

Übungen zu Systemnahe Programmierung in C (SPiC)

Moritz Strübe, Rainer Müller
(Lehrstuhl Informatik 4)



Sommersemester 2013



Inhalt

Verwendung von int

Lebensdauer und Sichtbarkeit

Compileroptimierung

Beispiel

Volatile

Aufgabe 2: Snake

Parameter

Zerlegung in Teilprobleme



Verwendung von `int`

- Die Größe von `int` ist nicht genau definiert (> 16 bit)
⇒ Gerade auf μC führt dies zu Fehlern und oder langsameren Code
 - Für die Übung:
 - Verwendung von `int` ist ein "Fehler"
 - Stattdessen: Verwendung der in der `stdint.h` definierten Typen: `int8_t`, `uint8_t`, etc
 - Wertebereich:
 - `limits.h`: `INT8_MAX`, `INT8_MIN`, ...
- ~> Vorlesung 6-4



Lebensdauer und Sichtbarkeit

- Bei Variablen gilt:
 - So beschränkt (Sichtbarkeit) und kurz (Lebensdauer) wie möglich
 - Die Wiederverwendung von automatic Variablen spart keinen Speicher!
- ~> Vorlesung 12-5 ff



- AVR-Mikrocontroller, sowie die allermeisten CPUs, können ihre Rechenoperationen nicht direkt auf Variablen ausführen, die im Speicher liegen
Stattdessen:
 1. Laden der Operanden aus dem Speicher in Prozessorregister
 2. Abarbeiten 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 (auch Aufruf einer anderen Funktion) gleich bleibt



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:
 $a = 3 + 5$; 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



```
1 void wait(void) {  
2     uint8_t u8 = 0;  
3     while(u8 < 200) {  
4         u8++;  
5     }  
6 }
```



■ Assembler ohne Optimierung

```
1 ; void wait(void){  
2 ; uint8_t u8;  
3 ; [Prolog (Register sichern, Y initialisieren, etc)]  
4 rjmp while ; Springe zu while  
5 ; u8++;  
6 addone:  
7 ldd r24, Y+1 ; Lade Daten aus Y+1 in Register 24  
8 subi r24, 0xFF ; Ziehe 255 ab (addiere 1)  
9 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 ;}
```



- Assembler mit Optimierung



- Assembler mit Optimierung

```
1 ; void wait(void){  
2 ret           ; Kehre aus der Funktion zurück  
3 ; }
```



■ Assembler mit Optimierung

```
1 ; void wait(void){  
2 ret           ; Kehre aus der Funktion zurück  
3 ; }
```

- Die Schleife hat keine Auswirkung auf den Zustand und wird deswegen komplett wegoptimiert.



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 geschrieben werden
- Der Wertebereich der Variable darf nicht geändert werden

- Einsatzmöglichkeiten von volatile:

- Warteschleifen
- Zugriff auf Hardware (z. B. Pins): Wird in einer der nächsten Tü besprochen
- Debuggen; der Wert wird nicht wegoptimiert



Aufgabe 2: Snake

- Schlange bestehend aus benachbarten LEDs
- Länge 1 bis 5 LEDs, regelbar mit Potentiometer (POTI)
- Geschwindigkeit abhängig von der Umgebungshelligkeit (je heller, desto schneller)
- Bewegungsrichtung umschaltbar mit Taster



Parameter der Schlange

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



- Basisablauf: Welche Schritte wiederholen sich immer wieder?
- Teilprobleme können in eigene Funktionen ausgelagert werden
- Wiederkehrende Teilprobleme sollten in Funktionen ausgelagert werden
- Welcher Zustand muss über Basisabläufe hinweg erhalten bleiben?
 - Ist der Zustand gegebenenfalls nur für ein Teilproblem relevant?
 - Sichtbarkeit dann auf das Teilproblem einschränken (Kapselung)



Basisablauf

- “Zeichnen“ der Schlange
- Bewegung der Schlange



- Darstellungsparameter
 - Kopfposition
 - Länge
 - Richtung
- Anzeige der Schlange abhängig von den Parametern
 - Aktivieren der zur Schlange gehörenden LEDs
 - Deaktivieren der restlichen LEDs



- Bestimmung der Bewegungsparameter
 - Geschwindigkeit
 - Richtung
- Bewegen der Schlange
 - Anpassen der Kopfposition abhängig von der Richtung
- Wartepause abhängig von der Geschwindigkeit
- gegebenenfalls Richtungsänderung
 - bisheriger Schlangenschwanz wird zum Schlangenkopf



- 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

