AFL下载

在microsoft store上，用WSL Ubuntu上下载AFL。

有个坑：不要直接下载Ubuntu,应该下载它的LTS版本。（直接下载后，连make命令都用不了）

下载AFL:

```
wget https://lcamtuf.coredump.cx/afl/releases/afl-latest.tgz
```

这个命令下得太慢了。推荐直接去github的镜像站下载

```
sudo apt install gcc
sudo apt install git
git clone https://gitcode.com/gh_mirrors/af/AFL.git
#克隆成功后，安装
cd AFL
make
sudo make install
#安装完成后，检测
afl-gcc --version
```

出现下面这个就是成功了。

```
xiaoyu@LAPTOP-256NC7NO:~/AFL$ afl-gcc --version
afl-cc 2.57b by <lcamtuf@google.com>
gcc (Ubuntu 11.4.0-1ubuntu1~22.04) 11.4.0
Copyright (C) 2021 Free Software Foundation, Inc.
This is free software; see the source for copying conditions.  There is NO
warranty; not even for MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.
```

测试代码

在ubuntu系统中用nano创建测试代码

```
xiaoyu@LAPTOP-256NC7NO:~$ cd Work/afl-project/
xiaoyu@LAPTOP-256NC7NO:~/Work/afl-project$ nano test.c
xiaoyu@LAPTOP-256NC7NO:~/Work/afl-project$
```

参考：我的AFL入门之路 - 知乎 (zhihu.com)

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>
#include <string.h>
#include <signal.h>

int vuln(char *str) {
    int len = strlen(str);
    if (str[0] == 'A' && len == 66) {
        // 如果输入的字符串的首字符为A并且长度为66，则异常退出
        raise(SIGSEGV);
    } else if (str[0] == 'F' && len == 6) {
        // 如果输入的字符串的首字符为F并且长度为6，则异常退出
        raise(SIGSEGV);
    } else {
        printf("it is good!\n");
    }
    return 0;
}

int main(int argc, char *argv[]) {
    char buf[100] = {0};
    gets(buf);  // 存在栈溢出漏洞。如果输入过长，则会导致栈溢出
    printf(buf);  // 存在格式化字符串漏洞.没有指定格式字符串，如果buf包含格式化指令,则会导致未定义行为
    vuln(buf);
    return 0;
}
```

- 如果输入的字符串的首字符为A并且长度为66，则异常退出
- 如果输入的字符串的首字符为F并且长度为6，则异常退出
- 使用gets函数从标准输入获取buf内容，存在栈溢出漏洞
- 使用printf输出buf内容，存在格式化字符串漏洞

流程概述：

1. 首先是用afl-gcc编译源代码，然后以文件(最好小于1K)为输入.
2. 然后启动afl-fuzz程序，将testcase(输入的测试文件)作为程序的输入执行程序，afl会在这个testcase的基础上进行自动变异输入，使得程序产生crash，产生了crash就会被记录起来。

1. 编译与模糊测试

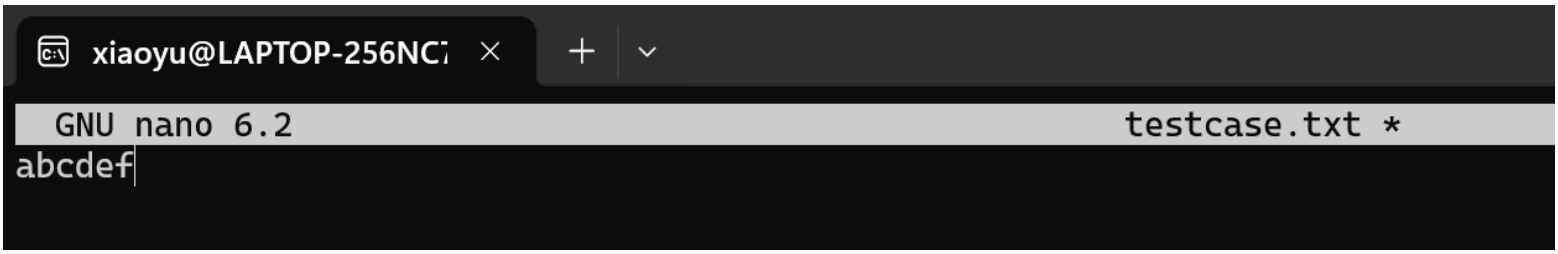
对test.c进行编译。（如果是编译一个c的源码，那就需要用afl-g）

```
afl-gcc -g -o ./afl_example ./test.c
```

```
xiaoyu@LAPTOP-256NC7NO:~/Work/afl-project$ mkdir fuzz_in fuzz_out
xiaoyu@LAPTOP-256NC7NO:~/Work/afl-project$ ls
fuzz_in  fuzz_out  test.c
xiaoyu@LAPTOP-256NC7NO:~/Work/afl-project$ afl-gcc -g -o ./afl_example ./test.c
afl-cc 2.57b by <lcamtuf@google.com>
./test.c: In function ‘main’:
./test.c:23:5: warning: implicit declaration of function ‘gets’; did you mean ‘fgets’? [-Wimplicit-function-declaration]
   23 |     gets(buf);  // 存在栈溢出漏洞。如果输入过长，则会导致栈溢出
      |     ^~~~
      |     fgets
./test.c:24:12: warning: format not a string literal and no format arguments [-Wformat-security]
   24 |     printf(buf);  // 存在格式化字符串漏洞.没有指定格式字符串，如果buf包含格式化指令,则会导致未定义行为
      |            ^~~
afl-as 2.57b by <lcamtuf@google.com>
[+] Instrumented 8 locations (64-bit, non-hardened mode, ratio 100%).
/usr/bin/ld: /tmp/ccwTTw4m.o: in function `main':
/home/xiaoyu/Work/afl-project/./test.c:23: warning: the `gets' function is dangerous and should not be used.
```

建立两个文件夹：fuzz_in和fuzz_out，用来存放程序的输入和fuzz的输出结果。

其中，从fuzz_in中读取输入，输出放入fuzz_out中，afl_example是要进行模糊测试的程序。




```
#进行模糊测试
afl-fuzz -i fuzz_in -o fuzz_out ./afl_example -f
```

可能会出现这个错误：

```
xiaoyu@LAPTOP-256NC7NO:~/Work/afl-project$ afl-fuzz -i fuzz_in -o fuzz_out ./afl_example -f
afl-fuzz 2.57b by <lcamtuf@google.com>
[+] You have 20 CPU cores and 2 runnable tasks (utilization: 10%).
[+] Try parallel jobs - see /usr/local/share/doc/afl/parallel_fuzzing.txt.
[*] Checking CPU core loadout...
[+] Found a free CPU core, binding to #0.
[*] Checking core_pattern...

[-] Hmm, your system is configured to send core dump notifications to an
    external utility. This will cause issues: there will be an extended delay
    between stumbling upon a crash and having this information relayed to the
    fuzzer via the standard waitpid() API.

    To avoid having crashes misinterpreted as timeouts, please log in as root
    and temporarily modify /proc/sys/kernel/core_pattern, like so:

    echo core >/proc/sys/kernel/core_pattern

[-] PROGRAM ABORT : Pipe at the beginning of 'core_pattern'
         Location : check_crash_handling(), afl-fuzz.c:7347
```

解决办法：

```
sudo su
echo core >/proc/sys/kernel/core_pattern
#检查是否解决 如果输出core 则已经设置成功
```

```
cat /proc/sys/kernel/core_pattern
#ctrl d 退出后 再次执行之前的命令即可
```

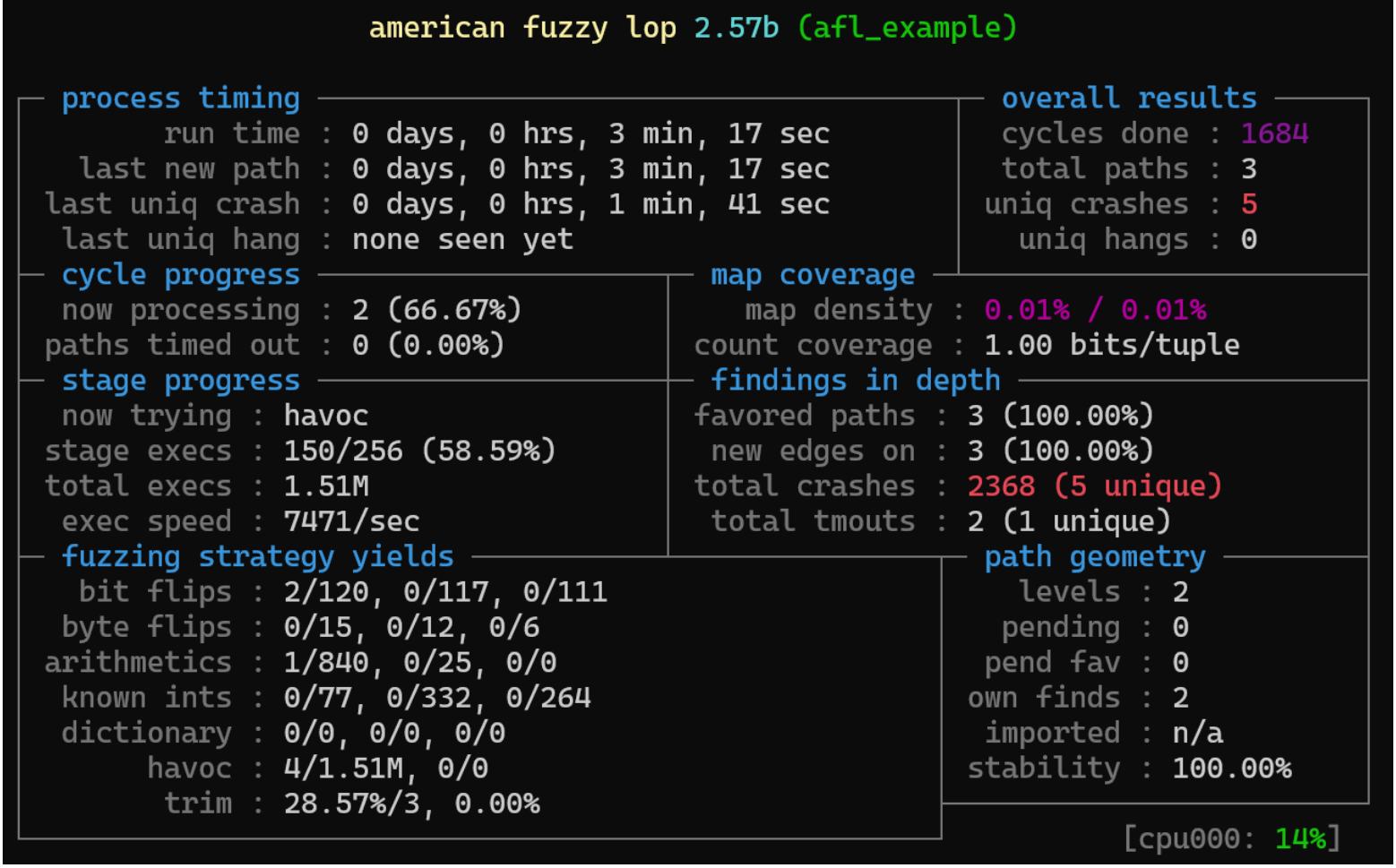
开始进行模糊测试

```
xiaoyu@LAPTOP-256NC7NO:~/Work/afl-project$ afl-fuzz -i fuzz_in -o fuzz_out ./afl_example -f
afl-fuzz 2.57b by <lcamtuf@google.com>
[+] You have 20 CPU cores and 2 runnable tasks (utilization: 10%).
[+] Try parallel jobs - see /usr/local/share/doc/afl/parallel_fuzzing.txt.
[*] Checking CPU core loadout...
[+] Found a free CPU core, binding to #0.
[*] Checking core_pattern...
[*] Setting up output directories...
[+] Output directory exists but deemed OK to reuse.
[*] Deleting old session data...
[+] Output dir cleanup successful.
[*] Scanning 'fuzz_in'...
[+] No auto-generated dictionary tokens to reuse.
[*] Creating hard links for all input files...
[*] Validating target binary...
[*] Attempting dry run with 'id:000000,orig:testcase.txt'...
[*] Spinning up the fork server...
[+] All right - fork server is up.
    len = 7, map size = 6, exec speed = 195 us
[+] All test cases processed.

[+] Here are some useful stats:

    Test case count : 1 favored, 0 variable, 1 total
       Bitmap range : 6 to 6 bits (average: 6.00 bits)
        Exec timing : 195 to 195 us (average: 195 us)

[*] No -t option specified, so I'll use exec timeout of 20 ms.
[+] All set and ready to roll!
```

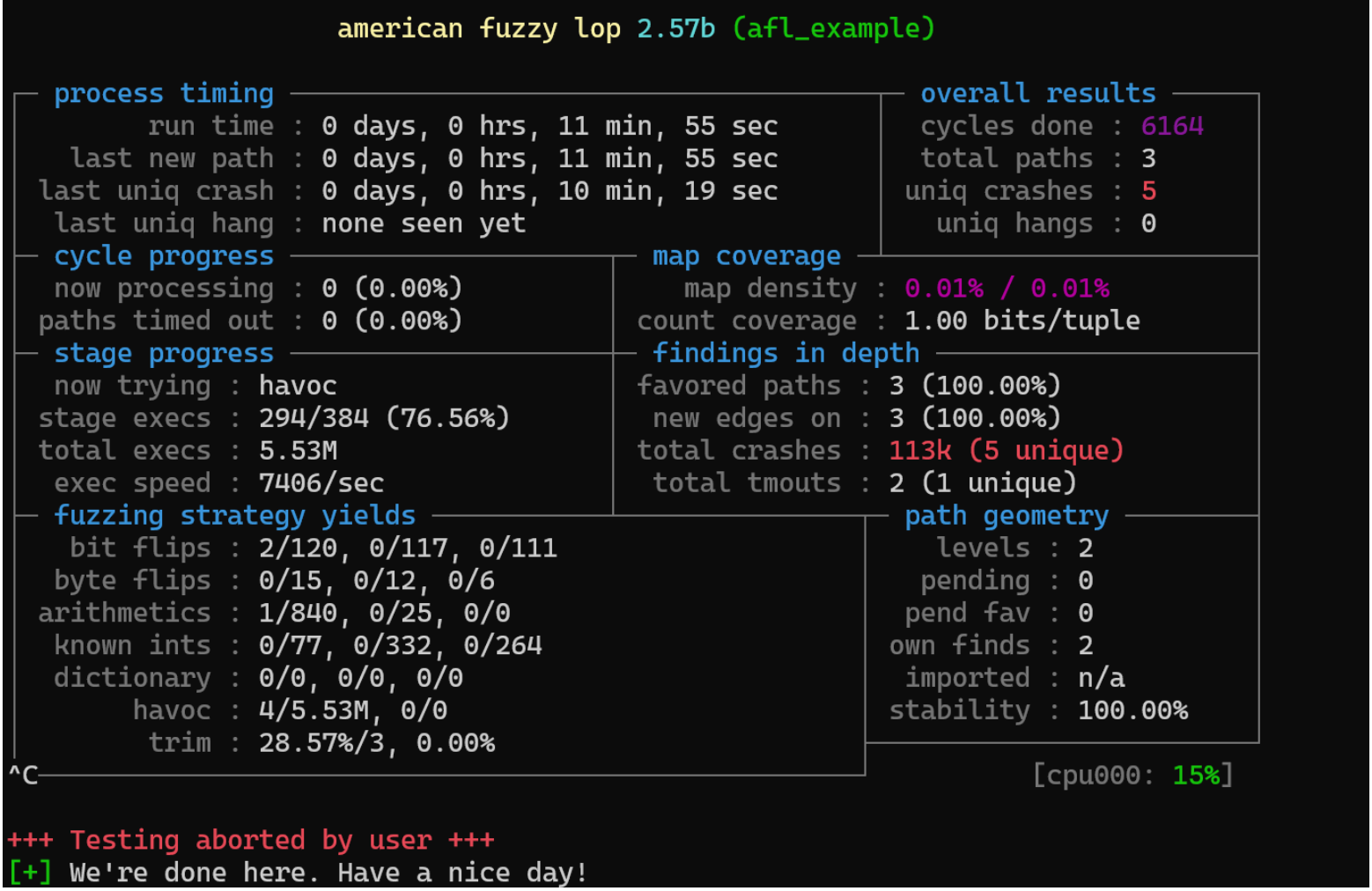


等待运行一段时间，收集到一定的错误后进行分析。

rocess timing 展示当前fuzzer的运行时间、最近一次发现新执行路径的时间、最近一次崩溃的时间、最近一次超时的时间。值得注意的是第2项，最近一次发现新路径的时间。如果由于目标二进制文件或者命令行参数出错，那么其执行路径应该是一直不变的，所以如果从fuzzing开始一直没有发现新的执行路径，那么就要考虑是否有二进制或者命令行参数错误的问题了。对于此状况，AFL也会智能地进行提醒。

overall results 这里包括运行的总周期数、总路径数、崩溃次数、超时次数。 其中，总周期数可以用来作为何时停止fuzzing的参考。随着不断地fuzzing，周期数会不断增大，其颜色也会由洋红色，逐步变为黄色、蓝色、绿色。一般来说，当其变为绿色时，代表可执行的内容已经很少了，继续fuzzing下去也不会有什么新的发现了。此时，我们便可以通过Ctrl-C，中止当前的fuzzing。

stage progress 这里包括正在测试的fuzzing策略、进度、目标的执行总次数、目标的执行速度。 执行速度可以直观地反映当前跑的快不快，如果速度过慢，比如低于500次每秒，那么测试时间会变得非常漫长。如果发生了这种情况，我们需要进一步优化我们的Fuzzing。 以上是简单的介绍，如果要看完整的可以查看官方文档。



运行这段时间后 产生了5个crashes

```
xiaoyu@LAPTOP-256NC7NO:~/Work/afl-project/fuzz_out/crashes$ ls
README.txt                                        id:000002,sig:11,src:000001,op:havoc,rep:4
id:000000,sig:11,src:000000,op:arith8,pos:0,val:-27  id:000003,sig:06,src:000001,op:havoc,rep:128
id:000001,sig:06,src:000000,op:havoc,rep:32       id:000004,sig:11,src:000001,op:havoc,rep:8
```

用XXD工具分析：

```
xiaoyu@LAPTOP-256NC7NO:~/Work/afl-project/fuzz_out/crashes$ xxd id:000002,sig:11,src:000001,op:havoc,rep:4
00000000: 4177 2573 6364 6364                      Aw%scdcd
xiaoyu@LAPTOP-256NC7NO:~/Work/afl-project/fuzz_out/crashes$ xxd id:000000,sig:11,src:000000,op:arith8,pos:0,val:-27
00000000: 4662 6364 6566 0a                        Fbcdef.
xiaoyu@LAPTOP-256NC7NO:~/Work/afl-project/fuzz_out/crashes$ xxd id:000001,sig:06,src:000000,op:havoc,rep:32
00000000: 2c7f ef2c 2c4b 2c2c 2c2c 2cff 2c2c 402c  ,..,,K,,,,,.,,@,
00000010: 2c2c 2c2c 2c2c 422c 2c2c 2c2c 2c7f ffff  ,,,,,,B,,,,,,...
00000020: 2c2c 2c7f ff2c 2c7f ffff 2c2c 2c7f 4b2c  ,,,..,,...,,,.K,
00000030: 2c4b 2c2c 2c2c 2cff 2c2c 2c2c 2c38 122c  ,K,,,,.,,,,,8.,
00000040: 2c2c 5200 ff2c 2c2c ff2c 2c2c 2c2c 2c2e  ,,R..,,,.,,,,,.
00000050: 2c2c 2c2c 2c2c 2c2c 2c2c 2c2c 2c2c 2c2c  ,,,,,,,,,,,,,,,,
00000060: 2c2c 2c2c 2c2c 2c2c 402c 2c2c 2c2c 2c7f  ,,,,,,,,@,,,,,,.
xiaoyu@LAPTOP-256NC7NO:~/Work/afl-project/fuzz_out/crashes$ xxd id:000003,sig:06,src:000001,op:havoc,rep:128
00000000: e7e7 e7e0 e726 00e7 e7e8 0700 e7e7 e7f6  .....&..........
00000010: 0000 ffff e7e7 e7e7 e7e7 e7e7 e7e7 dbe7  ................
00000020: e7e7 e7e7 67e7 e7e7 e7e7 e7db e7e7 e7e7  ....g...........
00000030: e7e7 ffff e7db e7e7 e7e7 e7e7 e7e7 dbe7  ................
00000040: e7e7 e7e7 67e7 e7e7 e7e7 e7db e7e7 e7e7  ....g...........
00000050: e7e7 e7e7 e7e7 e7e7 e7e7 ffe7 e700 7fe7  ................
00000060: e7e7 e7e7 e7e7 e7e7 a9                   .........
xiaoyu@LAPTOP-256NC7NO:~/Work/afl-project/fuzz_out/crashes$ xxd id:000004,sig:11,src:000001,op:havoc,rep:8
00000000: 4162 6341 4141 4141 4141 4141 4141 4141  AbcAAAAAAAAAAAAA
00000010: 4141 4131 4150 0202 0202 0202 0202 0202  AAA1AP..........
00000020: 0202 0202 0202 0202 0202 0202 0202 0202  ................
00000030: 0241 4141 4141 4141 4141 4141 4141 4110  .AAAAAAAAAAAAAA.
00000040: 4141                                     AA
```

000000：

这种情况符合我们在vuln中规定的：如果输入的字符串的首字符为F并且长度为6，则异常退出。

000001：

这种情况的输入数据长度为9*16+3=147字节，超出了buf的长度从而导致了栈溢出错误。

000002：

这种情况的输入中包含%S这一printf输入控制符，导致了printf的错误，存在格式化字符串漏洞。

000003：

这种情况的输入数据长度为7*16=112字节，超出了buf的长度从而导致了栈溢出错误。

000004：

这种情况符合我们在vuln中规定的：如果输入的字符串的首字符为A并且长度为66，则异常退出。

AFL的模糊测试基本找出了我们给定代码中的一些漏洞。