ETH zürich

Felix Friedrich & Hermann Lehner

Informatik II

Vorlesung am D-BAUG der ETH Zürich

Frühjahr 2020

1. Einführung

Ziele der Vorlesung

Ziele der Vorlesung

- Verständnis des Entwurfs und der Analyse grundlegender Algorithmen und Datenstrukturen.
- Fähigkeit, korrekte und ausreichend effiziente Programme entwickeln, um eine klar formulierte Problemstellung zu lösen.

Inhalte der Vorlesung

Software Engineering

Java To Python Introduction
Python Datastructures

Datenstrukturen / Algorithmen

Begriff der Invariante, Kostenmodell, Landau Symbole
Algorithmenentwurf, Induktion, Divide & Conquer
Suchen, Sortieren
Wörterbücher: Hashing und Suchbäume, Balancierte Bäume
Dynamische Programmierung
Fundamentale Graphenalgorithmen
Kürzeste Wege, Maximaler Fluss

2. Von Java nach Python

Erstes Python Programm, Transfer Java → Python, Dynamische Datenstrukturen in Python

Lernziele

- Erlernen einer neuen Programmiersprache (Python). Lernen, wie man von einer Programmiersprache zur anderen wechselt.
- Kennenlernen der wichtigsten Unterschiede zwischen Java und Python, sowohl aus syntaktischer wie auch aus semantischer Sicht.
- Erlernen der fundamentalen Datentypen von Python (list, set, dict und tuple) und der darauf anwendbaren Operationen.
- Gewöhnen an die neue Programmierprache und Umgebung (Python), indem bekannte Algorithmen erneut implementiert werden.

Erstes Java Programm

```
public class Hello {
  public static void main (String[] args) {
    System.out.print("Hello World!");
  }
}
```

Erstes Python Programm

```
print("Hello World!")
```

Kommentare

Kommentaren wird ein **#** vorangestellt:

```
# prints 'Hello World!' to the console
print("Hello World!")
```

Formattierung ist relevant: Anweisungen

- Whitespace (Space, Enter, Tab) ist relevant!
- Jede Zeile steht für eine Anweisung
- Also **genau eine** Anweisung pro Zeile
- Kommentare starten mit einem **#**

Beispiel-Program mit zwei Anweisungen:

```
# two print-statements
print("Hurray, finally ...")
print("... no Semicolons!")
```

Formattierung ist Relevant: Blöcke

- Blöcke müssen eingerückt werden!
- Alle eingerückten Anweisungen gehören zum Block, Block endet, wo die Einrückung endet.
- Start eines Blocks ist markiert durch ein Doppelpunkt “:”

```python
# in Python
while i > 0:
    x = x + 1 / i
    i = i - 1

print(x)
```

```java
// in Java
while (i > 0) {
    x = x + 1.0 / i;
    i = i - 1;
}
System.out.print(x)
```

Literale: Zahlen

- **integer**: `42, -5, 0x1b, 0o33, 772968476231357893257893`
  Beliebig genaue Ganzzahlen
- **float**: `-0.1, 34.567e-4`
  Wie **`double`** in Java, aber Präzission ist abghängig von der Platform (CPU/Betriebssystem)
- **complex**: 2 + 3j, (0.21 - 1.2j)
  Komplexe Zahlen in der Form a**+**b**`j`**. Optional mit runden Klammern.

Literale: Wahrheitswerte

- `True`
- `False`

Literale: Zeichenketten

- `'a single quoted string\nand a second line'`
- `"a doube quoted string\nand a second line"`
- Multi-line strings (tripple double quotes):

```
"""a multiline string
and a second line"""
```

Literale: Sequenzen

- **arrays**: Es gibt keine Arrays in Python
- **lists**: `[ 17, True, "abc"]` , `[]`
  Mutierbare geordnete Sequenz von 0 oder mehr Werten mit beliebigen Typen.
- **tuples**: `(17, True, "abc")` , `(42, )`
  Nicht-änderbare geordnete Sequenz von 1 oder mehr Werten mit beliebigen Typen.

Literale: Kollektionen

- **dicts**: `{ "a": 42, "b": 27, False: 0 }`, `{}`
  Mutierbarer Key-Wert Store. Keys und Werte mit beliebigen Typen.
- **sets**: `{17, True, "abc"}`, `{42}`
  Mutierbare ungeordnete Sequenz von 0 oder mehr Werten mit beliebigen Typen. Keine Duplikate.

Variablen

- Variablen werden automatisch erstellt bei der ersten Zuweisung
- Der Typ einer Variable wird bei Wertzuweisungen nicht geprüft. D.h. es können Werte von unterschiedlichen Typen einer Variable zugewiesen werden über Zeit.
- Zuweisung von Werten mittels Zuweisungsoperator: `=`
- Zuweisung an mehrere Variablen gleichzeitig mit Tupeln

```
a = "Ein Text"
print(a) # prints: Ein Text
a = 42
print(a) # prints: 42
```

```
x, y = 4, 5
print(x) # prints: 4
print(y) # prints: 5
```

Variablen

- Variablen müssen immer erst zugewiesen werden, bevor diese ausgelesen werden können.

Angenommen, b wurde noch nie ein Wert zugewiesen.

```
a = b
```

Gibt folgenden Fehler

NameError: name 'b' is not defined

Numerische und Boolean Operatoren

- Numerische Operatoren wie bei Java: **`+, -, *, /, %, **, //`**
- Achtung: “ **`/`** ” resultiert immer in einer Fliesskomma-Zahl
- **`**`**: Potenzierung, **`a**b`** = a^b.
- **`//`**: Ganzzahl-Division, **`5//2`** ergibt **`2`**.
- Vergleichsoperatoren wie bei Java: **`==, >=, <=, >, <, !=`**
- Logische Operatoren: **`and, or, not`**
- Membership Operator: “ **`in`** ” Gibt an, ob ein Wert in einer Liste, einem Set oder einer Zeichenkette ist.
- Identitäts Operator: “ **`is`** ” Prüft, ob zwei Variablen auf das gleiche Objekt zeigen.

Eingabe/Ausgabe

- Lesen von Eingaben mittels **`input()`**
- Uebergabe eines Prompts möglich.
- Ausgabe mittels **`print(...)`**
- **`print`** nimmt eine oder mehrere Argumente entgegen und druckt diese mit einem Leerschlag dazwischen

```
name = input("What is your name: ")
print("Hello", name)
```

Eingabe/Ausgabe

- Eingabe wird immer als Zeichenkette gelesen.
- Um eine Zahl einzulesen, muss die Eingabe in eine Zahl konvertiert werden
- Es finden keine impliziten Konvertierungen statt
- Explizite Konvertierung mittels: **`int(), float(), complex(), list()`**, ...

```
i = int(input("Enter a number: "))
print("The", i,"th power of two is", 2**i)
```

Bedingungen

- Keine Klammern nötig um den Test
- **`elif`** um einen weiteren Fall zu testen
- Einrückung beachten!

```
a = int(input("Enter a number: "))
if a == 42:
  print("Naturally, the answer")
elif a == 28:
  print("A perfect number, good choice")
else:
  print(a, "is just some boring number")
```

While-Schleifen

Die bekannte Collaz-Folge

```
a = int(input("Enter a number: "))
while a != 1:
  if a % 2 == 0:
    a = a // 2
  else:
    a = a * 3 + 1
  print(a, end=' ')
```

For-Schleifen

- For-Schleifen funktionieren anders als in Java
- Iteriert über die Elemente der angegebenen Menge

```
some_list = [14, 'lala', 22, True, 6]
total = 0;
for item in some_list:
  if type(item) == int:
    total += item
print("Total of the numbers is", total)
```

For-Schleifen über einen Wertebereich

- Die Funktion **`range(start, end, step)`** erstellt eine Liste von Werten, beginnend mit **`start`**, bis zu **`end`** - exklusive. Schrittgrösse **`step`**.
- Schrittgrösse ist **`1`**, wenn das dritte Argument weggelassen wird.

```
# the following loop prints "1 2 3 4"
for i in range(1,5):
    print(i, end=' ')

# the following loop prints "10 8 6 4 2"
for i in range(10, 0, -2):
    print(i, end=' ')
```

Methoden

- Der Keks-Rechner revisited

```
def readInt(prompt, atleast = 1):
  """Prompt for a number greater 0 (or min, if specified)"""
  number = 0;
  while number < atleast:
    number = int(input(prompt))
    if (number < atleast):
      print("Too small, pick a number larger than", atleast)
  return number

kids = readInt("Kids: ")
cookies = readInt("Cookies: ", atleast=kids)
print("Each Kid gets", cookies // kids, "cookies.")
print("Papa gets", cookies % kids, "cookies.")
```

Listen: Basisoperationen

- Elementzugriff (0-basiert): `a[2]` zeigt auf das dritte Element.
- Negative Indizes zählen von hinten!

```
a = [ 3, 7, 4]
print(a[-1]) # prints '4'
```

- Wert hinten hinzufügen: `a.append(12)`
- Test ob ein Element in einer Collection ist:

```
if 12 in a:
    print('12 is in the list, we just added it before')
```

- Anzahl Elemente in einer Collection: `len(a)`

Listen: Slicing

- Slicing: Teilbereiche addressieren: **`a[start:end]`**
- **`a`** und/oder **`b`** sind positive oder negative Indizes.
- **`end`** ist nicht inklusive

```
a = [ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
print(a[2:4])     # [3, 4]
print(a[3:-3])    # [4, 5, 6]
print(a[-3:-1]) # [7, 8]
print(a[5:])      # [6, 7, 8, 9]
print(a[:3])      # [1, 2, 3]
```

Dictionaries

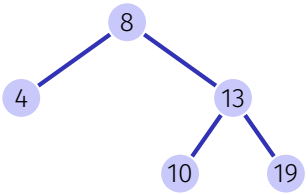
Dictionaries sind sehr wichtige primitive Datenstrukturen in Python

- Einfache und effiziente möglichkeit, mehrere Datenfelder zu benennen und zusammenzufassen
- Aufbau von hierarchischen Datenstrukturen durch Verschachtelung
- Zugriff auf Elemente mittels `[]` Operator

```
record = { 'Firstname': 'Hermann', 'Lastname':'Lehner',
                                'Salary': 420000, 'Mac User': True }
record['Salary'] = 450000
if record['Mac User']:
    print('... one more thing!')
```

Dynamische Datenstrukturen mit Dicts

```
tree = {
    'key': 8,
    'left' : {
        'key': 4, 'left' : None, 'right': None
    },
    'right': {
        'key': 13,
        'left' : {
            'key': 10, 'left' : None, 'right': None
        },
        'right': {
            'key': 19, 'left' : None, 'right': None
        }
    }
}
```



Dynamische Datenstrukturen mit Dicts

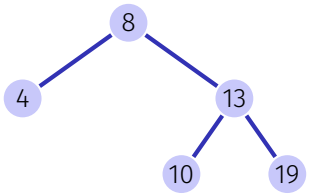
- Arbeiten mit Dicts (Beispiele)

```
l = tree['left'] # assign left subtree to variable l
l['key'] = 6    # changes key from 4 to 6

if l['left'] is None: # proper way to test against None
    print("There is no left child here...")
else:
    print("Value of left subtree is", l['left']['key']
```

Dynamische Datenstrukturen mit Klassen

```
class Node:
    def __init__(self, k, l=None, r=None):
        self.key, self.left, self.right = k, l, r
```




```
# create the tree depicted on the right
rightSubtree = Node(13, l=Node(10), r=Node(19))
tree = Node(8, l=Node(4), r=rightSubtree)

# an example query
print(tree.right.right.key) # prints: 19
```

Module

Python hat eine extrem grosse Anzahl Libraries in Form von Modulen, die importiert werden können.

- Importieren eines ganzen Modules:

```
import math
x = math.sqrt(4)
```

```
from math import *
x = sqrt(4)
```

- Importieren von Teilen eines Modules:

```
from datetime import date
t = date.today()
```