Einführung in die Programmierung

Teil 8: Interfaces

Prof. Dr. Peer Kröger,
Florian Richter, Michael Fromm

Wintersemester 2018/2019

Übersicht

1. Einführung
2. Schnittstellen in Java
3. Exkurs: Marker-Interfaces

1. Einführung

2. Schnittstellen in Java

3. Exkurs: Marker-Interfaces

Einführung

- Wie wir inzwischen wissen, definieren die Objekt-Methoden einer Klasse die Verhaltensweisen von Objekten dieser Klasse.
- Aus Sicht eines Anwenders der Klasse können diese Verhaltensweisen auch als *Funktionalitäten* oder *Dienstleistungen* bezeichnet werden.
- Dabei interessiert sich der Anwender (z.B. eine andere Klasse) nicht wirklich für die Implementierungsdetails, er muss nur die Signatur einer Methode kennen, um sie verwenden zu können.
- Andererseits hängen die Implementierungsdetails nicht von der konkreten Verwendung durch einen Anwender ab.

Einführung

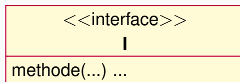
- Der Implementierer möchte also nur wissen, welche Funktionalitäten bereitgestellt werden müssen.
- Der Anwender hingegen möchte nur wissen, welche Funktionalitäten bereitgestellt werden.
- Beide richten sich nach einer gemeinsamen „Schablone“ (*Schnittstelle*, *Interface*), der Implementierer „von innen“, der Anwender „von außen“.

Einführung

- Eine Schnittstelle definiert also Dienstleistungen, die für Anwender (z.B. aufrufende Klassen) zur Verfügung stehen müssen und die der Implementierer bereitstellen muss.
- Dabei werden in der Schnittstelle die Implementierungsdetails der Dienstleistungen (im Ggs. zu Klassen) *nicht* festgelegt.
- Es werden *funktionale Abstraktionen* in Form der Methodensignaturen bereitgestellt, die das WAS, aber nicht das WIE festlegen.
- Interfaces bestehen i.d.R. nur aus Methodensignaturen, d.h. sie besitzen insbesondere keine Methodenrümpfe und keine Attribute (in Java dürfen sie zusätzlich statische Konstanten spezifizieren).
- Interfaces sind daher ähnlich zu abstrakten Klassen, die ausschließlich abstrakte Methoden besitzen.
- Interfaces sind gültige Objekttypen für Variablen, es gibt aber keine Objekte (Instanzen) dieses Typs.

Realisierungsbeziehung

- Ein Interface spezifiziert also eine gewisse Funktionalität, ist selbst aber nicht instanziierbar.
- In UML wird ein Interface *I* so dargestellt:



- Implementiert eine (nicht-abstrakte) Klasse *K* ein Interface *I*, müssen alle Methoden des Interfaces in der Klasse implementiert werden.
- Zwischen *K* und *I* besteht dann eine Realisierungsbeziehung, in UML so dargestellt:

LMU

1. Einführung

2. Schnittstellen in Java

3. Exkurs: Marker-Interfaces

LMU

- In Java werden Schnittstellen mit dem Schlüsselwort `interface` anstelle von `class` vereinbart.
- Alle Eigenschaften für den Namensraum von Klassen bzgl. Packages gelten analog für Interfaces.
- Alle Methoden eines Interfaces sind grundsätzlich `public`, daher ist keine Sichtbarkeitsspezifikation nötig (`public` darf aber explizit geschrieben werden).

Beiepiel: Interfaces in Java

- Als Beispiel definieren wir ein Interface `RaeumlichesObjekt`, das den Zugriff auf die Ausdehnung eines (3-dimensionalen) räumlichen Objekts festlegt.

```
public interface RaeumlichesObjekt {
  /** Die L&auml;nge des Objekts in mm. */
  int laenge();

  /** Die H&ouml;he des Objekts in mm. */
  int hoehe();

  /** Die Breite des Objekts in mm. */
  int breite();
}
```

<<interface>>
RaemlichesObjekt

laenge() : int
hoehe() : int
breite() : int

Interfaces in Java

LMU

- In einem zweiten Beispiel definieren wir ein Interface `Farbig`, das den Zugriff auf die Farbe eines Objekts festlegt und einige wichtige Farben als Konstanten definiert.
- Alle *Attribute* eines Interfaces sind grundsätzlich globale, statische Konstanten, daher werden die Zusätze **`public static final`** nicht benötigt (dürfen aber natürlich wieder explizit geschrieben werden).

Interfaces in Java

- Die Definition des Interface `Farbig`

```
import java.awt.*; // fuer die Klasse Color

public interface Farbig {
    /** Die Farbe (als RGB-Zahl) des Objekts. */
    int farbe();

    /** Die Farbe "schwarz". */
    int SCHWARZ = Color.BLACK.getRGB();
    /** Die Farbe "weiss". */
    int WEISS = Color.WHITE.getRGB();
    /** Die Farbe "rot". */
    int ROT = Color.RED.getRGB();
    /** Die Farbe "gr&uuml;n". */
    int GRUEN = Color.GREEN.getRGB();
    /** Die Farbe "blau". */
    int BLAU = Color.BLUE.getRGB();
}
```

Implementierung von Interfaces in Java

LMU

- Das Interface `RaeumlichesObjekt` beschreibt zunächst nur die gewünschte Funktionalität, stellt diese aber noch nicht zur Verfügung.
- Die Funktionalität kann nur von einer konkreten Klasse zur Verfügung gestellt werden.
- Dazu muss die entsprechende Klasse das Interface *implementieren* – dies wird mit dem Schlüsselwort **`implements`** `<InterfaceName>` nach dem Klassennamen angezeigt.
- Die Klasse muss dann Methodenrümpfe für alle Methoden des Interfaces definieren.

Implementierung von Interfaces in Java

LMU

- Eine Klasse kann auch mehrere Interfaces implementieren (dabei muss sie dann *alle* Methoden *aller* Interfaces implementieren).
- Im folgenden sehen wir drei Beispielklassen, die alle das Interface `RaeumlichesObjekt` implementieren.
- Zwei Klassen implementieren zudem das Interface `Farbig`.

Implementierung von Interfaces

```
public class Auto implements RaeumlichesObjekt, Farbig {
    private int laenge;
    private int hoehe;
    private int breite;
    private int farbe = WEISS;
    // weitere Attribute ...

    public int laenge() {
        return this.laenge;
    }

    public int hoehe() {
        return this.hoehe;
    }

    public int breite() {
        return this.breite;
    }

    public int farbe() {
        return this.farbe;
    }
}
```

Implementierung von Interfaces

```java
public class FussballPlatz implements RaeumlichesObjekt, Farbig {
    public int laenge() {
        return 105000;
    }

    public int hoehe() {
        return 0;
    }

    public int breite() {
        return 65000;
    }

    public int farbe() {
        return GRUEN;
    }
}
```

Implementierung von Interfaces

```
public class PapierBlatt implements RaeumlichesObjekt {
    private final int FORMAT;

    public int laenge() {
        int erg = 0;
        switch(FORMAT)
        {
            case 0 : erg = 1189; break;
            case 1 : erg = 841; break;
            case 2 : erg = 594; break;
            case 3 : erg = 420; break;
            case 4 : erg = 297; break;
            // usw. ...
        }
        return erg;
    }

    ... // Fortsetzung naechste Seite
```

Implementierung von Interfaces

```
    ...

    public int hoehe()
    {
        return 0;
    }

    public int breite()
    {
        int erg = 0;
        switch(FORMAT)
        {
            case 0 : erg = 841; break;
            case 1 : erg = 594; break;
            case 2 : erg = 420; break;
            case 3 : erg = 297; break;
            case 4 : erg = 210; break;
            // usw. ...
        }
        return erg;
    }
}
```

Verwendung von Interfaces

LMU

- Nützlich sind Interfaces u.a. dann, wenn Eigenschaften einer Klasse beschrieben werden sollen, die nicht direkt in ihrer “normalen” Vererbungshierarchie abgebildet werden können.
- Hätten wir `RaeumlichesObjekt` als abstrakte Vaterklasse definiert, und `Auto`, `FussballPlatz` und `PapierBlatt` daraus abgeleitet, ergäbe das eine etwas unnatürliche Vererbungshierarchie.
- Durch die Implementierung des Interfaces `RaeumlichesObjekt` können die drei Klassen die Methoden `laenge`, `hoehe` und `breite` dagegen *unabhängig* von ihrer Vererbungslinie garantieren (dies wird später auch bei der Umsetzung einer Mehrfachverebung genutzt).

Verwendung von Interfaces

- Definierte Interfaces können ähnlich wie abstrakte Klassen verwendet werden.
- Das folgende einfache Beispiel illustriert die Anwendung des Interfaces `RaeumlichesObjekt`:

  Eine Methode `volumen` (die z.B. eine Hilfsmethode einer `main`-Methode sein kann), die das Volumen von räumlichen Objekten berechnet, kann nun wie folgt definiert sein:

```
public static int volumen(RaeumlichesObjekt obj) {
    return obj.laenge() * obj.hoehe * obj.breite();
}
```

Verwendung von Interfaces

LMU

- Die Methode `volumen` akzeptiert als Eingabe nun nur Objekte von Klassen, die das Interface `RaeumlichesObjekt` implementieren, also in unserem Beispiel nur Objekte der Klassen `Auto`, `FussballPlatz` und `PapierBlatt`.
- So ist sichergestellt, dass die Methoden `laenge`, `hoehe` und `breite` tatsächlich für den Eingabeparameter `obj` zur Verfügung stehen.
- Wie bereits erwähnt, kann man für Interfaces keine Objekte instanziieren, d.h. die Methode `volumen` kann nicht für ein Objekt vom Typ `RaeumlichesObjekt` aufgerufen werden, sondern nur für Objekte vom Typ einer Klasse, die `RaeumlichesObjekt` implementiert.
- Dennoch ist ein Interface ein gültiger Objekttyp für Variablen, z.B.:

```
RaeumlichesObjekt auto = new Auto();
```

Interfaces und Vererbung

LMU

- Eine Klasse, die ein Interface implementiert, kann auch Vaterklasse für ein oder mehrere abgeleitete Klassen sein.
- Dann erben alle abgeleiteten Klassen natürlich auch alle Methoden des Interfaces (die ja in der Vaterklasse implementiert wurden und ggf. nochmals überschrieben werden können).
- Dadurch "implementieren" auch alle abgeleiteten Klassen die Interfaces, die von der Vaterklasse implementiert werden.
- Auch Interfaces selbst können abgeleitet werden.
- Das abgeleitete Interface erbt alle Methoden des Vater-Interface.
- Eine implementierende Klasse muss damit auch alle Methoden aller Vater-Interfaces implementieren.

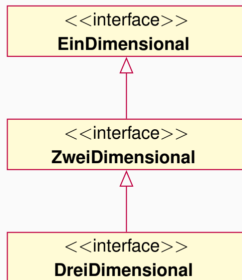
Beispiel: Vererbung von Interfaces

Beispiel:

```
public interface EinDimensional {
  int laenge();
}

public interface ZweiDimensional
       extends EinDimensional {
  int breite();
}

public interface DreiDimensional
       extends ZweiDimensional {
  int hoehe();
}
```



Beispiel: Vererbung von Interfaces

```
public class Auto2 implements DreiDimensional {

  private int laenge;
  private int hoehe;
  private int breite;
  // weitere Attribute ...

  public int laenge() {
    return this.laenge;
  }

  public int hoehe() {
    return this.hoehe;
  }

  public int breite() {
    return this.breite;
  }
}
```

Interfaces und abstrakte Klassen: Unterschiede

- Offensichtlich haben Interfaces und abstrakte Klassen ähnliche Eigenschaften, z.B. können keine Objekte von Interfaces und abstrakten Klassen instanziiert werden.
- Im Unterschied zu Interfaces können abstrakte Klassen aber auch konkrete Methoden enthalten, d.h. Methoden mit Rumpf.
- Es ist sogar möglich, dass abstrakte Klassen nur konkrete Methoden spezifizieren; mit dem Schlüsselwort **`abstract`** in der Klassendeklaration ist die Klasse dennoch abstrakt (und daher nicht instanziierbar).
- Alle Methoden eines Interfaces sind dagegen immer abstrakt.
- Abstrakte Klassen dürfen im Gegensatz zu Interfaces Attribute (Instanz-Variablen) spezifizieren (die auf "implementierende"[1] Klassen vererbt werden).

[1] d.h. abgeleitete

Interfaces und abstrakte Klassen: Verwendung

LMU

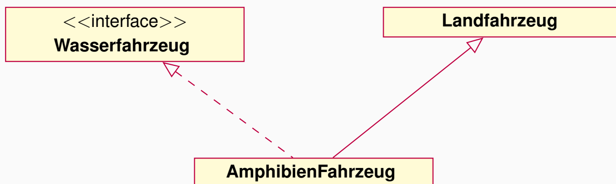
- Welches Konzept sollte man nun verwenden?
- Interfaces sind flexibler und können in unterschiedlichen Klassenhierarchien verwendet werden, da sie keinerlei Möglichkeiten bereitstellen, Implementierungsdetails festzulegen, sondern lediglich abstrakte Funktionalitäten.
- Implementierungsdetails können allerdings in der Dokumentation vorgeschrieben werden – ob diese Vorschrift wirklich eingehalten wird, kann aber der Compiler nicht überprüfen.
- Abstrakte Klassen bieten darüber hinaus die Möglichkeit, einen Teil der Implementierungsdetails bereits festzulegen und damit die Wiederverwendbarkeit von Code-Teilen zu unterstützen, wo dies möglich/sinnvoll ist.

Interfaces und Mehrfachvererbung

- Wie bereits angedeutet, kann man mit Hilfe von Interfaces auch Mehrfachvererbung in Java modellieren.
- Beispiel: `AmphibienFahrzeug` wird von `WasserFahrzeug` und `Landfahrzeug` abgeleitet.
- Problem war, dass beide Vaterklassen eine Methode `getPS` implementieren, die nicht überschrieben wird.
- Falls die Methode `getPS` für ein Objekt der Klasse `AmphibienFahrzeug` aufgerufen wird, kann nicht entschieden werden, welche ererbte Version ausgeführt werden soll.

Interfaces und Mehrfachvererbung

- Lösung: Nur eine der Vaterklassen wird als Klasse realisiert, alle anderen (in unserem Fall nur eine) werden als Interfaces angegeben.
- Die (von der übriggebliebenen Vater-Klasse) abgeleitete Klasse muss nun zusätzlich zur Vererbung alle Interfaces implementieren.
- Beispiel: `WasserFahrzeug` wird als Interface spezifiziert, wohingegen `Landfahrzeug` eine Klasse ist.
- Die Klasse `AmphibienFahrzeug` ist von `Landfahrzeug` abgeleitet und implementiert `WasserFahrzeug`.



- Die Methode `getPS` muss (falls sie im Interface `WasserFahrzeug` verlangt wird) in der abgeleiteten Klasse implementiert werden.
- Wird die Methode allerdings bereits von der Vaterklasse ererbt, muss `getPS` in `AmphibienFahrzeug` *nicht* implementiert werden (kann aber selbstverständlich überschrieben werden).
- In beiden Fällen ist die Methode `getPS` für Objekte der Klasse `AmphibienFahrzeug` eindeutig bestimmt.

Interfaces und Mehrfachvererbung

LMU

- Achtung: Die Realisierung von Mehrfachvererbung in Java mittels Interfaces schränkt das eigentliche Konzept der Mehrfachvererbung ein, denn offensichtlich ist es z.B. nicht möglich, Objekte aller Vaterklassen zu erzeugen.
- In unserem Beispiel ist es nicht möglich, Objekte vom Typ `WasserFahrzeug` zu instanziieren.
- Ebenfalls eingeschränkt ist die Möglichkeit, Funktionalitäten in Vaterklassen zu implementieren und dann zu vererben (Wiederverwendung).
- Diese Einschränkungen sind allerdings nötig, um die oben angesprochenen Probleme der Mehrfachvererbung zu lösen.

LMU

1. Einführung

2. Schnittstellen in Java

3. Exkurs: Marker-Interfaces

Exkurs: Marker-Interfaces

LMU

- Interfaces, die weder Methoden noch Konstanten definieren, also einen leeren Rumpf haben, werden *Marker-Interfaces* (auch: *Flag-Interfaces*, *Tagging-Interfaces*) genannt.
- Marker-Interfaces sind dazu gedacht, gewisse (teilweise abstrakte) Eigenschaften von Objekten sicher zu stellen, die typischerweise im Kommentar des Interfaces spezifiziert sind.
- Implementiert eine Klasse ein Marker-Interface, sollte sich der Implementierer an diese Spezifikationen halten.
- Der Programmierer signalisiert durch `implements <MarkerInterface>`, dass seine Klasse die Eigenschaften hat, die im angegebenen Marker-Interface spezifiziert sind.
- Vorsicht bei geerbten Marker-Interfaces!

Beispiel: Das Interface `Cloneable`

Beispiel:

- Zur Erinnerung: `clone()` erzeugt eine Kopie des aktuellen Objekts.
- Wie erwähnt erzeugt die ursprüngliche Fassung von `clone()` in `Object` eine flache Kopie und damit ist nicht sichergestellt, dass die Kopie unabhängig vom ursprünglichen Objekt ist!
- Die Java-API stellt das Marker-Interface `Cloneable` zur Verfügung, das für die Methode `clone()` eine spezielle Eigenschaft spezifiziert.
- Implementiert eine Klasse das Interface `Cloneable`, so zeigt der Implementierer an, dass die Methode `clone()` eine tiefe Kopie erzeugt, die Methode `clone()` muss dazu entsprechend überschrieben werden.
- Achtung: diese Eigenschaft kann natürlich *nicht* vom Compiler überprüft werden!

Zusammenfassung

LMU

Sie kennen jetzt:

- das Konzept der Interfaces als Möglichkeit abstrakte Funktionalitäten (d.h. komplett ohne Implementierungsdetails) zu spezifizieren,
- die Umsetzung von Interfaces in Java, insbesondere das Definieren, Implementieren und Verwenden von Interfaces,
- den Unterschied zwischen Interfaces und abstrakten Klassen,
- die Möglichkeit, Mehrfachvererbung mit Hilfe von Interfaces in Java zu simulieren,
- das Konzept der Marker-Interfaces zur Zusicherung von gewissen Eigenschaften von Klassen (die allerdings nicht vom Compiler überprüft werden können).