

Verlässliche Echtzeitsysteme

Übungen zur Vorlesung

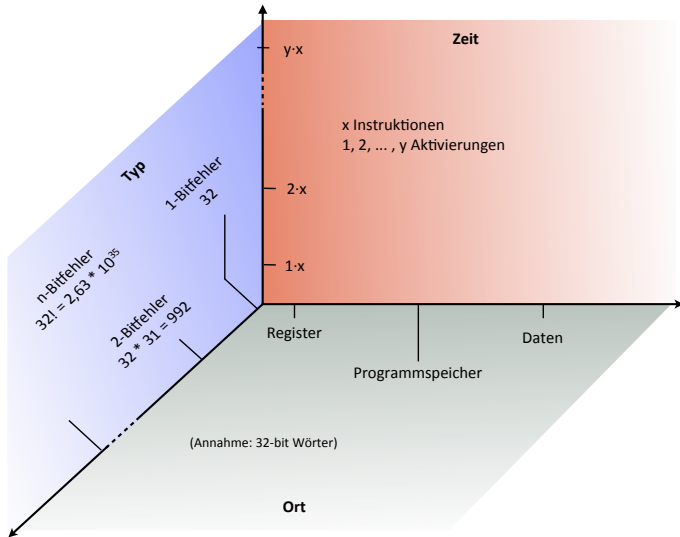
Arbeiten mit Binärdateien und Assembler

Phillip Raffeck, Tim Rheinfels, Simon Schuster, Peter Wägemann

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl Informatik 4 (Verteilte Systeme und Betriebssysteme)
<https://sys.cs.fau.de>

Wintersemester 2022





C-Code vs. Assembler-Code

C-Code

```
int a;  
int b = 1;  
const int c = 2;  
void main() {  
    static int s = 3;  
    int x, y;  
    char* p =  
        malloc(100);  
}
```

Assembler-Code

```
4004f0 <main>:  
4004f0: push    %rbp  
4004f1: mov     %rsp,%rbp  
4004f4: sub     $0x10,%rsp  
4004f8: movabs  $0x64,%rdi  
400502: callq   4003e0 <malloc@plt>  
400507: mov     %rax,-0x10(%rbp)  
40050b: add     $0x10,%rsp  
40050f: pop     %rbp  
400510: retq
```

Wo können Datenfehler auftreten?



C-Code vs. Assembler-Code

C-Code

```
int a;  
int b = 1;  
const int c = 2;  
void main() {  
    static int s = 3;  
    int x, y;  
    char* p =  
        malloc(100);  
}
```

Assembler-Code

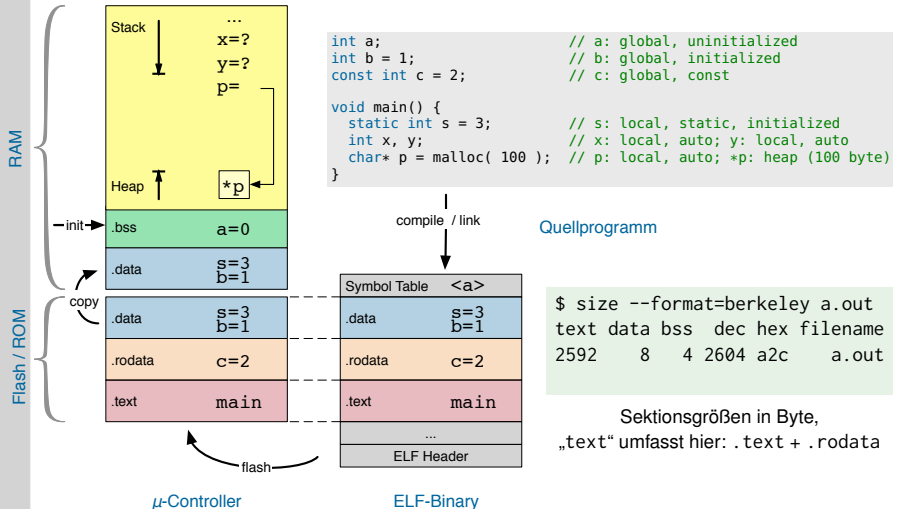
```
4004f0 <main>:  
4004f0: push    %rbp  
4004f1: mov     %rsp,%rbp  
4004f4: sub     $0x10,%rsp  
4004f8: movabs  $0x64,%rdi  
400502: callq   4003e0 <malloc@plt>  
400507: mov     %rax,-0x10(%rbp)  
40050b: add     $0x10,%rsp  
40050f: pop     %rbp  
400510: retq
```

Wo können Datenfehler auftreten?

1. RAM: -0×10 (% rbp)
 ↪ Stack, globale Daten, Heap, (Programmcode)
2. Allgemeine CPU-Register: %rsp
3. Sonstige CPU-Register: %rip, %rflags



Speicherorganisation und Sektionsgrößen



nm: Ausgabe der Symboltabelle

```
1 000000000000004028 D var_initialized
2 ...
3 000000000000201028 B __bss_start
4 000000000000201028 b var_uninitialized
5 ...
6 0000000000000061a T main
7 00000000000000580 t register_tm_clones
8 00000000000000510 T _start
9 ...
10 0000000000000066d t int max<int,0u>(int,int)
11 0000000000000067c t int max<int,1u>(int,int)
```

Nützliche Optionen

- -C, --demangle: Dekodieren der C++-Namensmangelung:
_Z3maxIiLj0EET_S0_S0_ ⇒ `int max<int, 0u>(int, int)`
- -S, --print-size: Ausgabe der Symbolgrößen
0000000000000061 a 00000028 T main



objdump: Ausgabe von Informationen über Objektdaten

```
1  int main(){
2    4007cd:  55                      push    %rbp
3    4007ce:  48 89 e5                mov     %rsp,%rbp
4    4007d1:  48 83 ec 10             sub     $0x10,%rsp
5    int a = max<int>(23U, 42);
6    4007d5:  be 2a 00 00 00          mov     $0x2a,%esi
7    4007da:  bf 17 00 00 00          mov     $0x17,%edi
8    4007df:  e8 04 01 00 00          callq  4008e8 <_Z3maxIiET_S0_S0_>
9
10   4007e4:  89 45 fc                mov     %eax,-0x4(%rbp)
11   std::cout << a << "\n";
12   4007e7:  8b 45 fc                mov     -0x4(%rbp),%eax
13   ...
```

■ Nützliche Optionen

- -S: Ausgabe von Quell-Code im Assembly-Code (Debug-Symbole notwendig)
- -D: alle Sektionen disassemblieren



Analyse der Toleranzmaßnahmen

- normalerweise: Fehlerinjektion
- dieses Semester: Fehlerräumenanalyse
 - Einfluss des Speichers
 - Einfluss der Laufzeit

■ Aufrufgraph

`make callgraph_{baseline,tmr,ean}`

■ ELF

`build/{baseline,tmr,ean}.elf`

■ Objektdaten

`build/CMakeFiles/{baseline,tmr,ean}.dir/src/*.o`

