LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Dipl.Inf. Otmar Hilliges

Programmierpraktikum 3D Computer Grafik

Einführung in C++ Teil II:
Klassen, Objekte, Funktionen und Vererbung.

Funktionen

- [Rückgabetyp] [Name] ([Parameter]) {…}
- Wichtig:
  - Funktionen müssen vor dem Aufruf deklariert werden, d.h. sie müssen in den Zeilen über dem Aufruf stehen
- Funktionsprototypen umgehen diese Bedingung und stellen eine Signatur dar
- Beispiel für eine Signatur:
  - `int factorial(int);`

Klassen

- Enthalten Attribute und Funktionen
- Werden typischerweise in Header-Dateien deklariert
- Beispiel einer Deklaration:

```
class Person {
private:
    char* name;
    int age;
public:
    void setName(char*);
    void setAge(int);
};
```

Deklaration von Funktionen mit `inline`:

- Implementierung direkt in der Deklaration
- Zwei verschiedene Arten:
  - Direkt in der Deklaration (ohne `inline`)
  - Im Header-File nach der Deklaration (mit `inline`)
- Beispiel (direkt in der Deklaration):

```
… // statt void setAge(int);
void setAge(int age) {
        this->age = age;
}
…
```

Deklaration von Funktionen mit `inline`:

- Beispiel (mit `inline`):

```
class Person {
        …
        void setAge(int);}
        …
};
inline void Person::setAge(int a) {
        age = a;
}
```

Konstruktoren:

- Definiert als Methode einer Klasse
- Name ist identisch zum Namen der Klasse
- Kein Rückgabewert (auch nicht `void`)
- Mehrere Konstruktoren durch Überladen
- Deklaration im `public` Abschnitt
- Minimaler Default-Konstruktor wird erzeugt, falls kein Konstruktor vorhanden ist

Konstruktoren:

- Aufruf bei der Erzeugung durch new oder bei der Erzeugung eines statischen Objekts
- Minimaler Konstruktor:

```
Person::Person() { }
```

- Standard-Konstruktor:

```
Person::Person() {
        name = NULL;
        age = 0;
}
```

Konstruktoren:

```
Person::Person(char* n, int i = 0) {
        name = n;
        age = i;
}
Person::Person(char* n, int i = 0) :
        name(n),
        age(i)
        {…}
```

Beispiele für statisches Erzeugen (auf dem Stack):

```
Person::Person; // Default
Person::Person(“Peter”); // age = 0
Person::Person(“Peter”, 45);
```

Beispiele für dynamisches Erzeugen (auf dem Heap):

```
peter* = new Person::Person;
peter* = new Person::Person(“Peter”);
```

Löschen von Objekten:

- Mittels Destruktor (beginnt mit ~)
- Wird aufgerufen, sobald der Gültigkeitsbereich eines statischen Objekts verlassen wird, oder `delete` aufgerufen wird
- Minimaler Destruktor:
  ```
  Person::~Person() {}
  ```
- Besitzt keinen Rückgabetyp (wie Konstruktor)
- Nur ein Destruktor möglich
- Sinn: Löschen von Unterobjekten

Zugriffsoperator:

- Mit dem Punkt-Operator `.`
- Bei Zeigern auf ein Objekt mit Pfeil `->`

Beispiel:

```
Person peter;
Person* john = new Person;
peter.setName(“Peter”);
john->setAge(35);
delete john;
```

Vererbung

Vererbung

- Syntax:

```
class subClass :
        [modifier] superClass1,
        [modifier] superClass2,
        …
        [modifier] superClassN
{
        …
};
```

- Keine Vererbung für Konstruktoren, Destruktor und Zuweisungs-Operator

Generell gilt:

- Alles was nicht überschrieben wird, wird geerbt
- Zugriff auf eine überschriebene Methode der Superklasse (**`super`**`.[method]` in Java):
  - Scope-Operator `::`
  - Beispiel: `Employee` erbt von `Person`

```
Employee a;
a.print();
a.Person::print();
```

Beispiel:

```
class Employee : public Person {…
        void print() {
                // print(); // endlos
                Person::print();
                cout << “blah” << endl;
        }
};
Employee a;
a.print();
a.Person::print();
```

Konstruktoren:

- Elemente der Basisklasse werden durch Konstruktor der Basisklasse initialisiert
- Initialisierungsliste:

```
class_name::class_name(parameter_list)
        : superClass1(parameters),
          superClass2(parameters), …
```

- Konstruktoren der Basisklasse werden **vor** dem Konstruktor der abgeleiteten Klasse ausgeführt!

- Destruktoren:
  - Löschen von Elementen der Basisklasse **muss** in der Basisklasse erfolgen
  - Destruktor der Basisklasse wird **automatisch** aufgerufen **nach** dem Destruktor der abgeleiteten Klasse

- Zeiger auf Objekte:
  - Zeiger auf ein Objekt einer abgeleiteten Klasse kann einem Zeiger auf eine Basisklasse zugewiesen werden:
    - Unterklasse ist eine Erweiterung (*is-a* Beziehung)
  - Umkehrung funktioniert das nicht:
    - Typecasting notwendig
  - Allgemeine Regel:
    - Speziellere Typen (abgel. Klasse) können einem allgemeinerem Typ (Basisklasse) zugewiesen werden
    - Dabei wird das Objekt automatisch auf die Komponenten der Basisklasse reduziert.

- Typecasting:
  - **`reinterpret_cast`**`<`*`type`*`>(`*`parameter`*`);`
    - Keine Überprüfungen, keine Wertänderung
    - Zeigertyp in beliebigen anderen Zeigertyp ändern
  - **`static_cast`**`<`*`type`*`>(`*`parameter`*`);`
    - Implizit mögliche Casts und Umkehrung möglich
    - Basisklasse <-> abgel. Klasse, `int <-> char`
    - Keine echte Überprüfung auf Typkompatibilität
  - **`dynamic_cast`**`<`*`type`*`>(`*`parameter`*`);`
    - Laufzeittyp wird bei der Überprüfung verwendet
    - Wie das Casting in Java

Vererbung

- Potenzielle Probleme:
  - Oft werden Methoden der Basisklasse überschrieben (um Konsitenz sicher zu stellen)
  - Wird ein Objekt der abgeleiteten Klasse als Objekt der Basisklasse verwendet kann das zu Fehlern füren
    - Beim Aufruf wird die Methode der Basisklasse aufgerufen nicht die der erweiterten.
- Gründe:
  - Statisches vs. dynamisches Binden.
    - Der C++ Compiler bindet per default statisch (Typ des Objekts wird zur Compilezeit festgelegt)
    - Das gilt auch für Zeiger und Referenzen weisen wir ein abgeleitetes Objekt einem Pointer vom Typ der Basisklasse zu wird dieses vom Compiler auf ein Basisobjekt reduziert.

- Lösung:
  - Ausführung einer geeigneten Methode der Unterklasse (ohne diese explizit zu kennen (bei Java immer so)
  - Typ des Objekts wird erst zur Laufzeit bestimmt -> dadurch wird immer die richtige Methode aufgerufen.
  - Realisierung mit dem Schlüsselwort `virtual` in der Basisklasse
  - Speicherverbrauch steigt (Objekt enthält Zeiger auf die *vtable* der Klasse)
- Faustregeln:
  - Methoden der Basisklasse die überschrieben werden können/sollen sollten immer virtuell sein
  - Klassen die nicht virtuelle Methoden haben - und wenn diese überschrieben werden müssen, sollten *niemals* als Basisklasse dienen.

- Beispiel in Java:

```
class Person {…
        public void print();
}
class Employee extends Person {…
        public void print();
}
Person p = new Person();
Person pe = new Employee();
p.print();      // Person.print();
pe.print();     // Employee.print();
```

- Beispiel in C++ (ohne virtuelle Methoden):

```
class Person {…
        public: void print();
};
class Employee : public Person {…
        public: void print();
};
Person* p = new Person;
Person* pe = new Employee;
p.print();      // Person::print();
pe.print();     // Person::print();
```

- Beispiel in C++ (mit virtuellen Methoden):

```
class Person {…
        public: virtual void print();
};
class Employee : public Person {…
        public: void print();
};
Person* p = new Person;
Person* pe = new Employee;
p->print();    // Person::print();
pe->print();   // Employee::print();
```

- Virtuelle Destruktoren:
  - Dynamisch erzeugte Objekte können einem Zeiger der Oberklasse zugewiesen werden
  - Wird das Objekt gelöscht, wird nur der Destruktor der Oberklasse aufgerufen
  - **Lösung:** virtueller Destruktor
  - Das Schlüsselwort `virtual` wird in der Basisklasse vor dem Destruktor angegeben

```
class class_name {
        virtual ~class_name() {…}
};
```

Zusammenfassung

- Eine abgeleitete Klasse besitzt alle Eigenschaften der Basisklasse (plus Ergänzungen)
- *is-a* Beziehung: Ein Objekt der abgeleiteten Klasse ist immer auch ein Objekt der Basisklasse
- Ein Objekt einer abgeleiteten Klasse darf immer als Objekt der Basisklasse verwendet werden (es reduziert sich dann auf die Basiseigenschaften)
- Konstruktoren und Destruktoren werden nicht vererbt – aber implizit aufgerufen.
- Konstruktoren werden *top-down* aufgerufen.
- Destruktoren werden *bottom-up* aufgerufen.
- Initialisierungslisten dienen zur Weitergabe von Parametern

Mehrfachvererbung

- Unterklasse hat mehrfache Basisklassen
- Unterklasse enthält jede Basisklasse
- Konstruktor der abgel. Klasse kann Konstruktoren von allen Basisklassen aufrufen
- Wird ein Objekt einer abgel. Klasse vernichtet, werden die Destruktoren aller Basisklassen aufgerufen

Beispiel:

```
class Base1 {…
  public: Base1(int, char*);
};
class Base2 {…
  public: Base2(int, float);
};
class Derived : public Base1,
                        public Base2 {…
  public: Derived(char* s, int i) :
        Base1(i, s), Base2(i, 4.2f) {…}
};
```

Problem: Mehrdeutigkeiten bei Namenskollisionen

zwei oder mehr Basisklassen haben gleiches Element:

- Member-Variablen
- Methoden (gleicher Name und Parameter)
- Nutzlos: `private`

Scope-Operator `::` als Lösung:

- Methode überschreiben und gewünschte Methode der Basisklasse mit `::` auswählen

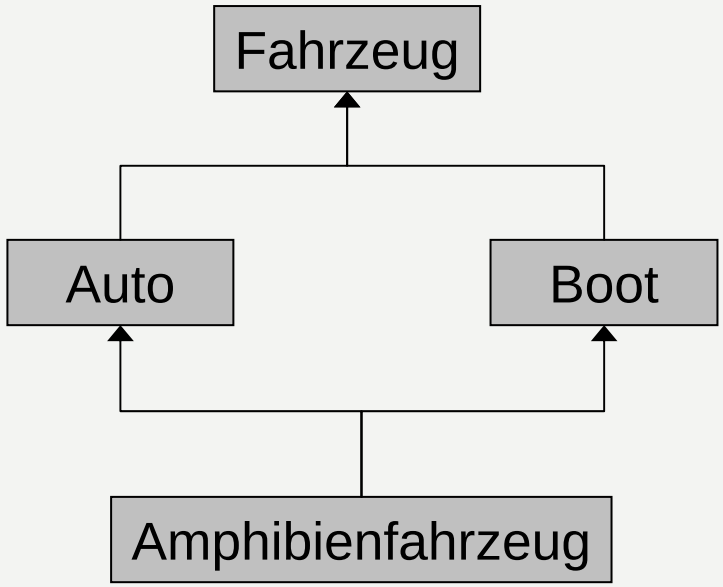
Beispiel:

- *Amphibienfahrzeug* ist sowohl *Auto* als auch *Boot*
- Deklarieren beide Basisklassen eine Methode `move(int d)` gibt folgender Aufruf einen Fehler:

```
Amphibienfahrzeug a;
a.move(10);
```

- Es ist ein mehrdeutiger Aufruf, da nicht klar ist, ob `move` der Klasse `Boot` oder der Klasse `Auto` aufgerufen werden soll

Mehrfachvererbung



- Klasse `Fahrzeug` wird mehrfach eingebunden und damit auch ihre Attribute und Methoden

- **Lösung:** Erben mit dem Schlüsselwort `virtual` führt dazu, dass die Komponenten nur einmal eingebunden werden
- Zugriff ohne Bereichsoperator eindeutig und deshalb möglich

Ausnahmen

- Drei Schlüsselwörter:
  - Versuchsblock: `try`
  - Ausnahme erzeugen: `throw`
  - Abfangen: `catch`
- Es existiert kein `finally`
- Exceptions sind nicht Teil der Methodensignatur, d.h. sie können überall geworfen werden
- Fangen aller Exceptions: `catch(...)`

Ausnahmen

- Funktionen können eine Exception-Liste angeben
- Das Schlüsselwort `throw` im Funktionsprototyp:

```
return_type method_name(parameters)
        throw (exception_list) {…}
```

- Funktionen können dennoch weitere Exceptions erzeugen (auch wenn diese nicht in der Liste enthalten sind)

Abfangen von Ausnahmen:

```
try
{
    …
    if(error) throw exception_class(…);
}
catch(exception_class variable)
{
    // exception handling
}
```

Nächste Woche:

- GLUT
- Erzeugen eines Fensters
- Erkennen und Verarbeiten von Tastatur- und Mauseingaben
- Start mit einfachen Objekten in OpenGL
- Grundlagen der 3D-Computergrafik