Übungen zu Grundlagen der systemnahen Programmierung in C (GSPiC) im Sommersemester 2018

2018-04-13

Bernhard Heinloth

Lehrstuhl für Informatik 4
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Lehrstuhl für Verteilte Systeme und Betriebssysteme

FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG
TECHNISCHE FAKULTÄT

Organisatorisches

Tafelübungen

- Ablauf der Tafelübungen:
  1. Besprechung der alten Aufgabe
  2. Praxisnahe Vertiefung des Vorlesungsstoffes
  3. Vorstellung der neuen Aufgabe
  4. ggf. Entwicklung einer Lösungsskizze der neuen Aufgabe
- Folien nicht unbedingt zum Selbststudium geeignet
  → Anwesenheit, Mitschrift
- Übersicht aller GSPiC-Termine:
  `https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS18/V_GSPIC/#woch`
- Semesterplan:
  `https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS18/V_GSPIC/#sem`

Aufgaben

Lösungen

- Abgabe unter Linux
- automatische Plagiatsprüfung
  - Vergleich mit allen anderen (auch älteren) Lösungen
  - “abgeschriebene” Lösungen bekommen 0 Punkte

  ⇒ Im Zweifelsfall beim Übungsleiter melden
- Punktabzug
  - -1 Punkte je Compilerwarnung
  - -50% der möglichen Punkte falls nicht übersetzbar
- (hilfreiche) Kommentare im Code helfen euch und dem Korrektor

Bonuspunkte

- abgegebene Aufgaben werden mit Übungspunkten bewertet
- ab 50% der erreichbaren Übungspunkte gibt es Bonuspunkte für die Klausur
- Umrechnung der Übungspunkte in Bonuspunkte für die Klausur (bis zu 10% der Punkte)

  ⟶ Beispiel: 100% der Übungspunkte führen bei 90 möglichen Klausurpunkten zu 9 Bonuspunkten
- Bestehen der Klausur durch Bonuspunkte *nicht möglich*
- Bonuspunkte nicht in nächste Semester übertragbar

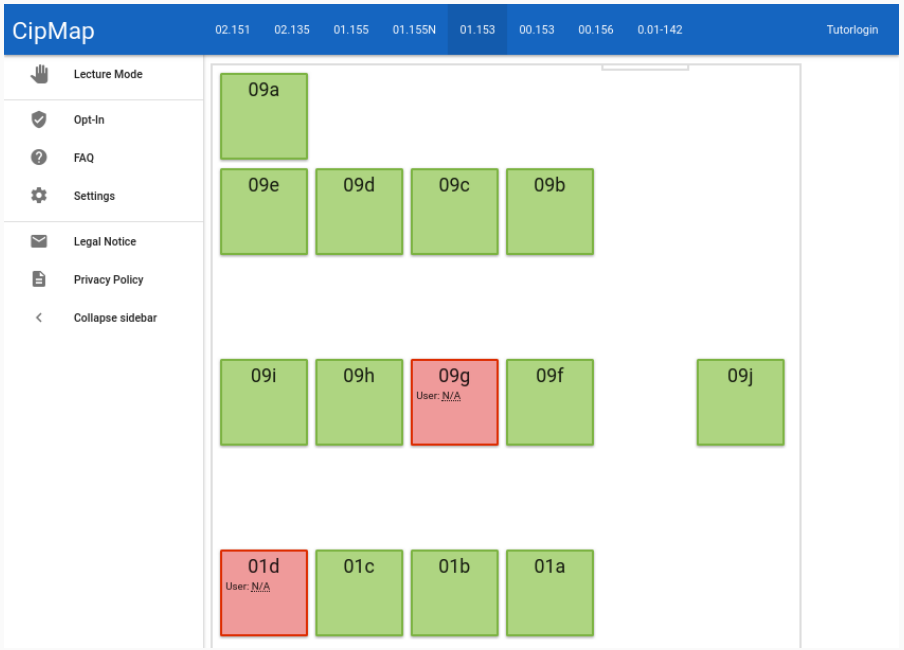
Rechnerübungen

- Räume der Rechnerübungen: 01.153-113 (und 01.155N-113)
- Unterstützung durch Übungsleiter bei der Aufgabenbearbeitung

  Freie Plätze nach dem „First come, first served“-Prinzip
- Falls 30 Minuten nach Beginn der Rechnerübung niemand anwesend ist, kann der Übungsleiter gehen
- Termine auf der Webseite:

  `https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS18/V_GSPIC/#woch`

CipMap



Anfragen via CipMap stellen

1. besuche die Seite cipmap.cs.fau.de
2. wähle an der obigen Bildschirmleiste den Raum der Rechnerübung aus (01.153-113 bzw Win-CIP)
3. klicke links auf *Lecture Mode*. Daraufhin werden viele Rechner grau und einige farbig. Das sind Rechner, an denen bereits ein Request gestellt wurde
4. durch einen Klick auf *Request Tutor* wird eine Anfrage gestellt und in die Warteschlange eingereiht, dein Rechner färbt sich
5. nachdem deine Frage beantwortet wurde, klicke erneut auf die Schaltfläche, um die Anfrage zurückzuziehen

Bitte beachte

- Anfragen können nur zu den Zeiten gestellt werden, in denen die Übung offiziell stattfindet
- Loggst du dich aus, so werden all deine Requests gelöscht

Bei Problemen

- diese Folien konsultieren
- häufig gestellte Fragen (FAQ) und Antworten:

  `https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS18/V_GSPIC/Uebung/faq.shtml`
- Fragen zu Übungsaufgaben im EEI-Forum posten (darf auch von anderen Studienrichtungen verwendet werden)

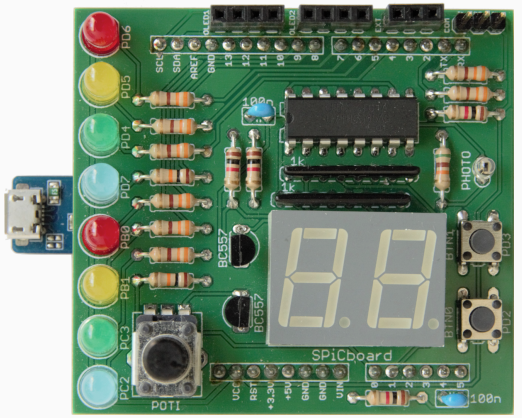
  `https://eei.fsi.uni-erlangen.de/forum/forum/16`
- bei speziellen Fragen Mail an Mailingliste, die alle Übungsleiter erreicht: i4spic@cs.fau.de

  ⇒ zum Beispiel auch, wenn kein Übungsleiter auftauchen sollte

Entwicklungsumgebung

Hardware: SPiCboard

- **ATmega328PB Xplained Mini:**
  Mikrocontroller-Board mit integriertem Programmer/Debugger
- Speziell für (G)SPiC angefertigte **SPiCboard**s als Erweiterungsplatine



Aufgabenbearbeitung

- Betreute Bearbeitung der Aufgaben während der Rechnerübungen
  - ⇒ Hardware wird während der Übung zur Verfügung gestellt
- Selbständige Bearbeitung teilweise nötig
  - eigenes SPiCboard: Anfertigung am Lötabend
  - SPiCboard Simulator: `SPiCsim`

Funktionsbibliothek

- `libspicboard`: Funktionsbibliothek zur Ansteuerung der Hardware

  Beispiel: `sb_led_on(GREEN0);` schaltet 1. grüne LED an
- direkte Konfiguration der Hardware durch Anwendungsprogrammierer nicht nötig
- Verwendung vor allem bei den ersten Aufgaben, später muss `libspicboard` teils selbst implementiert werden
- Dokumentation online:

  `https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS18/V_GSPIC/Uebung/doc`

Wichtige Verzeichnisse

- Projektverzeichnis
  - in Windows: `Q:\`
  - in Linux: `/proj/i4gspic/LOGINNAME/`
  - Lösungen hier in Unterordnern `aufgabeX` speichern
    - ⇒ das Abgabeprogramm sucht (nur) dort
  - für andere nicht lesbar
  - wird automatisch erstellt
- Heimverzeichnis
  - in Windows: `Z:\`
  - in Linux: ~

Wichtige Verzeichnisse

- Vorgabeverzeichnis `P:\` (Windows) bzw. `/proj/i4gspic/pub/` (Linux) mit
  - Hilfsmaterial und Binärmusterlösungen zu jeder Übungsaufgabe unter `aufgabeX/`
  - die Vorlesungsfolien in `folien/`
  - Programm zum Testen der Einheiten auf dem SPiCboard unter `boardtest/`
  - `libspicboard`-Bibliothek und -Dokumentation sowie ein minimales Beispiel
  - Hilfestellung zur Programmiersprache *C*
- Falls eines der Netzlaufwerke nicht angezeigt wird:
  - Windows Explorer – Computer – Map network drive
  - `Z:\` unter `\\faui03\LOGINNAME`
  - `P:\` unter `\\faui03\i4gspicpub`
  - `Q:\` unter `\\faui03\i4gspichome`

Entwicklungsumgebung: Atmel Studio

- Programmentwicklung mit Atmel Studio 7 unter Windows
- vereint Editor, Compiler und Debugger in einer Umgebung
- Cross-Compiler zur Erzeugung von Programmen für unterschiedliche Architekturen
  - Wirtssystem (engl. host): Intel-PC
  - Zielsystem (engl. target): AVR-Mikrocontroller

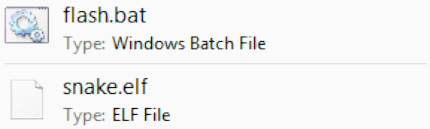
Anleitung

CIP-Login

- Für die Benutzung der CIP Infrastruktur (und damit des Abgabesystems) ist ein CIP Login nötig
- Zur Bearbeitung der Übungen ist ein Windows-Login nötig:
  - Im Raum 01.155 mit Linux-Passwort einloggen
  - Ein Terminalprogramm öffnen und dort folgendes Kommando ausführen:
    `cip-set-windows-password`
- Kriterien für sicheres Passwort:
  - Mindestens 8 Zeichen, besser 10
  - Mindestens 3 Zeichensorten, besser 4 (Groß-, Kleinbuchstaben, Zahlen, Sonderzeichen)
  - Keine Wörterbuchwörter, Namen, Login, etc.
- Passwort-Generierung zum Aussuchen mit folgendem Kommando:
  `pwgen -s 12`

Binärabbild flashen

- Nötig, um vorgefertigte Binärabbilder (`.elf`-Images) zu testen, z. B. Binärmusterlösungen unter `P:\aufgabeX`
- Möglich mit Skript `flash.bat` im jeweiligen Verzeichnis, Ausführen mit Doppelklick



- Nach erfolgreichem Flashen führt das Board das Programm direkt aus
- Neustart des Programms ist durch Trennen und Wiederherstellen der USB-Stromversorgung möglich

Abgabe (1)

- Spätestens nach erfolgreichem Testen des Programms müssen Übungslösungen zur Bewertung abgegeben werden
- Bei Zweiergruppen darf nur ein Partner abgeben!
- Abgabe unter einer Linux-Umgebung per Remote Login
  - Start ⇝ Alle Programme ⇝ PuTTY ⇝ PuTTY
  - Host Name: `faui0sr0` bzw. von Zuhause `faui0sr0.cs.fau.de`
  - Open
  - PuTTY Security Alert mit "Ja" bestätigen
  - Login mit Benutzername und Linux-Passwort
- Im erscheinenden Terminal-Fenster folgendes Kommando ausführen (`aufgabeX` entsprechend ersetzen):

  `/proj/i4gspic/bin/submit aufgabeX`
- Wichtig: **Grüner Text** signalisiert erfolgreiche Abgabe, **roter Text** einen Fehler!

Abgabe (2)

- Fehlerursachen
  - Notwendige Dateien liegen nicht im richtigen Ordner
  - `aufgabeX` muss klein geschrieben sein
  - `.c`-Datei falsch benannt
  - Abgabetermin verpasst
- Nützliche Tools
  - Quelltext der abgegebenen Aufgabe anzeigen:
    `/proj/i4gspic/bin/show-submission aufgabeX`
  - Unterschiede zwischen abgegebener Version und Version im Projektverzeichnis `Q:\aufgabeX` anzeigen:
    `/proj/i4gspic/bin/show-submission aufgabeX -d`
  - Eigenen Abgabetermin anzeigen:
    `/proj/i4gspic/bin/get-deadline aufgabeX`

Compileroptimierung

Compileroptimierung: Hintergrund

- AVR-Mikrocontroller, sowie die allermeisten CPUs, können ihre Rechenoperationen nicht direkt auf Variablen ausführen, die im Speicher liegen
- Ablauf von Operationen:
  1. **Laden** der Operanden aus dem Speicher in Prozessorregister
  2. **Ausführen** der Operationen in den Registern
  3. **Zurückschreiben** des Ergebnisses in den Speicher

  ⇒ Detaillierte Behandlung in der Vorlesung
- Der Compiler darf den Code nach Belieben ändern, solange der "globale" Zustand beim Verlassen der Funktion gleich bleibt
- Optimierungen können zu drastisch schnellerem Code führen

Compileroptimierung: Beispiele

- Typische Optimierungen:
  - Beim Betreten der Funktion wird die Variable in ein Register geladen und beim Verlassen in den Speicher zurückgeschrieben
  - Redundanter und “toter” Code wird weggelassen
  - Die Reihenfolge des Codes wird umgestellt
  - Für automatic Variablen wird kein Speicher reserviert; es werden stattdessen Prozessorregister verwendet
  - Wenn möglich, übernimmt der Compiler die Berechnung (Konstantenfaltung):
    `a = 3 + 5;` wird zu `a = 8;`
  - Der Wertebereich von automatic Variablen wird geändert:
    Statt von `0` bis `10` wird von `246` bis `256` (`= 0` für `uint8_t`) gezählt und dann geprüft, ob ein Überlauf stattgefunden hat

Compileroptimierung: Beispiel (1)

```
01 void wait(void) {
02   uint8_t u8 = 0;
03   while(u8 < 200) {
04     u8++;
05   }
06 }
```

- Inkrementieren der Variable `u8` bis `200`
- Verwendung z.B. für aktive Warteschleifen

Compileroptimierung: Beispiel (2)

- Assembler ohne Optimierung

```
01 ; void wait(void){
02 ; uint8_t u8;
03 ; [Prolog (Register sichern, Y initialisieren, etc)]
04 rjmp while      ; Springe zu while
05 ; u8++;
06 addone:
07 ldd r24, Y+1    ; Lade Daten aus Y+1 in Register 24
08 subi r24, 0xFF  ; Ziehe 255 ab (addiere 1)
09 std Y+1, r24    ; Schreibe Daten aus Register 24 in Y+1
10 ; while(u8 < 200)
11 while:
12 ldd r24, Y+1    ; Lade Daten aus Y+1 in Register 24
13 cpi r24, 0xC8   ; Vergleiche Register 24 mit 200
14 brcs addone     ; Wenn kleiner, dann springe zu addone
15 ;[Epilog (Register wiederherstellen)]
16 ret             ; Kehre aus der Funktion zurück
17 ;}
```


Compileroptimierung: Beispiel (3)

- Assembler mit Optimierung

```
01 ; void wait(void){
02 ret             ; Kehre aus der Funktion zurück
03 ; }
```

- Die Schleife hat keine Auswirkung auf den Zustand

⇝ Die Schleife wird komplett wegoptimiert

Schlüsselwort volatile

- Variable können als `volatile` (engl. unbeständig, flüchtig) deklariert werden

⇝ Der Compiler darf die Variable nicht optimieren:

  - Für die Variable muss **Speicher reserviert** werden
  - Die **Lebensdauer** darf nicht verkürzt werden
  - Die Variable muss vor jeder Operation aus dem **Speicher geladen** und danach gegebenenfalls wieder in diesen zurückgeschrieben werden
  - Der **Wertebereich** der Variable darf nicht geändert werden

- Einsatzmöglichkeiten von `volatile`:
  - Warteschleifen: Verhinderung der Optimierung der Schleife
  - nebenläufigen Ausführungen (später in der Vorlesung)
    - Variable wird im Interrupthandler und in der Hauptschleife verwendet
    - Änderungen an der Variable müssen “bekannt gegeben werden”
  - Zugriff auf Hardware (z. B. Pins) ⇝ wichtig für das LED Modul
  - Debuggen: der Wert wird nicht wegoptimiert

Aufgabenbeschreibung: blink

- Lernziel:
  - Umgang mit Programmierwerkzeugen und dem Abgabesystem
  - Aktives Warten
- Blinkende LEDs `BLUE0` und `BLUE1`
  - Abwechselnd an- bzw. ausschalten (Blaulicht)
  - Frequenz ca. 1 mal pro Sekunde
  - Nutzung der Bibliotheksfunktionen für LEDs
  - Implementierung durch aktives Warten (Schleife mit Zähler)
  - Übersetzung in Compiler-Konfiguration `Release`
- Dokumentation der Bibliothek:
  `https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS18/V_SPIC/Uebung/doc`
- Abzugebende Datei: `blink.c`

Aufgabe: blink

Hands-on: Licht

Demo

Hands-on: Licht

- Projekt `aufgabe0` erstellen
  - Ordner erstellen
  - Projektvorlage kopieren und Dateinamen anpassen
  - Projekt in Atmel Studio öffnen
- Minimalprogramm `test.c` erstellen
  - schaltet LED `GREEN0` ein
  - wartet dann endlos
- Programm übersetzen und im Simulator testen
- Lösung abgeben
  - mit Putty zu Linux-Rechner verbinden
  - Abgabeprogramm ausführen