K10

Dynamische Programmiersprachen

Dynamische Programmiersprachen

- Der Begriff *Dynamischen Programmiersprache* ist nicht präzise bzw. formal definiert.

- Typischerweise versteht man darunter Sprachen ...
  - ... bei denen zur Laufzeit Tätigkeiten ausgeführt werden, die bei *statischen Sprachen** zur Compilezeit ausgeführt werden, z.B.:
    - Dynamische Typüberprüfung
    - Dynamische Bestimmung des Typs anhand struktureller Eigenschaften
    - Modifikation von Programmen zur Laufzeit
  - ... die Interpretiert ausgeführt werden (Skriptsprachen)
  - ... die automatische Speicherverwaltung beinhalten

- Motivation:
  - Produktivität bei der Programmierung erhöhen und/oder
  - Erlernbarkeit der Programmiersprache vereinfachen

* Auch dieser Begriff ist nicht präzise definiert.

Dynamische Typüberprüfung (i)

- Typüberprüfung erfolgt zur Laufzeit (im Gegensatz zur statischen Typprüfung zur Compilezeit).
  - Vertreter: Groovy, JavaScript, Lisp, Lua, Perl, PHP, Ruby, Python, ...

- Charakteristische Eigenschaft:
  1. Werte/Objekte haben Typ
     - Ergo: Typinformation muss zusätzlich mit dem Wert/Objekt geführt werden.
  2. Variablen haben keinen Typ
     - Ergo: Variable kann während ihrer Lebenszeit Werte beliebigen Typs annehmen.

→ Es können weniger bis gar keine Garantien zur Typkompatibilität zur Laufzeit gegeben werden.

Dynamische Typüberprüfung (ii)

Nachteile:

- Typüberprüfung zur Laufzeit birgt gewissen Aufwand (Overhead); zeitlich als auch im Speicher.
- Laufzeitfehler durch Typinkompatibilitäten
  - Auftretens- und Ursacheort im Quelltext u.U. weit voneinander entfernt.
- Erhöhter Testaufwand
  - Volle Abdeckung aller möglichen Ausführungen oft nicht mit vertretbarem Aufwand machbar.

Duck Typing (i)

- **Idee:** Ein Objekt ist kompatibel zu einem Typ T wenn es zur Laufzeit die Methoden (und Attribute) von T besitzt.
  - Analog: zwei Objekte sind typkompatibel wenn sie zur Laufzeit gleiche Methoden (und Attribute) besitzen.
  - Ergo: Objekt muss im Grunde genommen überhaupt keinen statischen Typ besitzen. Der Typ wird dynamisch (zur Laufzeit) anhand seiner Struktur, nämlich der vorhandenen Methoden (und Attribute), bestimmt.

Name geht zurück auf ein Gedicht von J.W. RILEY:

„When I see a bird that walks like a duck and swims like a duck and quacks like a duck, I call that bird a duck.“

Duck Typing (ii)

Beispiel (Python):

```
class Vogel:
  def __init__(self, name):
      self.name = name
  def __str__(self):
      return
      self.__class__.__name__
      + ' ' + self.name

class Ente(Vogel):
  def quak(self):
      print str(self)+': quak'

class Frosch:
  def quak(self):
      print str(self)+': quak'
```

```
tiere = [Vogel('Gustav'),
         Ente('Donald'),
         Frosch('Kermit')]

for t in tiere:
    try:
        t.quak()
    except AttributeError:
        print 'Kann nicht quaken:', t
```

Ausgabe:

```
Kann nicht quaken: Vogel Gustav
Ente Donald: quak
Frosch Kermit: quak
```

Duck Typing – Gegenüberstellung (iii)

- Duck Typing ist dynamische Form des Structural Typing. Bei letzterem wird Typkompatibilität i. Allg. statisch zur Compilezeit bestimmt.
- Die Typsysteme der bisher in der Vorlesung behandelten Sprachen (C++, Java, Haskell) sind nominativ:
  - Typkompatibilität bzw. -äquivalenz bestimmt durch explizite Typdeklarationen und/oder Typnamen.

```
// explizite Deklaration äquivalenter
// Typen durch Typaliase in C++
typedef unsigned char BYTE;
```

```
-- explizite Deklaration äquivalenter
-- Typen durch Typsynonyme in Haskell
type String = [Char];
```

```
// unterschiedliche Typen in C++
// mit identischer Struktur
struct Foo {
  int id; char name[80];
};
struct Bar {
  int id; char name[80];
};
```

Mixins (i)

- **Idee**: Ein Mixin deklariert und definiert eine Menge von Methoden die man (zur Laufzeit) beliebig vielen Klassen hinzufügt – „beimischt“, ohne dass es dabei eine Superklasse sein muss (was damit den Unterschied zur Vererbung darstellt).
- Direkt unterstützt u.a. in: Go, Ruby, Scala

Beispiel (Ruby):

```ruby
# Mixin das Logging-Methoden bereitstellt
module Logging
  def logInfo # Methode für Info-Ausgabe
    # Implementierung ...
  end
  def logErr # Methode für Fehler-Ausgabe
    # Implementierung ...
  end
end
```

```ruby
# Verwendung
class Foo
  include Logging
  # ...
end
class Bar
  include Logging
  # ...
end
```

Mixins (ii)

- Konzept in der objektorientierten Programmierung:
  - Keine Form der Spezialisierung (Vererbung) sondern ein Mittel um Funktionalität (dynamisch) einer Klasse hinzuzufügen.
- Motivation: don‘t repeat yourself (dry)
- Vergleichbar mit:
  - Mehrfachvererbung: Klasse kann (alle) Methoden über ein oder mehrere Mixins erhalten.
    - Unterschied: eliminiert Probleme des mehrfachen Erbens von Methoden (siehe auch Diamond-Problem bzw. virtuelle Mehrfachvererbung in C++)
  - Java Interface
    - Unterschied: Methoden sind implementiert.
- Manche Sprachen ermöglichen das „beimischen“ von Methoden in eine Klasse zur Laufzeit, wobei Mixins selbst zur Compilezeit definiert sind. Dies ist eine Form des *late binding*.

Metaprogrammierung

- Mit Lisp wurde erstmalig die Möglichkeit eingeführt, ein in ein Programm als Daten eingebettetes Programmfragment p (welches i.A. nicht notwendigerweise in derselben Sprache geschrieben ist) auszuwerten und das Ergebnis zurückzuliefern (Ausdruck) bzw. auszuführen (Anweisung(en)).
- Auswertung/Ausführung von p entweder zur:
  - Compilezeit: Statische Metaprogrammierung
    z.B.: C/C++ Makros und C++ Templates
  - Laufzeit: Dynamische Metaprogrammierung
- Auswertung zur Laufzeit verfügbar u.a. in
  Lua, Perl, Python, Ruby, JavaScript.

Metaprogrammierung – `eval`

- Egal ob Auswertung zur Compile- oder Laufzeit stattfindet, es wird Evaluierungsfunktion: $eval(p)$ benötigt:
  - p liegt in Form von Daten für $eval$ vor.
    Demzufolge unterscheidet $eval$ bzgl. p nicht zwischen Programm und Daten.
  - Auswertung/Ausführung zur Laufzeit meist interpretiert.
  - Kompilierte Auswertung/Ausführung benötigt Zugriff auf einen Compiler durch das ausführbare Programm.
- Syntax bzgl. $eval$ variiert zwischen den Programmiersprachen; z.B. implizite Kennzeichnung durch Präfix # bei C/C++ Makros.

`eval` - Beispiele

Java Script:

```
// Auswertung eines Ausdrucks
x = 3;
alert(eval('x + 3'));

// Ausführung von Anweisungen
x = 3;
eval('x += 3; alert(x);');
```

Perl:

```
// Auswertung eines Ausdrucks
$x = 3;
print eval('$x + 3'), "\n";

// Ausführung von Anweisungen
$x = 3;
eval('$x += 3; print "$x\n";');
```

Python (interaktiver Modus `>>>`):

```
>>> # Auswertung eines Ausdrucks
>>> x = 3
>>> eval('x + 3')
6
```

```
>>> x = 3
>>> y = 4
>>> exec "x += 3; y += 4"
>>> x
6
>>> y
8
```

`eval` und Quines

- **`eval`** lässt sich verwenden um sogenannte Quines zu implementieren:
  - Definition: Ein Quine ist ein Programm dass keine Eingaben hat und bei Ausführung exakt seinen eigenen Quelltext ausgibt.
  - Auf dieser Basis ist ein Quine damit eine Spezialform eines Metaprogrammes.

Beispiel (Ruby):

```
eval s=%q(puts"eval s=%q(#{s})")
```

Ausprobierbar ohne dass man eine Ruby-Laufzeitumgebung Installieren muss auf http://codepad.org/

Metaprogrammierung: Dynamische Programmmodifikation

- Ebenfalls mit Lisp wurde erstmalig die Möglichkeit eingeführt dass ein Programm sich selbst zur Laufzeit modifiziert.
- Programm benutzt sich selbst als Daten. Durch Modifikation dieser Daten kann es sich selbst zur Laufzeit modifizieren.
  - Ob dies in der Folge zu einer unmittelbaren Änderung der Programmausführung führt, ist abhängig davon, ob die Modifikation direkt den Maschinencode (im Codesegment) ändert, bzw. ob sie so geschieht, dass ein Interpreter, der das aktuelle Programm interpretiert, die Modifikation „sieht“.

Dyn. Programmmodifikation – Beispiel

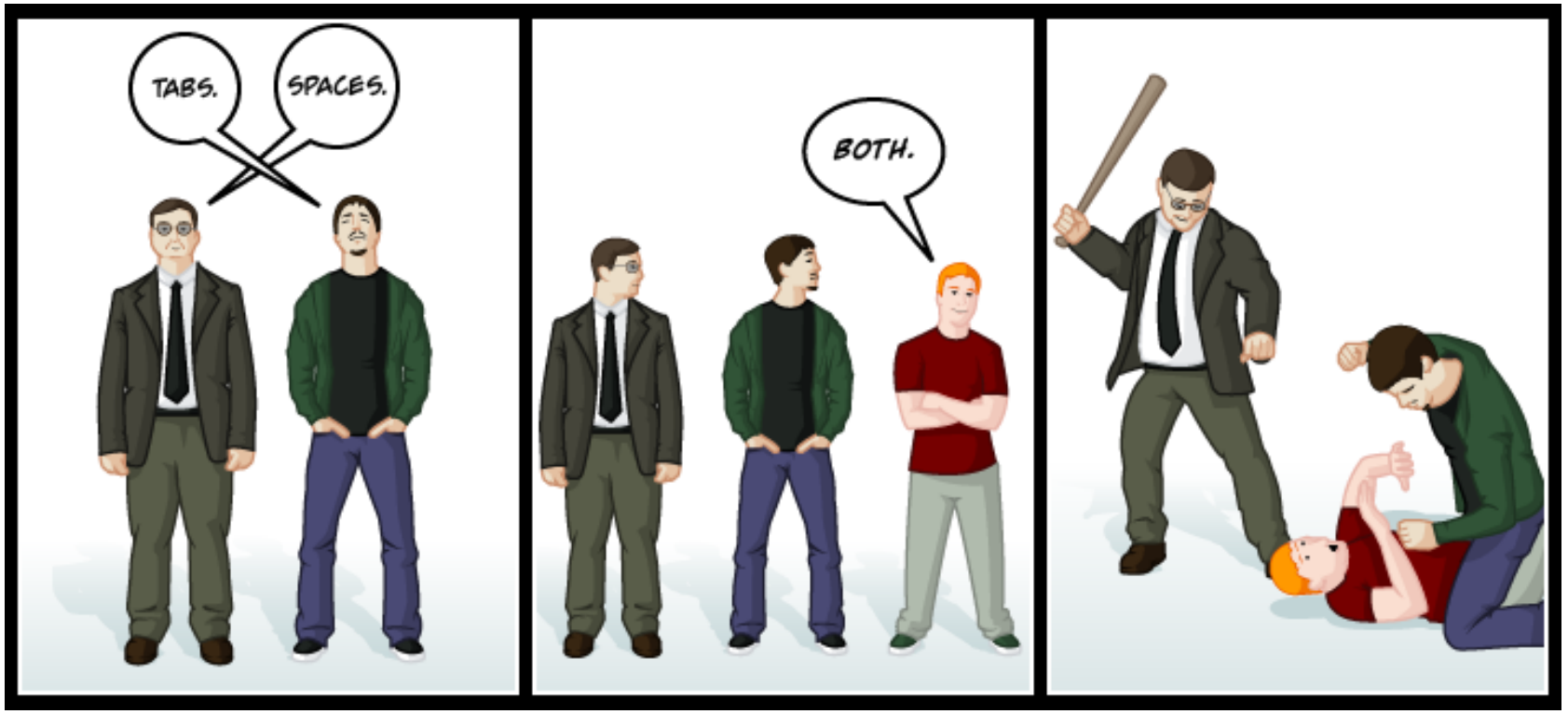
- Ruby: Hinzufügen einer neuen Methode zu einer Klasse und Ausführung dieser:

```
class Foo
  # initiale Definition der Klasse ...
end

# füge neue Methode 'hello' zur Klasse 'Foo' hinzu
Foo.class_eval("def hello; return 'hello'; end”)

# erzeuge neue Instanz und führe 'hello' aus
Foo.new.hello
```

  - Ähnlich kann man mit **`remove_method`** in Ruby eine Methode m^C einer Klasse C zur Laufzeit entfernen. Beachte: hat m^C jedoch m^{Sup} einer Superklasse Sup überschrieben, dann kann danach immer noch m^{Sup} auf Instanzen von C aufgerufen werden (da ererbt).

... Paradigmen ... ???

Was hat dieses Comic mit (Programmier-) Paradigmen zu tun?



Antwort: In der Praxis der Programmierung bzw. Softwareentwicklung findet man mindestens ein **nichttechnisches** Paradigma, welches nahezu unüberwindbar ist.