

Übungen zu Systemnahe Programmierung in C (SPiC)

Peter Wägemann, Sebastian Maier, Heiko Janker
(Lehrstuhl Informatik 4)



Sommersemester 2015



Organisatorisches

Entwicklungsumgebung

Anleitung

Abgabe



Organisatorisches
Tafelübungen
Aufgaben
Rechnerübungen
Bei Problemen

Entwicklungsumgebung

Anleitung

Abgabe



- Ablauf der Tafelübungen:
 1. Besprechung der alten Aufgabe
 2. Vorstellung der neuen Aufgabe
 3. Praxisnahe Vertiefung des Vorlesungsstoffes
 4. ggf. Entwicklung einer Lösungsskizze der neuen Aufgabe
- Folien nicht unbedingt zum Selbststudium geeignet
→ Anwesenheit, Mitschrift
- Übersicht aller SPiC-Termine:
https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS15/V_SPIC/#woch
- Semesterplan:
https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS15/V_SPIC/#sem



- 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



- 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

- Räume der Rechnerübungen: 01.153-113 (und 01.155N-113)
- Unterstützung durch Übungsleiter bei der Aufgabenbearbeitung
- In den ersten 30 Minuten haben Angemeldete Vorrang
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/SS15/V_SPIC/#woch



- Diese Folien konsultieren
 - Häufig gestellte Fragen (FAQ) und Antworten:
https://www4.cs.fau.de/Lehre/SS15/V_SPiC/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

Organisatorisches

Entwicklungsumgebung

- Hardware

- Funktionsbibliothek

- Wichtige Verzeichnisse

- Atmel Studio

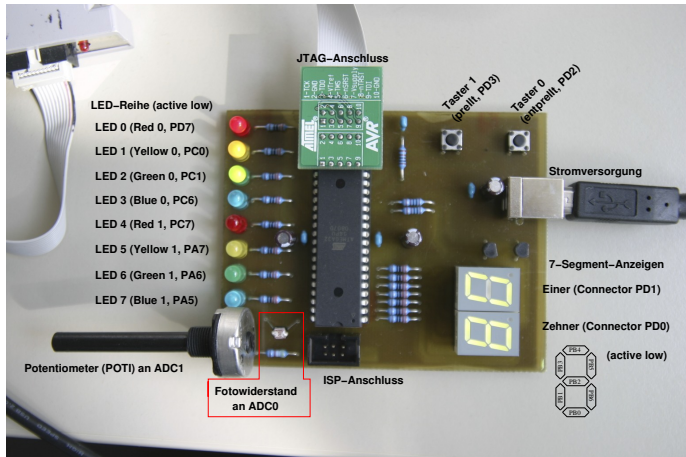
Anleitung

Abgabe

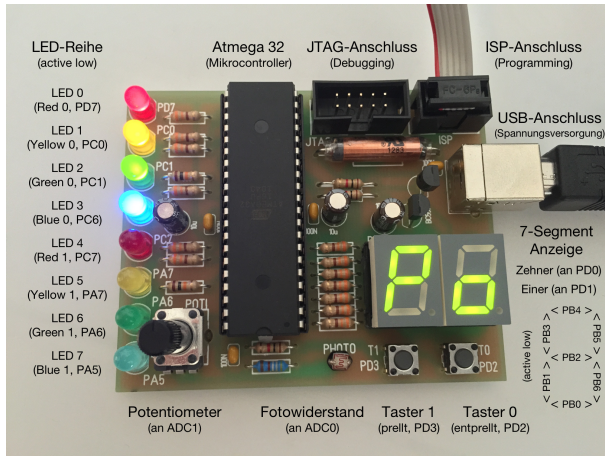


Hardware: SPiCboard – v1

- Speziell für (G)SPiC angefertigte SPiCboards mit AVR-ATmega32-Mikrocontroller
- SPiCboard Version 1:



■ SPiCboard Version 2:



Hardware: Werkzeuge

- JTAG-Debugger (links) zur Überwachung der Programmausführung direkt auf dem Board (z. B. Schritt-für-Schritt-Ausführung, Untersuchung von Variablenwerten, etc.)
- ISP-Programmierer (rechts) zur Übertragung des eigenen Programms auf den Mikrocontroller



- Betreute Bearbeitung der Aufgaben während der Rechnerübungen
⇒ Hardware wird zur Verfügung gestellt
- Selbständige Bearbeitung teilweise nötig
- Ausleihe von SPiCboard, Kabeln und Programmierer/Debugger tagsüber möglich:
 - Bei Harald Junggunst, Büro 0.046 (Erdgeschoss RRZE-Gebäude)
 - Übliche Bürozeiten: von 8:00 bis 15:00
 - <https://www4.cs.fau.de/~jungguns/>
- In 01.155N befinden sich weitere Windows-Rechner



- `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/SS15/V_SPIC/Uebung/doc



- Heimverzeichnis:
 - Linux: ~
 - Windows: Z:\

- Projektverzeichnis:
 - Linux: /proj/i4spic/LOGINNAME/
 - Windows: P:\
 - Die Lösungen müssen im Unterordner aufgabeX gespeichert werden
 - ⇒ Das Abgabeprogramm sucht dort
 - Ist durch andere nicht lesbar
 - Wird automatisch erstellt



- Vorgabeverzeichnis:
 - Linux: /proj/i4spic/pub/
 - Windows: Q:\
 - 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 i4/
 - Kleine Hilfsprogramme unter tools/
- Falls eines der Verzeichnisse H:\, P:\, Q:\ nicht angezeigt wird:
 - Windows Explorer – Computer – Netzlaufwerk verbinden
 - H:\ unter \\fai03\LOGINNAME
 - P:\ unter \\fai03\i4spichome
 - Q:\ unter \\fai03\i4spicpub



- Programmentwicklung mit Atmel Studio 6 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



Organisatorisches

Entwicklungsumgebung

Anleitung

- CIP Login

- Atmel Studio Einrichtung

- Projekt anlegen

- Flashen

- Debuggen

Abgabe



- Zur Bearbeitung der Übungen ist ein Windows-Login nötig
 - Auf einem CIP-Rechner mit Linux-Passwort einloggen
 - Ein Terminalprogramm öffnen und dort folgendes Kommando ausführen:
`/local/ciptools/bin/setsambapw`
(hängt auch auf einem Zettel auf der Wand zum Raum 01.155-N)
- 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 Ausschuchen mit folgendem Kommando:
`pwgen -s 12`



- Achtung: Die Anleitung muss **genau** beachtet werden
- Start von Atmel Studio über:
Start ~> Alle Programme ~> Atmel ~> Atmel Studio 6.2
- Falls Windows-Firewall einige Funktionen blockiert, auf "Abbrechen" klicken
- Importieren der Projektvorlage (einmalig):
 1. File ~> Import ~> Project Template...
 2. Q:\tools\SPiC_Template6.zip
 3. Add to folder: <Root>
 4. OK

⇒ Meldung: „Project Template has been successfully imported.“



- Pro Übungsaufgabe ein neues Projekt anlegen:
 1. File → New → Project...
 2. Projekttyp: (G)SPiC-Projekt
 3. Name: aufgabeX, zum Beispiel aufgabe0 (Achtung: Kleinschreibung!)
 4. Location: P:\
 5. **Wichtig:** Kein Häkchen bei "Create directory for solution"
 6. OK

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



Programmieren (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 }
```

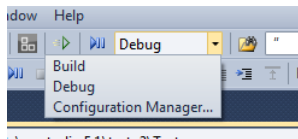
- Programm kompilieren mit Build \rightsquigarrow Build Solution
 - \Rightarrow Programm wurde nur erfolgreich übersetzt, wenn unten steht:
Build succeeded.
 - \Rightarrow Fehlermeldungen erscheinen ggf. unten



Programmieren (2)

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

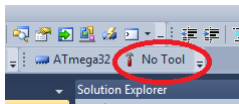
⇒ Optimierung macht den Code *sehr* viel schneller, kann aber den Debugger “verwirren”
- Umstellung des Profils in Drop-Down-Box rechts neben dem Play-Button in der Werkzeugleiste



- Letztendlich soll jede Aufgabe mit Build kompiliert und getestet werden
⇒ *Die Build-Konfiguration wird von uns bewertet!*



- Flashen: Kompiliertes Programm in den Speicher des Mikrocontrollers kopieren
- Programmierer auswählen:
 - Project ↪ aufgabeX Properties
 - Tool ↪ Selected Debugger ↪ AVRISP mkII
 - ISP Clock: 150,00 kHz
 - File ↪ Save Selected Items (CTRL-S)
- Schnellauswahl des Werkzeugs:



- Übersetzen, in den Speicher kopieren und laufen lassen:
Debug ↪ Continue (F5)
- Beim ersten Mal ggf. Firmware-Upgrade durchführen



Debuggen (1)

- JTAG-Debugger zum Untersuchen des Programmablaufs “live” auf dem Board
- Debugger auswählen:
 - Project ↪ aufgabeX Properties
 - Tool ↪ Selected Debugger ↪ JTAGICE mkII
 - JTAG Clock: 200,00 kHz
 - File ↪ Save Selected Items
- Direkt in den Speicher kopieren und laufen lassen:
Debug ↪ Continue (F5)
- Beim ersten Mal ggf. Firmware-Upgrade durchführen
- Sollte sich der Debugger eigenartig verhalten ist wahrscheinlich die Clock verstellt



Debuggen (2)

- 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 an einer bestimmten Stelle
 - Setzen durch Codezeile anklicken, dann F9 oder Debug → Toggle Breakpoint
 - Programm laufen lassen (F5 oder Debug → Continue): stoppt, wenn ein Breakpoint erreicht wird



- Nötig, um vorgefertigte Binärabbilder (.hex-Images) zu testen, z. B. Binärmusterlösungen unter Q:\aufgabeX
- Möglich mit Debugger (ICE) oder Programmierer (ISP)
 - Tools ↪ Device Programming
 - Tool: JTAGICE mkII bzw. AVRISP mkII
 - Device: ATmega32
 - Interface: JTAG bzw. ISP
 - Apply
 - Verbindung überprüfen mit Device Signature – Read
 - ↪ Ergebnis: 0x1E9502
 - ⇒ Eignet sich gut um die Verbindung zwischen PC und μ C zu testen
 - Memories ↪ Flash: .hex-Datei auswählen
 - Program
- Nach erfolgreichem Flashen führt das Board das Programm direkt aus
- Ein Neustart des Programms ist durch Trennung und Wiederherstellung der USB-Spannungsversorgung möglich



Organisatorisches

Entwicklungsumgebung

Anleitung

Abgabe



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 \rightsquigarrow Alle Programme \rightsquigarrow PuTTY \rightsquigarrow 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 aufgabe0 entsprechend ersetzen:
`/proj/i4spic/bin/submit aufgabe0`
- Wichtig: **Grüner Text** signalisiert erfolgreiche Abgabe, **roter Text** einen Fehler!



■ Fehlerursachen

- aufgabeX muss klein geschrieben sein
- Häkchen bei "Create directory for solution" nicht entfernt:
 - ⇒ Dateien sind im Ordner aufgabeX/aufgabeX
- .c-Datei falsch benannt

■ Anzeigen der abgegebenen Aufgabe

`/proj/i4spic/bin/show-submission aufgabe0`

- Zeigt abgegebene Version an
- Zeigt ggf. Unterschied zwischen abgegebener Version und Version im Projektverzeichnis `P:\aufgabeX` an

