**深 圳 大 学 实 验 报 告**

**课 程 名 称： 计算机系统(2)**

**实验项目名称： 缓冲区溢出攻击实验**

**学 院： 计算机与软件学院**

**专 业： 软件工程**

**指 导 教 师： 罗胜**

**报告人： 张欣杰 学号： 2020151091 班级： 2班**

**实 验 时 间： 2022/05/26**

**实验报告提交时间： 2022/06/11**

**教务处制**

**一、 实验目标：**

1. 理解程序函数调用中参数传递机制；
2. 掌握缓冲区溢出攻击方法；
3. 进一步熟练掌握GDB调试工具和objdump反汇编工具。

**二、实验环境：**

1. 计算机（Intel CPU）
2. Linux 64位操作系统
3. GDB调试工具
4. objdump反汇编工具

**三、实验内容**

本实验设计为一个黑客利用缓冲区溢出技术进行攻击的游戏。我们仅给黑客（同学）提供一个二进制可执行文件bufbomb和部分函数的C代码，不提供每个关卡的源代码。程序运行中有3个关卡，每个关卡需要用户输入正确的缓冲区内容，否则无法通过管卡！

要求同学查看各关卡的要求，运用**GDB调试工具和objdump反汇编工具**，通过分析汇编代码和相应的栈帧结构**，**通过缓冲区溢出办法在执行了getbuf()函数返回时作攻击，使之返回到各关卡要求的指定函数中。第一关只需要返回到指定函数，第二关不仅返回到指定函数还需要为该指定函数准备好参数，最后一关要求在返回到指定函数之前执行一段汇编代码完成全局变量的修改。

实验代码bufbomb和相关工具（sendstring/makecookie）的更详细内容请参考“实验四 缓冲区溢出攻击实验.pptx”。

本实验要求解决关卡1、2、3，给出实验思路，通过截图把实验过程和结果写在实验报告上。

**四、实验步骤和结果**

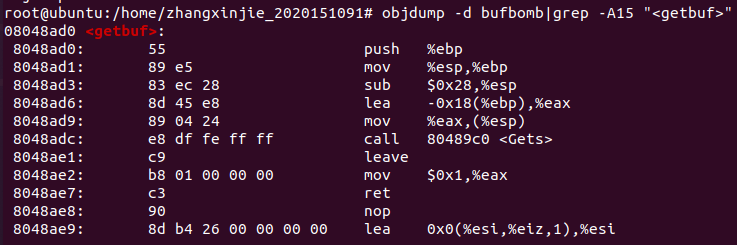
**因为本次实验用到的可执行文件是32位，而实验环境是64位的，需要先安装一个32位的库，在root权限下安装如下所示：**



**还需要安装sendmail**



首先利用反汇编命令查看getbuf函数的汇编代码，以便分析getbuf在调用<Gets>时的栈帧结构，汇编代码如下：



**步骤1 返回到smoke()**

* 1. **解题思路**

本实验中，bufbomb中的test()函数将会调用getbuf()函数，getbuf()函数再调用gets()从标准输入设备读入字符串。

系统函数gets()未进行缓冲区溢出保护。其代码如下：

***int getbuf()***

***{***

***char buf[12];***

***Gets(buf);***

***return 1;***

***}***

我们的目标是使getbuf()返回时，不返回到test()，而是直接返回到指定的smoke()函数。

为此，我们可以通过构造并输入大于getbuf()中给出的数据缓冲区的字符串而破坏getbuf()的栈帧，替换其返回地址，将返回地址改成smoke()函数的地址。

* 1. **解题过程**

分析getbuf()函数的汇编代码，可以发现，getbuf()在保存%ebp的旧值后，将%ebp指向%esp所指的位置，然后将栈指针减去0x28来分配额外的20个字节的地址空间。字符数组buf的位置用%ebp下0x18(即24)个字节来计算。然后调用Gets（）函数，读取的字符串返回到%ebp-0x18，即%ebp-24。

**具体的栈帧结构如下：**

|  |  |
| --- | --- |
| **栈帧** |  |
| 返回地址 | 属于调用者的栈帧 |
| 保存的%ebp旧值 | %ebp |
| 20-23 |  |
| 16-19 |  |
| 12-15 |  |
| [11][10][9][8] |  |
| [7][6][5][4] |  |
| [3][2][1][0] | buf,%ebp-0x18 |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  | %esp，%ebp-0x24 |

从以上分析可得，只要输入不超过11个字符，gets返回的字符串（包括末尾的null）就能够放进buf分配的空间里。长一些的字符串就会导致gets覆盖栈上存储的某些信息。

随着字符串变长，下面的信息会被破坏：

|  |  |
| --- | --- |
| **输入的字符数量** | **附加的被破坏的状态** |
| **0-11** | **无** |
| **12-23** | **分配后未使用的空间** |
| **24-27** | **保存的%ebp旧值** |
| **28-31** | **返回地址** |
| **32+** | **调用者test()中保存的状态** |

因此，我们要替换返回地址，需要构造一个长度至少为32的字符串，其中的第0~11个字符放进buf分配的空间里，第12~23个字符放进程序分配后未使用的空间里，第24~27个字符覆盖保存的%ebp旧值，第28-31个字符覆盖返回地址。

由于替换掉返回地址后，getbuf()函数将不会再返回到test()中，所以覆盖掉test()的%ebp旧值并不会有什么影响。也就是说我们构造的长度为32的字符串前28个字符随便是啥都行，而后面四个字符就必须能表示smoke()函数的地址。所以我们要构造的字符串就是“28个任意字符+smoke()地址”。任意的28个字符都用十六进制数00填充就行。

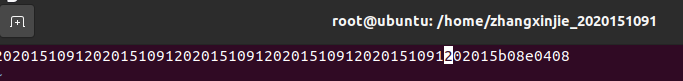
输入指令查看smoke的起始地址：objdump -t bufbomb|grep -e smoke

Smoke的地址：

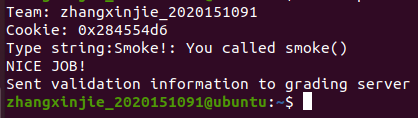


编辑本本文件exploit.txt，由于使用的存储方式的小端法，即从地址小的一段开始存放，而数组buf在我们输入时是向高地址延伸，所以我们28位字符串后面跟的内容应该是08048eb0的反置，即b08e0408

编辑一个文本文件exploit.txt，输入内容为56个数字字符+ b08e0408（输入56个数字字符而不是28，因为需要经过sendstring程序翻译成二进制文件，而每个字符被视为一个十六进制数处理，两个字符合起来便占用8位，即1个字节）



输入指令cat exploit.txt | ./sendstring | ./bufbomb -t zhangxinjie\_2020151091检验结果



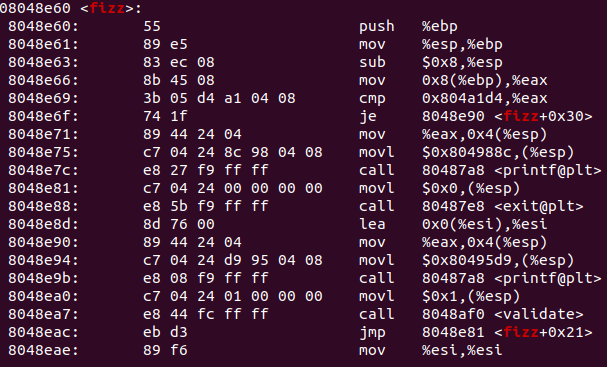
**步骤2 返回到fizz()并准备相应参数**

**2.1 解题思路**

这一关要求返回到fizz()并传入自己的cookie值作为参数，破解的思路和第一关是类似的，构造一个超过缓冲区长度的字符串将返回地址替换成fizz()的地址，只是增加了一个传入参数，所以在读入字符串时，要把fizz()函数读取参数的地址替换成自己的cookie值，具体细节见解题过程。

**2.2 解题过程**

首先还是利用objdunp查看并分析fizz()函数的汇编代码：



从汇编代码可知，fizz()函数被调用时首先保存%ebp旧值并分配新的空间，然后读取%ebp-0x8地址处的内容作为传入的参数，要求传入的参数是自己的cookie值。也就是说传入的参数其实是存在%ebp-0x8处的，具体的栈帧结构如下：

|  |  |
| --- | --- |
| **栈帧** |  |
| 传入的参数 | %ebp+0x8 |
|  | %ebp+0x4 |
| 保存的%ebp旧值 | %ebp |
|  |  |
|  | %esp |

对应到getbuf()函数中的栈帧结构如下：

|  |  |
| --- | --- |
| **栈帧** |  |
|  | 需要替换成cookie传入fizz() |
|  | 任意替换 |
| 返回地址 | 属于调用者的栈帧 |
| 保存的%ebp旧值 | %ebp，需要替换成fizz()的地址 |
|  | 任意替换 |
|  | 任意替换 |
|  | 任意替换 |
| [11][10][9][8] |  |
| [7][6][5][4] |  |
| [3][2][1][0] | buf,%ebp-0x18 |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  | %esp，%ebp-0x24 |

由以上结构不难判断出，我们需要读入buf的字符串为“28个任意字符+fizz()的地址+4个任意的字符+自己的cookie值”，每个字符还是用十六进制数表示。

使用makecookie指令找出cookie的值



通过objdump指令查看fizz()的地址为08048e60

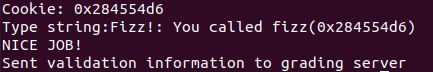


编辑文本文件exploit.txt



**2.3 最终结果截图**

执行指令cat exploit.txt | ./sendstring | ./bufbomb -t zhangxinjie\_2020151091检验结果



成功通关

**步骤3 返回到bang()且修改global\_value**

* 1. **解题思路**

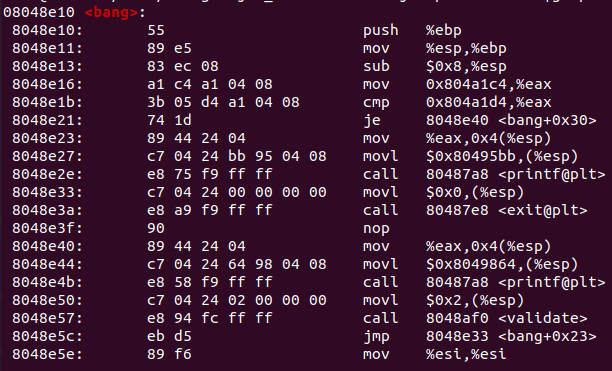
这一关要求先修改全局变量global\_value的值为自己的cookie值，再返回到band()。为此需要先编写一段代码，在代码中把global\_value的值改为自己的cookie后返回到band()函数。将这段代码通过GCC产生目标文件后读入到buf数组中，并使getbuf函数的返回到buf数组的地址，这样程序就会执行我们写的代码，修改global\_value的值并调用band()函数。具体细节见解题过程。

* 1. **解题过程**

首先，为了能精确地指定跳转地址，先在root权限下关闭Linux的内存地址随机化：



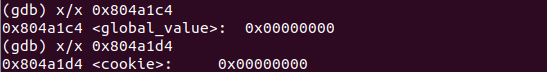
用objdump查看bang()函数的汇编代码如下：



很明显，bang()函数首先读取0x804a1c4和0x804a1d4的地址的内容并进行比较，要求两个地址中的内容相同：



用gdb调试命令查看：



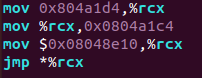
可以发现，0x804a1c4就是全局变量global\_value的地址，0x804a1d4是cookie的地址。因此，我们只要在自己写的代码中，把地址0x804a1d4的内容存到地址0x804a1c4就行了。

再利用objdump得到bang()函数的入口地址为0x08048e10:

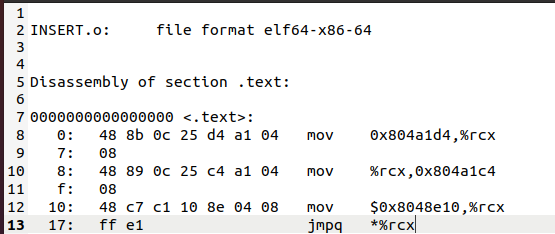


到这里，就可以确定我们自己写的代码要干的事情了。首先是将global\_value的值设置为cookie的值，也就是将0x804a1c4的值设置为0x804a1d4的值，然后将bang()函数的入口地址0x08048e10压入栈中，这样当函数返回的时候，就会直接取栈顶作为返回地址，从而调用bang()函数。接着函数返回，此时返回的地址就是上一条语句中压入栈中的地址，也就是bang()函数的入口地址了。

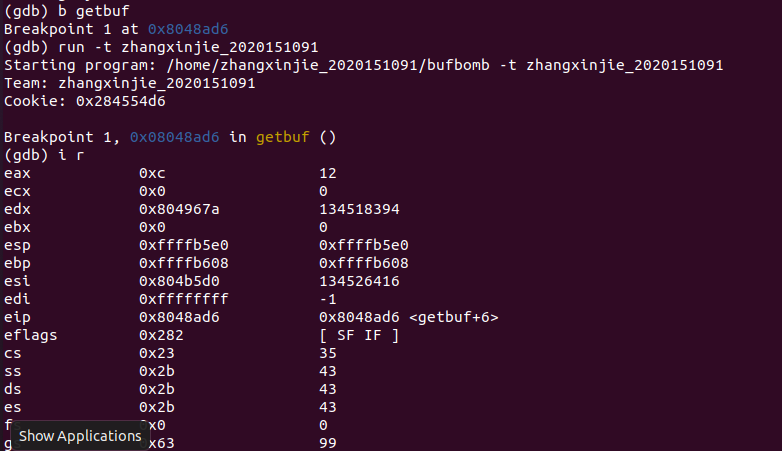
按照上述要求编写汇编文件insert.s



通过指令gcc -c insert.s -o INSERT.o，汇编insert.s得到INSERT.o文件，再重新反汇编成十六进制文件



因此修改全局变量global\_val的十六进制代码为：488b0c25d4a1040848890c25c4a1040848c7c1108e0408ffe1为了保证后面的返回地址能被修改，应补上6位任意字符，然后再追加返回地址，这里返回地址即修改全局变量的程序的起始地址，即当前ebp-0x18，通过gdb查看ebp寄存器的内容；使用指令gdb bufbomb进入调试，然后设置断点：b getbuf，通过i r查看各个寄存器的内容



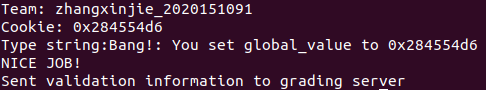
从图中可以看到ebp的内容为0xffffb608，因此该地址减去0x18即为数组的起始地址，因此修改的地址为0xffffb5f0，因此最终需要输入的字符串为：

488b0c25d4a1040848890c25c4a1040848c7c1108e0408ffe1012345f0b5ffff

将字符串保存到exploit.txt文件中

**3.3 最终结果截图**

运行指令cat exploit.txt | ./sendstring | ./bufbomb -t zhangxinjie\_2020151091



成功通关

**五、实验总结与体会**

本次实验结果符合要求，通过三次字符串输入修改getbuf函数的返回地址，从而模拟黑客攻击的一种方式，学会了利用缓冲区溢出漏洞对程序进行攻击的方法。通过本次实验，我熟悉掌握并应用栈帧缓冲区的知识，也加深掌握了gdb调试的方法。

通过此次实验，我也认识到再自己编写程序的时候要注意缓冲区溢出的情况，防止缓冲溢出导致被攻击。

|  |
| --- |
| **指导教师批阅意见：**  **成绩评定：**  指导教师签字：    2018年 5月21日 |
| 备注： |