

Übungen zu Systemnahe Programmierung in C

Abschnitt 7.3: Schlafmodi

08.06.2020

Tim Rheinfels
Benedict Herzog
Bernhard Heinloth

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



Lehrstuhl für Verteilte Systeme
und Betriebssysteme



FRIEDRICH-ALEXANDER
UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG

TECHNISCHE FAKULTÄT



- AVR-basierte Geräte oft batteriebetrieben (z.B. Fernbedienung)
- Energiesparen kann die Lebensdauer drastisch erhöhen
- AVR-Prozessoren unterstützen unterschiedliche Powersave-Modi
 - Deaktivierung funktionaler Einheiten
 - Unterschiede in der “Tiefe” des Schlafes
 - Nur aktive funktionale Einheiten können die CPU aufwecken
- Standard-Modus: Idle
 - CPU-Takt wird angehalten
 - Keine Zugriffe auf den Speicher
 - Hardware (Timer, externe Interrupts, ADC, etc.) sind weiter aktiv
- Dokumentation im ATmega328PB-Datenblatt



- Unterstützung aus der avr-libc: (`#include <avr/sleep.h>`)
 - `sleep_enable()` - aktiviert den Sleep-Modus
 - `sleep_cpu()` - setzt das Gerät in den Sleep-Modus
 - `sleep_disable()` - deaktiviert den Sleep-Modus
 - `set_sleep_mode(uint8_t mode)` - stellt den zu verwendenden Modus ein
- Dokumentation von `avr/sleep.h` in avr-libc-Dokumentation

```
01 #include <avr/sleep.h>
02
03 set_sleep_mode(SLEEP_MODE_IDLE); // Idle-Modus verwenden
04 sleep_enable(); // Sleep-Modus aktivieren
05 sleep_cpu(); // Sleep-Modus betreten
06 sleep_disable(); // Empfohlen: Sleep-Modus danach deaktivieren
```

■ Dornröschenschlaf

⇒ **Problem:** Es kommt genau ein Interrupt

Hauptprogramm

```
01 sleep_enable();
02 event = 0;
03
04
05 while(!event) {
06
07     sleep_cpu();
08
09 }
10
11
12 sleep_disable();
```

Interruptbehandlung

```
01 ISR(TIMER1_COMPA_vect) {
02     event = 1;
03 }
```

■ Dornröschenschlaf

⇒ **Problem:** Es kommt genau ein Interrupt

Hauptprogramm

```
01 sleep_enable();
02 event = 0;
03
04
05 while(!event) {
06     ⚡ Interrupt ⚡
07     sleep_cpu();
08
09 }
10
11
12 sleep_disable();
```

Interruptbehandlung

```
01 ISR(TIMER1_COMPA_vect) {
02     event = 1;
03 }
```



■ Dornröschenschlaf

⇒ **Problem:** Es kommt genau ein Interrupt

⇒ **Lösung:** Interrupts während des kritischen Abschnitts sperren

Hauptprogramm

```
01 sleep_enable();
02 event = 0;
03
04 cli();
05 while(!event) {
06     sei();
07     sleep_cpu();
08     cli();
09 }
10 sei();
11
12 sleep_disable();
```

Interruptbehandlung

```
01 ISR(TIMER1_COMPA_vect) {
02     event = 1;
03 }
```



■ Dornröschenschlaf

⇒ **Problem:** Es kommt genau ein Interrupt

⇒ **Lösung:** Interrupts während des kritischen Abschnitts sperren

Hauptprogramm

```
01 sleep_enable();
02 event = 0;
03
04 cli();
05 while(!event) {
06     sei(); ⚡ Interrupt ⚡
07     sleep_cpu();
08     cli();
09 }
10 sei();
11
12 sleep_disable();
```

Interruptbehandlung

```
01 ISR(TIMER1_COMPA_vect) {
02     event = 1;
03 }
```

⇒ Was ist wenn der Interrupt zwischen Zeile 6 und 7 auftritt?