

Interfaces

Softwareentwicklung II (IB)

Prof. Dr. Oliver Braun

Letzte Änderung: 28.01.2020 17:34

- **Interface** = isolierte Schnittstelle, ohne Implementierung
- Definitionsschema:

```
interface Name {  
    public void method(...);  
    ...  
}
```

- Ähnlich wie Klassendefinition, aber mit reserviertem Wort **interface**
- Im Interface fehlen ...
 - Rümpfe der **public**-Methoden, statt dessen nur „;“
 - andere als **public**-Methoden
 - Konstruktoren
 - Objektvariablen

- seit Java 8 dürfen Interfaces sog. Defaultmethoden und statische Methoden enthalten
- diese werden wir im Rahmen dieser Lehrveranstaltung **nicht** betrachten!

- Komplexe Zahlen = Punkte in der komplexen Zahlenebene (auch: kartesischen Zahlenebene)
- Reelle Achse (Abszisse, quer) und imaginäre Achse (Ordinate, senkrecht) .Darstellungen einer komplexen Zahl:
 - **Kartesische Darstellung** mit Realteil r und Imaginärteil i
 - **Polardarstellung** mit Abstand d vom Ursprung (Betrag) und Drehwinkel φ (ab positiver Abszisse gegen den Uhrzeigersinn)

Interface **Complex**

- Interface **Complex** für komplexe Zahlen:

```
interface Complex {  
    ...  
}
```

- Eigenschaften einer komplexen Zahl: Realteil, Imaginärteil, Betrag, Winkel
- Getter:

```
interface Complex {  
    public double getReal();  
    public double getImag();  
    public double getDistance();  
    public double getAngle();  
}
```

- Grundrechenarten für komplexe Zahlen
- Stellvertretend

Addition: In kartesischer Darstellung Realteil und Imaginärteil getrennt addieren:

$$(r_1, i_1) + (r_2, i_2) = (r_1 + r_2, i_1 + i_2)$$

Multiplikation: In Polardarstellung Abstände multiplizieren, Winkel addieren:

$$(d_1, \varphi_1) \cdot (d_2, \varphi_2) = (d_1 \cdot d_2, \varphi_1 + \varphi_2)$$

- Im Interface als Methoden `add`, `mult` mit Wertesemantik:

```
interface Complex {  
    ...  
    public Complex add(Complex that);  
    public Complex mult(Complex that);  
}
```

- Interface = Vertrag, aber Interface \neq Klasse
- Legt nur Anforderungen fest, liefert keine Implementierung
- Keine Objekte von Interfaces
- Wie bei Klassen: Eine Interfacedefinition pro Quelltextdatei, Dateiname = Interfacename + `.class`
- Beispiel: Interface `Complex` in der Quelltextdatei `Complex.java`
- Bytecode: ohne ausführbare Anweisungen
- Elemente eines Interfaces implizit `public`, alles andere unzulässig

Implementieren von Interfaces

- Isoliertes Interface nutzlos
- Konkrete Klassen implementieren das Interface = definieren die Methoden des Interface
- `implements` koppelt Klasse mit Interface. Schematisch:

```
class Name implements Interface {  
    ...  
}
```

- Klassendefinition ansonsten normal

Beispiel **Cartesian** (1/4)

- Beispiel: Klasse **Cartesian** für komplexe Zahlen in kartesischer Darstellung:

```
class Cartesian implements Complex {...}
```

- `double`-Objektvariable für Real- und Imaginärteil:

```
class Cartesian implements Complex {  
    private final double real;  
    private final double imag;  
    ...  
}
```

Beispiel **Cartesian** (2/4)

- **Cartesian** muss alle Methoden des Interfaces **Complex** mit den gleichen Köpfen definieren:

```
class Cartesian implements Complex {  
    private final double real;  
    private final double imag;  
    @Override  
    public double getReal() {  
        return real;  
    }  
    @Override  
    public double getImag() {  
        return imag;  
    }  
}
```

```
@Override
public double getDistance() {
    return Math.hypot(real, imag);
}

@Override
public double getAngle() {
    return Math.atan2(imag, real);
}

@Override public Complex add(Complex that) {...}
@Override public Complex mult(Complex that) {...}
...
}
```

Beispiel **Cartesian** (4/4)

- Zusätzliche Methoden erlaubt
- Beispiel Konstruktor:

```
class Cartesian implements Complex {  
    Cartesian(double r, double i) {  
        real = r;  
        imag = i;  
    }  
    ...  
}
```

- `@Override` ist eine sog. Annotation
 - zeigt an, dass es eine Methode mit dieser Signatur im Interface gibt und diese hier implementiert werden soll

Alternative Implementierung **Polar** (1/3)

- Klasse **Polar** für komplexe Zahlen in Polardarstellung, definiert ebenfalls das Interface **Complex**:

```
class Polar implements Complex {...}
```

- Objektvariablen für Betrag und Winkel:

```
class Polar implements Complex {  
    private final double distance;  
    private final double angle;  
    ...  
}
```

Alternative Implementierung **Polar** (2/3)

- Auch **Polar** definiert alle Methoden von **Complex**, aber mit anderen Rümpfen als **Cartesian**:

```
class Polar implements Complex {  
    private final double distance;  
    private final double angle;  
    Polar(double d, double a) {  
        distance = d;  
        angle = a;  
    }  
    @Override  
    public double getReal() {  
        return distance * Math.cos(angle);  
    }  
}
```


Alternative Implementierung **Polar** (3/3)

```
@Override
public double getImag() {
    return distance * Math.sin(angle);
}
@Override
public double getDistance() {
    return distance;
}
@Override
public double getAngle() {
    return angle;
}
@Override public Complex add(Complex that) {...}
@Override public Complex mult(Complex that) {...}
...
}
Interfaces
```

- **Cartesian** und **Polar** implementieren gleichrangig das Interface **Complex**
- Gemeinsames Interface gibt Methodenköpfe vor, identisch in **Cartesian** und **Polar**
- **Cartesian** und **Polar** unabhängig, isoliert, ohne gegenseitigen Bezug
- Objektvariablen, Methodenrümpfe unterschiedlich
- Ausgenommen vom Interface: Konstruktoren
- Interfaces kennen keine konkreten Objekte, keine Objektvariablen \Rightarrow können keine Konstruktoren

Interfaces als Typen

- Interfaces sind **Typen**, ebenso wie Klassen
- Zulässig für Variablendefinitionen, Parameterlisten, Methodenergebnis, Arrayelemente, ...
- Beispiel: Variable `c` vom Typ `Complex`:

```
Complex c;
```

- Objekte des Interface gibt es nicht. Was könnte `c` überhaupt zugewiesen werden?
- Alle implementierenden Klassen kompatibel zum Interface
- Beispiel: An `c` kann ein `Cartesian`-Objekt zugewiesen werden:

```
Complex c = new Cartesian(1, 2);
```

- Methodenaufruf mit Variable von Interfacetyp wirft Fragen auf
- Einfacher Fall: Nur ein Kandidat: `getReal`-Methode der Klasse `Cartesian`

```
Complex c = new Cartesian(1, 2);  
System.out.println(c.getReal());
```

⇒ `getReal`-Methode der Klasse `Cartesian`

- `Cartesian` und `Polar` implementieren beide `Complex`.

- Vorhergehendes Beispiel mit `Polar`-Objekt, jetzt `getReal`-Methode der Klasse `Polar`:

```
Complex c = new Polar(1.7, 0.8);    // vorher Cartesian
System.out.println(c.getReal());
```

- Isolierte Anweisung: Welche `getReal`-Methode?

```
System.out.println(c.getReal());
```

- Im allgemeinen Fall: Der Compiler kann keine `getReal`-Methode auswählen!

- Beispiel mit Bedingung **b**, die erst zur Laufzeit entschieden wird (bspweise Benutzereingabe):

```
Complex c;
```

```
if (b) {
```

```
    c = new Cartesian(1, 2);
```

```
} else {
```

```
    c = new Polar(1.7, 0.8);
```

```
}
```

```
// c = Cartesian oder Polar?
```

```
System.out.println(c.getReal());
```

- Auswahl einer konkreten Methode fällt erst zur Laufzeit, der Compiler trifft keine Entscheidung
- JVM sucht pro Aufruf eine Methode des momentan zugewiesenen Objekts
- Bezeichnung: **Dynamisches Binden** = Zuordnung Aufruf \leftrightarrow Rumpf zur Laufzeit
- Dynamisches Binden = weitere Form des Polymorphismus

- Beispiel: Wechsel in jedem Schleifendurchgang:

```
Complex c;  
for (int i = 0; i < 10; i++) {  
    if(i%2 == 0) {  
        c = new Cartesian(i, 2);  
    } else {  
        c = new Polar(i, 0.8);  
    }  
    System.out.println(c.getReal());  
}
```


- **Statischer Typ** = Typ einer Variablen gemäß Definition
- Beispiel: Statischer Typ von `c` = **Complex**

```
Complex c;
```

- Für eine Variable eines Interfacetyp: Der Compiler prüft, ob aufgerufene Methoden im Interface definiert sind
- Zur Laufzeit wird der Variablen ein Objekt einer konkreten, kompatiblen Klasse zugewiesen sein
 - jede kompatible Klasse implementiert das Interface
 - jede kompatible Klasse definiert jede Methode des Interface

⇒ irgend eine passende Methode muss existieren Was immer an `c` zugewiesen wird, die Methode `getReal` existiert:

```
Complex c;
```

```
c = ...;
```

```
System.out.println(c.getReal());
```

- Der Compiler kann für einen Methodenaufruf ...
 - sicherstellen, dass irgend eine passende Methode existiert
 - nicht entscheiden, welche konkrete Methode das sein wird
- Compiler kann nicht vor dem Wert `null` schützen: Programmabbruch mangels Objekt

- **Dynamischer Typ** = Typ des tatsächlich an eine Variable zugewiesenen Objekt

```
Complex c = new Cartesian(1, 2);
```

c hat den ...

statischen Typ **Complex** (gemäß Variablendefinition)

dynamischen Typ **Cartesian** (das tatsächlich zugewiesene Objekt)

- Der ...
 - statische Typ bleibt immer gleich
 - dynamische Typ kann sich ändern
- Beim Übersetzen ist der statische Typ entscheidend (Compiler)
- Zur Laufzeit ist der dynamische Typ entscheidend (JVM)

- Parameterübergabe = versteckte Wertzuweisung
- Übergabe kompatibler Typen zulässig \Rightarrow Parameter können Interfacetyp haben
Kopier-Konstruktor von `Cartesian`. Naive Implementierung mit `Cartesian`-Parameter:

```
class Cartesian implements Complex {  
    Cartesian(Cartesian that) {// Parametertyp Cartesian  
        real = that.real;    // Zugriff auf Objektvariable  
        imag = that.imag;  
    }  
    ...  
}
```

Nachteil: Kann nur komplexe Zahlen in der kartesischen Darstellung duplizieren

- Flexibler: Kopier-Konstruktor mit `Complex`-Parameter:

```
class Cartesian implements Complex {  
    Cartesian(Complex that) { // Parametertyp Complex  
        real = that.getReal(); // Getter  
        imag = that.getImag(); // Getter  
    }  
    ...  
}
```

Vorteil: Kann alle komplexen Zahlen kopieren, insbes. auch Polardarstellung

- Zugriff auf Original-Objekt nur über Getter
- Entsprechender Kopier-Konstruktor in `Polar`:

```
class Polar implements Complex {  
    Polar(Complex that) {           // Parametertyp Complex  
        distance = that.getDistance(); // Getter  
        angle = that.getAngle();  
    }  
    ...  
}
```

- Dynamischer Typ der Parameterobjekte für Konstruktoren irrelevant

- Alle Mischungen von `Cartesian`- und `Polar`-Objekten möglich:

Complex `c`;

```
c = new Cartesian(new Cartesian(1, 2));
```

```
c = new Cartesian(new Polar(1.5, 0.8));
```

```
c = new Polar(new Cartesian(1, 2));
```

```
c = new Polar(new Polar(1.5, 0.8));
```


Beispiel: Addition komplexer Zahlen (1/4)

- Methode `add` addiert zwei komplexe Zahlen
- Kopf von `add` im Interface festgelegt, für alle komplexen Zahlen verfügbar:

```
interface Complex {  
    ...  
    public Complex add(Complex c);  
}
```

- `add`-Parameter vom Typ `Complex`, d.h. beliebige komplexe Zahl

Beispiel: Addition komplexer Zahlen (2/4)

- Implementierende Klassen müssen `add` mit dem gleichen Kopf definieren:

```
class Cartesian implements Complex {  
    ...  
    @Override public Complex add(Complex c) { ... }  
}
```

```
class Polar implements Complex {  
    ...  
    @Override public Complex add(Complex c) { ... }  
}
```

Beispiel: Addition komplexer Zahlen (3/4)

- Implementierungen von `add` kennen den dynamischen Typ des Parameters `c` nicht, müssen mit Gettern auskommen •

```
class Cartesian implements Complex {  
    ...  
    @Override  
    public Complex add(Complex c) {  
        return new Cartesian(real + c.getReal(),  
                               imag + c.getImag());  
    }  
}  
  
class Polar ... // entsprechend
```

Beispiel: Addition komplexer Zahlen (4/4)

- Im Aufruf von `add` mehrfach dynamisches Binden:

```
Complex c = ...;
```

```
Complex d = ...;
```

```
if(c.add(d))
```

```
...
```

- Ablauf im konkreten Einzelfall recht komplex. Kann aber weitgehend ignoriert werden ...
 1. der Compiler stellt sicher, dass alle erforderlichen Methoden existieren
 2. dynamisches Binden der JVM ruft passende Implementierungen der Methoden auf
- Klassen können isoliert und unabhängig entwickelt, getestet, freigegeben, ... werden

- Schnittstellen von Arithmetik-Methoden im Interface:

```
interface Complex {  
    ...  
    public Complex add(Complex that);  
    public Complex mult(Complex that);  
}
```

- Covarianter Ergebnistyp:
Implementierende Klasse mit abweichendem Ergebnistyp
- Beispiel: Implementierung der Addition in `Cartesian`:

```
class Cartesian implements Complex {  
    ...  
    // statt public Complex add ...  
    @Override  
    public Cartesian add(Complex c) {  
        return new Cartesian(real + c.getReal(),  
                             imag + c.getImag());  
    }  
}
```

Einsatz von Interfaces

- Entwicklung, Modifikation von Interface-Implementierungen ohne Rücksicht auf andere Klassen zum gleichen Interface
- Beispiel: neue, dritte Implementierung names **Perplex**:
 - Existenz von **Cartesian** und **Polar** kann ignoriert werden
 - Anwenderprogramme können sofort mit **Perplex** arbeiten
 - Reibungsloses Zusammenspiel automatisch sichergestellt
- Anwendung: Berechnen der Potenz c^n (für ganzzahlige $n \geq 1$)

```
Complex power(Complex c, int n) {  
    while(n > 1) {  
        c = c.mult(c);  
        n--;  
    }  
    return c;  
}
```

Variablen in Interfaces

- Öffentliche Konstanten als Variablen in Interfaces zulässig
- Wenn nicht genannt: Compiler ergänzt automatisch Modifier `public static final`
- Initialisierung Pflicht
- Beispiel: Interface mit Definition der Kreiszahl π :

```
interface MathConstants {  
    double PI = 3.14;  
}
```

Äquivalent zu:

```
interface MathConstants {  
    public static final double PI = 3.14;  
}
```