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`**

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;
```


Lebenszeit dynamisch allozierter Variablen

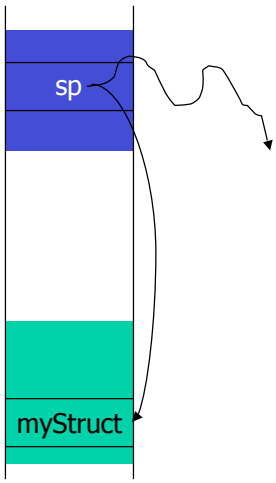
- Keine Initialisierung (bei built-in Types)
- Lebensende: bei **`delete`**
- Muß man **`delete`** machen?
  - Nein: gesamter Speicher wird vom OS am Ende des Programms freigegeben
  - Ja: sonst Memory-Leaks
  - Ja: Finden von Memory-Leaks klappt sonst nicht (mit mem-checker)

Zugriff auf dynamische Variablen

- Immer nur über lokale oder globale Variablen:

```
myStruct* sp;

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

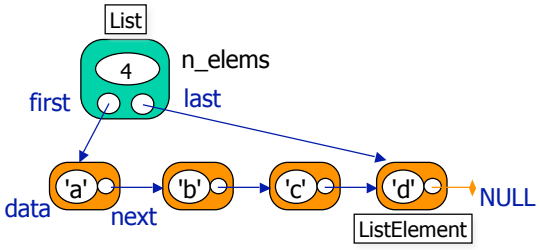


Beispiel: Daten an Liste anhängen

- Erinnerung:

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

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



```
// 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;
}
```


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();
   ...
}
```

- 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

- 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;
```


- 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