempio
  - Sottraendo un cookie con un attacco XSS
  - Facendo brute forcing sui valori degli id
  - Oppure, perché no, con un po' di sniffing

Session hijacking: difendersi

- Utilizzare HTTPS, per tutta l'applicazione o almeno per i passaggi critici
- Far corrispondere il cookie all'indirizzo IP sorgente
- Usare ID grandi per un brute force attack
- Usare un session-id cookie che cambia a ogni richiesta in modo controllabile, così che l'utente a cui viene sottratto un cookie si trovi “bloccato” e percepisca il problema

XML e SOAP: Web Services

XML nelle pagine web

- XML è un metalinguaggio per costruire linguaggi che specificano dati
- Spesso usato “semplicemente” per salvare dati eterogenei dietro alle web application
- Un modo flessibile per fare siti dinamici
- Se viene accettato input dall'utente, un dramma...
- Esempio: sito di ricette, anche inserite dagli utenti

```
<?xml version="1.0"?>

<RECIPEBOOK>

   <RECIPE NAME="Spaghetti" SERVES="2">
     <INGREDIENTS>
         <INGREDIENT>Angel hair pasta</INGREDIENT>
         <INGREDIENT>Pasta sauce</INGREDIENT>
     </INGREDIENTS>
     <DIRECTIONS>
      Boil large pot of water. Add pasta. Mix with sauce.
     </DIRECTIONS>
    </RECIPE>

    <RECIPE NAME="Garlic Bread" SERVES="4">
     <INGREDIENTS>
         <INGREDIENT>French bread</INGREDIENT>
         <INGREDIENT>1 Garlic clove</INGREDIENT>
         <INGREDIENT>Butter</INGREDIENT>
     </INGREDIENTS>
     <DIRECTIONS>
      Cut loaf in half. Mince garlic and add to butter.
      Butter both halves. Pre-heat oven to 400.
      Bake loaves for 5 mins.
     </DIRECTIONS>
    </RECIPE>


</RECIPEBOOK>
```

XML injection

- Se nel commento viene inserito dell'XML...
  - Stessi problemi di SQL Injection + Cross-site scripting + HTML malformato, on steroids!
- Le specifiche di XML consentono di usare tag che richiamano applicazioni server-side
  - Aaaaaaaaaaaaaaaaaargh !
- Filtra e valida: “Sempre più difficile, siore e siori!”
- Utilizzo del DTD per validare i documenti

Web services

- RPC (Remote Procedure Call)
- Over XML (eXtensible Markup Language)
- Over SOAP (Simple Object Access Protoc.)
- Over HTTP
- = niente di nuovo sotto il sole, o quasi...
- ... ma MOLTO di nuovo per la security !

What a wonderful world!

- I web services sono un metodo per consentire alle applicazioni di trasmettersi dati in formati universali, per consentire la composizione di oggetti distribuiti
- Studiato apposta per passare attraverso i firewall (“usiamo la porta 80, almeno non la possono chiudere!”) - Grande idea !

Programmare applicazioni sicure

Riassumendo i consigli chiave

- ***Trust no one***
  - ***Specialmente NON il client***
  - ***Validate sempre, tutto, bene, con whitelist***
- ***Autenticate sempre, autenticate tutto***
  - ***Usate SSL per le operazioni critiche e il login***
  - ***Richiedete la password per le operazioni più critiche***
  - ***Collegate le sessioni all'IP***
  - ***Mai autenticazioni o controlli client-side***
- ***Usate algoritmi crittografici solidi e standard***

Riassumendo i consigli chiave

- ***Possibilmente, non visualizzate input dell'utente***
  - Se non è necessario, evitate input in HTML o XML
  - Se proprio è necessario, accettate solo un sottoinsieme molto ridotto
- Non visualizzate messaggi d'errore o di debug...
  - E in ogni caso, non metteteci quelli di default
  - Non metteteci i nomi di database e simili
  - NON METTETECI L'INPUT DELL'UTENTE

Code security review

- ***Un processo di quality assurance, interno o esterno, troppo spesso trascurato***
  - ***“L'importante è che sia online, poi ci pensiamo”***
- ***Effettuare una code review previene dei rischi gravissimi, anche civili e penali!***
- ***Esistono dei tool automatizzati, ma hanno un costo considerevole ed efficacia spesso limitata***
- ***A volte non c'e' un esperto di security in azienda, a volte se c'è non è anche un esperto***

Assessment Esterno

- Aumenta il numero di occhi che guardano il codice incrementando la sicurezza
- Spesso economico rispetto a training + esperienza + costo dei tool
- Trasferimento di conoscenza dall'esperto agli sviluppatori sui metodi per costruire applicazioni sicure