Programmeermethoden NA

Week 2: Types

Kristian Rietveld

http://liacs.leidenuniv.nl/~rietveldkfd/courses/prna/

Universiteit
Leiden

Eerste programmeeropgave

- De eerste programmeeropgave: “Wortels”.
  http://liacs.leidenuniv.nl/~rietveldkfd/courses/prna2017/opdr1.html

- Te gebruiken Python versie: **2.7**.
- Inleveren:
  - Digitaal Python-file en verslag via Blackboard.
  - Verwerk studentnummers in de bestandsnamen.
  - Vermeld namen en studentnummers bij het inleveren.
  - Geprinte versie van verslag: doos in kamer 156, Snelliusgebouw.

- Vragen?

Programmeeromgeving

- Heeft iedereen een werkend ULCN account?
- Heeft iedereen een werkende programmeeromgeving?
- Voorbeelden:
  - Linux (Live USB, dual boot, virtual machine, Rasp. Pi, …).
    - (Of inloggen op de computer van de universiteit via ssh:

      ssh sXXXXXXX@sshgw.leidenuniv.nl *gevolgd door* ssh remotelx.campus.leidenuniv.nl)
  - Mac OS (alles staat al klaar, alleen editor nodig).
  - Windows (bijv. Enthought Canopy Express).

Stoomcursus UNIX (vervolg)

- De belangrijkste commando's zijn:

`ls`	overzicht files in directory (=map)
`more`	file op het beeldscherm
`less`	file op het beeldscherm (handiger scrollen)
`rm`	file verwijderen
`cp`	file kopiëren
`mv`	file verplaatsen / hernoemen
`cd`	van directory veranderen (change directory)
`mkdir`	maak een nieuwe directory
`chmod`	rechten bij files regelen
`man`	hulpprogramma (manual pages)

- Enkele voorbeelden:

```
ls -lrt ; cp een twee ; cd Abc ; chmod 644 een ; man ls
```

UNIX - geavanceerd

- Vanuit het terminalvenster kun je de web-browser Firefox opstarten: "`firefox &`".
  - De ampersand (&) zorgt er voor dat Firefox "op de achtergrond" wordt opgestart. Je kunt dan in het terminalvenster verder werken.
- Een actief programma in UNIX heet een "*proces*".
  - CTRL-C stopt een proces, CTRL-Z pauzeert een proces.
  - Verdere controle: `ps`, `top`, `kill`
  - Voorbeeld met *pipelining*: `ps ux | grep username`
- Gebruik "history" in het terminalvenster: pijl omhoog/omlaag en "tab" completion.
- Zie verder dictaat "Computers en programmeren", hoofdstuk 2.

Python programma

```
# Dit is een regel met commentaar ...
import math  # voor de "pi" constante
print "Geef straal, daarna Enter ..",
straal = float(raw_input())
if straal > 0:
    print "Oppervlakte:",
    print math.pi * straal * straal
else:
    print "Niet zo negatief ..."
print "Einde van dit programma."
```

Onderdelen

- Een Python-programma bestaat uit verschillende onderdelen:
  - speciale symbolen: `+`, `%`, `>=`, `=` (toekenning), `==` (is gelijk)
  - woordsymbolen: `if`, `else`, `print`
  - identifiers: `straal`
  - getallen: `42`, `0`
  - strings: `“Einde van dit programma.”`
  - whitespace: spaties, tabs, lege regels.
- Vaste waarden in de source code, zoals `42` en de string `“Hoi”`, worden ook wel *literals* genoemd.

Keywords

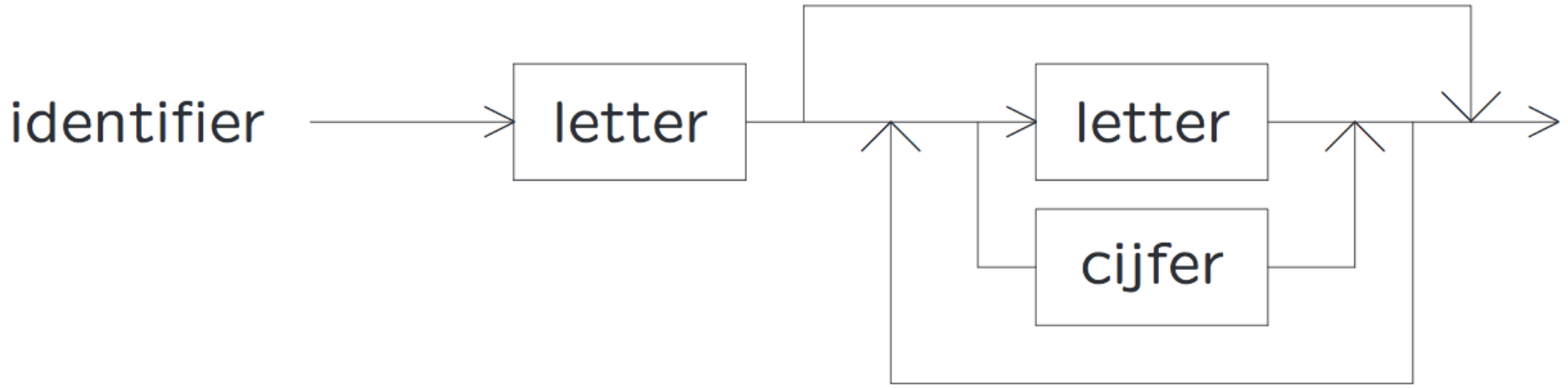
- De woordsymbolen die we zagen heten ook wel gereserveerde woorden of keywords.
- Python heeft de volgende keywords:

```
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
```

- Keywords mogen niet worden gebruikt als naam voor een variabele (als identifier).

Syntaxdiagrammen

- Programmeertalen zijn heel precies grammaticaal vastgelegd. Dit is nodig om de taal te kunnen "parsen".
  - Ieder programma moet aan de regels van deze grammatica voldoen.
- Deze regels kunnen bijvoorbeeld worden vastgelegd in syntaxdiagrammen.
  - Voorbeeld: een *identifier* is gedefinieerd als *een letter gevolgd door nul of meer cijfers*.



- Zie verder: Noam Chomsky, BNF (Backus Naur Form), context-vrije/formele talen.

Commentaar

- Een goed programma is uitgebreid voorzien van commentaar.

```
#
# Dit is ons Python programma.
# En de interpreter slaat het allemaal over, zonder te lezen.
#
```

- En ook als een variabele-declaratie uitleg behoeft:

```
stp = 4   # 4 EC studiepunten voor PRNA
          # als je opgaven EN tentamen haalt.
```

- Commentaar wordt ook gebruikt om code tijdelijk “weg te commentariëren”.

Commentaar (2)

- Er is een verschil tussen # (voor programmeurs, inclusief jezelf) en `print` (gebruikers, inclusief jezelf).
- Goed:

```
print "Geef eerste voorletter .. ",
een = raw_input()
print "Geef tweede voorletter .. ",
twee = raw_input()
```

- Voor de gebruiker niet helemaal duidelijk:

```
print "Geef eerste voorletter en wanneer nodig ook de tweede .. ",
letters = raw_input()
```

- Overbodig commentaar leidt alleen maar af:

```
print "Geef eerste voorletter .. ",
voorletter = raw_input()   # lees de voorletter in
```

Globale structuur

- De globale structuur van een Python-programma is:

```
#!/usr/bin/env python
#
# Commentaar: wie, wat, waar(om), wanneer
import ...
import ..

# Constante variabelen die we in het programma gaan gebruiken
peildatum = ...

# start van het programma
print "hello world"

# ... van alles en nog wat ...
```

- Wanneer we uitgebreid met functies gaan werken, bekijken we een nog iets nettere versie van de globale structuur.

Variabelen in Python

- In Python maken we variabelen met het toekenningsstatement (assignment).
- Om een variabele te kunnen gebruiken moet deze bestaan en dus zijn gemaakt met een toekenningsstatement.
- Toekenning op een al bestaande naam overschrijft de oude waarde.

```
a = 4
b = "testje!"
a = "overschrijven"  # oude waarde van variabele a wordt overschreven
d = a + g
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
NameError: name 'g' is not defined
```

Variabelen in Python (2)

- Alle variabelen worden opgeslagen in het computergeheugen in een binaire vorm.
  - Verschillende 'soorten' data worden op een verschillende manier opgeslagen.
  - In feite werken we met verschillende *typen* data en met elke variabele in Python is een *type* geassocieerd.
- Python kent een aantal basistypen die we nu zullen bekijken.
- In een later college leren we ook zelf typen maken.

Getallen

- *int*: Integers, meestal 4 of 8 bytes groot.

  Bereik -2^{31} tot $2^{31} - 1$ of -2^{63} tot $2^{63} - 1$.

  Ongeveer -2 tot 2 miljard of -9 tot 9 triljoen.
- *long*: Long integers, zo groot als maar past in het geheugen van de computer. Zeer grote getallen mogelijk!
- *bool*: True of False.
- *float*: Benaderingen (!) van reële getallen. In Python altijd double precision (8 bytes).
- *complex*: Complexe getallen. Ingebouwd!

Floating-point getallen

- Een variabele van type *float* bevat een benadering van reëel getal.
  - (Stiekem zijn het rationale getallen uit de verzameling **Q**).
  - Afrondingsfouten komen dus voor en test floats niet zomaar voor gelijkheid maar hanteer een foutmarge.
  - En irrationale getallen als π, √(2) worden nooit exact gepresenteerd.
- Met round() kun je netjes afronden:
  - `round(234.2341234, 3)` geeft `234.234`
- In de module math vind je standaardfuncties als sin, cos, floor, ceil, ...

```
import math
print math.floor(6.8)
```

Complexe getallen

- Python heeft een type voor complexe getallen ingebouwd!

```
>>> z = 6+9j # "j" is de imaginaire eenheid, in de wiskunde i geheten
>>> type(z)
<type 'complex'>
>>> z.real
6.0
>>> z.imag

9.0
```

Operaties op getallen

```
a, b = 3, -5
getal = a + b    # getal wordt -2
a = a + 7        # a wordt 10
b += 1           # Python kent geen ++ operator
a -= 1
getal += a
a = 19 / 7       # Integer deling: a wordt 2
b = 19 % 7       # Rest bij deling (mod): b wordt 5
# Optelling complexe getallen: resultaat (10+11j)
q = (6+9j) + (4+2j)
q = (6+9j) * 2   # Resultaat: (12+18j)
```

Integer vs. floating point

```
i = 9 / 5           # Geeft 1, i wordt een integer
x = 9 / 5.0         # Geeft 1.8, x wordt een float
x = float(9 / 5)    # Geeft 1.0, 9 / 5 geeft een integer resultaat dat
                    # wordt omgezet naar een float.
x = 9 / float(5)    # Geeft 1.8, x wordt een float
x = 9.0 // 5.0      # Geeft 1.0, // is delen met integer-afronding
m = 3 ** 4  # Python heeft een ingebouwde operator
            # voor machtsverheffing, het resultaat is 81
```

Booleaanse variabelen

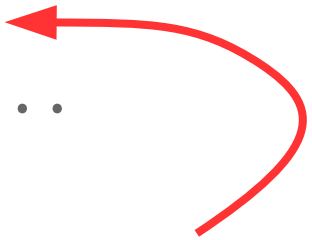
- Boolese/Booleaanse variabelen hebben het type *bool* en kunnen de waarde `True` of `False` aannemen.
  - Naar George Boole (1815-1864), uitvinder Booleaanse algebra.
- Waarheidstabel:

p	q	not p	p and q	p or q	p == q
False	False	True	False	False	True
False	True	True	False	True	False
True	False	False	False	True	False
True	True	False	True	True	True

Boolean expressies

- Boolese algebra wordt gebruikt om Boolese expressies te schrijven.
- Als je zowel `and` als `or` in een expressie gebruikt: gebruik haakjes om verwarring te voorkomen!

```
if y >= 3 and y <= 7: ...
if not (y < 3 or y > 7): ...
if y >= 3 and (x == 4 or x == 5): ...
if s == "hello": ...
if y >= 3 and (x == 4 or x == 5) and \
   z == 12 and (q >= 10 or q <= -10): ...
```



- Een if-statement mag **niet** zomaar op een volgende regel verder gaan. Als je dit doet moet je de voorgaande regel afsluiten met een backslash.

Boolean expressies (2)

- Als in de volgende test `x` gelijk is aan `0`:

```
(x != 0 and y / x == 7)
```

dan wordt de tweede test niet eens meer gedaan. We noemen dit “short-circuiting” of “lazy evaluation”.

Strings

- Een rijtje van karakters noemen we een “*string*” (of characters). Type: `str`.
- Strings laten zich gemakkelijk maken, de lengte bepalen en vergelijken:

```
>>> woord = "De."
>>> len(woord)
3
>>> woord == "test"
False
>>> woord == "De."
True
```

ASCII

- Hoe worden die karakters in een computergeheugen opgeslagen?
  - Ieder karakter correspondeert met een getal tussen 0 en 255 (precies de range van een enkele byte).
  - Meest gebruikt: de ASCII tabel.
  - American Standard Code for Information Interchange

```
...  36  37  38  ...  47  48  49  ...  57  58  ...
...   $   %   &  ...   /   0   1  ...   9   :  ...

65  66  ...  90  91  ...  97  98  ...  122 123 ...
 A   B  ...   Z   [  ...   a   b  ...   z   {  ...
```

  - Carriage Return ('\r', naar begin regel) heeft waarde 13, line feed ('\n', nieuwe regel) waarde 10. (Regelovergang UNIX: LF, Windows: CR, LF).
  - Op een UNIX machine: “man ascii”

ASCII (2)

- Om in Python met ASCII-waarden te werken kun je gebruik maken van de functies `ord()` en `chr()`.
  - `ord`: (string bestaande uit 1) karakter naar integer.
  - `chr`: integer naar karakter.

```
>>> ord('s')
115
>>> chr(115)
's'
>>> ord('S')
83
>>> chr(83)
'S'
```

Escaping

- We zagen net al een voorbeeld van “escaping”: '\n'.
- De backslash dient als escape-karakter, samen met het karakter dat nog volgt heeft dit een speciale betekenis.
  - '\n': line feed, '\r' carriage return, '\t' tab.

- Wat nu als we letterlijk “\n” op het scherm willen zetten (en dus niet een line feed willen krijgen)?
  - Dan moet je het escape-karakter ook “escapen”:
  - Dus: `print '\\n'`

Strings - Indexing en slicing

- Het is mogelijk om individuele karakters uit een string te lezen. Hiervoor moeten we de string “indexen”.
- We geven in zo'n geval een object van het type `str` en een integer index (positie van het vakje):
  - `woord[1]` - tweede (!) karakter in woord.
  - We beginnen met tellen bij 0!
  - Negatieve index: terugtellen vanaf einde string.
- Je mag ook een start- en eindindex geven, bijvoorbeeld om een substring uit te lezen. We noemen dit slicing.
  - `zin[3:14]`
  - De eindindex telt **niet** mee!

Strings - Indexing en slicing

```
>>> s = "een lange test string"
>>> s[2]
'n'
>>> s[-4]
'r'
>>> s[3:8]
' lang'
>>> s[6:]
'nge test string'
```

Strings - Andere operaties

- Is “aaa” een substring van s?
- Eindigt string f met “.txt”?
- Strings concateneren (aan elkaar plakken).

```
>>> s = "aaa bbb ccc eee fff ggg"
>>> "aaa" in s
True
>>> "zzz" in s
False
>>> f = "testbestand.txt"
>>> f.endswith(".txt")
True
>>> s + f
’aaa bbb ccc eee fff gggtestbestand.txt’
```

Strings - Andere operaties

```
>>> s + 12
File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: cannot concatenate 'str' and 'int' objects
>>> s + str(12)
"aaa bbb ccc eee fff ggg12"


>>> a = "aaa"
>>> b = "bbb"
>>> a * 3
'aaaaaaaaa'
>>> a * 3 + b * 3
'aaaaaaaaabbbbbbbbb'
```

Algemene opmerkingen

- Zodra je een string hebt gemaakt, kun je deze niet meer aanpassen.
  - Dus je kunt een individueel karakter mbv de index-notatie **niet** aanpassen.
  - Als je een aanpassing wilt maken, maak je simpelweg een nieuwe string.

- Wat een operator, zoals bijv. +, precies doet hangt af van het type van het object waarop deze wordt toegepast.
  - Bij integer: + telt op.
  - Bij strings: + concateneert.

Functie “type()”

- Met de functie `type()` kunnen we voor een variabele opvragen van welk type deze is:

```
>>> a, b, c = 9, 3.14, "strrrr"
>>> type(a)
<type 'int'>
>>> type(b)
<type 'float'>
>>> type(c)
<type 'str'>
>>> a = "strrr2" # oude waarde van a wordt overschreven

>>> type
<type 'str'>
```

Conversie van getallen

- Je kunt getallen omzetten naar de verschillende typen met behulp van conversiefuncties.
- `float()` zet het argument om naar een floating-point getal. Accepteert ook strings: `float("3.14")`.
- Andere typeconversies: `int()`, `complex()`, `str()`.
  - Voorbeeld: `int(3.14)` resulteert in de waarde `3`.
- Een operatie op twee verschillende typen resulteert in een impliciete conversie: type coercion.
  - Bijv. int + float geeft een float.
  - int + long geeft een long.

Expressies

- Met operatoren (`+ - * % / ** <<`), variabelen en literals bouw je expressies.
  - Voorbeeld: `(4 + 5) * 9 – 3`
- Er gelden prioriteiten, welke vastleggen op welke volgorde operatoren worden geëvalueerd.
  - Bij twijfel: zet haakjes!!
- Expressies worden altijd van links naar rechts geëvalueerd.
  - Uitzondering, toekenningen: dan eerst de rechterkant, gevolgd door de linkerkant.

print statement

- `print` zet tekst op het scherm.
- Keyword `print`, gevolgd door een rijtje van expressies (gescheiden door komma's).
  - De expressies worden een-voor-een geëvalueerd, het resultaat wordt impliciet geconverteerd naar een string.
  - De resultaten worden achter elkaar op het scherm gezet, gescheiden door spaties.

```
>>> a = 110
>>> b = 12
>>> print "Test:", "a =", a, "b =", b, "en samen maakt dat", a + b
Test: a = 110 b = 12 en samen maakt dat 122
```

print statement (2)

- Nog twee handige trucjes:
  - Een 'kale' `print`, zonder iets erachter, geeft alleen een lege regel.
  - Als je grote blokken tekst (infoblokje?) op het scherm wilt zetten, gebruik dan driedubbele quotes:

```
print """Hallo, dit is een groot stuk tekst.

Bijvoorbeeld een infoblokje.
De interpreter leest door tot de afsluitende driedubbele quote."""
```

Uitvoerformattering

- Met behulp van *uitvoerformattering* kunnen we (veel) meer controle uitoefenen over hoe variabelen op het scherm worden gezet.
- We schrijven hiervoor een *format string* waarin *format fields* zijn opgenomen.
  - Op de plek van elk format field, te herkennen aan accolades, wordt een variabele ingevuld. Het getal geeft aan welke variabele.
  - De in te vullen variabelen worden opgegeven als argumenten aan .format().

```
print '{0} {1}'.format(13, 42)
print '{een} {twee}'.format(een=13, twee=42)
```

Uitvoerformattering (2)

- Format fields kunnen in meer detail worden ingesteld door een dubbele punt toe te voegen en daarna verdere parameters.
  - De eerste parameter is een getal dat de breedte (in karakters) van het veld specificeert.
  - Het karakter aan het einde geeft het type veld aan: f (float), d (integer), s (string), e (wetenschappelijke notatie).
  - Voor floating-point getallen kan worden aangegeven hoeveel cijfers we achter de komma wensen.

```
a, b = 123, 3.1409134091023
print "{0:6d} {1:8.4f} {2:20s}".format(a, b, "test")
```

Uitvoerformattering (3)

- We kunnen het veld ook links of rechts uitlijnen, of centreren:

```
print '|{0:<8d}|{0:>8d}|{0:^8d}|'.format(123)
```

- Het resultaat kun je ook opvangen in een string:

```
test = '{0:8.3f}'.format(123.2452312341234)
```

- Voor een compleet overzicht, zie de Python-documentatie hierover:

https://docs.python.org/2/library/string.html#formatspec

Afsluitend

- Zorg dat je een werkende programmeeromgeving hebt!
- Vervolg stoomcursus UNIX.
- Werken met verschillende typen data.
- Werkcollege: de eerste programmeeropgave.
  - Deadline maandag 25 september 2017!
- Website:

http://liacs.leidenuniv.nl/~rietveldkfd/courses/prna/

Programmermethoden NA Week 2

Universiteit Leiden