

# ARM Simulator, Interpreter und Debugger als Webanwendung

Initialpräsentation

Zangerl Dominik

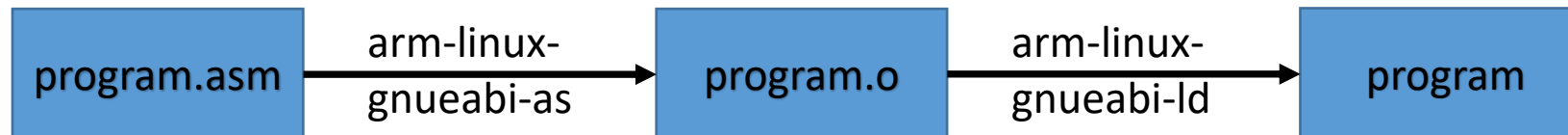
Betreuer: Alexander Schlögl

# Gliederung

- Motivation
- Implementation und Technologien
  - TypeScript
  - React
- Vorgehensweise und Zeitplan
- Voraussetzungen für finale Implementierung
- Referenzen

## ARMv5 im ersten Semester

- ARMv5 [\[2\]](#) als Beispiel einer Befehlssatzarchitektur
- Schreiben von Assembler-Programme und Ausführung auf einer ARMv5 Architektur
- Simulation mit GNU Toolchain [\[1\]](#):



- Ausführen mit QEMU User-Space-Emulator [\[9\]](#)
- Vereinfachung mit Skript und Ausführung über virtuelle Maschine oder WSL [\[6\]](#)

# Debugging

- Größter Zeitaufwand bei Fehlersuche im Programm
- Kann zusammen mit dem Gnu Debugger [\[8\]](#) verwendet werden:

```
Register group: general
r0      0xfdbbf7af      -38013009      r1      0xfdffffe5      -33554459
r2      0x3             3              r3      0x4             4
r4      0x7             7              r5      0xffdffffd4     -2097196
r6      0x4c4d5b53      1280138067     r7      0x8410de10      -2079269360
r8      0x37feffffe     939458558      r9      0xffedfffc      -1179652
r10     0xfbaad45e      -72690594      r11     0x88cad3c4      -1999973436
r12     0xfdfaafff      -33882113      sp      0x0             0x0
lr      0xffffffff      -1             pc      0x1c          0x1c <_start>
xPSR    0x1000000      16777216
```

Bild: Use GDB on an ARM assembly program [\[7\]](#)

- Arbeiten mit Debuggern im ersten Semester oft schwierig
- Großer Zeitaufwand zusammen mit Aufsetzen der Toolchain

# ARMv5 Umgebung und Debugging als Webanwendung

- Bachelorprojekt: Simuliere ARMv5 Entwicklungsumgebung und Debugger als Webanwendung
- ARMv5 Entwicklungsumgebung
  - Simulierte CPU und Hauptspeicher
  - Assembler-Code direkt in Anwendung schreiben und ausführen → ersetzt Toolchain
  - Dauerhafte Anzeige von Registern und Stacks
- Debugger
  - Breakpoints
  - Zeilenweise Abarbeitung

# TypeScript

- TypeScript [\[5\]](#) ist eine Sprache von Microsoft, die auf JavaScript aufbaut
- JavaScript überprüft nicht, ob Typen korrekt zugewiesen werden
  - TypeScript fügt statische Typisierung und Klassen hinzu
- Fertiger Code wird zu einem ausführbaren JavaScript Programm kompiliert
- Backend:
  - Simulierte CPU
  - Parser
  - Debugger

## Parser

- Erzeugen eines Parsers auf einer vordefinierten Grammatik mit tsPEG [\[3\]](#)

```
start := instruction | data
instruction := instruction1 | instruction2

instruction1 := inst='MOV' '[ \t]+' reg='r[0-9]+' ', #' immediate='[0-9]+'
instruction2 := inst='CMP' '[ \t]+' reg1='r[0-9]+' ', ' reg2='r[0-9]+'

data := '.data\n' label='.[a-zA-Z]+' '[ \t]+' '\n' data='[a-zA-Z0-9\n]*' '\n'
```

- Beispielgrammatik, die 2 Instruktionen und einem Datenbereich erkennt
- Speichern der wichtigen Werte mit **inst**='MOV' oder **reg**='r[0-9]+'
- Weitergabe an CPU, die Instruktionen ausführt

# Debugger

- Anzeige von Registern, Stack und Teilen des Hauptspeichers
- Zeilenweise Abarbeitung und Setzen von Breakpoints
- Funktionen des Debuggers:
  - *Step Into* – Nächste Zeile und folgen einer mögl. Subroutine
  - *Step Over* – Nächste Zeile und überspringen einer mögl. Subroutine
  - *Continue* – Ausführen bis zum nächsten Breakpoint
  - *Step Return* – Herausspringen aus einer Subroutine
  - *Stop* – Beenden der Ausführung



## React

- React [\[4\]](#) ist ein Webframework von Facebook um Benutzeroberflächen in JavaScript zu erstellen
- Frontend der Webanwendung
- Visualisierung der einzelnen Komponenten:
  - Textfeld für Benutzereingabe und Setzen von Breakpoints
  - Terminal für Ausgabe von Ergebnissen und Fehlern/Warnungen
  - Zustand des Programms, wie Inhalt der Register und des Stack

Register	Stack
r0	00000000
r1	00000000
r2	00000000
r3	00000000
r4	00000000
r5	00000000
r6	00000000
r7	00000000
r8	00000000
r9	00000000
r10	00000000
r11	00000000
r12	00000000
r13	00000000
r14	00000000
r15	00000000

**Debugger**

Step Into  
Step Over  
Continue

Options  
Save/Load File

```

7  _start:
8
9  LDR r0, =13          // n
10 LDR r1, =7           // k
11 BL pas              // Routine für Pascal-Loop
12
13 MOV r1, r0           // Wert nach r1 kopieren für dec Ausgabe
14 BL dec              // Dezimal Ausgabe von vorigem Blatt
15
16 MOV r0, #0           // exit syscall
17 MOV r7, #1
18 SWI #0
19
20
21 pas:
22 STMFD sp!, {r2-r12, lr} // Register sichern
23
24 CMP r1, #0           // Vergleiche k mit 0
25 MOVEQ r0, #1         // Wenn k = 0, ist der Wert...
26 BEQ rec_end         // ...an dieser Stelle 1
27 MOVL r0, #0          // Wenn k < 0, wird der Wert...
28 BLT rec_end         // ...mit 0 initialisiert
29
30 CMP r1, r0           // Vergleiche k mit n
31 MOVEQ r0, #1         // Wenn k = n, ist der Wert...
32 BEQ rec_end         // ...an dieser Stelle 1
33 MOVGT r0, #0         // Wenn k > n, wird der Wert...
34 BGT rec_end         // ...mit 0 initialisiert
35
36 CMP r0, #1           // Vergleiche n mit 1
37 ...
  
```

  
**Terminal:**  
 1716

## React

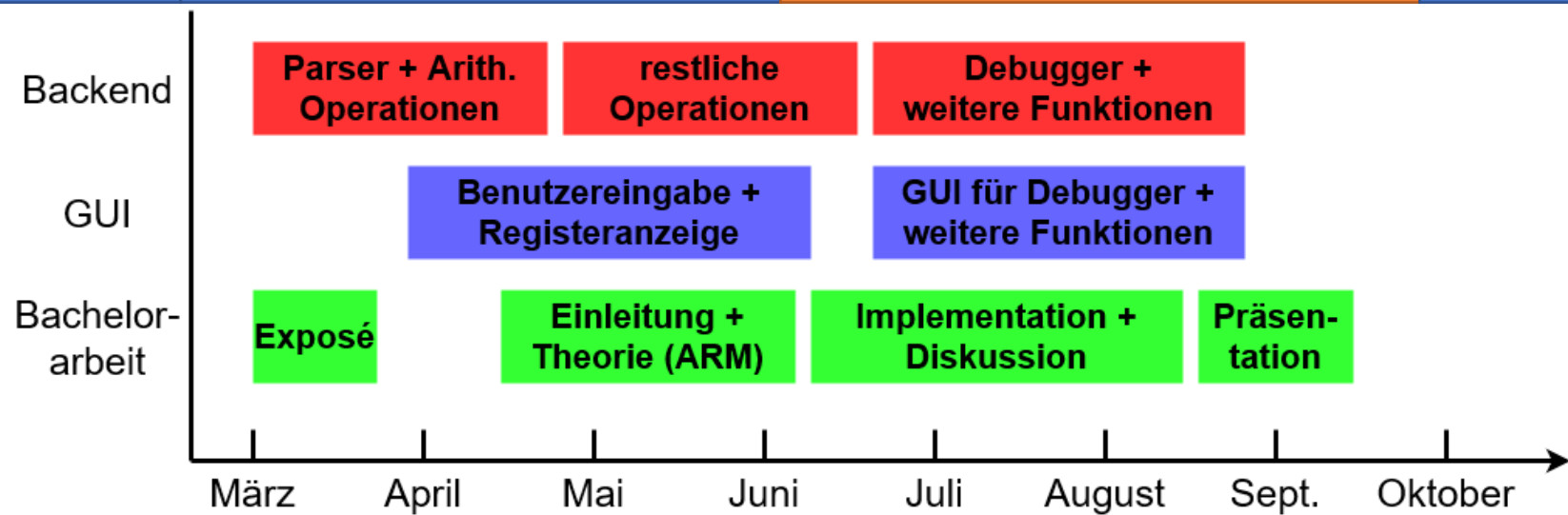
- Visualisierung der einzelnen Komponenten:
  - Textfeld für Benutzereingabe und Setzen von Breakpoints
  - Terminal für Ausgabe von Ergebnissen und Fehlern/Warnungen
  - Zustand des Programms, wie Inhalt der Register und des Stack
  - Funktionen des Debuggers
  - Weitere Optionen

The screenshot displays a debugger window with the following components:

- Register Window:** Shows 16 registers (r0-r15) with their current values, all set to 00000000.
- Assembly Window:** Displays assembly code with line numbers 7 to 37. Red dots indicate the current instruction pointer at lines 13 and 34.
 

```

7  _start:
8
9  LDR r0, =13           // n
10 LDR r1, =7            // k
11 BL pas               // Routine für Pascal-Loop
12
13 MOV r1, r0            // Wert nach r1 kopieren für dec Ausgabe
14 BL dec               // Dezimal Ausgabe von vorigem Blatt
15
16 MOV r0, #0            // exit syscall
17 MOV r7, #1
18 SWI #0
19
20
21 pas:
22 STMFD sp!, {r2-r12, lr} // Register sichern
23
24 CMP r1, #0            // Vergleiche k mit 0
25 MOVEQ r0, #1          // Wenn k = 0, ist der Wert...
26 BEQ rec_end           // ...an dieser Stelle 1
27 MOVL r0, #0           // Wenn k < 0, wird der Wert...
28 BLT rec_end           // ...mit 0 initialisiert
29
30 CMP r1, r0            // Vergleiche k mit n
31 MOVEQ r0, #1          // Wenn k = n, ist der Wert...
32 BEQ rec_end           // ...an dieser Stelle 1
33 MOVGT r0, #0          // Wenn k > n, wird der Wert...
34 BGT rec_end           // ...mit 0 initialisiert
35
36 CMP r0, #1            // Vergleiche n mit 1
37 ...
      
```
- Debugger Window:** Contains three buttons: "Step Into" (with a blue arrow), "Step Over" (with a blue arrow), and "Continue" (with a green play button).
- Options Window:** Contains a button labeled "Save/Load File".
- Terminal Window:** Displays the output "1716".



- Gesamte Zeit für Bachelorarbeit zur Verfügung – Zeitplan für Präsentation dieses Semester
  - Falls trotzdem zu viel Arbeit – Präsentation Anfang des nächsten Semesters

1. Parser und arithmetischen Operation + Visualisierung zum Testen
2. Restliche ARMv5 Instruktionen und Beginn Theorie der Bachelorarbeit
3. Debugger und weitere Funktionen (Speicher/Laden von Dateien, ...)

## Voraussetzungen:

- Implementierung der in der Vorlesung vorgestellten bzw. für das Proseminar benötigten ARMv5-Instruktionen
- Testen der korrekten Funktionsweise an Musterlösungen der Proseminar Aufgaben
- Webinterface wie auf [Folie 9](#) mit Anzeige von Registern, Stack und Teilen des Hauptspeichers
- Debugger mit den auf [Folie 8](#) beschriebenen Funktionen

# Referenzen

- [1] ARM Limited. GNU Toolchain for Arm processors. Zugegriffen am: 04.03.2021. <https://developer.arm.com/tools-and-software/open-source-software/developer-tools/gnu-toolchain>.
- [2] ARM Limited. ARMv5 Architecture Reference Manual - Issue I, 2005.
- [3] E. Davey. tsPEG: A PEG Parser Generator for TypeScript. Zugegriffen am: 04.03.2021. <https://github.com/EoinDavey/tsPEG>.
- [4] Facebook. React. Zugegriffen am: 04.03.2021. <https://reactjs.org/>.
- [5] Microsoft. Typescript. Zugegriffen am: 04.03.2021. <https://www.typescriptlang.org/>.
- [6] Microsoft. Windows Subsystem for Linux. Zugegriffen am: 04.03.2021. <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/wsl/install-win10>.
- [7] J. Mossberg. Use GDB on an ARM assembly program. Zugegriffen am: 04.03.2021. <https://jacobmossberg.se/posts/2017/01/17/use-gdb-on-arm-assembly-program.html>
- [8] The GNU Project. GDB: The GNU Project Debugger. Zugegriffen am: 04.03.2021. <https://www.gnu.org/software/gdb/>.
- [9] The QEMU Project Developers. QEMU User Mode Emulation. Zugegriffen am: 04.03.2021. <https://qemu.readthedocs.io/en/latest/user/index.html>.

