Klassen und ihre Beziehungen III: Mehrfache Vererbung, Rollen, Schnittstellen und Pakete

Martin Wirsing

in Zusammenarbeit mit
Matthias Hölzl, Piotr Kosiuczenko, Dirk Pattinson

05/03

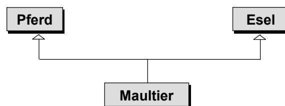
Ziele

- Den Begriff der einfachen und mehrfachen Vererbung verstehen
- Verstehen, wann Vererbung eingesetzt wird
- Schnittstellendeklarationen kennen lernen
- Pakete zur Strukturierung von Programmsystemen kennen lernen

Einfache und mehrfache Vererbung

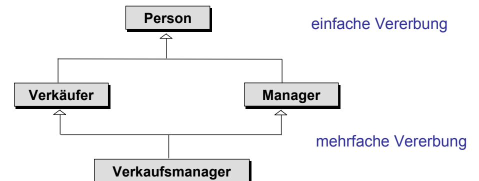
- Man spricht von **einfacher Vererbung**, wenn jede Klasse höchstens eine direkte Superklasse besitzt.
- Kann eine Klasse mehrere direkte Superklassen haben, spricht man von **mehrfacher Vererbung.**

Beispiel: mehrfache Vererbung



Einfache und mehrfache Vererbung

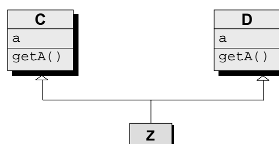
Beispiel: einfache und mehrfache Vererbung



Bemerkung: Java unterstützt nur **einfache Vererbung.**

Einfache und mehrfache Vererbung

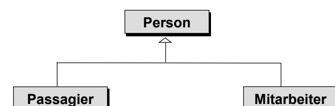
Problem bei mehrfacher Vererbung: mögliche Mehrdeutigkeiten beim Verwenden von Attributen und Methoden:



Welches Attribut `a` und welche Methode `get(A)` sollte `Z` erben und, wenn jeweils beide geerbt werden, welche der Methoden wird beim Aufruf von `get(A)` ausgewählt?

Einsatz von Vererbung: Vererbung vs Rollen

Die Vererbungsbeziehung muß mit Vorsicht eingesetzt werden. Betrachten Sie folgendes Beispiel



Was passiert, wenn ein Mitarbeiter als Passagier auftritt?

Einsatz von Vererbung: Vererbung vs Rollen

In Java kann ein Objekt nicht seine Klasse wechseln. Wird also das `Mitarbeiter`-Objekt gelöscht und ein neues `Passagier`-Objekt erzeugt?

Oder ist `Passagier-Mitarbeiter` ein Objekt einer gemeinsamen Subklasse von `Passagier` und `Mitarbeiter`?

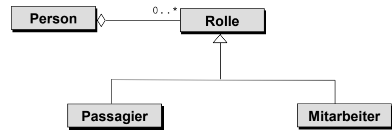
Dies ist in Java **nicht** möglich, da es **keine mehrfache Vererbung** gibt.

Besser ist es, das Rollenmuster zu benutzen.

Ein Muster ist eine schematische Darstellung von Entwurfslösungen

Das Rollenmuster

Das **Rollenmuster** erweitert die Verantwortlichkeit eines Objekts durch Delegation von Arbeit an ein anderes Objekt.



`Passagier` und `Mitarbeiter` sind die Arten von Rollen, die eine Person besitzt.

Einsatz von Vererbung: Vererbung vs Rollenmuster

- Das **Rollenmuster** ist gut, wenn ein Objekt seine **Rolle wechseln** kann oder **mehrere Rollen** besitzt.
- **Vererbung** ist gut, wenn gilt:
  1. **„ist-Spezialisierung-von“,** nicht “Rolle-gespielt-bei“

     Beispiel: Passagier und Mitarbeiter sind spezielle Arten Personen**rollen**
  2. Das Erbenobjekt muß **niemals seine Klasse wechseln**.

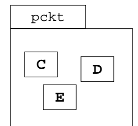
     Beispiel: ein Passagierobjekt bleibt immer ein Passagierobjekt
  3. Die Oberklasse wird **erweitert** (und nicht redefiniert)
  4. Die Unterklasse bezeichnet **spezielle Arten** von Rollen, Transaktionen, Geräten

Pakete

- Pakete dienen zur Strukturierung großer Programmsysteme. Ein Paket (Schlüsselwort „**`package`**“) fasst verwandte Klassen zusammen.
- Ein Paket hat einen Namen, der mit einem kleinen Buchstaben beginnt, und steht in einem Verzeichnis mit dem gleichen Namen.
- Alle Klassen eines Pakets `pckt` stehen in demselben Verzeichnis, aber in unterschiedlichen Dateien. **Jede** dieser Dateien enthält die Anweisung

```
package pckt;
```

als erste Anweisung.



Darstellung in UML: Paket `pckg` mit 3 Klassen

Beispiel

Klasse im Paket `point`

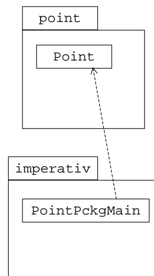
Datei: point\Point.java

```
package point;
public class Point
{   private int x, y;
    public Point(int a, int b) { ...}
}
```

Datei: imperativ\PointPckgMain.java

```
package imperativ;
import point.Point;
public class PointPackMain
{   public static void main (String[] args)
    {   Point p = new Point(10,20); ....
    }
}
```

Benutzung einer Klasse von `point`



Benutzung von Paketen

- **Eine einzelne** Klasse C eines Pakets `pckt` kann in einem anderen Paket benutzt werden durch die Anweisung

```
import pckt.C;.
```

- **Alle Klassen** eines Pakets `pckt` werden benutzt durch

```
import pckt.*;.
```

- Klassen **unterschiedlicher Pakete** `pckt` werden benutzt durch

```
import pckt1.C;
import pckt2.*;.
import pckt3.D;. ...
```

Sichtbarkeitsregeln für Pakete

- **public** es kann von **überall** darauf zugegriffen werden.
- **protected** es kann von jeder Klasse **innerhalb dieses Pakets und von Unterklassen außerhalb des Pakets** zugegriffen werden.
- **private** es kann nur von **innerhalb der Klasse** zugegriffen werden.
- **(keine Beschreibung)** es kann von jeder Klasse **innerhalb dieses Pakets** zugegriffen werden.

Wiederverwendbare Lösungen?

- Wie kann man eine Klasse, die Dienste für einen speziellen Datentyp anbietet, für andere Datentypen wiederverwenden?
- **Beispiel:** Die Klasse `NumberSet` berechne das Maximum und den Durchschnitt einer Menge von Zahlen.
  - Wie kann man `NumberSet` verallgemeinern, um für eine Menge von Bankkonten den maximalen und den durchschnittlichen Kontostand berechnen?
  - Oder wie kann man für eine Menge von Punkten den größten Punkt und den Durchschnitt berechnen? .

Beispiel NumberSet

```
public class NumberSet
{       private double sum;
        private double maximum;
        private int count;

        public NumberSet()
        {       sum = 0; count = 0;  maximum = 0;

        public void add(double x)
        {       sum = sum + x;
                if (count == 0 || maximum < x) maximum = x;
                count++;
                }

        public double getMaximum()
        {       return maximum;
        }
}
```

Konstruiert leere Zahlenmenge

Fügt x zu der Zahlenmenge hinzu

Berechnet Maximum

Versuch: Modifikation für BankAccount-Objekte

```
public class AccountSet        //Modifikation von NumberSet für BankAccount Objekte
{       private double sum;
        private BankAccount maximum;
        private int count;

        ...
        public void add(BankAccount x)
        {       sum = sum + x.getBalance() ;
                if (count == 0
                        || maximum.getBalance() < x.getBalance() )
                   maximum = x;
                count++;
        }

        public BankAccount getMaximum()
        {       return maximum;
        }
```

Fügt x zu den Bankkonten hinzu

Berechnet Maximum

Versuch: Modifikation für Point-Objekte

```
public class PointSet    //Modifikation von NumberSet für Point Objekte
{       private double sum;
        private Point maximum;
        private int count;

        ...
        public void add(Point p)
        {       sum = sum + p.getDistFromZero() ;
                if (count == 0
                    || maximum.getDistFromZero() < p.getDistFromZero()
   )
                   maximum = p;
                count++;
        }

        public Point getMaximum()
        {       return maximum;
        }
```

Berechnet Abstand sqr(x^2+y^2) vom Ursprung

Berechnet Maximum

Besser: Verwende Schnittstelle

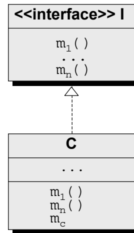
```
public interface Measurable
{        double getMeasure();
}


public class DataSet
{       private double sum;
        private Measurable maximum;
        private int count;

        ...
        public void add(Measurable p)
        {       sum = sum + p.getMeasure() ;
                ...
        }
```

Allgemeine Schnittstelle für messbare Objekte

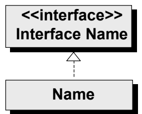
Allgemeine Klasse, die `Measurable` verwendet

Schnittstellen

- Eine **Schnittstelle** in Java (Schlüsselwort „`interface`“) deklariert eine Menge von Methoden (ohne Angabe eines Rumpfs) und Konstanten (**aber** keine Attribute). Man nennt eine Methode ohne Rumpf „abstrakte Methode“. Im Gegensatz zu Klassen ist Mehrfachvererbung erlaubt, d.h. eine Schnittstelle kann Erbe mehrerer Schnittstellen sein.
- Eine Klasse `C` **implementiert** eine Schnittstelle `I`, wenn alle Methoden der Schnittstelle in `C` mit ihrer exakten Funktionalität implementiert werden, und zwar durch „öffentliche“ Methoden.



Schnittstellen



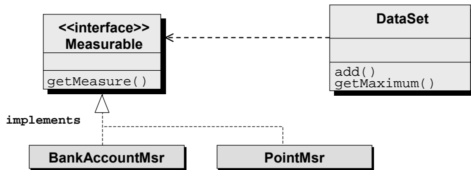
Schema:

```
public interface InterfaceName
  {
     Konstanten
     MethodenSignaturen // Methodenkoepfe fuer „public“ Methoden
  }

class Name implements InterfaceName
  {
        Attribute
        Methoden    // mindestens eine konkrete Methode fuer
                   // jede abstrakte Methode aus InterfaceName
  }
```


Schnittstellen

Beispiel: (1) Wiederverwendbare Lösung für das „Mengenproblem“

`DataSet` verwendet die Schnittstelle `Measure`, die von `BankAccount` und `Point` implementiert wird.



`getMeasure()` **muss** in `BankAccountMsr` und `PointMsr` implementiert werden

Implementierungen der Schnittstelle Measure

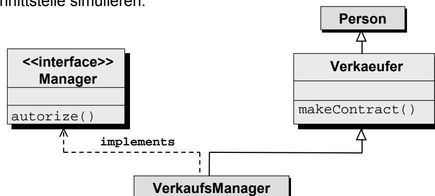
```
public class BankAccountMsr extends BankAccount implements Measurable
{       public double getMeasure()
        {       return getBalance();
        }
}
```

```
public class PointMsr extends Point implements Measurable
{       public double getMeasure()
        {       return Math.sqrt(getX()*getX() + getY()*getY());
        }
}
```


Schnittstellen

Beispiel: (2) Simulation mehrfacher Vererbung

Die mehrfache Vererbung des Verkaufsmanagers läßt sich in Java durch eine Schnittstelle simulieren:



Hier muß `autorize()` in `VerkaufsManager` implementiert werden

Schnittstellen

Beispiel: (3) Noch einmal wiederverwendbarer Entwurf

In `java.lang` gibt es eine Schnittstelle `Comparable` zum Vergleich von Objekten:

```
public interface Comparable
{
   int compareTo(Object other);  // keine Implementierung
                                 // Resultat 0, wenn beide Objekte
„gleich“,                                 // Resultat >0, wenn this „größer“,
                                 // Resultat <0, wenn other „größer“
}
```

Schnittstellen

Man kann `SavingsAccount` um eine `CompareTo`-Operation erweitern:

```
public class SavingsAccountCmp extends SavingsAccount implements
Comparable
{
        ...
           public int compareTo(Object other)
           { SavingsAccount otherAccount = (SavingsAccount)other;
           if (interestRate < otherAccount.interestRate)
                return -1;
           else if (interestRate > otherAccount.interestRate)
                return 1;
           else
                return 0;
            }
            ...
}
```


Verwendung von Schnittstellen

- Wenn eine Klasse ein Interface implementiert, kann man ein Objekt dieser Klasse in ein Objekt der Schnittstelle konvertieren:

```
SavingsAccount sparkonto = new SavingsAccount(5);
Comparable erster = sparkonto;
```

- Andere Klassen können mit dem Comparable-Objekt `erster` arbeiten, ohne die Implementierung zu kennen. (Natürlich können diese Klassen nur die Methoden von `Comparable` verwenden).

- Man kann aber nie eine Schnittstelle konvertieren:

```
Comparable second;               // Ok
second = new Comparable();       // Fehler!
```


Verwendung von Schnittstellen

- Konstanten in Schnittstellen sind automatisch „**`public final`**".

Beispiel:

```
   public interface ComparableConstants
  {     boolean IST_GROESSER = true;
        boolean IST_KLEINER = false;
   }
```

- Die in Schnittstellen deklarierten Methoden sind **`public`**!

```
        public interface I
        {       void m();
         ...
        }
```

Jede Implementierung von `I` muss `m` als **`public`** deklarieren:

```
        public class C implements I
        {       public void m();
         ...
        }
```


Zusammenfassung

- **Mehrfache Vererbung** kann in Java mit Hilfe von Schnittstellen („**`interface`**") simuliert werden.
- Die **Vererbungsbeziehung muß mit Vorsicht eingesetzt** werden. Die Vererbung ist angebracht bei einer Spezialisierung. Falls Objekte verschiedene Rollen spielen können, ist es besser, Komposition oder Assoziation zu verwenden.
- Eine **Schnittstelle** deklariert abstrakte Methoden (Methodenköpfe) und Konstanten. Eine Klasse **implementiert eine Schnittstelle**, wenn sie alle Methoden der Schnittstelle implementiert. Schnittstellen können mehrfach vom anderen Schnittstellen erben.
- Pakete dienen zur Strukturierung großer Programmsysteme; sie fassen verwandte Klassen zusammen.