

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

20. Oktober 2008

1 Memory-mapped IO

2 Assembler

3 Arithmetik

4 Speicherallokation

Präprozessormakros

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 Übersetzer

- 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???
- Übersetzer 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;
}
```

- 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;
}
```

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

Keine dynamische Speicherverwaltung!

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

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