软件安全实验报告

姓名：辛浩然　　学号：2112514　　班级：信息安全、法学

1　实验名称

Angr 应用示例

2　实验要求

根据课本 8.4.3 章节，复现 sym-write 示例的两种 angr 求解方法，并就如何使用 angr 以及怎么解决一些实际问题做一些探讨。

3　实验过程

3.1　Angr 安装

Windows 下安装 Angr。首先安装 Python3。然后，打开命令控制台，使用 PIP 命令安装 angr：pip install angr。

测试安装。输入命令 python，进入 python 界面，然后输入 import angr，成功，说明安装成功。

```
PS C:\Users\15990> python
Python 3.11.0 (main, Oct 24 2022, 18:26:48) [MSC v.1933 64 bit (AMD64)] on win32
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> import angr
>>>
```

3.2　sym-write 示例

下载 GitHub 上 angr 的开源项目。本次使用的例子是 sys_write。

源码 issue.c 如下：

```c
#include <stdio.h>
char u=0;
int main(void)
{
 int i, bits[2]={0,0};
 for (i=0; i<8; i++) {
    bits[(u&(1<<i))!=0]++;
 }
 if (bits[0]==bits[1]) {
    printf("you win!");
 }
```

```
    else {
        printf("you lose!");
    }
    return 0;
}
```

该代码首先检查 u 的二进制数的第 i 位是否为 1。如果是，则将数组 bits 的第二个元素（即 1 的数量）加 1，否则将数组 bits 的第一个元素（即 0 的数量）加 1。如果 u 的二进制数中 0 的数量等于 1 的数量，则输出“you win!”；否则输出“you lose!”。

3.2.1 求解方法一复现

源码 solve.py 如下：

```
import angr
import claripy
def main():
    # 1. 新建一个工程，导入二进制文件，后面的选项是选择不自动加载依赖项，不会自动载入依赖的库
    p = angr.Project('./issue', load_options={"auto_load_libs": False})


    # 2. 初始化一个模拟程序状态的 SimState 对象 state，该对象包含了程序的内存、寄存器、文件系统数据、符号信息等等模拟运行时动态变化的数据
    # blank_state():可通过给定参数 addr 的值指定程序起始运行地址
    # entry_state():指明程序在初始运行时的状态，默认从入口点执行
    # add_options 获取一个独立的选项来添加到某个 state 中
    # SYMBOLIC_WRITE_ADDRESSES: 允许通过具体化策略处理符号地址的写操作
    state = p.factory.entry_state(add_options={angr.options.SYMBOLIC_WRITE_ADDRESSES})

    # 3. 创建一个符号变量，这个符号变量以 8 位 bitvector 形式存在，名称为 u
    u = claripy.BVS("u", 8)
    # 把符号变量保存到指定的地址中，这个地址是就是二进制文件中.bss 段 u 的地址
    state.memory.store(0x804a021, u)

    # 4. 创建一个 Simulation Manager 对象，这个对象和我们的状态有关系
    sm = p.factory.simulation_manager(state)

    # 5. 使用 explore 函数进行状态搜寻，检查输出字符串是 win 还是 lose
    # state.posix.dumps(1)获得所有标准输出
    # state.posix.dumps(0)获得所有标准输入
    def correct(state):
```

```
        try:
            return b'win' in state.posix.dumps(1)
        except:
            return False
    def wrong(state):
        try:
            return b'lose' in state.posix.dumps(1)
        except:
            return False
    # 进行符号执行得到想要的状态，即得到满足 correct 条件且不满足 wrong 条件的 state
    sm.explore(find=correct, avoid=wrong)
    # 获得到 state 之后，通过 solver 求解器，求解 u 的值
    # eval_upto(e, n, cast_to=None, **kwargs) 求解一个表达式指定个数个可能的求解方案 e - 表达式 n - 所需解决方案的数量
    return sm.found[0].solver.eval_upto(u, 256)
if __name__ == '__main__':
    # repr()函数将 object 对象转化为 string 类型
    print(repr(main()))
```

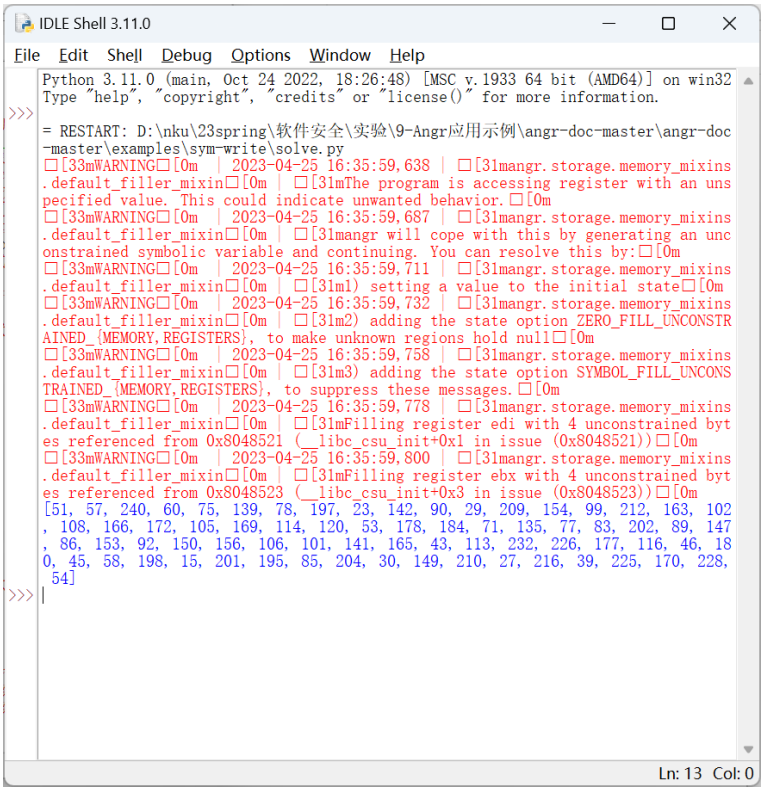
代码分析

上述代码的关键步骤如下：

1. 新建一个 Angr 工程，并且载入二进制文件。auto_load_libs 设置为 false，不会自动载入依赖的库。
2. 初始化一个模拟程序状态的 SimState 对象 state（使用函数 entry_state()），该对象包含了程序的内存、寄存器、文件系统数据、符号信息等等模拟运行时动态变化的数据。
3. 将要求解的变量符号化，符号化后的变量存在二进制文件的存储区。
4. 创建模拟管理器（Simulation Managers）进行程序执行管理。初始化的 state 可以经过模拟执行得到一系列的 states，模拟管理器 sm 的作用就是对这些 states 进行管理。
5. 进行符号执行得到想要的状态，得到想要的状态。上述程序所表达的状态就是，符号执行后，源程序里打印出的字符串里包含 win 字符串，而没有包含 lose 字符串。在这里，状态被定义为两个函数，通过符号执行得到的输出 state.posix.dumps(1) 中是否包含 win 或者 lose 的字符串来完成定义。
6. 获得到 state 之后，通过 solver 求解器，求解 u 的值。

实验验证

选择填写的 solve.py，点右键选择 Edit with IDLE Edit with IDLE 3.11(64 bit)，将弹出界面，选择 Run run model，界面如下：



蓝色部分，就是输出的 u 的求解的结果，因为我们采用了 eval_upto 函数，给出了多个解。对其中一个解，带入源程序进行验证，验证了其正确性：

```
PS D:\nku\23spring\软件安全\实验\9-Angr应用示例\angr-d
实验\9-Angr应用示例\angr-doc-master\angr-doc-master\ex
51
you win!
```

3.2.2 求解方法二复现

源码如下：

```
import angr
import claripy
def hook_demo(state):
  state.regs.eax = 0

p = angr.Project("./issue", load_options={"auto_load_libs": False})
# hook 函数：addr 为待 hook 的地址
# hook 为 hook 的处理函数，在执行到 addr 时，会执行这个函数，同时把当前的 state 对象作参数传递过去
# length 为待 hook 指令的长度，在执行完 hook 函数以后，angr 需要根据 length 来跳过这条指令，执行下一条指令
# hook 0x08048485 处的指令（xor eax,eax），等价于将 eax 设置为 0
# hook 并不会改变函数逻辑，只是更换实现方式，提升符号执行速度
p.hook(addr=0x08048485, hook=hook_demo, length=2)
state = p.factory.blank_state(addr=0x0804846B,
```

```
    add_options={"SYMBOLIC_WRITE_ADDRESSES"})
    u = claripy.BVS("u", 8)
    state.memory.store(0x0804A021, u)
    sm = p.factory.simulation_manager(state)
    sm.explore(find=0x080484DB)
    st = sm.found[0]
    print(repr(st.solver.eval(u)))
```

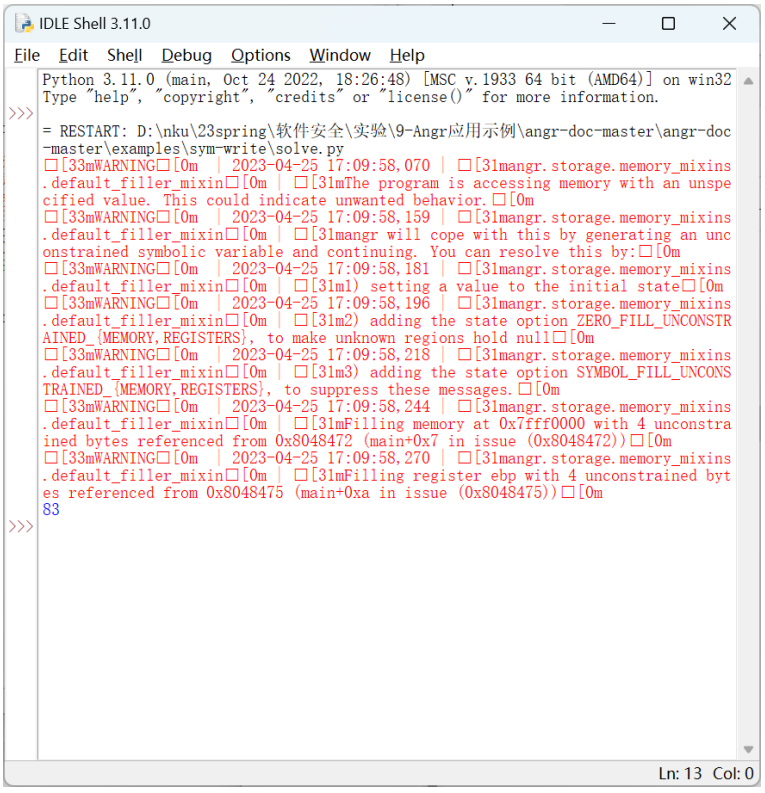
代码分析

上述代码与方法一不同的地方在于：

1. 采用了 hook 函数，将 0x08048485 处的长度为 2 的指令通过自定义的 hook_demo 进行替代。
2. 进行符号执行得到想要的状态，有变化，变更为 find=0x080484DB。因为源程序 win 和 lose 是互斥的，所以，只需要给定一个 find 条件即可。
3. eval(u) 替代了原来的 eval_upto，将打印一个结果出来。

实验验证

选择 solve.py，点右键选择 Edit with IDLE Edit with IDLE 3.11(64 bit)，将弹出界面，选择Run run model，界面如下：



蓝色部分，就是输出的 u 的求解的结果，给出了一个解。

对其中一个解，带入源程序进行验证，验证了其正确性：

```
PS D:\nku\23spring\软件安全\实验\9
实验\9-Angr应用示例\angr-doc-maste
}
83
you win!
```

3.3 总结

3.3.1 angr 的使用步骤

1. 导入 angr 模块，并使用 angr.Project() 函数加载目标二进制文件。
2. 定义程序的入口点。可以使用 proj.entry 属性指定程序入口点的地址，或者使用 proj.factory.entry_state() 函数创建一个初始状态来作为入口点。
3. 创建一个路径探索器对象（path explorer）来探索程序的不同执行路径。可以使用 proj.factory.path_group() 函数来创建一个路径探索器。
4. 设置路径探索器的探索策略和约束条件。可以使用 path_group.explore() 方法来指定探索策略和约束条件，如深度优先或广度优先搜索，或者添加符号约束或限制条件等。
5. 对探索器进行迭代，探索不同的执行路径。可以使用 path_group.step() 方法来迭代探索器，直到探索完所有的路径或者达到某个停止条件。
6. 根据探索结果，分析程序的行为和漏洞。可以使用 angr 提供的一系列分析工具和函数，如路径约束求解、符号执行、污点分析、模拟执行等，来分析程序的行为和漏洞。
7. 输出分析结果。

3.3.2 实际问题解决

可以利用 angr 解决以下实际问题：

1. 二进制文件逆向工程：使用 Angr 可以对二进制文件进行逆向工程，查找其中的漏洞、函数、数据等。
2. 自动化测试：使用 Angr 可以自动化测试软件，找出其中的缺陷和漏洞。可以生成随机输入数据，然后对软件进行符号执行，找出导致崩溃或异常的输入。
3. 符号执行：使用 Angr 可以执行符号执行，即通过符号表达式来执行代码，从而找出所有可能的路径和输入。可以使用 Angr 来检测缓冲区溢出、代码注入等漏洞。

4 心得体会

通过本次实验，复现了 sym-write 示例的两种 angr 求解方法，深入实践、理解了如何利用 angr 以及如何解决一些实际问题。