Übungen zu Systemnahe Programmierung in C (SPiC)

Peter Wägemann, Heiko Janker, Moritz Strübe, Rainer Müller
(Lehrstuhl Informatik 4)

Wintersemester 2014/2015

Inhalt

Beliebte Fehler
- Globale Variablen
- volatile Verwendung
- Typdefs und Enums

Bit- und Shiftoperationen
- Bitoperationen
- Shiftoperationen

LED Modul
- Module
- Konfiguration der Pins
- Hinweise zur Aufgabe

Inhalt

Beliebte Fehler
- Globale Variablen
- volatile Verwendung
- Typdefs und Enums

Bit- und Shiftoperationen

LED Modul

Globale Variablen

```
1 int event_counter;
2 int num_leds;
3 ...
4 void main(void) {
5   ...
6 }
```

- Sichtbarkeit/Gültigkeit einschränken soweit wie möglich
- Globale Variable ≠ lokale Variable in der main()
- Globale static Variablen: Sichtbarkeit auf Modul beschränken

volatile Verwendung

```
static volatile int event_counter;
...
void main(void) {
  int num_leds = 0;
  ...
}

```

- `volatile` verwenden um Optimierungen des Compilers zu verhindern
- Nur bei nebenläufigen Ausführungsfäden notwendig
- Wert aus Register wird in den Speicher zurück geschrieben

Typdefs und Enums

```
#define PD3 3
void f();
typedef enum { BUTTON0 = 4, BUTTON1 = 8
} BUTTON;
#define MAX_COUNTER 900
...
void main(void) {
  ...
  PORTB |= (1 << PB3); // nicht (1 << 3)
  ...
  BUTTONEVENT old, new; // nicht uint8_t old, new;
  ...
  // Deklaration: BUTTONEVENT sb_button_getState(BUTTON btn);
  old = sb_button_getState(BUTTON0);//nicht sb_button_getState(4)
  ...
  alarmcallback_t my_callback = f;
  ...
}
```

- Vordefinierte Typen verwenden
- Explizite Zahlenwerte nur verwenden wenn es notwendig ist

Inhalt

Beliebte Fehler

Bit- und Shiftoperationen
    Bitoperationen
    Shiftoperationen

LED Modul

Bitoperationen

- Übersicht

&	0	1
0	0	0
1	0	1

|	0	1
0	0	1
1	1	1

∧	0	1
0	0	1
1	1	0

~	
0	1
1	0

- Beispiel:

	1100	1100	1100
~	&	|	∧
1001	1001	1001	1001
0110	1000	1101	0101

Shiftoperationen

- Beispiel:

`uint8_t x = 0x9d;`	1	0	0	1	1	1	0	1
`x <<= 2;`	0	1	1	1	0	1	**0**	**0**
`x >>= 2;`	**0**	**0**	0	1	1	1	0	1

- Setzen von Bits

`(1 << 0)`	0	0	0	0	0	0	0	**1**
`(1 << 3)`	0	0	0	0	**1**	0	0	0
`(1 << 3) | (1 << 0)`	0	0	0	0	**1**	0	0	**1**

- **Achtung!** Bei signed-Variablen ist das >>-Verhalten nicht 100% definiert. Im Normalfall(!) werden bei negativen Werten 1er geshiftet.

Inhalt

Beliebte Fehler

Bit- und Shiftoperationen

LED Modul
- Module
- Konfiguration der Pins
- Hinweise zur Aufgabe

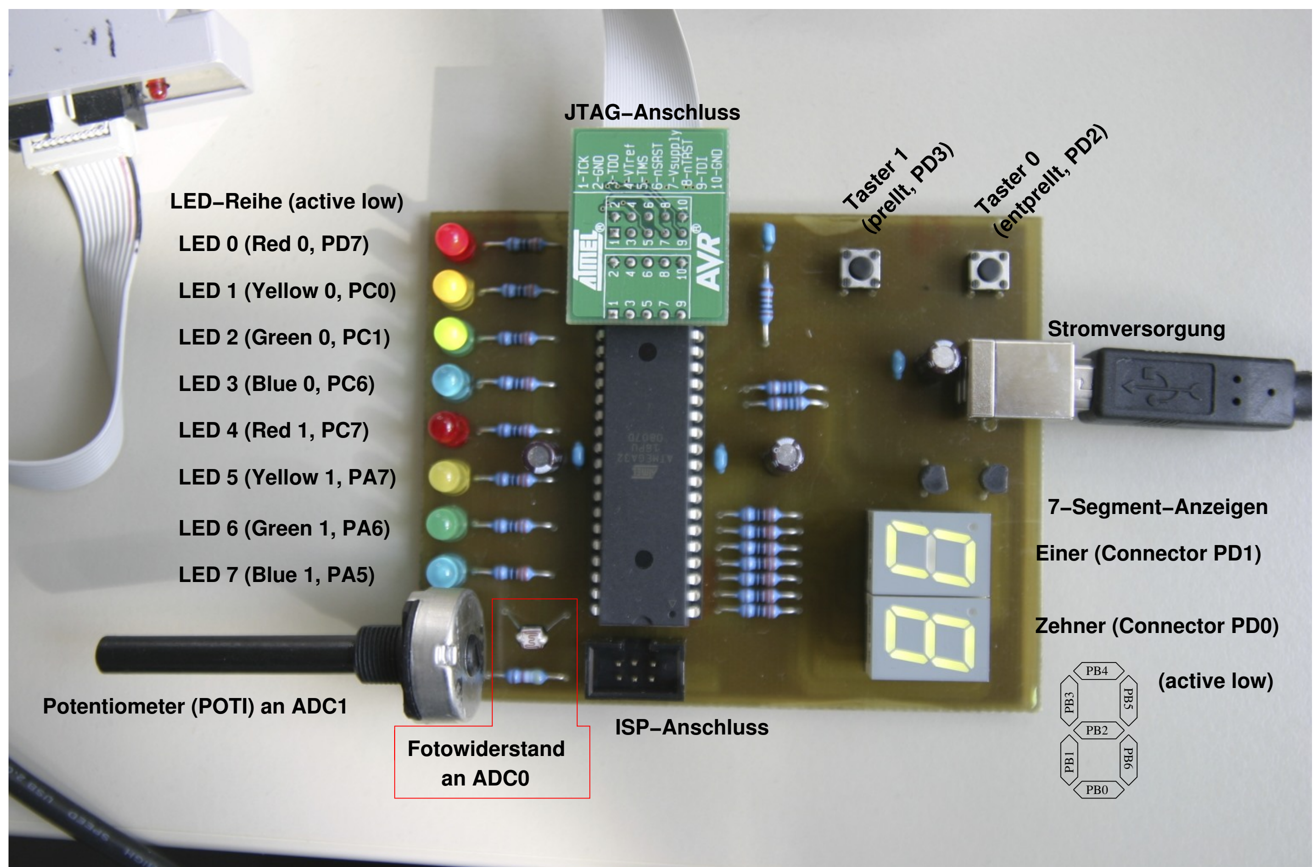
Schnittstellenbeschreibung

- Erstellen einer .h-Datei (Konvention: gleicher Name wie .c-Datei)

```
1  #ifndef LED_H
2  #define LED_H
3  /* fixed-width Datentypen inkludieren (im Header verwendet) */
4  #include <stdint.h>
5  /* LED-Typ */
6  typedef enum { RED0=0, YELLOW0=1, GREEN0=2, ... } LED;
7  /* Funktion zum Aktivieren einer bestimmten LED */
8  uint8_t sb_led_on(LED led);
9  /* Irgendeine Variable */
10 extern uint8_t einevariable;
11 ...
12 #endif
```

- Mehrfachinkludierung (evtl. Zyklen!) vermeiden ⇝ **Include-Guard**
  - durch Definition und Abfrage eines Präprozessormakros
  - Konvention: das Makro hat den Namen der .h-Datei, ’.’ ersetzt durch ’_’
  - Der Inhalt wird nur eingebunden, wenn das Makro noch nicht definiert ist
- Vorsicht: flacher Namensraum ⇝ Wahl möglichst eindeutiger Namen

LED Modul



LED Modul - Aufgabe

Das LED-Modul der SPiCboard-Bibliothek selbst implementieren

- Gleiches Verhalten wie das Original
  - Beschreibung: `http://www4.cs.fau.de/Lehre/WS14/V_SPIC/Uebung/doc`
- Das eigene Modul dann mit einem Testprogramm linken
- Andere Teile der Bibliothek können für den Test benutzt werden

LEDs des SPiCboard

- Die Anschlüsse und Namen der einzelnen LEDs können dem Übersichtsbildchen entnommen werden
- Alle LEDs sind **active low**, d.h. leuchten wenn ein Low-Pegel auf dem Pin angelegt wird.
- `PD7` = Port D, Pin 7

Konfiguration der Pins

- Jeder I/O-Port des AVR-μC wird durch drei 8-bit Register gesteuert:
  - Datenrichtungsregister (`DDRx` = data direction register)
  - Datenregister (`PORTx` = port output register)
  - Port Eingabe Register (`PINx` = port input register, nur-lesbar)
- Jedem Anschluss-Pin ist ein Bit in jedem der 3 Register zugeordnet

I/O-Port-Register

- `DDRx`: hier konfiguriert man einen Pin i von Port x als Ein- oder Ausgang
  - `Bit i = 1` → Pin i als Ausgang verwenden
  - `Bit i = 0` → Pin i als Eingang verwenden
- `PORTx`: Auswirkung abhängig von `DDRx`:
  - ist Pin i als Ausgang konfiguriert, so steuert Bit i im `PORTx` Register ob am Pin i ein high- oder ein low-Pegel erzeugt werden soll
    - `Bit i = 1` → high-Pegel an Pin i
    - `Bit i = 0` → low-Pegel an Pin i
  - ist Pin i als Eingang konfiguriert, so kann man einen internen pull-up-Widerstand aktivieren
    - `Bit i = 1` → pull-up-Widerstand an Pin i (Pegel wird auf high gezogen)
    - `Bit i = 0` → Pin i als tri-state konfiguriert
- `PINx`: Bit i gibt den aktuellen Wert des Pin i von Port x an (nur lesbar)

Beispiel: Initialisierung eines Ports

- Pin 3 von Port B (PB3) als Ausgang konfigurieren und auf Vcc schalten:

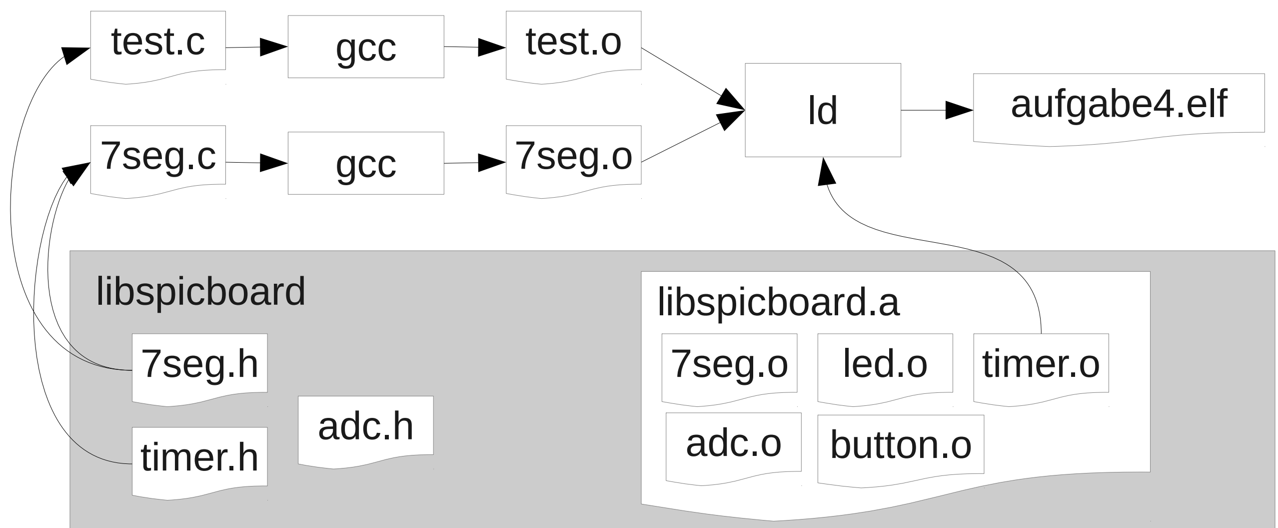
```
1 DDRB |= (1 << PB3);/* =0x08; PB3 als Ausgang nutzen... */
2 PORTB |= (1 << PB3);/* ...und auf 1 (=high) setzen */
```

- Pin 2 von Port D (PD2) als Eingang nutzen, pull-up-Widerstand aktivieren und prüfen ob ein low-Pegel anliegt:

```
1 DDRD &= ~(1 << 2);/* PD2 als Eingang nutzen... */
2 PORTD|= (1 << 2);/* pull-up-Widerstand aktivieren*/
3 if ( (PIND & (1 << 2)) == 0) { /* den Zustand auslesen */
4   /* ein low Pegel liegt an, der Taster ist gedrückt */
5 }
```

- Die Initialisierung der Hardware wird in der Regel einmalig zum Programmstart durchgeführt

Funktionsweise des Linkers



Aus der elf-Datei wird automatisch die flashbare hex Datei generiert.

Initialisierung eines Moduls

- Module sind oft zu initialisieren (z.B. Portkonfiguration)
  - z.B. in Java mit Klassenkonstruktoren möglich
  - C kennt kein solches Konzept
- Workaround: Modul muss bei erstem Aufruf einer seiner Funktionen ggf. die Initialisierung durchführen
  - Reihenfolge der Initialisierung beachten
  - Mehrfachinitialisierung vermeiden

```
1 static uint8_t initDone = 0;
2 static void init(void) { ... }
3 void mod_func(void) {
4   if(initDone == 0) {
5     initDone = 1;
6     init();
7   }
8   ....
```

AVR-Studio Projekteinstellungen

- Projekt wie gehabt anlegen
  - Initiale Quelldatei: `test.c`
  - Dann weitere Quelldatei `led.c` hinzufügen
- Wenn nun übersetzt wird, werden die Funktionen aus dem eigenen LED-Modul verwendet
- Andere Teile der Bibliothek werden nach Bedarf hinzugebunden
- Temporäres deaktivieren zum Test der Originalfunktiononen:

```
1 #if 0
2 ....
3 #endif
```