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

2018-04-23

Bernhard Heinloth

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

Lehrstuhl für Verteilte Systeme
und Betriebssysteme

FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG

TECHNISCHE FAKULTÄT

Variablen

Verwendung von `int`

- Die Größe von `int` ist nicht genau definiert
- zum Beispiel beim ATmega328PB: 16 bit
  - ⇒ Gerade auf µC führt dies zu Fehlern und/oder langsameren Code
- Für die Übung gilt
  - Verwendung von `int` ist ein "Fehler"
  - Stattdessen: Verwendung der in der `stdint.h` definierten Typen: `int8_t`, `uint8_t`, `int16_t`, `uint16_t`, etc.
- Wertebereich
  - `limits.h`: `INT8_MAX`, `INT8_MIN`, ...
- Speicherplatz ist sehr teuer auf µC (SPI Board/ATmega328PB hat nur 2048 Byte SRAM)

⇝ Nur so viel Speicher verwenden, wie tatsächlich benötigt wird!

Sichtbarkeit & Lebensdauer

Sichtbarkeit und Lebensdauer	**nicht `static`**	**`static`**
lokale Variable	Sichtbarkeit **Block** Lebensdauer **Block**	Sichtbarkeit **Block** Lebensdauer **Programm**
globale Variable	Sichtbarkeit **Programm** Lebensdauer **Programm**	Sichtbarkeit **Modul** Lebensdauer **Programm**
Funktion	Sichtbarkeit **Programm**	Sichtbarkeit **Modul**

- Lokale Variable, nicht `static`: `auto` Variable

⇝ automatisch allokiert & freigegeben

- Funktionen als `static`, wenn kein Export notwendig

Globale Variablen

```
01 static uint8_t state; // global static
02 uint8_t event_counter; // global
03
04 void main(void) {
05   /* ... */
06 }
07
08 static void f(uint8_t a) {
09   static uint8_t call_counter = 0; // local static
10   uint8_t num_leds; // local (auto)
11   /* ... */
12 }
```

- Sichtbarkeit/Gültigkeit möglichst weit **einschränken**
- Globale Variable ≠ lokale Variable in `f()`
- Globale `static` Variablen: Sichtbarkeit auf Modul beschränken

⇝ wo möglich, `static` für Funktionen und Variablen verwenden

Typedefs & Enums

```
01 #define PB3 3
02 typedef enum {
03     BUTTON0 = 0,
04     BUTTON1 = 1
05 } BUTTON;
06
07 void main(void) {
08     /* ... */
09     PORTB |= (1 << PB3); // nicht (1 << 3)
10
11     BUTTONSTATE old, new; // nicht uint8_t old, new;
12
13     // Deklaration: BUTTONSTATE sb_button_getState(BUTTON btn);
14     old = sb_button_getState(BUTTON0); // nicht
       ↪ sb_button_getState(0)
15     /* ... */
16 }
```

- Vordefinierte Typen verwenden
- Explizite Zahlenwerte nur verwenden, wenn notwendig

Bits & Bytes

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

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;
x <<= 2;
x >>= 2;
```

1	0	0	1	1	1	0	1
0	1	1	1	0	1	**0**	**0**
0	**0**	0	1	1	1	0	1

- Setzen von Bits:

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

0	0	0	0	0	0	0	**1**
0	0	0	0	**1**	0	0	0
0	0	0	0	**1**	0	0	**1**

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

Aufgabe: snake

Aufgabe: snake

- Schlange bestehend aus benachbarten LEDs
- Länge 1 bis 5 LEDs, regelbar mit Potentiometer (`POTI`)
- Geschwindigkeit abhängig von der Umgebungshelligkeit
- Je heller die Umgebung, desto schneller
- Modus der Schlange mit Taster (`BUTTON0`) umschaltbar
  - Normalfall: Helle Schlange auf dunklem Grund
    $\longrightarrow$ leuchtende LEDs repräsentieren die Schlange
  - Invertiert: Dunkle Schlange auf hellem Grund
    $\longrightarrow$ inaktive LEDs repräsentieren die Schlange

$\Rightarrow$ Bearbeitung in Zweier-Gruppen: `submit` fragt nach Partner

Allgemeine Hinweise

- Variablen in Funktionen verhalten sich weitgehend wie in Java
  - ⇝ Zur Lösung der Aufgabe sind lokale Variablen ausreichend
- Der C-Compiler liest Dateien von oben nach unten
  - ⇝ Legen Sie die Funktionen in der folgenden Reihenfolge an:
    1. `wait()`
    2. `drawsnake()`
    3. `main()`

⇒ Details zum Kompilieren werden in der Vorlesung besprochen.

Beschreibung der Schlange

- Position des Kopfes
  - Nummer einer LED
  - Wertebereich [0; 7]
- Länge der Schlange
  - Ganzzahl im Bereich [1; 5]
- Modus der Schlange
  - hell oder dunkel
  - z. B. 0 oder 1
- Geschwindigkeit der Schlange
  - hier: Durchlaufzahl der Warteschleife

Zerlegung in Teilprobleme

- Basisablauf: Welche Schritte wiederholen sich immer wieder?
- Wiederkehrende Teilprobleme sollten in eigene Funktionen ausgelagert werden
- Vermeidung der Duplikation von Code
- Welcher Zustand muss über Basisabläufe hinweg erhalten bleiben?
  - Ist der Zustand nur für ein Teilproblem relevant?
  - Sichtbarkeit auf das Teilproblem einschränken

  ⇝ **Kapselung** soweit wie möglich

Basisablauf

- Darstellung der Schlange
- Bewegung der Schlange
- Pseudocode:

```
01 void main(void) {
02   while(1) {
03     // berechne Laenge
04     laenge = ...
05
06     // zeichne Schlange
07     drawSnake(kopf, laenge, modus);
08
09     // setze Schlangenkopf weiter
10     ...
11
12   } // Ende der Hauptschleife
13 }
```

Darstellung der Schlange

- Darstellungsparameter
  - Kopfposition
  - Länge
  - Modus
- Funktionssignatur: `void drawSnake(uint8_t head, uint8_t length, uint8_t modus)`
- Anzeige der Schlange abhängig von den Parametern
  - Normaler Modus (Helle Schlange):
    - Aktivieren der zur Schlange gehörenden LEDs
    - Deaktivieren der restlichen LEDs
  - Invertierter Modus (Dunkle Schlange):
    - Deaktivieren der zur Schlange gehörenden LEDs
    - Aktivieren der restlichen LEDs

Bewegung der Schlange

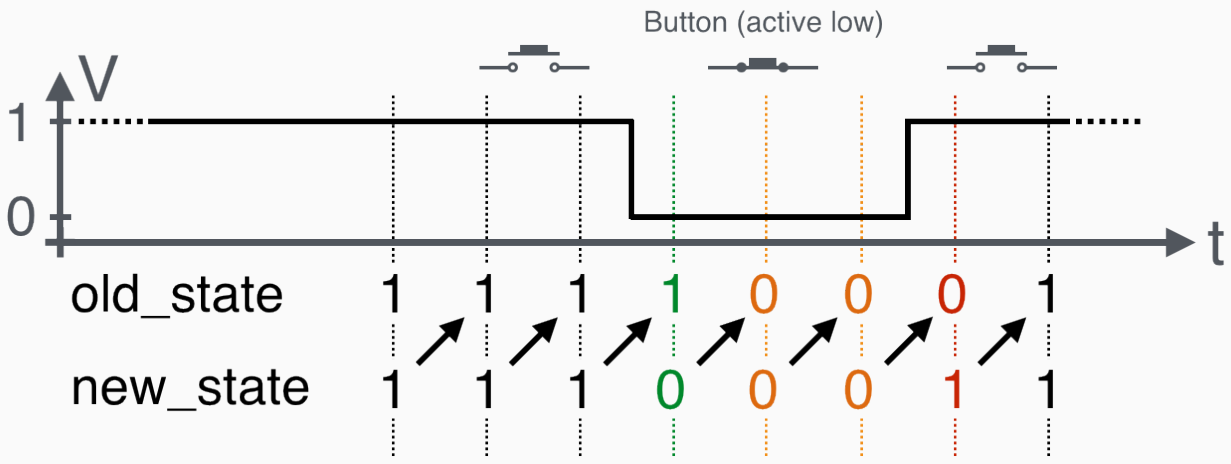
- Bestimmung der Bewegungsparameter
  - Geschwindigkeit
  - Länge
  - Modus
- Bewegen der Schlange
  - Anpassen der Kopfposition
  - Ggf. an den Anfang der LED Leiste zurückspringen
- Wartepause abhängig von der Geschwindigkeit
- gegebenenfalls Modusänderung

Verwendung von Modulo

- Modulo ist der Divisionsrest einer Ganzzahldivision
- **Achtung**: In C ist das Ergebnis im negativen Bereich auch negativ
- Beispiel: `b = a % 4;`

a:	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
b:	-1	0	-3	-2	-1	0	1	2	3	0	1	2

Flankendetektion ohne Interrupts



- Detektion der Flanke durch aktives, **zyklisches Abfragen** (engl. Polling) eines Pegels
- Unterscheidung zwischen **active-high** & **active-low** notwendig
- Später: Realisierung durch Interrupts