

Algorithmik und Programmieren

Brückenkurs Informatik 2013



Benedikt Hupfaut (benedikt.hupfaut@uibk.ac.at)

Inhaltsübersicht

Organisation

Grundlagen

Datenstrukturen

Strings

Algorithmik

Termine

Der Kurs findet an folgenden Terminen statt:

- Montag 23.09.2013: 09:15-11:00
- Dienstag 24.09.2013: 14:15-17:00
- Mittwoch 25.09.2013: 14:15-17:00
- Donnerstag 26.09.2013: 14:15-17:00
- Freitag 27.09.2013: 14:15-16:00

Was bietet dieser Kurs?

Sie lernen in diesem Kurs ...

- Einfache Algorithmen oder Probleme zu abstrahieren, und ein entsprechendes Programm zu implementieren
- Grundlagen der Programmiersprache Python

Ablauf

Jede Einheit umfasst zwei Teile:

Theorie Besprechung der Konzepte und Hintergründe, die benötigt werden um Programme zu schreiben.

Praxis Vertiefung der Theorie anhand zahlreicher Beispiele, die Sie alleine oder in Zusammenarbeit mit ihrem Sitznachbarn lösen sollten. Hier sind Sie gefragt!

Ablauf der Übungen

Die praktischen Übungen machen den Hauptteil dieser Lehrveranstaltung aus. Am effektivsten lernen Sie, indem Sie selbst programmieren.

Jede Übungseinheit wird von einem Übungszettel ergänzt, den Sie alleine oder zusammen mit ihrem Sitznachbarn lösen sollten. Die Aufgaben beziehen sich jeweils auf die Konzepte, die zuvor besprochen wurden. Achtung, die Übungen sind teilweise aufbauend.

Python

Vorteile von Python:

- Python ist eine interpretierte Hochsprache
- Ziel der Sprache sind kürzere, einfach zu lesende Programme
- Unterstützt mehrere Paradigmen (u.A. Objektorientierung)
- Plattformunabhängig
- Umfassende Standardbibliothek
- Gute Unterstützung, weit verbreitet
- Frei und Quelloffen

Ressourcen

Hilfreiche Ressourcen:

- <http://docs.python.org/3/>
- A Byte of Python, kostenlos zum download hier:
<http://swaroopch.com/notes/python/>
- `man python` bzw. `help(' ... ')` im interaktiven Modus
- Bibliothek

Ein Programm starten

Es gibt zwei Möglichkeiten ein Python Programm auszuführen:

- Führen Sie `python` auf der Kommandozeile aus, um den interaktiven Modus (auch: Interpreter) zu starten. Nach jeder Zeile Code die Sie eingeben sehen Sie sofort das Ergebnis.
- Sie können ein Programm mittels `python <sourcefile>` ausführen. Alle Kommandos in `<sourcefile>` werden so ausgeführt, als ob Sie sie Zeile für Zeile im Interpreter eingeben!

Datentypen, Konstanten

Python bietet Datentypen für die gängigsten Anwendungen:

- Strings (Zeichenketten, Text): 'This is text!',
''That's more text.''
- Integer (Ganzzahlen): 1, 4294967296, 010, 0xFF, 0b100
- Float (Gleitkommazahlen): 1.35, 1.56e-5 (entspricht $1.56 * 10^{-5}$)
- Complex (Komplexe Zahlen): 2 + 3j
- Bool (Wahr/Falsch): True

Variablen

Konstante Werte sind natürlich nicht immer ausreichend, häufig werden Variablen gebraucht. Variablen können beliebige Werte beliebiger Typen zugewiesen werden.

Achtung: Variablen haben zwar keinen statischen Typ, d.h. es muss nicht vorher angegeben werden, welchen Typ sie haben und der Typ kann sich zur Laufzeit ändern. Variablen haben aber sehrwohl einen dynamischen Typ, der bestimmt welche Operationen für diese Variable zulässig sind! Hinweis: `>>>` ist nicht Teil des Codes, sondern symbolisiert den Interpreter.

```
1 >>> a = 2
2 >>> a = "Test"
3 >>> a + 3
4 Traceback (most recent call last):
5   File "<stdin>", line 1, in <module>
6 TypeError: cannot concatenate 'str' and 'int' objects
```

Variablenamen

Gültige Variablenamen sind eine beliebige Kombination aus folgenden Zeichen: a-z, A-Z, 0-9 und `_`. Beachten Sie folgende Ausnahmen:

- Variablenamen dürfen nicht mit einer Ziffer beginnen
- Reservierte Schlüsselwörter:
and, as, assert, break, class, continue, def, del, elif, else, except, exec, finally, for, from, global, if, import, in, is, lambda, not, or, pass, print, raise, return, try, while, with, yield

Variablen sollten am besten einen selbsterklärenden (vorzugsweise englischen) Namen haben.

Ausdrücke

Sie können mit Ausdrücken Variablen Werte zuweisen. Hierfür stellt Python bereits viele Operatoren bereit, beispielsweise `+`, `*`, `<`, `=`, `==` uvm.. Beachten Sie, dass `=` einer Variable einen Wert zuweist, während `==` zwei Werte vergleicht ohne sie zu verändern.

```
1 >>> x = 2 + 1
2 >>> x = 2 * x
3 >>> print(x)
4 6
5 >>> x == 5
6 False
7 >>> print(x)
8 6
```

Operatoren Präzedenz

In welcher Reihenfolge werden Operatoren angewandt?

Operator	Bedeutung
or	Boolean OR
and	Boolean AND
not x	Boolean NOT
in, not in	Membership tests
is, is not	Identity tests
<, <=, >, >=, !=, ==	Comparisons
	Bitwise OR
^	Bitwise XOR
&	Bitwise AND
<<, >>	Shifts
+, -	Addition and subtraction
*, /, %	Multiplication, Division and Remainder
+x, -x	Positive, Negative
~x	Bitwise NOT
**	Exponentiation

Kontrollfluss – If

Anweisungen werden sequentiell ausgeführt. Ist das nicht genug, bietet Python (wie fast alle Programmiersprachen) einige Befehle um den Kontrollfluss zu steuern.

Die *if*-Anweisung führt einen Code Block nur aus, wenn die Bedingung `<condition>` erfüllt ist. Optional kann ein `else` Block angegeben, der ausgeführt wird, wenn die Bedingung nicht erfüllt ist.

```
1  if <condition >:  
2      <executed when condition true>  
3  else :  
4      <executed when condition false>
```

Kontrollfluss – If, Beispiel

Abhängig vom Wert der Variable `a` wird `print` mit verschiedenen Parametern aufgerufen. Das Schlüsselwort `elif <other condition>`: ist eine Kurzschreibweise für das häufig gebrauchte `else: if <other condition>:`.

```
1 >>> if a < 0:
2 ...     print('a is negative')
3 ... elif a > 0:
4 ...     print('a is positive')
5 ... else:
6 ...     print('a must be zero then')
```


Kontrollfluss – Codeblöcke

Im Gegensatz zu den meisten Programmiersprachen ist die Einrückung in Python nicht optional, sondern definiert einen Codeblock. Sie können Code mit `<tab>` oder mit 2-4 Leerzeichen einrücken, sollten aber bei einer dieser Optionen bleiben.

```
1 >>> if a < 0:
2     ...     print('a is negative')
3     ...     print('this line and the previous line belong to
4             the same codeblock!')
5 >>> print('this is a new code block')
```

Kontrollfluss – While

Mit dem `while`-Statement wird ein Programmblock wiederholt solange die Bedingung `<condition>` erfüllt ist. Optional kann ein `else` Block angegeben werden, der einmal ausgeführt wird, sobald die Bedingung nicht mehr erfüllt ist.

```
1 while <condition >:  
2     <executed as long as condition true>  
3 else :  
4     <executed once after condition is false>
```

Kontrollfluss – While, Beispiel

Achten Sie darauf, dass die Bedingung nicht für immer True sein darf, da die Schleife sonst endlos ist. Der Code Block des `else` Statements wird immer genau einmal ausgeführt.

```
1 >>> i = 0
2 >>> while i < 3:
3     ...     i = i + 1
4     ...     print(i)
5     ...     else:
6     ...     print('end')
7     ...
8     1
9     2
10    3
11    end
```

Kontrollfluss – Break und Continue

Eine Schleife muss nicht immer bis zum Ende ausgeführt werden. Mit dem Schlüsselwort **break** wird die Schleife sofort beendet. Mit dem Schlüsselwort **continue** wird der *aktuelle Schleifendurchlauf* abgebrochen. Achtung: der **else** Block wird bei **break** nicht ausgeführt!

```
1 >>> i = 0
2 >>> while i < 1000:
3 ...     i = i + 1
4 ...     if i == 3: break
5 ...     print(i)
6 ...     if i == 1: continue
7 ...     print(i)
8 ... else:
9 ...     print('end')
10 ...
11 1
12 2
13 2
```

Funktionen

Häufig verwendete Codeteile können in Funktionen ausgelagert werden. Eine Funktion sollte immer genau einen Zweck erfüllen! Funktionen können, müssen aber keinen Rückgabewert haben (Schlüsselwort **return**). Die Parameterliste `parameters` kann beliebig lang, also auch leer, sein.

```
1 def <function name>(<parameters>):  
2     <function code>
```

Funktionen, Beispiel

Die folgenden Minimalbeispiele sollen nur zeigen wie Funktionen definiert werden können. Eine Funktion umfasst typischerweise mehr als nur eine Zeile Code.

```
1 >>> def mul(x, y):  
2     ...     return x * y  
3     ...  
4 >>> mul(3,5)  
5 15
```

```
1 >>> def printABC():  
2     ...     print('abcdefghijklmnopqrstuvxyz')  
3     ...  
4 >>> printABC()  
5 abcdefghijklmnopqrstuvxyz
```

Funktionen und Module

Python bietet eine große Auswahl an Funktionen, die bereits vorimplementiert sind (etwa `type()`, `help()`, ...). Funktionen die „zusammen gehören“ werden in Module ausgelagert, etwa das Modul `math`, in dem Sie zahlreiche Funktionen aus der Mathematik finden. Werden Funktionen aus einem Modul benötigt, muss dieses explizit geladen werden.

```
1 >>> import math
2 >>> math.sin(45)
3 0.8509035245341184
4 >>> from math import sin
5 >>> sin(45)
6 0.8509035245341184
```

Datenstrukturen – Listen

Bisher haben wir uns mit einzelnen Variablen und Konstanten beschäftigt. Datenstrukturen erlauben es große Datenmengen zusammenzufassen, und zu verarbeiten.

Die einfachste Datenstruktur in Python ist die Liste. Eine Liste ist eine geordnete (geordnet heißt nicht zwangsläufig sortiert!), endliche Sammlung von Elementen beliebiger Datentypen.

```
1 >>> list = [2,3,1,2]
2 >>> list
3 [2, 3, 1, 2]
```


Noch einmal Kontrollfluss – For

Mit dem `for`-Statement wird ein Programmblock für jedes Element einer Sequenz `<sequence>` (Beispiele: Liste, Tupel, Map, ...) ausgeführt. Der `else` Block wird einmal am Ende der Schleife ausgeführt.

```
1 for <variable> in <sequence>:  
2     <executed once for each element in sequence>  
3 else :  
4     <executed once in the end>
```

Noch einmal Kontrollfluss – For, Beispiel

Bei dieser Schleife wird jedes Element der Liste [1,2,3] einmal ausgegeben. Sie können statt der Variable `i` auch jeden anderen gültigen Bezeichner verwenden.

```
1 >>> for i in [1,2,3]:
2     ...     print(i)
3     ... else:
4     ...     print('end')
5     ...
6     1
7     2
8     3
9     end
```

Datenstrukturen – Listen, Beispiele

Eine Liste kann Elemente verschiedener Datentypen beinhalten:

```
1 >>> for i in ['a', 1.2, 5]:
2     ...     print(i)
3     ...
4     a
5     1.2
6     5
```

Einzelne Elemente bzw. Sublisten können wie folgt referenziert werden:

```
1 >>> list = [1, 2, 3]
2 >>> list[2]
3     3
4 >>> list[1] = 27 # Hinweis: 0 ist das erste Element!
5 >>> list[0:2]
6     [1, 27]
```

Datenstrukturen – Listenfunktionen

Mit `append` kann ein neues Element an die Liste angehängt werden. Mit `+` können zwei Listen verkettet werden, `* n` wiederholt eine Liste `n` mal. Mit `in` kann abgefragt werden, ob ein Element in dieser Datenstruktur enthalten ist. `len(list)` gibt die Anzahl der Element in `list` zurück.

```
1 >>> list_a = ['a', 'b', 'c']
2 >>> list_b = ['x', 'y', 'z']
3 >>> list_a.append('d')
4 >>> list_a
5 ['a', 'b', 'c', 'd']
6 >>> print(list_a + list_b)
7 ['a', 'b', 'c', 'd', 'x', 'y', 'z']
8 >>> list_b * 3
9 ['x', 'y', 'z', 'x', 'y', 'z', 'x', 'y', 'z']
10 >>> 1 in [1,2,2]
11 True
12 >>> len(['py', 'th', 'on'])
13 3
```

Datenstrukturen – Tupel

Eine Tupel ist ähnlich einer Liste, jedoch spielt die Reihenfolge der Elemente eine Rolle. Sie kennen Tupel bereits aus der Mathematik, etwa um kartesische Koordinaten (x,y) anzugeben. Die meisten Funktionen für Listen können auch auf ein Tupel angewendet werden.

```
1 >>> tuple = (3, 7)
2 >>> x, y = tuple
3 >>> x
4 3
5 >>> tuple[1]
6 7
7 >>> tuple * 3
8 (3, 7, 3, 7, 3, 7)
9 >>> tuple + (17, 6, 90)
10 (3, 7, 17, 6, 90)
11 >>> 3 in tuple
12 True
```

Datenstrukturen – Map

Eine Map (auch: Dictionary) ist eine Sammlung aus Schlüssel/Wert Paaren. Einem eindeutigem Schlüssel wird dabei ein Wert zugewiesen (dieser muss nicht eindeutig sein). Maps haben keine Ordnung.

```
1 >>> price = {'car': 30000, 'computer': 2000, 'shoes':  
              70, 'cheap_mobile': 70}  
2 >>> price['shoes']  
3 70  
4 >>> price.values()  
5 [30000, 2000, 70, 70]  
6 >>> price.keys()  
7 ['car', 'computer', 'shoes', 'cheap_mobile']  
8 >>> len(price)  
9 4  
10 >>> 'car' not in price  
11 False
```

Referenzen – Referenzkopie und echte Kopie

Möchten Sie eine Datenstruktur kopieren, ist eine einfache Zuweisung nicht genug. Im unten angeführten Beispiel kopiert `list_b` nur eine Referenz, d.h. zwei Listen greifen auf den selben Speicherbereich zu. Änderungen in einer der beiden Listen sind in der anderen unmittelbar sichtbar.

```
1 >>> list_a = [1, 2, 3]
2 >>> list_b = list_a
3 >>> list_c = list_a[:]
4 >>> list_a[1] = 5
5 >>> list_b
6 [1, 5, 3]
7 >>> list_c
8 [1, 2, 3]
```

Zeichenketten

Strings werden in Python mit einfachen oder doppelten Hochkomma gekennzeichnet. Zwischen beiden Varianten gibt es keinen Unterschied, außer, dass bei einfachen Hochkomma das doppelte Hochkomma im String enthalten sein darf, und umgekehrt. Vieles was bei Listen besprochen wurde kann auch auf Strings angewendet werden (**for**, **+**, ***** *n*, ...).

```
1 >>> text = 'a' + "b" "c"
2 >>> for c in text:
3     ...     print c
4     ...
5 a
6 b
7 c
8 >>> "abc" * 3
9 'abcabcabc'
10 >>> "test" in "This_is_a_testtext"
11 True
```


Zeichenketten

Umfangreiche Funktionen für Strings sind im Modul `string` zusammengefasst. Mehr dazu in der Python Dokumentation <http://docs.python.org/2/library/string.html>.

```
1 >>> import string
2 >>> string.hexdigits
3 '0123456789abcdefABCDEF'
4 >>> string.lower("Convert_a_String_to_LOWER_case!")
5 'convert_a_string_to_lower_case!'
6 >>> string.replace("Replace_one_string.", "one", "a")
7 'Replace_a_string.'
8 >>> string.split("This_is_a_test_text")
9 ['This', 'is', 'a', 'test', 'text']
```

Algorithmik

Ein Algorithmus beschreibt die Lösung eines Problems in endlich vielen, eindeutigen und ausführbaren Schritten.

Frei nach <http://de.wikipedia.org/wiki/Algorithmus>

```
1 >>> x = 6
2 >>> y = 4
3 >>> result = 0
4 >>> i = 0
5 >>> while i < y:
6     ...     result += x
7     ...     i += 1
8     ... else:
9     ...     print result
10 ...
11 24
```

Algorithmik, Insertion Sort

Insertion Sort ist ein einfacher Algorithmus um eine Liste zu sortieren. Idee: die Liste wird in einen sortierten Teil, der anfangs leer ist, und einen unsortierten Teil gespalten. Nach und nach wird ein Element nach dem anderen in den sortierten Teil aufgenommen, und dabei an der richtigen Stelle einsortiert.

```
1 >>> def insertSort(list):
2     ...     for i in range(1, len(list)):
3     ...         while i > 0 and list[i] <= list[i-1]:
4     ...             helper = list[i]
5     ...                 list[i] = list[i-1]
6     ...             list[i-1] = helper
7     ...                 i = i - 1
8     ...     return list
```

Algorithmik, Komplexität

Algorithmen können nach Komplexität klassifiziert werden. Wie Rechenintensiv ist ein Algorithmus? Wieviel Speicher wird verbraucht?

- Wieviele Vergleiche gibt es bei Insertion Sort maximal?
- Wieviele Vertauschungen gibt es bei Insertion Sort maximal?
- Wieviel Speicher verbraucht Insertion Sort?