Übungen zu Systemnahe Programmierung in C (SPiC)

Sebastian Maier
(Lehrstuhl Informatik 4)

Übung 1

FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG

Sommersemester 2017

Inhalt

Inhalt

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
  5. Hands-on: gemeinsames Programmieren
- Folien nicht unbedingt zum Selbststudium geeignet
  → Anwesenheit, Mitschrift
- Übersicht aller SPiC-Termine:
  `https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS17/V_SPIC/#woch`
- Semesterplan:
  `https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS17/V_SPIC/#sem`

Aufgaben

- 8 Aufgaben:
  - 5 x Mikrocontroller (SPiCboard)
  - 3 x Linux
- Lösungen:
  - Abgabe unter Linux
  - Lösung wird automatisch auf Ähnlichkeit mit allen anderen, auch älteren Lösungen verglichen
  - "abgeschriebene" Lösungen bekommen 0 Punkte

    ⇒ Im Zweifelsfall bei einem Übungsleiter melden
  - Programm nicht übersetzbar: -50% der möglichen Punkte
  - Bei Warnungen des Compilers: Je Warnung -2 Punkte
  - Kommentare im Code helfen euch und dem Korrektor
  - Nur die Aufgabenstellung lösen ⇝ Code auskommentieren
  - Lieber Teilaufgaben richtig, als alles, aber falsch lösen

Bonuspunkte

- Abgegebene Aufgaben werden mit Übungspunkten bewertet
- Umrechnung in Bonuspunkte für die Klausur (bis zu 10% der Punkte)
- Bestehen der Klausur durch Bonuspunkte *nicht möglich*
- Bonuspunkte für die Klausur ab 50% der erreichbaren Übungspunkte
- Bonuspunkte können nicht in nächste Semester übernommen werden

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:

  `https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS17/V_SPIC/#woch`

Bei Problemen

- Diese Folien konsultieren
- Häufig gestellte Fragen (FAQ) und Antworten:

  `https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS17/V_SPIC/Uebung/faq/`
- 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:

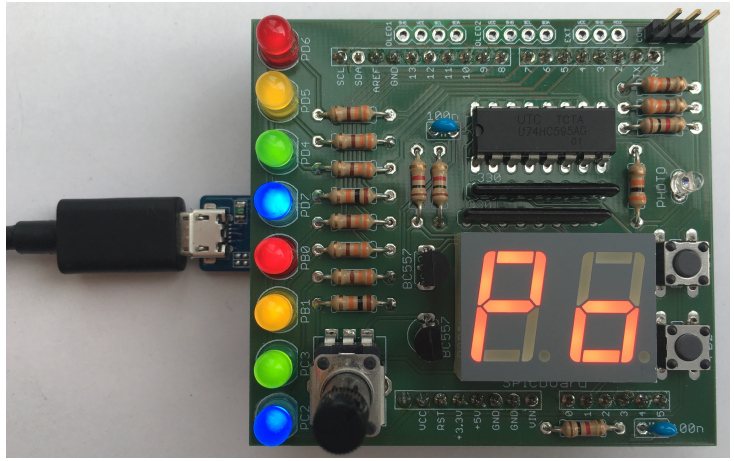
  i4spic@cs.fau.de

  ⇒ Zum Beispiel auch, wenn kein Übungsleiter auftauchen sollte

Inhalt

Hardware: SPiCboard

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



Aufgabenbearbeitung

- Betreute Bearbeitung der Aufgaben während der Rechnerübungen
  ⇒ Hardware wird 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 Anwendungs-programmierer nicht nötig
- Verwendung vor allem bei den ersten Aufgaben, später muss `libspicboard` teils selbst implementiert werden
- Dokumentation online:
  `https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS17/V_SPIC/Uebung/doc`

Wichtige Verzeichnisse (1)

- Projektverzeichnis:
  - Windows: `P:\`
  - Linux: `/proj/i4spic/LOGINNAME/`
  - Lösungen müssen hier in Unterordnern `aufgabeX` gespeichert werden
    ⇒ Das Abgabeprogramm sucht dort
  - Ist durch andere nicht lesbar
  - Wird automatisch erstellt
- Heimverzeichnis:
  - Windows: `Z:\`
  - Linux: `~`

Wichtige Verzeichnisse (2)

- Vorgabeverzeichnis:
  - Windows: `Q:\`
  - Linux: `/proj/i4spic/pub/`
  - Projektvorlage `vorlage.cproj` für Atmel Studio
  - Aufgabenstellungen unter `aufgaben/`
  - Hilfsmaterial und Binärmusterlösungen zu einzelnen Übungsaufgaben unter `aufgabeX/`
  - Programm zum Testen der Einheiten auf den Boards unter `boardtest/`
  - `libspicboard`-Bibliothek und -Dokumentation unter `libspicboard/`
  - Kleine Hilfsprogramme unter `tools/`
- Falls eines der Verzeichnisse `Z:\`, `P:\`, `Q:\` nicht angezeigt wird:
  - Windows Explorer – Computer – Map network drive
  - `Z:\` unter `\\faui03\LOGINNAME`
  - `P:\` unter `\\faui03\i4spichome`
  - `Q:\` unter `\\faui03\i4spicpub`

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

Inhalt

Windows-Login

- 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`

Projekt anlegen

- Projektordner erstellen und Vorlage kopieren:
1. Ordner für aktuelle Aufgabe erstellen
   `P:\aufgabeX\`
2. Die Datei
   `Q:\vorlage.cproj`
   in das Verzeichnis der aktuellen Aufgabe kopieren
   `P:\aufgabeX\`
3. Namen der Projektdatei von `vorlage.cproj` in `aufgabeX.cproj` ändern

- Projekt in Atmel Studio öffnen:
1. Start von Atmel Studio über:
   Start – All Programs – Atmel Studio 7.0 – Atmel Studio 7.0
2. Beim ersten Start öffnet sich ein Dialog, in dem "Standard" als User Interface ausgewählt werden sollte
3. File – Open ⇝ Project/Solution...
4. `P:\aufgabeX\aufgabeX.cproj` auswählen
5. OK

C-Datei hinzufügen

- Initiale C-Datei zu Projekt hinzufügen:
1. Rechts "Solution Explorer" auswählen und dort orangefarbenes Projekt auswählen
2. Project – Add New Item...
3. Dateityp: C File
4. Name: siehe Aufgabenstellung, jetzt `test.c`
   (Achtung: Kleinschreibung!)
5. Add

Programmieren und Übersetzen (1)

- Beispielprogramm, um erste grüne LED einzuschalten:

```
1  #include <led.h>
2
3  void main(void) {
4      sb_led_on(GREEN0);
5      while(1) {
6        /* Endlosschleife:
7           Mikrocontrollerprogramm darf nie terminieren */
8      }
9  }
```

- Programm kompilieren mit Build ⇝ Build Solution

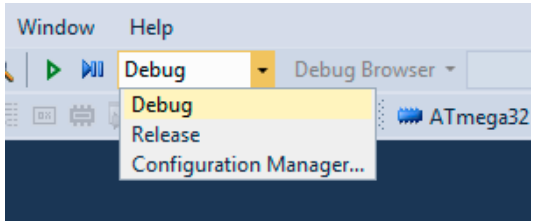
⇒ Programm wurde nur erfolgreich übersetzt, wenn unten steht:
`Build succeeded.`

⇒ Fehlermeldungen erscheinen ggf. unten

Programmieren und Übersetzen (2)

- *Achtung:* Zwei verschiedene Compiler-Profile:
  - `Debug`: Ohne Optimierung
  - `Release`: Mit Optimierung

  ⇒ Optimierung macht den Code *sehr* viel schneller, kann aber den Debugger "verwirren"
- Umstellung des Profils in Drop-Down-Box rechts neben dem Play-Button in der Werkzeugleiste

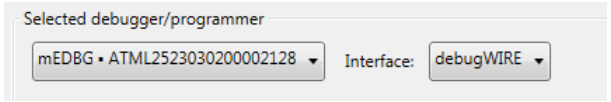


- Letztendlich soll jede Aufgabe mit `Release` kompiliert und getestet werden

⇒ Die `Release`-Konfiguration wird von uns bewertet!

Software-Umgebung: Verbindung Einrichten

- On-Chip-Debugger zum Untersuchen des Programmablaufs "live" auf dem Board
- Verbindung per debugWIRE auswählen:
  - Project – aufgabeX Properties
  - Tool – Selected Debugger
    - ⇝ mEDBG
    - ⇝ debugWIRE



Software-Umgebung: Flashen und Ausführen

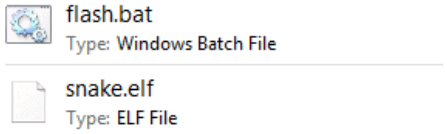
- Flashen: Kompiliertes Programm in den Speicher des Mikrocontrollers kopieren
- Direkt in den Speicher kopieren und laufen lassen:
  Debug – Start without Debugging
- Nach erfolgreichem Flashen führt das Board das Programm direkt aus
- Ein Neustart des Programms ist durch Trennen und Wiederherstellen der USB-Stromversorgung möglich

Software-Umgebung: Debuggen

- Programm laden und beim Betreten von `main()` anhalten:
  Debug – Start Debugging and Break
- Schrittweise abarbeiten mit
  - F10 (Step Over): Funktionsaufrufe werden in einem Schritt bearbeitet
  - F11 (Step Into): Bei Funktionsaufrufen wird die Funktion betreten
- Debug – Windows – I/O View: I/O-Ansicht gibt Einblick in die Zustände der I/O-Register; die Werte können dort auch direkt geändert werden
- Breakpoints unterbrechen das Programm einer bestimmen Stelle
  - Setzen durch Codezeile anklicken, dann F9 oder Debug – Toggle Breakpoint
  - Programm laufen lassen (F5 oder Debug – Continue): stoppt, wenn ein Breakpoint erreicht wird

Software-Umgebung: Binärabbild flashen

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



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

Abgabe (1)

- Nach erfolgreichem Testen des Programms müssen Übungslösungen zur Bewertung abgegeben werden
- Wichtig: Bei Zweiergruppen darf nur ein Partner abgeben!
- Die Abgabe erfolgt 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, dabei `aufgabeX` entsprechend ersetzen:

  `/proj/i4spic/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
- Weitere nützliche Tools:
  - Quelltext der abgegebenen Aufgabe anzeigen:
    `/proj/i4spic/bin/show-submission aufgabeX`
  - Unterschiede zwischen abgegebener Version und Version im Projektverzeichnis `P:\aufgabeX` anzeigen:
    `/proj/i4spic/bin/show-submission aufgabeX -d`
  - Eigenen Abgabetermin anzeigen:
    `/proj/i4spic/bin/get-deadline aufgabeX`

Inhalt

Aufgabenbeschreibung: Blink

- Lernziel:
  - Umgang mit Programmierwerkzeugen
  - Aktives Warten
- Blinkende LED `GREEN1`
  - 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/SS17/V_SPIC/Uebung/doc`
- Abzugebende Datei: `blink.c`

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