

Embedded C/C++

Einige Hinweise und Tipps

Fabian Scheler, Peter Ulbrich, Niko Böhm

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl Informatik 4 (Verteilte Systeme und Betriebssysteme)
`www4.informatik.uni-erlangen.de`

19. Oktober 2009

Memory-mapped IO

Assembler

Arithmetik

Speicherallokation

Präprozessormakros

- ▶ Register entspricht einer Stelle im Speicherbereich
- ▶ Register hat eine Adresse
- ▶ Interpretiere Adresse als Zeiger

```
#define TIER *((volatile unsigned char*)0xff90)
```

```
unsigned char a = TIER;
```

```
TIER = 5;
```

```
TIER |= 0x80;
```

- ▶ `volatile` schützt vor übereifrigem Compiler

Präprozessormakros

- ▶ eleganter: `union` (aber nicht wirklich standardkonform)

```
union tier {  
    volatile unsigned char val;  
    struct {  
        volatile unsigned char ICIAE : 1;  
        ...  
    } bits;  
};
```

```
#define TIER *((union tier*)0xff90)
```

```
unsigned char a = TIER.val;  
TIER.bits.ICIAE = 1;  
TIER.val |= 0x85;
```

Operatoren

- ▶ Überladen des
 - ▶ Zuweisungsoperators
 - ▶ Typumwandlungsoperators (für Referenzen)

```
template < typename TYPE, int ADDR > class MemMap {
public:
    TYPE operator=(TYPE val) const {
        *((volatile TYPE*)ADDR) = val; return val;
    }
    operator TYPE () const {
        return *((volatile TYPE*)ADDR);
    }
    operator TYPE& () const {
        return *((volatile TYPE*)ADDR);
    }
};
```

Operatoren

► Verwendung

```
MemMap< unsigned char, 0xff90 > TIER;
```

```
unsigned char a = TIER;
```

```
TIER = 0x80;
```

```
TIER |= 0x40;
```

```
TIER &= ~0x80;
```

Warum Assembler?

- ▶ **Effizienz???** $\leadsto$ in unserem Fall eher nicht
- ☞ Der Compiler unterstützt nicht alle Instruktionen der CPU.
- ☞ Manches lässt sich in einer Hochsprache nicht formulieren.

Assemblerdateien

my_add.s

```
_my_add:  
    mov 8(%esp) ,%eax  
    mov 12(%esp),%edx  
    add %edx,%eax  
    ret
```

my_source.c

```
unsigned int my_add(unsigned int , unsigned int );  
int main() {  
    unsigned int a = 3, b = 5, c = 0;  
    c = my_add(a, b);  
    return 0;  
}
```


Inline-Assembler

- ▶ kleine Assembler-Abschnitte: Aufwand einer eigenen Datei groß

Inline-Assembler

```
int main() {  
    unsigned int a = 3, b = 5, c = 0;  
    __asm__ ( "mov %2,%eax;"  
             "mov %3,%edx;"  
             "add %edx,%eax;"  
             "mov %eax,%1 "  
             : "=m" (c)  
             : "m" (a), "m" (b)  
             : "eax", "edx" );  
    return 0;  
}
```

Vorsicht: Ganzzahlarithmetik

Divisionen

```
unsigned int a = 99, b = 100;  
unsigned int c = a / b; // c == 0 !
```

Multiplikationen

```
unsigned short a = 1000, b = 100;  
unsigned short c = a * b; // c != 100000 !  
                        // c == 34464 !
```

Additionen und Subtraktionen

```
unsigned short a = 0xffff;  
a++; // a != 0x10000 !  
     // a == 0 !
```

Gleitkommaarithmetik

- ▶ Viele Prozessoren unterstützen keine Gleitkommazahlen
- ▶ Abbildung auf Ganzzahlarithmetik
- ▶ **Extrem teuer**
- ▶ Braucht man für ein Echtzeitbetriebssystem (eigentlich) nicht

Keine dynamische Speicherverwaltung!

- ▶ kein `malloc/free`
- ▶ kein `new/delete`
- ▶ keine Speicherlöcher!
- ▶ Speicher wird angefordert:
 - ▶ dynamisch auf dem Stack
 - ▶ statisch im Datensegment (globale Variablen)

Globale Variablen

► Problem:

```
A a;  
B b;  
C c;
```

In welcher Reihenfolge
werden die Konstruktoren
aufgerufen?

► Lösung: `__attribute__((init_priority(x)))`

```
A a  __attribute__((init_priority(1000))); // 1.  
B b  __attribute__((init_priority(2000))); // 2.  
C c  __attribute__((init_priority(3000))); // 3.
```

► GCC only - im Standard nicht spezifiziert