

Verlässliche Echtzeitsysteme

Übungen zur Vorlesung

Analyse

Tobias Klaus, Florian Schmaus, Peter Wägemann

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl Informatik 4 (Verteilte Systeme und Betriebssysteme)
<https://www4.cs.fau.de>

20. Juni 2016



1 C-Quiz Teil VI

2 Stack- & Laufzeitanalyse

3 Aufgabenstellung



- C99
- x86 bzw. x86-64, d. h.
 - vorzeichenbehaftete Integer als Zweierkomplement implementiert
 - char hat 8 Bit
 - short hat 16 Bit
 - int hat 32 Bit
 - long hat 32 Bit auf x86 und 64 Bit auf x86-64



Frage 17

Angenommen x hat Typ `int`. Ist $x - 1 + 1 \dots$

1. definiert für alle Werte
2. definiert für manche Werte
3. definiert für keinen Wert

von x ?



Frage 17

Angenommen x hat Typ `int`. Ist $x - 1 + 1 \dots$

1. definiert für alle Werte
2. definiert für manche Werte
3. definiert für keinen Wert

von x ?

Erklärung

- additive Operatoren sind linksassoziativ

⇒ nicht definiert für `INT_MIN`



Frage 18

Angenommen x hat Typ `int`. Ist `(short)x + 1 ...`

1. definiert für alle Werte
2. definiert für manche Werte
3. definiert für keinen Wert

von x ?



Frage 18

Angenommen x hat Typ `int`. Ist `(short)x + 1 ...`

1. definiert für alle Werte
2. definiert für manche Werte
3. definiert für keinen Wert

von x ?

Erklärung

- wenn x nicht in `short` passt
 $\rightsquigarrow$ implementierungsabhängig



Frage 19

Angenommen x hat Typ `int`. Ist `(short) (x + 1) ...`

1. definiert für alle Werte
2. definiert für manche Werte
3. definiert für keinen Wert

von x ?



Frage 19

Angenommen x hat Typ `int`. Ist `(short) (x + 1) ...`

1. definiert für alle Werte
2. definiert für manche Werte
3. definiert für keinen Wert

von x ?

Erklärung

- wenn $x + 1$ nicht in `short` passt
 $\rightsquigarrow$ implementierungsabhängig
- die meisten Compiler schneiden beim Cast ab



Frage 20

Hat die Auswertung von `INT_MIN % -1` definiertes Verhalten?

1. ja
2. nein



Hat die Auswertung von `INT_MIN % -1` definiertes Verhalten?

1. ja
2. nein
3. das weiß niemand ...

Erklärung

- C99 macht dazu keine Aussage
- in C11 gilt folgendes:
 - wenn $(a/b)*b + a\%b$ darstellbar ist, haben a/b und $a\%b$ definiertes Verhalten
 - sonst nicht
 - $\text{INT_MIN} / -1$ entspricht $\text{INT_MAX} + 1$
 - was auf x86/x86-64 nicht darstellbar ist



1 C-Quiz Teil VI

2 Stack- & Laufzeitanalyse

3 Aufgabenstellung

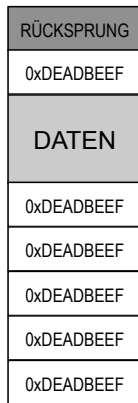




- Harte, verlässliche Echtzeitsysteme
 - Garantien über Ressourcenbedarf notwendig
 - ☞ statische Analyse unabdingbar
- Mögliche Ressourcen: Speicherbedarf, Laufzeit, etc.
- Übung: statische Analyse des Programms
- Stack-Analyse (StackAnalyzer der a3 Suite):
 1. Wasserstandstechnik
 2. aiT
- WCET-Analyse mittels aiT (bereits in EZS behandelt)



- **Messung zur Laufzeit:** Water-Marking (siehe Vorlesung)
- Grundidee: Einfügen von Stack Canaries
- Explizite Verwaltung des Stapelspeichers notwendig
- pthread-Bibliothek ermöglicht Verwaltung (siehe Abschnitt 1)
- Mögliche Canaries
 - „Lesbare“ Bitmuster: 0xDEADBEEF
 - Unwahrscheinliche Bitmuster: 0b101010101010...





1. (Globalen) Stack anlegen:

```
1 static unsigned int g_data[DATA_SIZE];
```

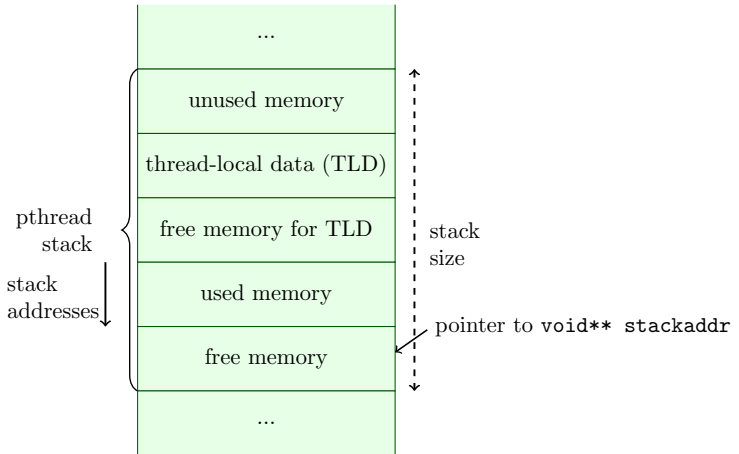
2. Thread anlegen & starten:

```
1 pthread_t thread;  
2 pthread_attr_t attr;  
3 pthread_attr_init(&attr);  
4 pthread_attr_setstack(&attr, &g_stack, STACK_SIZE);  
5 // worker function: void *run(void *param)  
6 int status = pthread_create(&thread, &attr, run, NULL);  
7 if (status != 0) { ... // handle error
```

3. Auf Thread warten:

```
1 pthread_join(thread, &ret);
```





- Statische Code-Analyse mit a³ Tool-Suite

1. aiT: WCET-Analyse
2. StackAnalyzer: Stackverbrauch
3. ...

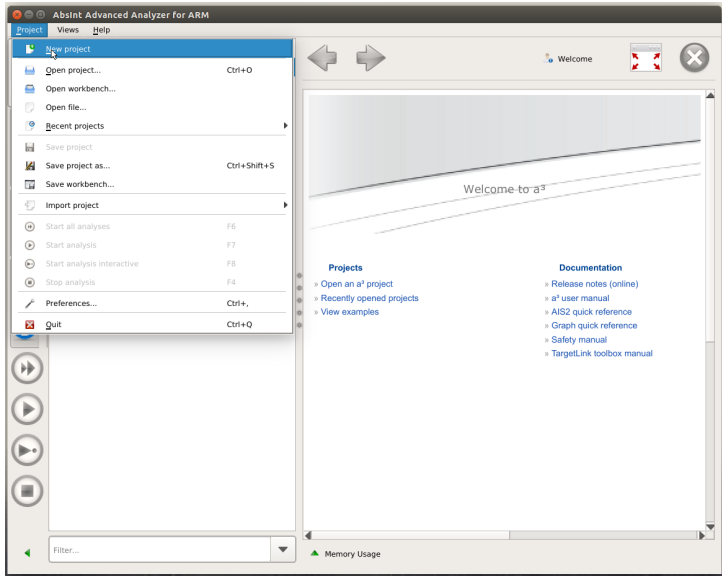
- Installiert im CIP-Pool

- Verfügbare Rechner:

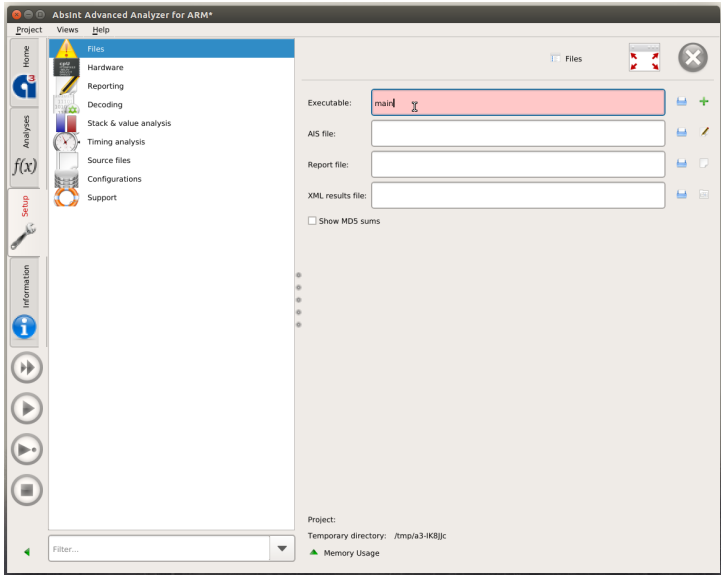
- 00.153-113 CIP3: faui0da-u
- 00.156-113 CIP4: faui0ca-q



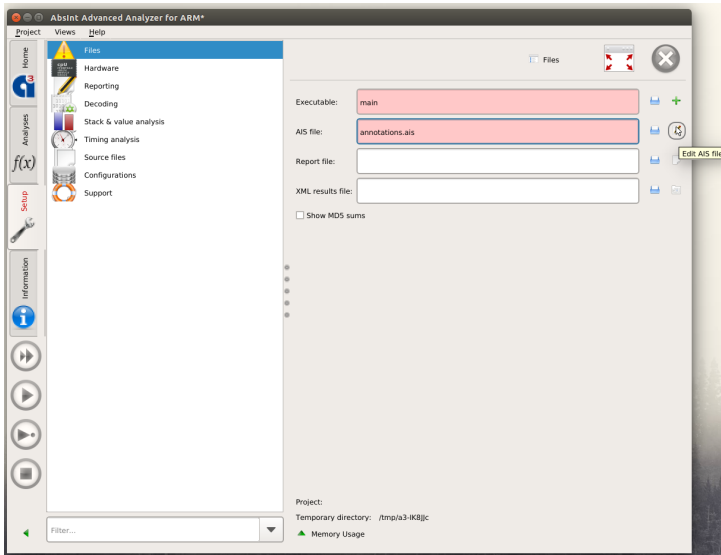
a³ Analyzer – Neue Projekt Anlegen



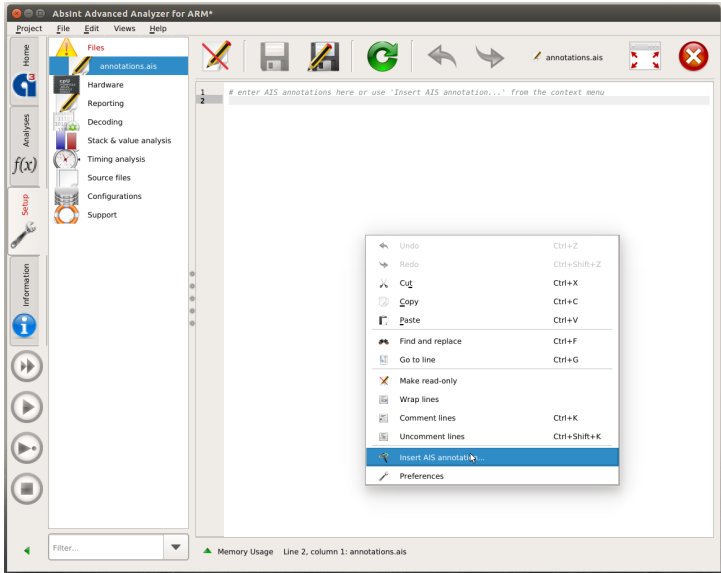
a³ Analyzer – Executable Angeben



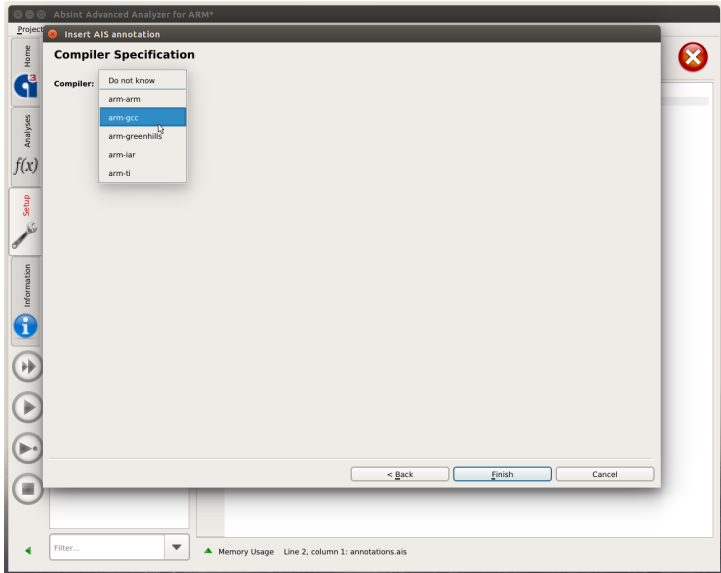
a³ Analyzer – Annotations-Datei Anlegen



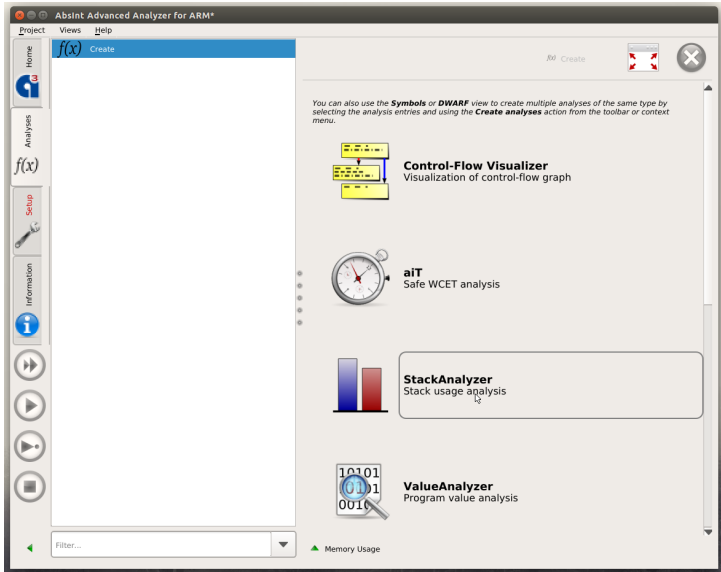
a³ Analyzer – Compiler-Annotation Anlegen



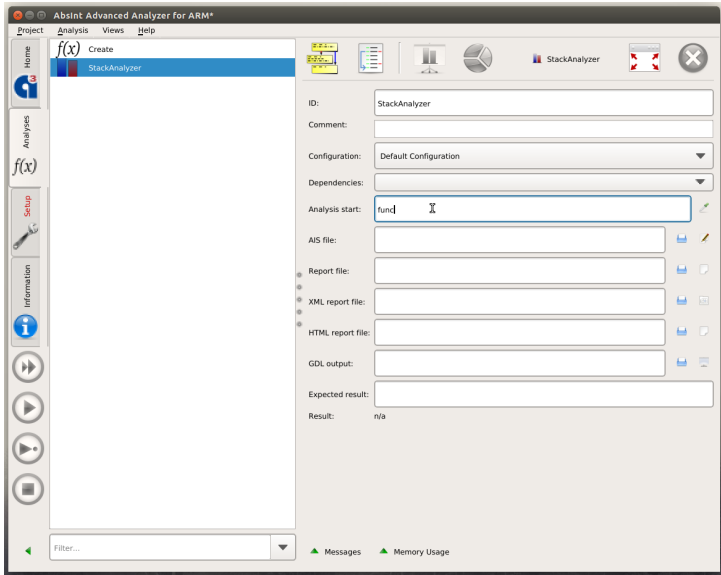
a³ Analyzer – arm-gcc Angeben



a³ Analyzer – Stack-Analyse Selektieren



a³ Analyzer – Stack-Analyse Starten



1 C-Quiz Teil VI

2 Stack- & Laufzeitanalyse

3 Aufgabenstellung



- Existierende Implementierung: Baumstruktur
- Vorgegebene Funktionen: Einfügen, Ausgeben, Suchen, ...
- Aufgaben
 1. Dynamische Analyse
 - 1.1 Thread erstellen
 - 1.2 Stack initialisieren
 - 1.3 Programm (mit Eingabedaten) ausführen
 - 1.4 Stack verbrauch messen
 2. Statische Analyse
 - 2.1 Verwendung a3 StackAnalyzer
 - 2.2 Einfügen von Annotationen wo notwendig



Fragen?

