Cryptography and Network Security

Bash vulnerability - Shellshock

This is a general statment for this project. It means nothing actually. What I want to do is just to increase nonsenses so that I can test whether genBlog.py works normally or not.

Teamate

- B00902029 余俊賢
- B00902064 宋昊恩
- B00902108 陳宣廷
- B00902110 余孟桓

Background

Bash

Bash 是為了補強原有的 Bourne shell (一般人所知的 sh)，由 Brian J. Fox 為 GNU 計畫所寫，並在 1989 年發佈。

而 bash 在下列平台上都是 default shell，

- CentOS
- Fedora
- RHEL
- Mac OS X

而這些平台的使用者其實不少。例如，CentOS 常在企業中使用，Mac OS X 現今則是有不少擁戴者。

Environment variable

環境變數 (Environment variable)，每個 process 會有自己獨自的環境變數，在大多情況下，fork出的 subprocess 會繼承 parent process 的環境變數。 而環境變數主要的用途則是可以輕易的個別設定每個 process，而不必去影響該 process 執行的 code。某種程度上來說，該程式執行時可以透過偵測環境決定其行為，而環境變數則控制其環境。

What is shellshock?

最一開始關於 bash 的漏洞，是 bash 有一個建立環境變數的語法，該語法的 parse 過程有問題，在插入某特定形式的環境變數時會異常的截斷，並把殘餘部分當作指令執行。

逸事

由於 bash 的 parse 自幹了 state machine，大量使用了 `extern` 開了不少全域變數。 整體而言，整份 code 的修改跟 patch 會造成的結果難以預期，而在後續的修補過程中也遭遇到 programmer 對於整個 parse 的流程沒有完全了解而導致 patch 不完整的例子。

欲了解更詳細資訊的話可以參考：

- CVE-2014-6277
- CVE-2014-6278
- CVE-2014-7169
- CVE-2014-7187

Exploit

本質上，所有存在試圖呼叫 shell 且環境變數可以被控制的服務，都可以被利用。

底下針對比較常見的幾種利用方式做介紹。

CGI-based web server

Common Gateway Interface (CGI)

Common Gateway Interface (CGI)，CGI 是一個早期為了方便動態網頁設立的標準。其建立了 web server 與負責產生動態網頁內容的程式之間的接口，使得負責產生網頁內容的程式可以被獨立挪出 web server 之外，並且可以透過 *stdio* 以及 *環境變數* 與 web server 溝通。

exploit in detail

其中，web server 會把 client 的資訊放在環境變數一起傳給負責產生內容的程式。所以，當該程式是以 bash 撰寫，或是執行過程有呼叫 bash 時，將會導致環境變數被 bash 繼承。 然而，web server 傳遞的資訊包含了 HTTP Header，而且很不幸的 HTTP Header 是 client 存在於發起的 request 中，因此理所當然的是可控的。

基本上這類的攻擊會是拿到跑 web server 之受限的 user 的權限。 一般而言可以讀取一些公開的敏感檔案 (ex. `/etc/passwd`)，或是當作botnet的一個client。

但如果該台機器的檔案權限沒有設定好，導致可以任意寫入既有的檔案，或是用 root 權限跑起 web server，或是有一些本地提權的kernel漏洞，那就整台人生了。

example

首先，我們以最常見的 Apache 這個 web server 為例子。 Apache 有很多 module，其中 `mod_cgi` 與 `mod_cgid` 處理了標準的 CGI 接口。 在稍後我們將重現這個 service 以及其攻擊過程。

另外，`mod_fastcgi` 與 `mod_cgid` 處理了後來改版的 FastCGI 接口，也有一樣的問題。 還好，後來 CGI 發展到各個網頁語言所衍生的 `mod_php`, `mod_perl`, `mod_python` 以及 `mod_ruby` 大多使用了一些保留的全域變數來放置 client 資訊，才沒有擴大災情。而實際上後期衍伸的接口也相對比較多人使用。

更詳細可以參考： http://timhsu.chroot.org/2014/10/bash-shellshock.html

DHCP

Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)

Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)，顧名思義是個定義如何在一內部網路動態由一個 server 配置 client 的網路資訊 (ex. IP) 的服務。

exploit

在各 linux 的 DHCP client 會把 DHCP server 給的一些資訊放入環境變數裡 (ex. 一些option)。

當初測試可以攻陷 linux 系統有

- CentOS 7.0
- Debian 7.6
- Fedora 20
- Ubuntu 10.04.1 LTS
- Ubuntu 14.04.1 LTS

而這次的攻擊點可怕的是 DHCP client 通常是由 root 跑起來的，可以直接獲得系統的最高權限。 但是 DHCP 僅限攻擊內網，而且如果 switch 本身有對 DHCP 封包做限制，僅能由受信任的 DHCP server 廣播的話，所能影響有限。

受限的 OpenSSH servers

ssh 加密通道

在一些想要將 server 與 client 的連線加密的例子，會使用 ssh 實作，但是該實作會讓 server 在 client 正常 login 後只執行指定的程式，並將使用者關在該服務裡，避免其存取 shell，

例如， ptt, ptt2 的 ssh 加密連線， svn 與 git server 透過 ssh 連線。 其中都在 server 的 `sshd_config` 設定檔中 `ForceCommand` 設定好一旦 login 成功後要執行什麼，或是在 `authorized_keys` 中利用 `command=` 設定之。

exploit

但是在 `sshd` 叫起該指定的指令的時候，會通過 login，並叫起 login shell，再跑起該指令，而 login shell 在上述的不少平台上，預設是 bash。

然而，環境變數是怎麼傳遞進去的呢？ 悲劇的事情是 ssh client 原本可以指定在 login 後要執行什麼指令，而該參數就算傳給 ssh server 被忽略掉不執行，也會被放進 `SSH_ORIGINAL_COMMAND` 這個環境變數裡。 也就是說，透過 `ssh user@pwnme.server 'payload'` 而 `payload` 這個字串就會被放進環境變數裡。

這樣的攻擊可以跳脫原本的限制拿到該為了 ssh 加密通道而生的 user，基本上也是沒有什麼能炸掉整台 server 的動作，僅能存取公開的敏感檔案或是利用本地提權拿到root。

Demonstration

Preparation

我們用 CGI 架了個包含 shellshock 漏洞的簡單網站。

注意到我們必須自行去 git clone 有漏洞的 bash 版本，因為當今的穩定版皆已修正此問題。另外由於我們架在 ubuntu 下，必須將預設 shell 由 dash 改為 bash。

此網站中我們使用了 `Popen` 去呼叫 `date` 來取得日期資訊，但以此就已經足夠重現此漏洞。

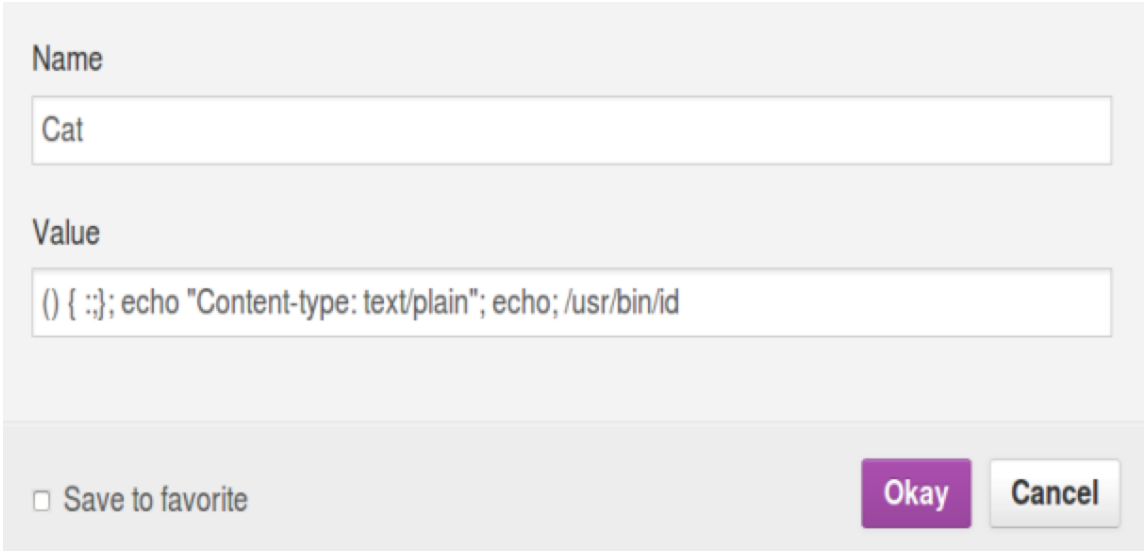
```
############################
# show a navbar with time
############################

print '  <nav class="navbar navbar-default navbar-fixed-bottom">'
print '   <div class="container">'
try:
        p = Popen('date', shell=True, stdout=PIPE)
        res = p.communicate()[0]
        print 'Cute Date:', res
except Exception as e:
        print e
        print 'Current Time Error.'

print '   </div>'
print '  </nav>'
```

Attack

我們使用 RESTClient 這個 Firefox 插件，在發送的 Header 中加入如下資料，會使伺服器嘗試執行 `/usr/bin/id` 指令



在原始碼中我們會看到 `/usr/bin/id` 已經被執行了，表示我們攻擊成功。一旦得到 shell ，就有可能更進一步得到其他權限了。

```
 </head>
 <body>
  <script src="../js/bootstrap.min.js"></script>
  <nav class="navbar navbar-default navbar-fixed-bottom">
   <div class="container">
Cute Date: Content-type: text/plain

uid=33(www-data) gid=33(www-data) groups=33(www-data)

   </div>
  </nav>
  <div class="jumbotron">
   <div class="container">
    <h1>Cute Cats!</h1>
```

結論

當這個漏洞被發布的時候，patch 已經釋出了，因此其實對於有內建自動更新的機器影響不大。 但是業界對於更新的習慣實在不是很好，或是常常使用已經不再維護的OS版本，更常見的損害則出現在一些硬體設備的嵌入式系統上，該系統大多都是廠商自己修改的作業系統且沒啟用自動更新，但是又長時間暴露在外網上。例如，router, switch, web cam ... 等等族繁不及備載。

身為未來很有可能進入業界工作的資訊工程學系的學生，對於怎麼樣保護自己與公司的機器，我想至少要有 *定期更新* 這種常識等級的安全概念。

Reference

Bash code injection vulnerability (CVE-2014-6271, CVE-2014-7169)

- https://access.redhat.com/node/1200223

DEV CORE blogs:

- http://devco.re/blog/2014/09/30/shellshock-CVE-2014-6271/

Errata Security blogs:

- http://blog.erratasec.com/2014/09/the-shockingly-bad-code-of-bash.html#.VX1IPxOqqko

CGI introduction

- http://ind.ntou.edu.tw/~dada/cgi/CGIintro.htm

Basic CGI concept

- http://mbsbears.com/teched/webdesign/kss/webdesign12/Webegineering/lec06.htm

Apache mod_cgi implementation in python

- https://www.exploit-db.com/exploits/34900/

Inside Shellshock: How hackers are using it to exploit systems

- https://blog.cloudflare.com/inside-shellshock/