



Grundlagen der Programmierung in C

Dynamic Memory Allocation

Wintersemester 2005/2006
 G. Zachmann
 Clausthal University, Germany
zach@in.tu-clausthal.de




Problem

- Wir müssen "dynamische" Daten im Speicher halten, von denen wir selbst zur Laufzeit die Lebenszeit bestimmen
- globale oder lokale Variablen funktionieren nicht
- Idee:
 - Pointer verwenden, um auf diese "dynamischen" Daten zu zeigen
 - Neue Konstrukte in Sprache einbauen zur Erzeugung/Löschen solcher Daten
 - Diese dynamischen Daten von unten nach oben wachsen lassen
- Heap mit **new** und **delete**

G. Zachmann Grundlagen der Programmierung in C - WS 05/06 Dynamic Memory Allocation, 2



Sprachelemente für dynamische Variablen

- Erzeugung:


```
new T
```

 mit T bekannter Typ, Resultat = Pointer auf T .
- Beispiele:


```
int* ip = new int;
float* fp = new float;
myStruct* sp = new myStruct;
```
- Löschen:


```
delete pointer
```

 wobei *pointer* zuvor mit new alloziert worden ist.
- Beispiele:


```
delete ip;
myStruct* sp2 = sp;
delete sp2;
```

G. Zachmann Grundlagen der Programmierung in C - WS 05/06 Dynamic Memory Allocation, 3



Lebenszeit dynamisch allozierter Variablen

- Keine Initialisierung (bei built-in Types)
- Lebensende: bei **delete**
- Muß man **delete** machen?
 - Nein: gesamter Speicher wird vom OS am Ende des Programms freigegeben
 - Ja: sonst Memory-Leaks
 - Ja: Finden von Memory-Leaks klappt sonst nicht (mit mem-checker)

G. Zachmann Grundlagen der Programmierung in C - WS 05/06 Dynamic Memory Allocation, 6

Zugriff auf dynamische Variablen

- Immer nur über lokale oder globale Variablen:

```

myStruct* sp;

int main()
{
    sp = new myStruct;
    ...
}

```

G. Zachmann Grundlagen der Programmierung in C - WS 05/06 Dynamic Memory Allocation, 7

Beispiel: Daten an Liste anhängen

- Erinnerung:

```

struct ListElement
{
    int data;
    ListElement* next;
};

struct List
{
    ListElement* first;
    ListElement* last;
    int n_elements;
};

```

G. Zachmann Grundlagen der Programmierung in C - WS 05/06 Dynamic Memory Allocation, 8

```

// n int's von stdin lesen und an list anhaengen
for ( int i = 0; i < n; i ++ )
{
    int a;
    scanf( "%d", &a );

    // neues ListElement mit a generieren
    ListElement* e = new ListElement;
    e->data = a;
    e->next = NULL;

    // e an list anhaengen
    list->last->next = e;
    list->last = e;
}

```

G. Zachmann Grundlagen der Programmierung in C - WS 05/06 Dynamic Memory Allocation, 9

Speicherbugs

- Memory Leak:
 - Ursache: unbenutzter Speicher wird nicht mehr freigegeben
 - Eigtl. Ursache: man bekommt Adresse des Blocks nicht mehr
 - Folge: Programm belegt irgendwann gesamten Speicher (berühmtes Beispiel: Windows98)
- Beispiel:


```

int foo( void )
{
    MyStruct* sp = new MyStruct;
    ...
    return sp->i;
}

int main( void )
{
    int i = foo();
    ...
}

```

G. Zachmann Grundlagen der Programmierung in C - WS 05/06 Dynamic Memory Allocation, 10

- Dangling Pointer:
 - Ursache: Speicher wird verwendet, nachdem schon freigegeben
 - Mögliche Folgen:
 - Falsche Werte in anderen dynamischen Variablen
 - Werte sind später verändert
 - Beispiel:


```

          struct MyStruct
          {
              int m;
          };
          MyStruct* s1 = new MyStruct;
          s1->m = 17;
          delete s1;
          MyStruct* s2 = new MyStruct;
          s2->m = 42;
          printf("%d\n", s1->m );
          
```

Ausgabe
42

G. Zachmann Grundlagen der Programmierung in C - WS 05/06 Dynamic Memory Allocation, 12

- Double Delete:
 - Spezieller Fall von "dangling pointer"
 - Ursache: Speicher wird 2x freigegeben
 - Folge: man löscht evtl. Speicher, der jetzt einem anderen Programmteil "gehört"
 - Beispiel:


```

          MyStruct* s1 = new MyStruct;
          ...
          delete s1;
          MyStruct* s2 = new MyStruct;
          ...
          delete s1;
          
```

G. Zachmann Grundlagen der Programmierung in C - WS 05/06 Dynamic Memory Allocation, 13

- Radikale Lösung: Programmiersprachen "ohne" Zeiger (Java, Python)
 - Alle Objekte von zusammengesetztem Typ existieren prinzipiell auf dem Heap
 - Variablen mit zusammengesetztem Typ sind prinzipiell Zeiger
 - Programmierer sieht die Zeiger nicht (kein Sprachkonstrukt dafür)
 - Sprache (Interpreter / Virtual Machine) erkennt, wenn Objekt vom Programm nicht mehr zugreifbar ist (kein Zeiger führt mehr darauf)
 - Garbage-Collector läuft im Hintergrund ständig mit
- Langfristig für nicht zeitkritische App.s der Weg

G. Zachmann Grundlagen der Programmierung in C - WS 05/06 Dynamic Memory Allocation, 15