Università degli Studi di Milano
Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali
Corso di Laurea Triennale in Informatica

Analisi e verifica di un framework per l'analisi dinamica di codice binario

Relatore:
Dott. Mattia Monga

Correlatore:
Dott. Roberto Paleari

Tesi di Laurea di:
Luca Giancane
mat. 675309

Problema

Scenario

- Qualsiasi applicazione di una certa complessità contiene, con buona probabilità al suo interno una o più vulnerabilità;
- molte applicazioni sono disponibili solo in codice binario.

Motivazione

Alcuni errori di programmazione possono essere sfruttati per sovvertire il comportamento di un'applicazione ed eventualmente prendere il controllo di interi sistemi.

Framework

Smart fuzzer

Il tool di *smart fuzzing*:

- **uso:** analizzare un codice binario;
- **scopo:** rilevamento automatico di vulnerabilità all'interno di codice binario.

Fuzzing classico

Utilizza come input per una data applicazione dati totalmente random, allo scopo di causare errori di esecuzione.

Problema: non consente di percorrere ogni possibile cammino di esecusione.

Smart fuzzing

1. Utilizza tecniche di *program analysis* ibride:
   - **analisi statica:** fornisce informazioni generali sul comportamento di un'applicazione;
   - **analisi dinamica:** monitora il flusso di esecuzione, raffinando le informazioni raccolte dall'analisi precedente.
2. Estrapola un insieme di vincoli per la creazione di input in grado di indirizzare il flusso di esecuzione verso stati in cui potrebbero manifestarsi delle vulnerabilità.
3. Individua l'alterazione di zone di memoria sensibili, tramite il monitoraggio dell'esecuzione.

perchè serve?

Più efficace del *fuzzing* tradizionale.

Limite

Limite

Il framework Smart fuzzer effettua una gestione incompleta delle funzioni inline.

Problema: generazione di vincoli per la creazione di un nuovo input incompleta.

Funzioni inline

- Sostituzione della chiamata a funzione con il corpo della funzione stessa.

Esempio

```
1   void cp(char *src)
2   {
3     char buffer[80];
4     if (src[0]!='c' || src[1]!='p')
5       {
6           printf("error\n");
7       }
8     else if(strlen(src) > 10)
9       {
10          strcpy(buffer, src);
11      }
12  }
```

Esempio

```
1   void cp(char *src)
2   {
3     char buffer[80];
4     if (src[0]!='c' || src[1]!='p')
5       {
6           printf("error\n");
7       }
8     else if(strlen(src) > 10)  ⟶ funzione inline
9       {
10        strcpy(buffer, src);  ⟶ vulnerabilità
11      }
12  }
```

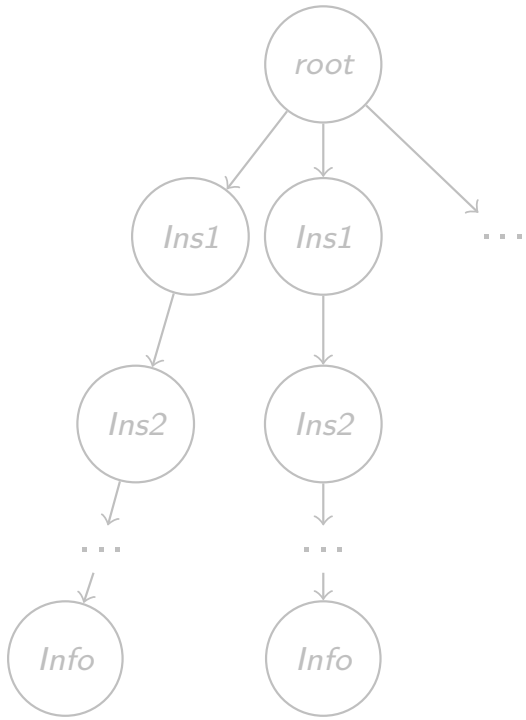
Problema: la condizione in linea 8 dipende dall'input.

Soluzione: riconoscimento funzioni inline.

Esempio riconoscimento funzioni inline

Funzione `strlen()`

```
1   r32(ECX) := c32(0xffffffff)
2   m32[(r32(EBP) + None)] := r32(EAX)
3   r32(EAX) := c32(0x0)
4   r1(DF) := c1(0x0)
5   r32(EDI) := m32[(r32(EBP) + None)]
6   JUMP ((r32(ECX) == c32(0x0))) None
7   r8(TMP) := (m32[(r16(ES) + r32(EDI))] - r8(AL))
8   r1(ZF) := (r8(TMP) == c8(0x0))
9   r32(EDI) := ...
10  r32(ECX) := (r32(ECX) + c32(-0x1))
11  JUMP ((r1(ZF) != c32(0x1))) None
12  r32(EAX) := r32(ECX)
13  r32(EAX) := (  r32(EAX))
14  r32(None) := (r32(EAX) + c32(-0x1))
15  INFO r32(None) := (strlen m32[(r32(EBP) + None)])
```



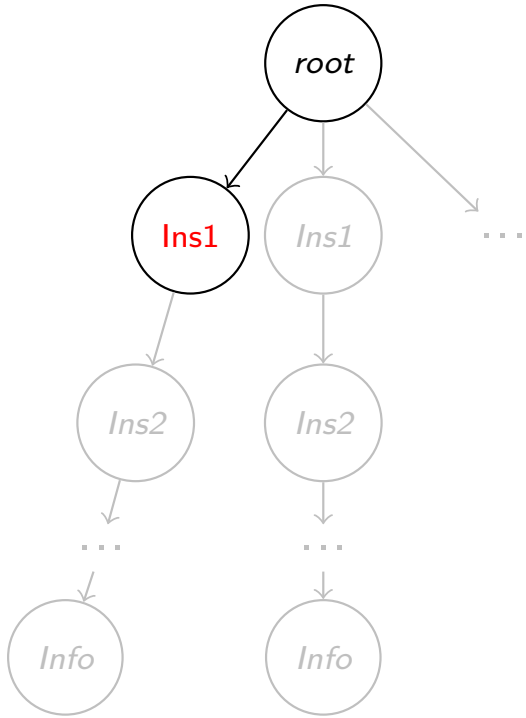
Passo1: Generazione signature

Insieme di istruzioni in forma intermedia che identificano una funzione.

Esempio riconoscimento funzioni inline

Funzione `strlen()`

```
1     r32(ECX) := c32(0xffffffff)
2     m32[(r32(EBP) + None)] := r32(EAX)
3     r32(EAX) := c32(0x0)
4     r1(DF) := c1(0x0)
5     r32(EDI) := m32[(r32(EBP) + None)]
6     JUMP ((r32(ECX) == c32(0x0))) None
7     r8(TMP) := (m32[(r16(ES) + r32(EDI))] - r8(AL))
8     r1(ZF) := (r8(TMP) == c8(0x0))
9     r32(EDI) := ...
10    r32(ECX) := (r32(ECX) + c32(-0x1))
11    JUMP ((r1(ZF) != c32(0x1))) None
12    r32(EAX) := r32(ECX)
13    r32(EAX) := (  r32(EAX))
14    r32(None) := (r32(EAX) + c32(-0x1))
15    INFO r32(None) := (strlen m32[(r32(EBP) + None)])
```



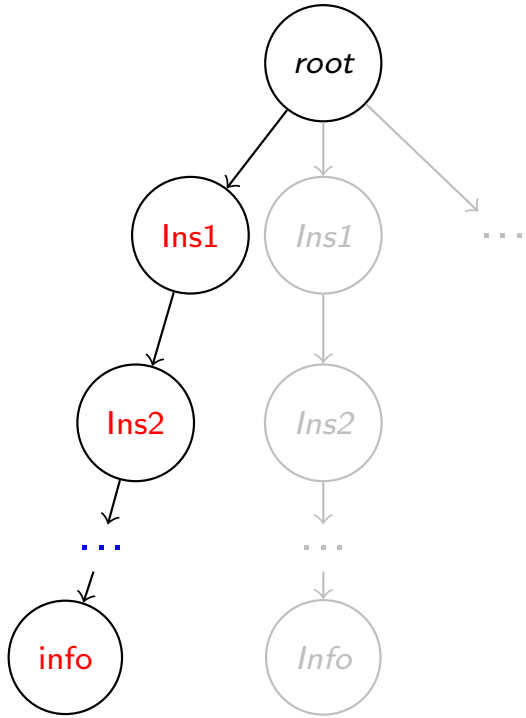
Passo2: Creazione albero dei suffissi

Struttura dati utilizzata per un veloce confronto tra le istruzioni in forma intermedia.

Esempio riconoscimento funzioni inline

Funzione `strlen()`

```
1   r32(ECX) := c32(0xffffffff)
2   m32[(r32(EBP) + None)] := r32(EAX)
3   r32(EAX) := c32(0x0)
4   r1(DF) := c1(0x0)
5   r32(EDI) := m32[(r32(EBP) + None)]
6   JUMP ((r32(ECX) == c32(0x0))) None
7   r8(TMP) := (m32[(r16(ES) + r32(EDI))] - r8(AL))
8   r1(ZF) := (r8(TMP) == c8(0x0))
9   r32(EDI) := ...
10  r32(ECX) := (r32(ECX) + c32(-0x1))
11  JUMP ((r1(ZF) != c32(0x1))) None
12  r32(EAX) := r32(ECX)
13  r32(EAX) := (  r32(EAX))
14  r32(None) := (r32(EAX) + c32(-0x1))
15  INFO r32(None) := (strlen m32[(r32(EBP) + None)])
```



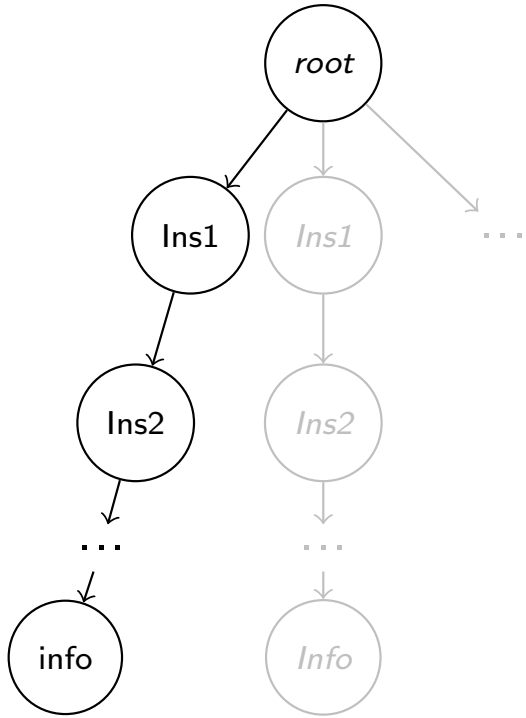
Passo2: Creazione albero dei suffissi

Struttura dati utilizzata per un veloce confronto tra le istruzioni in forma intermedia.

Esempio riconoscimento funzioni inline

Funzione `strlen()`

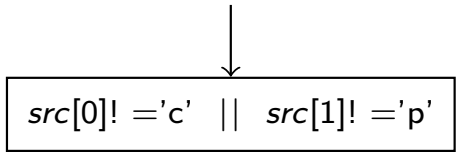
```
1     r32(ECX) := c32(0xffffffff)
2     m32[(r32(EBP) + None)] := r32(EAX)
3     r32(EAX) := c32(0x0)
4     r1(DF) := c1(0x0)
5     r32(EDI) := m32[(r32(EBP) + None)]
6     JUMP ((r32(ECX) == c32(0x0))) None
7     r8(TMP) := (m32[(r16(ES) + r32(EDI))] - r8(AL))
8     r1(ZF) := (r8(TMP) == c8(0x0))
9     r32(EDI) := ...
10    r32(ECX) := (r32(ECX) + c32(-0x1))
11    JUMP ((r1(ZF) != c32(0x1))) None
12    r32(EAX) := r32(ECX)
13    r32(EAX) := (  r32(EAX))
14    r32(None) := (r32(EAX) + c32(-0x1))
15    INFO r32(None) := (strlen m32[(r32(EBP) + None)])
```



Passo3: Riconoscimento funzioni inline

Confronto tra le istruzioni in forma intermedia e individuazione delle funzioni inline.

Path condition




```
1   void cp(char *src)
2   {
3     char buffer[80];
4     if (src[0]!='c' || src[1]!='p')
5       {
6           printf("error\n");
7       }
8     else if(strlen(src) > 10)
9       {
10          strcpy(buffer, src);
11      }
12  }
```

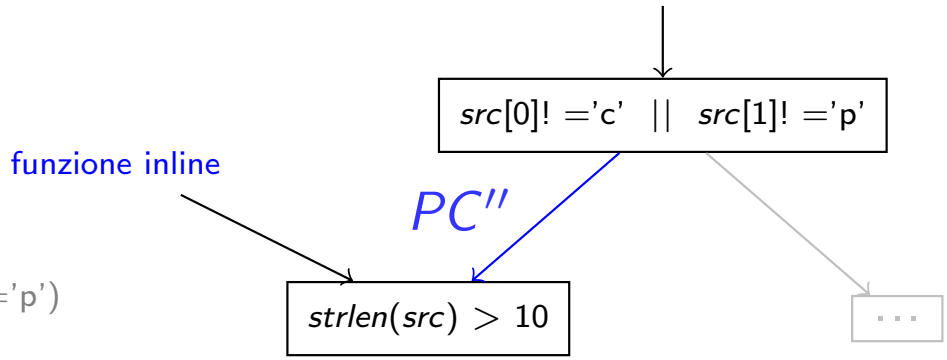
$PC = \emptyset$ inizialmente PC è vuoto.

$PC' = PC \cup \{src[0] \; != \text{'p'} \wedge src[1] \; != \text{'c'}\}$

$PC'' = PC \cup \{src[0] \; == \text{'p'} \wedge src[1] \; == \text{'c'}\}$

Path condition

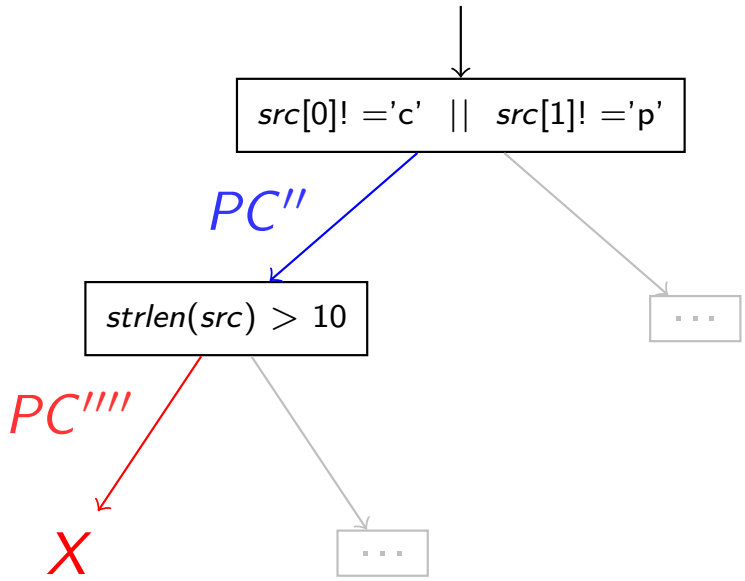
```
1   void cp(char *src)
2   {
3     char buffer[80];
4     if (src[0]!='c' || src[1]!='p')
5       {
6           printf("error\n");
7       }
8     else if(strlen(src) > 10)
9       {
10          strcpy(buffer, src);
11      }
12  }
```



$$PC'' = PC \cup \{src[0] == 'p' \wedge src[1] == 'c'\}$$
$$PC''' = PC'' \cup \{strlen(src) \leq 10\}$$
$$PC'''' = PC'' \cup \{strlen(src) > 10\}$$

Path condition

```
1   void cp(char *src)
2   {
3     char buffer[80];
4     if (src[0]!='c' || src[1]!='p')
5       {
6           printf("error\n");
7       }
8     else if(strlen(src) > 10)
9       {
10          strcpy(buffer, src);
11      }
12  }
```



$$PC'''' = PC'' \cup \{ strlen(src) > 10 \}$$
$$X = \text{vulnerabilità.}$$

Conclusioni

Contributi

- Implementazione della tecnica di riconoscimento di funzioni inline;
- Modifica della fase di analisi delle *path condition*.

Nel complesso si ritiene che il modello *smart fuzzer* rappresenti un valido punto di partenza da estendere e sviluppare ulteriormente nel prossimo futuro.

Grazie per l'attenzione