



Syntax

Simone Campagna

filosofia/1

Python è un linguaggio di programmazione con molti aspetti positivi:

- Grande semplicità d'uso
- Grande semplicità di apprendimento
(assomiglia alla pseudocodifica)
- Grande leggibilità (c'è un solo modo per fare qualsiasi cosa)
- Grande portabilità

filosofia/2

- Per favore, non definiamolo un linguaggio di scripting! Anche se può essere utilizzato come tale, è molto, molto di più.
- È un linguaggio di altissimo livello, moderno, completo, con il quale è possibile realizzare software di notevole complessità.
- È un linguaggio interpretato, ma sarebbe più appropriato definirlo “linguaggio dinamico”.

filosofia/3

- Un linguaggio dinamico è un linguaggio di alto livello in cui vengono eseguiti run-time molti dei controlli che altri linguaggi eseguono in compilazione.
- In effetti python “compila” il sorgente in bytecode, che viene eseguito su una virtual machine (come Java).

filosofia/4

È un linguaggio multiparadigma:

- Imperative
- Object-oriented
- Functional
- Structural
- Aspect-oriented
- Design by contract (con una estensione)
- ...

The zen of python

- "beautiful", "explicit" and "simple"
- To describe something as clever is NOT considered a compliment in the Python culture
- There should be one—and preferably only one—obvious way to do it

The zen of python

```
>>> import this
```

The Zen of Python, by Tim Peters

Beautiful is better than ugly.

Explicit is better than implicit.

Simple is better than complex.

Complex is better than complicated.

Flat is better than nested.

Sparse is better than dense.

Readability counts.

Special cases aren't special enough to break the rules.

Although practicality beats purity.

Errors should never pass silently.

Unless explicitly silenced.

In the face of ambiguity, refuse the temptation to guess.

There should be one-- and preferably only one --obvious way to do it.

Although that way may not be obvious at first unless you're Dutch.

Now is better than never.

Although never is often better than *right* now.

If the implementation is hard to explain, it's a bad idea.

If the implementation is easy to explain, it may be a good idea.

Namespaces are one honking great idea -- let's do more of those!

svantaggi

Python è spesso considerato un linguaggio *lento*. In buona misura questo è vero: è più lento di java, ad esempio.

Ma la velocità non è sempre il collo di bottiglia.

Spesso la gestione della complessità è un problema più importante della velocità.

Vi sono comunque vari modi per rendere più veloci le parti “critiche” di un programma python.

performance

“People are able to code complex algorithms in much less time by using a high-level language like Python (e.g., also C++). There can be a performance penalty in the most pure sense of the term.”

optimization

"The best performance improvement is the transition from the nonworking to the working state."

--John Ousterhout

"Premature optimization is the root of all evil."

--Donald Knuth

"You can always optimize it later."

-- Unknown

Python 2 / Python 3

- Ci sono due rami principali di sviluppo di python:
 - python2: è un ramo “morto”, che viene mantenuto, ma che non subirà aggiornamenti/evoluzione
 - python3: è il nuovo python.
- Le differenze non sono enormi, inoltre esiste una utility *2to3* per convertire codice dal vecchio al nuovo python.

Python 3

- Noi ci occuperemo prevalentemente di python3.
- Cercherò comunque di indicare le principali differenze.

l'interprete/1

- Python è un linguaggio interpretato
- L'interprete esegue una compilazione del sorgente in bytecode, che viene poi eseguito su una virtual machine, come in Java
- L'interprete è anche un eccellente “calcolatore”, da usare in interattivo!

```
>>> 2**1024
```

```
1797693134862315907729305190789024733617976978942306
5727343008115773267580550096313270847732240753602112
0113879871393357658789768814416622492847430639474124
3777678934248654852763022196012460941194530829520850
0576883815068234246288147391311054082723716335051068
4586298239947245938479716304835356329624224137216
```

l'interprete/2

- Quando usato in interattivo, l'interprete agisce in maniera leggermente diversa.
- Il prompt è “>>>”
- Se una espressione ha un valore, esso viene stampato automaticamente:

```
>>> 34 + 55 - 2
```

87

l'interprete/3

- Qualsiasi errore possa avvenire nel corso dell'esecuzione dell'interprete in interattivo, l'interprete sopravvive, anche in caso di SyntaxError:

```
>>> 5/0
```

Traceback (most recent call last):

```
  File "<stdin>", line 1, in <module>
```

ZeroDivisionError: integer division or modulo by zero

```
>>> fact(100)
```

Traceback (most recent call last):

```
  File "<stdin>", line 1, in <module>
```

NameError: name 'fact' is not defined

```
>>> @@@@ ausdf9 !?;<j
```

```
  File "<stdin>", line 1
```

```
    @@@@ ausdf9 !?;<j
```

^

SyntaxError: invalid syntax

```
>>>
```

print()

Per stampare si usa la funzione *print()*.

Può prendere un numero arbitrario di argomenti:

```
>>> print(0, 2, 4)
```

Normalmente stampa un newline al termine; per inibire questo comportamento si può fare così:

```
>>> print(0, 2, 4, end=' ')
```

<python2>

- Attenzione: in python2 *print* è un operatore:

```
>>> print 1, 2, 3
```

numeri interi

- Gli interi in python hanno precisione arbitraria; questo ci ha permesso di calcolare 2^{**1024} senza problemi.
- Qualsiasi intero la cui definizione possa essere contenuta nella ram del vostro computer è lecito.

<python2>

- In python2 vi sono due tipi di interi:
 - *int* per interi fino a $2^{63}-1$ (vedi *sys.maxint*)
 - *long* per interi di qualsiasi dimensione!
- Gli *int* vengono automaticamente trasformati in *long* quando necessario:

```
>>> print a, type(a)
```

```
9223372036854775807 <type 'int'>
```

```
>>> a += 1
```

```
>>> print a, type(a)
```

```
9223372036854775808 <type 'long'>
```

numeri floating point

- I numeri floating point sono rappresentati dal tipo float:

```
>>> 2.0**-1024
```

```
5.5626846462680035e-309
```

- I numeri floating point hanno precisione finita:

```
>>> 2.0**+2048
```

```
Traceback (most recent call last):
```

```
  File "<stdin>", line 1, in <module>
OverflowError: (34, 'Numerical result out of
range')
```

```
>>>
```

divisione intera

- In python, la divisione fra due interi produce un *float*:

```
>>> 10 / 4
```

2.5

- Quando si vuole la divisione con troncamento, si può usare l'operatore `//`:

```
>>> 10 // 4
```

2

- Pur essendo fortemente atipico rispetto agli altri linguaggi, questo è molto comodo.

divisione con troncamento

- L'operatore `//` di divisione con troncamento è disponibile anche per i *float*:

```
>>> 10.0 / 4.0
```

```
2.5
```

```
>>> 10.0 // 4.0
```

```
2.0
```

```
>>>
```

<python2>

- In python2, la divisione fra interi produce un intero, e coincide con la divisione con troncamento.

divmod

- A volte è utile avere sia il quoziente che il resto di una divisione intera; si può usare la funzione `divmod()`:

```
>>> divmod(10, 4)
```

```
(2, 2)
```

```
>>>
```

test (*interactive*)

- Eseguire le seguenti operazioni:
 - $2^{**}1024$
 - $100/3$
 - $100//3$
 - $100.0/3$
 - $100.0//3$
 - $100\%3$
 - `divmod(100, 3)`

numeri complessi

- Esiste il tipo *complex*:

```
>>> z = 3.0 + 4.0j
>>> w = 3.0 - 4.0j
>>> z+w
(6+0j)
>>> z*w
(25+0j)
>>> type(z)
<type 'complex'>
>>> print(z.real, z.imag, abs(z))
3.0 4.0 5.0
>>>
```

variabili/1

È possibile assegnare ad un qualsiasi oggetto un nome simbolico, che non necessita di essere dichiarato.

```
>>> a = 5
>>> b = 3.2
>>> c = a
>>> C = b # non è "c", è un'altra variabile
>>>
```

variabili/2

Anche se è un po' prematuro spiegarlo ora, in realtà i nomi simbolici a , b , c e C non sono affatto *variabili*.

Inoltre, anche il simbolo “=” non è affatto quello che sembra!

Per ora comunque possiamo proseguire “facendo finta” che questi simboli siano variabili e che “=” esegua un assegnamento o copia, come in C, C++ o Fortran.

operatori

Sono disponibili i comuni operatori:

- + (somma, concatenazione)
- - (differenza)
- * (prodotto)
- / (divisione)
- // (divisione intera, questo è nuovo)
- % (modulo)
- ...

operatori binari

Come in C, agli operatori binari sono associati operatori di assegnamento:

- `+=` (incremento)
- `-=` (decremento)
- ...

Dunque,

```
>>> a = 10
>>> a += 4
>>> print(a)
14
>>>
```

stringhe/1

- Il tipo *str* è comunemente utilizzato per le stringhe. Può gestire anche stringhe in formato *unicode*.
- Possono essere create indifferentemente con apici singoli (' alfa ') o doppi ("alfa")

```
>>> "alfa" + 'beta'
```

```
'alfabeta'
```

```
>>>
```

stringhe/2

Le stringhe possono essere stampate in due modi.

- Se vengono stampate con *print()*, viene mostrato il loro contenuto:

```
>>> print("Hello, " + "world!")
```

```
Hello, world!
```

- Se nell'interprete interattivo scriviamo un'espressione il cui risultato è una stringa, essa viene stampata con gli apici:

```
>>> "Hello, " + "world!"
```

```
'Hello, world!'
```

stringhe/3

- Le sequenze di apici tripli """ o ''' possono essere utilizzate per stringhe che spaziano su più righe, o che contengono apici singoli o doppi (o tripli dell'altro tipo):

```
>>> a = """Questa stringa occupa due righe,  
... e contiene apici 'singoli', "doppi" e  
'''tripli'''  
  
>>> print(a)  
  
Questa stringa occupa due righe,  
e contiene apici 'singoli', "doppi" e '''tripli'''  
  
>>>
```

stringhe/4

- I caratteri di escape sono più o meno come in C:

```
>>> print("alfa\nbeta\tgamma")
```

```
alfa
```

```
beta      gamma
```

```
>>>
```

stringhe/5

- È possibile creare stringhe *raw* (senza sostituzione di *escape*) con costanti letterali come:

```
>>> print(r"alfa\nbeta\tgamma")  
alfa\nbeta\tgamma
```

```
>>>
```

- Questo risulta particolarmente utile per definire le *regular expression*

stringhe/6

È possibile compiere varie operazioni sulle stringhe:

```
>>> s = "Ciao, mondo!"  
>>> print(s.lower())  
ciao, mondo!  
>>> print(s.upper())  
CIAO, MONDO!  
>>> print(s.title())  
Ciao, Mondo!  
>>> print(s.replace('o', 'x'))  
Ciax, mxndx!  
>>>
```

stringhe/7

```
>>> print(s.find('nd'))  
8  
>>> print(len(s))  
12  
>>> print("Ciao, mondo!".upper())  
CIAO, MONDO!  
>>>
```

stringhe/8

È possibile accedere ai singoli elementi della stringa, o a sottostringhe:

```
>>> hi_folk = "Hi, folk!"  
>>> hi_folk[0]  
'H'  
>>> hi_folk[4]  
'f'  
>>> hi_folk[-1]  
'!'  
>>> hi_folk[2:]  
'folk!'  
>>> hi_folk[:3]  
'Hi,'  
>>> hi_folk[2:5]  
'folk'  
>>>
```

stringhe/9

“Stranamente”, le stringhe non sono modificabili:

```
>>> hi_folk[1] = 'x'
```

```
Traceback (most recent call last):
```

```
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: 'str' object does not
support item assignment
```

```
>>>
```

stringhe/10

Spesso capita di dover dividere una stringa in token:

```
>>> s = "alfa:beta:gamma"  
>>> s.split(":")  
[ 'alfa', 'beta', 'gamma' ]  
>>>
```

Oppure di fare l'opposto:

```
>>> ':' .join([ 'alfa', 'beta', 'gamma' ] )  
'alfa:beta:gamma'  
>>>
```

stringhe/11

A volte occorre rimuovere certi caratteri all'inizio e/o alla fine di una stringa:

```
>>> s = " \t\n  alfa  beta\tgamma  "
>>> s.strip()
'alfa  beta\tgamma'
>>> s.lstrip()
'alfa  beta\tgamma  '
>>> s.rstrip()
' \t\n  alfa  beta\tgamma'
>>>
```

stringhe/12

Per default `str.strip()` elimina tutti i caratteri di tipo spazio (' ', '\t', '\n'); ma può ricevere i caratteri da eliminare:

```
>>> s = "aaabbccccc"  
>>> s.strip("a")  
'bbbcccc'  
>>> s.strip("c")  
'aaabbb'  
>>> s.strip("b")  
'aaabbccccc'  
>>> s.strip("ab")  
'cccc'  
>>>
```

python program file/1

```
#!/usr/bin/env python3

# this is a stupid example!

a = 10

print(a)
```

python program file/2

Analizziamone il contenuto:

- La prima riga

```
#!/usr/bin/env python3
```

non è altro che un commento, ma istruisce la shell unix che per eseguire il programma dovrà essere usato l'interprete python3.

Il trucco di usare */usr/bin/env* serve ad evitare di doversi preoccupare dell'esatto path di installazione di python: infatti il comando *env* è in grado di trovarlo.

- Deve essere la prima riga del file.
- Il nome del file è arbitrario (non deve necessariamente terminare in *.py*)

python program file/3

Analizziamone il contenuto:

- La prima riga

```
# this is a stupid example!
```

è un commento. Tutto ciò che si trova dopo un # fino al termine della riga non viene interpretato. È l'unico tipo di commento in python.

- Le righe successive sono il codice vero e proprio.

source encoding

- Il codice python può essere scritto in un qualsiasi sistema di caratteri. Per default, se non si dichiara niente, è *utf-8*.
- Ma può essere qualsiasi cosa, anche cinese.

<python2>

- In python2 l'encoding di default è *latin1*, che non contiene altro che i caratteri ASCII. Le lettere accentate, ad esempio, non sono ammesse, nemmeno nei commenti.
- Per cambiare encoding serve una riga come questa all'inizio del file:

```
# -*- coding: utf-8 -*-
```

(PEP 0263)

test (*nome.py*)

- Definire una stringa *nome* contenente il proprio nome, una stringa *cognome* contenente il proprio cognome;
- Stampare la lunghezza delle due stringhe;
- Concatenare le due stringhe formando *nome_cognome*;
- Stampare la lunghezza di *nome_cognome*.

contenitori

- Uno dei punti di forza di python è nei contenitori disponibili, che sono molto efficienti, comodi da usare, e versatili:
 - *tuple ()*
 - *list []*
 - *dict {}*
 - *set {}, frozenset*
 - *altri contenitori in collections*
 - *OrderedDict, Counter, defaultdict...*

tuple/1

```
>>> a = (3, 4, 5)
>>> print(a)
(3, 4, 5)
>>> a[1] # indici da 0 a len-1!
4
>>> b = 2, 3 # senza parentesi!
>>> b
(2, 3)
```

tuple/2

- Non sono necessariamente omogenee!

```
>>> a = (4, z, "alfa", b)
```

```
>>> a
```

```
(4, (3+4j), 'alfa', (2, 3))
```

tuple/3

- Possono anche stare alla sinistra dell'uguale:

```
>>> print(z)
```

```
3.0+4.0j
```

```
>>> r, i = z.real, z.imag
```

```
>>> print(r)
```

```
3.0
```

```
>>> print(i)
```

```
4.0
```

tuple/4

Definiscono altre operazioni:

```
>>> a = (1, 2, 3)
```

```
>>> b = (4, 5, 6)
```

```
>>> a+b
```

```
(1, 2, 3, 4, 5, 6)
```

```
>>> a*3
```

```
(1, 2, 3, 1, 2, 3, 1, 2, 3)
```

```
>>>
```

tuple/5

Le parentesi non servono (*quasi mai*); ma la virgola è importante!

```
>>> x = 1  
  
>>> print(type(x), x)  
<type 'int'> 1  
  
>>> y = 1,  
  
>>> print(type(y), y)  
<type 'tuple'> (1,)  
  
>>>
```

tuple/6

- Le parentesi sono necessarie solo per definire la tupla vuota:

```
>>> empty = ()
```

```
>>> empty
```

```
()
```

```
>>>
```

tuple/7

Lo slicing consente di accedere a “porzioni” della tupla:

```
>>> a = (0, 1, 2, 3, 4)  
>>> a[1:3] # dal secondo elemento INCLUSO al quarto ESCLUSO  
(1, 2)  
>>> a[:2] # dal primo INCLUSO al terzo ESCLUSO  
(0, 1)  
>>> a[2:] # dal terzo INCLUSO all'ultimo ESCLUSO  
(2, 3, 4)  
>>> a[2:] + a[:2]  
(2, 3, 4, 0, 1)  
>>>
```

tuple/8

- Le tuple non sono modificabili, come le stringhe:

```
>>> t = (1, 2, 3)
```

```
>>> t[0] = 2
```

```
Traceback (most recent call last):
```

```
  File "<stdin>", line 1, in <module>
```

```
TypeError: 'tuple' object does not support item assignment
```

```
>>> t[0] += 10
```

```
Traceback (most recent call last):
```

```
  File "<stdin>", line 1, in <module>
```

```
TypeError: 'tuple' object does not support item assignment
```

```
>>>
```

test (*nome.py*)

Partendo dal file *nome.py*, definire una tupla contenente il proprio nome, il proprio cognome, e l'anno di nascita.

Costruire, a partire da essa, una nuova tupla contenente, nell'ordine, anno di nascita, nome, cognome).

liste/1

Le liste possono essere considerate “tuple modificabili”:

```
>>> l = [1, 2, 3]  
>>> print(l)  
[1, 2, 3]  
>>> l.append(4)  
>>> print(l)  
[1, 2, 3, 4]  
>>> l.insert(2, "XYZ")  
>>> print(l)  
[1, 2, 'XYZ', 3, 4]  
>>> print(len(l))
```

5

liste/2

```
>>> print(l[0], l[-1])  
1 4  
>>> l[:2])  
[1, 2]  
>>> l[-4:]  
[2, 'XYZ', 3, 4]  
>>> l[1] = 3, 2, 1, 0  
>>> l  
[1, (3, 2, 1, 0), 'XYZ', 3, 4]  
>>>
```

liste/3

```
>>> l = [3, 5, 7, 9, 11, 13]
```

```
>>> l.append(2)
```

```
>>> l.remove(9)
```

```
>>> l
```

```
[3, 5, 7, 11, 13, 2]
```

```
>>> l.sort()
```

```
>>> l
```

```
[2, 3, 5, 7, 11, 13]
```

```
>>> l.reverse()
```

```
>>> l
```

```
[13, 11, 7, 5, 3, 2]
```

```
>>>
```

liste/4

Le liste possono essere utilizzate come stack:

```
>>> print(l)  
[13, 11, 7, 5, 3, 2]  
>>> l.pop()  
2  
>>> l.pop()  
3  
>>> l.pop()  
5  
>>> l.pop()  
7  
>>> print l  
[13, 11]  
>>>
```

liste/5

```
>>> l *= 3
>>> print(l)
[13, 11, 13, 11, 13, 11]
>>> l[1:4] = ['a', 'b', 'c']
>>> print(l)
[13, 'a', 'b', 'c', 13, 11]
>>> l.count(13)
2
>>> l.count(7)
0
>>> l.index('c')
3
```

liste/6

```
>>> l.extend( (2, 3, 5) )  
>>> print(l)  
[13, 'a', 'b', 'c', 13, 11, 2, 3, 5]  
>>> del l[:-4]  
>>> print(l)  
[11, 2, 3, 5]  
>>>
```

test (*books.py*)

Definite una lista contenente alcuni nomi di libri che avete letto.

Aggiungete qualche altro elemento alla lista.

Stampate il numero di elementi della lista.

Riordinate la lista.

extended slices/1

La sintassi dello slicing accetta anche un parametro *stride*, sempre separato da :

```
>>> l = range(20)
>>> l[1:18]
[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17]
>>> l[1:18:3]
[1, 4, 7, 10, 13, 16]
>>> l[1::3]
[1, 4, 7, 10, 13, 16, 19]
>>> l[:5:3]
[0, 3]
>>> l[::-3]
[0, 3, 6, 9, 12, 15, 18]
>>>
```

extended slices/2

Lo *stride* può anche essere negativo

```
>>> l[3:18:3]
[3, 6, 9, 12, 15]
>>> l[18:3:-3]
[18, 15, 12, 9, 6]
>>> l[17:2:-3]
[17, 14, 11, 8, 5]
>>> l[::-1]
[19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7,
6, 5, 4, 3, 2, 1, 0]
>>>
```

extended slices/3

Quando si assegna con lo slicing, le extended slices sono meno flessibili delle regular slices, infatti la lunghezza degli operandi deve essere identica:

```
>>> l = range(5)
>>> r = ['a', 'b', 'c', 'd']
>>> r[1:3] = l[:-1]  # len(r[1:3]) != len(l[:-1]), ok
>>> r
['a', 0, 1, 2, 3, 'd']
>>> r[::3] = l[::2]  # len(r[::3]) != len(l[::2]), KO!!!
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ValueError: attempt to assign sequence of size 3 to extended slice of size 2
>>> r[::2] = l[::2]  # len(r[::2]) == len(l[::2]), ok
>>> r
[0, 0, 2, 2, 4, 'd']
>>>
```

extended slices/4

Quando si eliminano elementi con lo slicing, non ci sono problemi:

```
>>> l = range(11)
>>> del l[::3]
>>> l
[1, 2, 4, 5, 7, 8, 10]
>>> del l[::-2]
>>> l
[2, 5, 8]
>>>
```

set/1

- I set definiscono insiemi di elementi senza ripetizione. Non sono ordinati (nel senso che sono ordinati automaticamente al fine di rendere veloce la ricerca di elementi).

```
>>> s = set()  
>>> s.add(2)  
>>> s.add(3)  
>>> s.add(2)  
>>> s.add(4)  
>>> s  
  
set([2, 3, 4])  
>>> u = set(['alfa', 2, 3.5])  
>>> print(u)  
set([3.5, 2, 'alfa'])  
>
```

set/2

```
>>> print(s)
set([2, 3, 4])
>>> l=[1, 2, 2, 3, 3, 3, 4, 4, 4, 4]
>>> t = set(l)
>>> print(t)
set([1, 2, 3, 4])
>>> s.intersection(t)
set([2, 3, 4])
>>> s.difference(t)
set([])
>>> t.difference(s)
set([1])
>>>
```

set/3

```
>>> s.symmetric_difference(t)
set([1])
>>> s.union(t)
set([1, 2, 3, 4])
>>> s.discard(3)
>>> print(s)
set([2, 4])
>>> s.clear()
>>> print(s)
set([ ])
>>>
```

frozenset

Per analogia con le tuple, che possono essere considerate “liste congelate”, esistono i frozenset:

```
>>> ft = frozenset(t)  
>>> ft  
frozenset([1, 2, 3, 4])  
>>> ft.add(2)
```

Traceback (most recent call last):

```
  File "<stdin>", line 1, in <module>  
AttributeError: 'frozenset' object has no attribute  
'add'  
>>>
```

test (*primes_1.py*)

Avendo a disposizione solo queste strutture dati:

```
>>> all = set(range(1, 20))
```

```
>>> primes = set([2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19])
```

```
>>> even = set([2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18])
```

stampare l'insieme dei numeri dispari, l'insieme dei numeri dispari primi, e l'insieme dei numeri dispari non primi (inferiori a 20).

dizionari/1

- I dizionari implementano array associativi; associano ad una chiave arbitraria un valore arbitrario:

```
>>> atomic_number = { 'H' : 1, 'He' : 2,
'C' : 6, 'Fe' : 26}

>>> atomic_number[ 'C' ]

6

>>> atomic_number

{ 'H' : 1, 'C' : 6, 'Fe' : 26, 'He' : 2}

>>>
```

dizionari/2

- Non sono necessariamente omogenei:

```
>>> d = {}  
>>> d['alfa'] = 3  
>>> d[2.5] = 'xyz'  
>>> d[3+4j] = [3, 4, 5]  
>>> d[(1,2,3)] = { 'x': 2, 'y': 3, 'z': 1 }  
>>> print(d)  
{2.5: 'xyz', (1, 2, 3): {'y': 3, 'x': 2, 'z': 1}, 'alfa': 3, (3+4j): [3, 4, 5]}  
>>>
```

dizionari/3

```
>>> list(d.keys())
[2.5, (1, 2, 3), 'alfa', (3+4j)]
>>> list(d.values())
['xyz', {'y': 3, 'x': 2, 'z': 1}, 3, [3, 4, 5]]
>>> list(d.items())
[(2.5, 'xyz'), ((1, 2, 3), {'y': 3, 'x': 2, 'z': 1}),
 ('alfa', 3), ((3+4j), [3, 4, 5])]
>>> d.has_key('alfa')
True
>>> d.has_key('beta')
False
>>>
```

dizionari/4

```
>>> d.get('alfa', -1999)
3
>>> d.get('beta', -1999)
-1999
>>> print(d)
{2.5: 'xyz', (1, 2, 3): {'y': 3, 'x': 2, 'z': 1}, 'alfa': 3, (3+4j):
[3, 4, 5]}
>>> d.setdefault('alfa', -1999)
3
>>> d.setdefault('beta', -1999)
-1999
>>> d
{2.5: 'xyz', 'beta': -1999, (1, 2, 3): {'y': 3, 'x': 2, 'z': 1},
'alfa': 3, (3+4j): [3, 4, 5]}
>>>
```

dizionari/5

Possono essere usati come stack:

```
>>> d.pop('alfa', -5)
3
>>> d.pop('gamma', -5)
-5
>>> d.popitem()
(2.5, 'xyz')
>>> d.popitem()
('beta', -1999)
>>> d
{(1, 2, 3): {'y': 3, 'x': 2, 'z': 1}, (3+4j): [3, 4, 5]}
>>>
```

dizionari/6

```
>>> d1 = dict(a=1, b=2, c=3, d=4)  
>>> d2 = {1: 1.0, 2: 2.0}  
>>> d1.update(d2)  
>>> d1  
{'a': 1, 1: 1.0, 'c': 3, 'b': 2, 'd': 4, 2:  
2.0}  
>>> d1.clear()  
>>> d1  
{ }  
>>>
```

test (*books.py*)

Definite un dizionario che metta in relazione alcuni dei libri che avete letto con il nome del relativo autore.

Stampare i nomi di tutti gli autori (senza ripetizioni).

range/1

- Range è una funzione per costruire sequenze di interi:

```
>>> print(range(3))  
range(0, 3)  
>>> l = list(range(3))  
>>> l  
[0, 1, 2]  
>>>  
>>> print(list(range(3, 7)))  
[3, 4, 5, 6]  
>>> print(list(range(3, 10, 2)))  
[3, 5, 7, 9]
```

range/2

In realtà *range* non costruisce una sequenza, ma un oggetto iterabile; ovvero, un oggetto che è possibile scorrere dal primo all'ultimo elemento, un elemento dopo l'altro, sempre nella stessa direzione.

Da questo oggetto è possibile costruire una sequenza vera e propria.

<python2>

In python2 la funzione range(...) ha la stessa interfaccia che abbiamo visto, ma restituisce una lista.

Quando non serve l'intera lista, ma è sufficiente un oggetto iterabile, si può usare xrange(...).

costrutti per il controllo del flusso

Python ha pochi costrutti per il controllo del flusso, secondo la filosofia della massima semplicità.

indentazione/1

- In python l'indentazione è sintattica, vale a dire, determina l'annidamento degli statement.
- Questo è parte integrante della filosofia di python: siccome indentare è un bene, e siccome un programma senza indentazione è un male, perché non obbligare ad indentare?
- Diventa quindi inutile l'uso delle parentesi graffe per racchiudere blocchi, come in C/C++, o di statement di chiusura, come l'END DO del Fortran.

indentazione/2

Di quanto si deve indentare?

È arbitrario, ma deve essere consistente all'interno del blocco.

Le regole di stile/buon senso sono:

- indentare sempre di 4 spazi
- non usare MAI le tabulazioni per indentare

if-elif-else

```
>>> if a == b:  
...     print(a)  
... elif a > b:  
...     print(b)  
... else:  
...     print(a + b)  
...  
...
```

for/1

- Il ciclo for consente di iterare su “oggetti iterabili”, come liste, tuple, set, dizionari, *range*, ...

```
>>> for i in range(3):
```

```
...     print(i)
```

```
...
```

```
0
```

```
1
```

```
2
```

```
>>>
```

for/2

```
>>> t = ('a', 'b', 10, 5.5)
>>> for i in t:
...     print(i)
...
a
b
10
5.5
>>>
```

for/3

```
>>> d = { 'a': 0, 'b': 1, 'c': 2}  
>>> for key in d.keys():  
...     print(key)  
...  
a
```

c

b

>>>

for/4

```
>>> for val in d.values():  
...     print val
```

...

0

2

1

>>>

for/5

```
>>> for key, val in d.items( ):  
...     print(key, '=', val)  
...  
a = 0  
c = 2  
b = 1  
>>>
```

for/6

```
>>> for key in d:  
...     print(key)
```

...

a

c

b

>>>

for/7

```
>>> for key in ('a', 'd', 'c'):  
...     print(d.get(key, None))
```

...

0

None

2

>>>

for/8

```
>>> s = set(list(range(0, 10, 2))+list(range(0, 10, 3)))  
>>> print(s)  
set([0, 2, 3, 4, 6, 8, 9])  
>>> for i in s:  
...     print(i)  
...  
0  
2  
3  
4  
6  
8  
9  
>>>
```

test (*books.py*)

Partendo dal dizionario `libri : autori`, scrivere il codice per stampare, per ciascun autore, il numero di libri presenti nel dizionario.

while/1

- Il ciclo while è il generico ciclo con una condizione:

```
>>> i = 0  
>>> while i < 4:  
...     print(i)  
...     i += 1
```

```
...  
0  
1  
2  
3  
>>>
```

while/2

- Il ciclo precedente non è tuttavia un buon esempio, molto meglio questo:

```
>>> for i in range(4):  
...     print(i)
```

```
...
```

```
0
```

```
1
```

```
2
```

```
3
```

```
>>>
```

break

Break permette di uscire dal loop:

```
>>> for i in range(10000):  
...     print(i)  
...     if i%3 == 2:  
...         break
```

```
...
```

```
0
```

```
1
```

```
2
```

```
>>>
```

continue

Continue permette di passare all'iterazione successiva:

```
>>> for i in range(4):  
...     if i == 1:  
...         continue  
...     print(i)
```

```
...  
0  
2  
3  
>>>
```

loops: else clause

- I loop (for e while) possono avere una clausola *else*, che viene eseguita solo se non si esce dal loop con un *break*; ovvero, se il loop completa naturalmente:

```
>>> for i in range(10):  
...     if i > 3: break  
...     print(i)  
... else:  
...     print("finito!")  
...  
0  
1  
2  
3  
>>>
```

```
>>> for i in range(2):  
...     if i > 3: break  
...     print(i)  
... else:  
...     print("finito!")  
...  
0  
1  
finito!  
>>>
```

switch

Non esiste un costrutto switch, basta una serie di blocchi *if-elif-else*.

operatori

Vi sono vari operatori:

- Operatori di comparazione: `==`, `!=`, `<`, `<=`, `>`, `>=`, `is`, `in`
- Operatori logici: `and`, `or`, `not`

is

L'espressione `a == b` restituisce `True` se il valore di `a` è identico al valore di `b`.

L'espressione `a is b` restituisce `True` se `a` e `b` si riferiscono allo stesso oggetto fisico

```
>>> l1 = [1, 3, 8]
>>> l2 = [1, 3, 8]
>>> l3 = l1
>>> print(l1 == l2, l1 is l2)
True False
>>> print(l1 == l3, l1 is l3)
True True
>>> print(l2 == l3, l2 is l3)
True False
>>>
```

object reference/1

È giunto il momento di accennare al vero significato di una espressione come

```
>>> a = b
```

Qualunque oggetto sia *b*, questa espressione non fa altro che definire un nuovo nome simbolico *a* per quello stesso oggetto.

È simile ad un link o ad un alias; tecnicamente, si parla di object reference.

object reference/2

Quindi, quando scriviamo

```
>>> a = b
```

nulla viene copiato. Ne consegue che *a* e *b* sono lo stesso oggetto:

```
>>> a is b
```

True

in

L'espressione $a \text{ in } lst$ restituisce $True$ se l'oggetto a è contenuto in lst .

```
>>> print(2 in 11)
```

```
False
```

```
>>> print(3 in 11)
```

```
True
```

L'operando di destra deve consentire questa operazione (deve essere un contenitore o un oggetto iterabile):

```
>>> a in 10
```

```
Traceback (most recent call last):
```

```
  File "<stdin>", line 1, in <module>
```

```
TypeError: argument of type 'int' is not iterable
```

None/1

- **None** è un oggetto particolare del linguaggio, che viene utilizzato per indicare l'assenza di un valore o un valore indefinito

```
>>> a = None
```

```
>>> print(a)
```

```
None
```

```
>>>
```

bool/1

- Il tipo `bool` viene utilizzato per i valori logici di verità/falsità
- Un oggetto `bool` può assumere uno di questi valori:
 - `True`
 - `False`

bool/2

```
>>> a = 1 > 5
```

```
>>> print(a)
```

```
False
```

```
>>> b = 1 <= 5
```

```
>>> print(b)
```

```
True
```

```
>>>
```

conversioni a bool/1

- I tipi predefiniti vengono convertiti automaticamente a bool, ad esempio possono essere direttamente usati in espressioni condizionali. Le regole sono:
 - Un *int* uguale a 0 equivale a *False*, altrimenti *True*
 - Un *float* uguale a 0.0 equivale a *False*, altrimenti *True*
 - Una stringa vuota "" equivale a *False*, altrimenti *True*
 - Un contenitore vuoto([], (), set(), {}, ...) equivale a *False*, altrimenti *True*
 - *None* equivale a *False*

test (*divisors.py*)

- Scrivete un codice per stampare tutti i divisori primi del numero 2009

funzioni/1

- Le funzioni si dichiarano con *def*, seguito dal nome della funzione e dalla lista dei parametri.
- Diversamente da C/C++/Fortran, non si deve dichiarare il tipo degli argomenti e del valore di ritorno.

funzioni/2

```
>>> def sum(a, b):  
...     return a+b  
...  
>>> sum(3, 4)  
7  
>>> sum("Ciao, ", "mondo!")  
'Ciao, mondo!'  
>>> sum(3.2, 9.1)  
12.3  
>>> sum(6, "ccc")  
Traceback (most recent call last):  
  File "<stdin>", line 1, in <module>  
  File "<stdin>", line 2, in sum  
TypeError: unsupported operand type(s) for +: 'int' and 'str'
```

funzioni/3

Le funzioni possono essere ricorsive:

funzioni/4

Qualsiasi funzione ha un valore di ritorno. Per default, questo valore è `None`. Se si vuole dare un valore di ritorno specifico, ad esempio `4`, ad una funzione, basta aggiungere lo statement *return 4*.

Uno statement *return* senza espressioni alla destra equivale a *return None*.

Se una funzione termina senza aver incontrato alcun *return*, esegue implicitamente un *return None*.

test (*divisors.py*)

- Scrivere una funzione che determini tutti i divisori di un numero intero arbitrario

test (*divisors.py* -> *primes.py*)

- Scrivere una funzione che verifichi se un numero è primo (non importa che sia efficiente!)

passaggio di parametri/1

- Gli argomenti di una funzione possono essere passati per posizione o per nome:

```
>>> def count(lst, val):  
...     c = 0  
...     for el in lst:  
...         if el == val: c += 1  
...     return c  
...  
>>> count([1,2,1,3,2,4], 2)  
2  
>>> count(val=2, lst=[1,2,1,3,2,4])  
2
```

passaggio di parametri/2

- Dopo aver passato almeno un argomento per nome, non è più possibile passarli per posizione:

```
>>> count(val=2, [1,2,1,3,2,4,1])  
  File "<stdin>", line 1  
  
SyntaxError: non-keyword arg after keyword  
arg  
  
>>>
```

argomenti di default/1

- Gli argomenti di una funzione possono avere valori di default:

```
>>> def count(lst, val=1):  
...     c = 0  
...     for el in lst:  
...         if el == val: c += 1  
...     return c  
...  
>>> count([1,2,1,3,2,4,1], 2)  
2  
>>> count([1,2,1,3,2,4,1])  
3  
>>>
```

argomenti di default/2

- Se un argomento accetta un valore di default, anche tutti i successivi argomenti devono avere un valore di default:

```
>>> def f(a, b=0, c):  
...     print(a+b)
```

```
...
```

```
File "<stdin>", line 1
```

```
SyntaxError: non-default argument follows  
default argument
```

```
>>>
```

arbitrary argument list/1

Una funzione può avere argomenti posizionali opzionali; questi argomenti vengono inseriti in una tupla:

```
>>> def f(a, *l):  
...     print(a)  
...     print(l)  
...  
>>> f("a")  
a  
()  
>>> f("a", 2)  
a  
(2,)  
>>> f("a", 2, 5, 'y')  
a  
(2, 5, 'y')  
>>>
```

arbitrary argument list/2

```
>>> def sum(a, *p_args):  
...     for i in p_args:  
...         a += i  
...     return a  
...  
>>> sum(10)  
10  
>>> sum(10, 1, 100)  
111  
>>> sum("a", "bc", "d")  
abcd  
>>>  
>>> sum([1], [], [2, 3], [4, 5, 6], range(7, 10))  
[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]  
>>>
```

arbitrary keyword arguments

Gli argomenti opzionali possono essere previsti anche per nome; in tal caso, vengono mantenuti in un dizionario:

```
>>> def g(a, **n_args):  
...     print(a)  
...     print(n_args)  
...  
>>> g(5, y=9, z=5, x=1)  
5  
{'y': 9, 'x': 1, 'z': 5}  
>>> g(5, y=9, z=5, x=1, a=1)  
Traceback (most recent call last):  
  File "<stdin>", line 1, in <module>  
TypeError: g() got multiple values for keyword argument 'a'  
>>>
```

keyword-only arguments/1

Una funzione può avere argomenti keyword-only, che non possono dunque essere passati posizionalmente, ma devono essere dati per nome.

Sono indicati fra `*p_args` e `**n_args`; possono avere un default.

Se la funzione non ha bisogno di `p_args`, si può lasciare un `*`.

keyword-only arguments/2

```
>>> def foo(a, *, kwonly):  
...     pass  
...  
>>> foo(10)  
Traceback (most recent call last):  
  File "<stdin>", line 1, in <module>  
TypeError: foo() needs keyword-only argument kwonly  
>>> foo(10, 5)  
Traceback (most recent call last):  
  File "<stdin>", line 1, in <module>  
TypeError: foo() takes exactly 1 positional argument (2 given)  
>>> foo(10, kwonly=5)  
>>> foo(kwonly=5, a=10)  
>>>
```

<python2>

Gli argomenti keyword-only non sono supportati in python2.

forma generale di una funzione

- Riassumendo, la forma generale di una funzione è:

```
>>> def foo(a, b, c=0, *p_args, kwonly0, kwonly1=10,
**n_args):
...     print(a, b, c, p_args, kwonly0, kwonly1, n_args)
...
>>> foo(1, 2, kwonly0=999)
1 2 0 () 999 10 {}
>>> foo(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, x=10.0, y=20.0, z=30.0,
kwonly0=999)
1 2 3 (4, 5, 6, 7) 999 10 {'y': 20.0, 'x': 10.0, 'z': 30.0}
>>>
```

unpacking argument list

A volte può capitare di avere, in una lista o tupla, il valore degli argomenti che vogliamo passare posizionalmente ad una funzione:

```
>>> def f(a, b, c):  
...     return a*b-c  
...  
>>> p_args = [3, 5, -2]  
>>> print(f(*p_args)) ## => f(3, 5, -2)
```

17

>>>

unpacking keyword arguments

A volte può capitare di avere, in un dizionario, gli argomenti da passare per nome ad una funzione:

```
>>> def f(x, y, z):  
...     return x**2 + y**2 + z**2  
...  
>>> n_args = {'x': 3, 'y': 4, 'z': 5}  
>>> print(f(**n_args)) ### => f(x=3, y=4, z=5)  
50  
>>>
```

doc string/1

È possibile associare ad una funzione una *doc string*, una stringa arbitraria di documentazione per la funzione. La stringa diventa parte integrante della funzione; se il nome della funzione è *fun*, *fun.__doc__* è la sua *doc string*.

La doc string è una stringa python messa direttamente subito dopo la *def*.

Per default, la doc string vale *None*.

doc string/2

```
>>> def sum(a, b, *l):
...     """Somma due o più numeri; ad esempio,
...     >>> print(sum(2, 4, 10, 20, 30))
...     66
...     >>>"""
...     r = a + b
...     for el in l:
...         r += el
...     return r
...
>>> print(sum.__doc__)
Somma due o piu' numeri; ad esempio,
>>> print(sum(2, 4, 10, 20, 30))
66
>>>
>>>
```

doc string/3

Le funzioni built-in hanno una doc string, che ci può aiutare a capire come usarle attraverso l'interprete in interattivo:

```
>>> print(range.__doc__)  
range([start,] stop[, step]) -> range object
```

Returns a virtual sequence of numbers from start to stop by step.

```
>>>
```

pass

Pass è una generica istruzione che non fa niente, e può stare in qualsiasi posizione del codice. È utile perché in alcune situazioni è necessario uno statement per ragioni sintattiche. Ad esempio, il corpo di una funzione non può essere omesso. Se si vuole una funzione vuota, si fa così:

```
>>> def f(a, b, c, d=0):  
...     pass  
...  
>>>
```

tutto è oggetto

Tutto è un oggetto, anche una funzione. Pertanto, anche alle funzioni possiamo associare nomi simbolici:

```
>>> def sum(a, b):  
...     return a+b  
...  
>>> somma = sum  
>>> print(somma(10, 12))  
22  
>>>
```

funzioni come argomento di funzioni

Poiché si può assegnare un nome simbolico ad una funzione, si può anche passare una funzione come argomento di un'altra funzione:

```
>>> def sum(a, b): return a+b
...
>>> def sub(a, b): return a-b
...
>>> def g(x, f): return f(x, x+1)
...
>>> g(1, sum)
3
>>> g(1, sub)
-1
>>>
```

sort/1

Un buon esempio di funzione che riceve una funzione come argomento è costituito dall'ordinamento delle liste.

Il metodo *sort* di *list*, che abbiamo visto, può ricevere un parametro opzionale di tipo funzione. Se questo parametro viene fornito, deve essere una funzione di un argomento che restituisce la chiave rispetto a cui ordinare:

```
>>> def f(x) : return x
...
>>> l.sort(key=f)
>>> l
[10, 20, 30]
>>> def g(x) : return x
...
>>> l.sort(key=g)
>>> l
[30, 10, 20] # (30 % 3, 10 % 3, 20 % 3) == (0, 1, 2)
>>>
```

ATTENZIONE: `key` è un keyword-only argument,
non può essere passato per posizione

sort/2

```
>>> l = [(1, 2), (-1, 9), (10, 0), (2, -3)]  
>>>  
>>> def getkey1(x): return x[1]  
...  
>>> l.sort(key=getkey1)  
>>> print(l)  
[(2, -3), (10, 0), (1, 2), (-1, 9)]  
>>> def getkey2(x): return x[0]-x[1]  
...  
>>> l.sort(key=getkey2)  
>>> print(l)  
[(-1, 9), (1, 2), (2, -3), (10, 0)]  
>>>
```

<python2>

- Per default, il metodo `list.sort()` di python2 accetta una funzione di tipo diverso, che accetta due argomenti.
- Per usare in python2 quanto fatto nelle slide precedenti, è necessario passare la funzione `getkey` posizionalmente, cosa che si può fare anche in python3:

```
>>> l.sort(key=mygetkey)
```

```
>>>
```

lambda functions/1

Nell'ambito del paradigma di programmazione funzionale, rispetto al quale python offre un discreto supporto, è spesso necessario definire piccole funzioni da passare come argomento ad altre funzioni.

Le lambda function sono funzioni “anonime” fatte di una sola riga, semplici e compatte.

Hanno alcune limitazioni: non possono far altro che restituire il risultato di un'unica espressione, per quanto complessa. Non possono eseguire statement (come $a = 10$).

lambda functions/2

```
>>> def getkey1(x):  
...     return x[1]  
...  
>>> print(getkey1((10, 1)))  
1  
>>> lambda_getkey1 = lambda x: x[1]  
>>> print(lambda_getkey1((10, 1)))  
1
```

lambda functions/3

```
>>> l = [(1, 2), (-1, 9), (10, 0), (2, -3)]
```

```
>>> l.sort(lambda x: x[1])
```

```
>>> print(l)
```

```
[(1, 2), (-1, 9), (10, 0), (2, -3)]
```

```
>>>
```

```
>>> l.sort(lambda x: x[0]-x[1])
```

```
>>> print(l)
```

```
[(-1, 9), (1, 2), (2, -3), (10, 0)]
```

sequenze

Una sequenza è un qualsiasi oggetto iterabile.

Non è necessariamente un contenitore: ad esempio `range(1000000)` non contiene 1000000 di elementi, ma li genera uno dopo l'altro, scorrendoli da sinistra a destra.

programmazione funzionale/1

Il paradigma di programmazione funzionale si basa principalmente sull'applicazione di funzioni a sequenze.

programmazione funzionale/2

Il paradigma di programmazione funzionale si basa principalmente su due funzioni built-in:

- *filter*: applica un filtro ad una sequenza
- *map*: applica una funzione a tutti gli elementi di una sequenza

Attenzione: restituiscono oggetti iterabili, non liste o tuple.

filter

```
>>> l = list(range(30))

>>> print(l)

[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13,
14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24,
25, 26, 27, 28, 29]

>>> list(filter(lambda x: x%5 == 0, l))

[0, 5, 10, 15, 20, 25]

>>> list(filter(lambda x: x < 3, l))

[0, 1, 2]

>>>
```

map

```
>>> l = list(range(10))  
>>> list(map(lambda x: x**2, l))  
[0, 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81]  
>>> list(map(lambda x: x+100, l))  
[100, 101, 102, 103, 104, 105, 106,  
107, 108, 109]  
>>>
```

sum, min, max

Sono funzioni di riduzione per ottenere la somma, il minimo ed il massimo degli elementi:

```
>>> l = range(10)
```

```
>>> sum(l)
```

```
45
```

```
>>> min(l)
```

```
0
```

```
>>> max(l)
```

```
9
```

```
>>>
```

functools.reduce/1

```
>>> l = list(range(10))  
>>> import functools  
>>> functools.reduce(lambda x, y: x+y, l)  
45  
>>> functools.reduce(lambda x, y: x+y,  
1,) 1000)  
1045  
>>>
```

functools.reduce/1

Il modulo functools fornisce una generica funzione di riduzione reduce.

Non abbiamo ancora visto come si caricano i moduli (== librerie python). Per ora basti sapere che si fa così:

```
>>> l = list(range(10))
>>> import functools
>>> functools.reduce(lambda x, y: x+y, l)
45
>>> functools.reduce(lambda x, y: x+y, l, 1000)
1045
>>>
```

functools.reduce/2

Reduce usa il primo argomento della lista come inizializzazione, se non viene dato un inizializzatore (terzo argomento). Talvolta questo non va bene:

```
>>> functools.reduce(lambda x, y: x+y, [])
```

Traceback (most recent call last):

File "<stdin>", line 1, in <module>

TypeError: reduce() of empty sequence with no initial value

```
>>> functools.reduce(lambda x, y: x+y, [], 0)
```

0

```
>>>
```

functools

Il modulo `functools` fornisce alcune altre utili funzioni per la programmazione funzionale

test (*books.py*)

- A partire dal dizionario libri->autori, costruire una lista di tutti i libri il cui titolo non contiene il carattere “a”.
- A partire dal dizionario libri->autori, costruire una lista di tutti i libri ordinati per nome dell'autore

list comprehension/1

Viene detta list comprehension la possibilità di eseguire in un'unica espressione operazioni complesse sulle liste.

```
>>> l = range(10)
>>>
>>> [i+1 for i in l]
[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]
>>> [i**2 for i in l if i%3==0]
[0, 9, 36, 81]
>>> [[0 for i in range(10)] for i in range(7)]
[[0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0], [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
 [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0], [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
 [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0], [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0],
 [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]]
```

list comprehension/2

```
>>> l1 = [1, 2, 4]
>>> l2 = ['a', 'b']
>>> l3 = [9, 8, 7]
>>> [(e1,e2,e3) for e1 in l1 for e2 in l2
for e3 in l3]
[(1, 'a', 9), (1, 'a', 8), (1, 'a', 7), (1,
'b', 9), (1, 'b', 8), (1, 'b', 7), (2, 'a',
9), (2, 'a', 8), (2, 'a', 7), (2, 'b', 9),
(2, 'b', 8), (2, 'b', 7), (4, 'a', 9), (4,
'a', 8), (4, 'a', 7), (4, 'b', 9), (4, 'b',
8), (4, 'b', 7)]
```

test (*books.py*)

- A partire dal dizionario libri->autori, costruire una lista di tutti i libri il cui titolo non contiene il carattere “a” usando la list comprehension.

str e repr/1

Vi sono due funzioni per convertire un oggetto in stringa: *str* e *repr*.

La chiamata *str(x)* equivale a *x.__str__()* se l'oggetto *x* ha un metodo *__str__*, altrimenti equivale a *x.__repr__()*. Tutti gli oggetti hanno automaticamente un metodo *__repr__*.

str e repr/2

Quando viene stampato un oggetto, ad esempio

```
>>> print(x)
```

l'oggetto verrà convertito in stringa; ciò avviene attraverso *str*, dunque equivale a questo:

```
>>> print(str(x))
```

ovvero verrà stampato il risultato di *x.__str__* se *x* ha un metodo *__str__*, *x.__repr__* in alternativa.

str e repr/3

Possiamo forzare l'uso di *str* o *repr*; con le stringhe è possibile vedere la differenza:

```
>>> a = "Ciao, mondo!"  
>>> print(a)  
Ciao, mondo!  
>>> print(str(a))  
Ciao, mondo!  
>>> print(repr(a))  
'Ciao, mondo!'  
>>>
```

str e repr/4

Quando viene stampato un contenitore standard (liste, tuple, dizionari o set), gli elementi contenuti vengono sempre stampati attraverso *repr*:

```
>>> print(a)
```

```
Ciao, mondo!          # str(a)
```

```
>>> print([a])
```

```
[ 'Ciao, mondo!' ]  # repr(a)
```

```
>>>
```

str e repr/5

In pratica, *repr* dovrebbe restituire una rappresentazione dell'oggetto più vicina a quella “interna”. Per i tipi predefiniti, l'output di *repr* equivale alla costante letterale che consente di definire un oggetto equivalente:

```
>>> a = 'ciao'  
>>> print(str(a))  
ciao  
>>> print(repr(a))  
'ciao'  
>>>
```

str e repr/6

Ora sappiamo anche cosa succede quando nell'interprete in interattivo scriviamo una espressione: il risultato viene stampato con *repr* e non con *str*:

```
>>> a = 'ciao'  
>>> a  
'ciao'  
>>>
```

string formatting

Python supporta due modalità di formattazione di stringhe.

Anche se la nuova è fortemente consigliata e la vecchia potrebbe essere presto deprecata, occorre conoscerle entrambe, perché la vecchia è molto usata.

Anche python 2 (>2.6) implementa la modalità nuova.

“old-style” string formatting/1

La modalità più vecchia è simile a quella utilizzata per la funzione C printf.

```
>>> a = 10
>>> "Il valore di a e': %d" % a
"Il valore di a e': 10"
>>>
>>> b = 0.2
>>> "a==<%3d>, b==<%10.4f>" % (a, b)
'a==< 10>, b==< 0.2000>'
>>>
```

“old-style” string formatting/2

L'associazione fra specificatori di formato e parametri può avvenire anche per nome:

```
>>> dct = {  
...     'a': 10,  
...     'b': 20,  
...     'c': 30,  
... }  
  
>>>  
  
>>> "%(a)d + %(b)d + %(c)d" % dct  
'10 + 20 + 30'  
  
>>>
```

“old-style” string formatting/3

A differenza della printf C, lo speciatore di formato `%s` stampa qualsiasi cosa:

```
>>> a, b, c = 10, "ciao", 5.4
>>> print("%s, %s, %s" % (a, b, c))
10, ciao, 5.4
>>>
```

In pratica, viene forzata la chiamata a `str`.

“new-style” string formatting/1

Si usa il metodo *format* delle stringhe.

```
>>> "My name is {0} {1} ".format("Simone",  
"Campagna" )  
'My name is Simone Campagna'  
>>> "My name is {1} {0} ".format("Simone",  
"Campagna" )  
'My name is Campagna Simone'  
>>> "My Name is {name} {surname} ".format(  
surname="Campagna", name="Simone")  
'My Name is Simone Campagna'  
>>>
```

“new-style” string formatting/2

```
>>> l = ["zero", "one", "two", "three", "four",
"five", "six", "seven", "eight", "nine", "ten"]
>>> "{array[2]} + {array[1]} + {array[0]} +
{array[4]} = {array[7]}".format(array=l)
'two + one + zero + four = seven'

>>> abc = {'a': 0, 'b':1, 'c':2}
>>> "{d[a]}, {d[c]}".format(d=abc)
'0, 2'
>>>
```

“new-style” string formatting/3

È possibile specificare il formato con cui stampare:

```
>>> "{0:d} / {1:d} =\n{2:.2f}".format(10, 3, 10 / 3)\n'10 / 3 = 3.33'
```

“new-style” string formatting/4

È possibile specificare anche se un elemento deve essere stampato con *str* o con *repr*:

```
>>> print( "{0!s} : {0!r}" .format( "abc" ) )  
abc : 'abc'
```

“new-style” string formatting/5

È possibile evitare di scrivere gli indici, se sono consecutivi:

```
>>> "{} , {} , {}" .format(1 , 2 , 3)  
'1 , 2 , 3'
```

test (*books.py*)

- Stampare tutto il contenuto del dizionario libri->autori con un formato simile a questo:
Umberto Eco ha scritto il libro 'Il nome della rosa'.

classi (breve introduzione)

Le classi sono lo strumento per definire nuovi tipi. Immaginiamo di non avere *complex*:

```
class Complex(object):

    def __init__(self, r=0.0, i=0.0):
        self.re = r
        self.im = i

    def __mul__(self, other):
        return Complex(self.re*other.re-self.im*other.im,
                      self.re*other.im+self.im*other.re)

    def __imul__(self, other):
        self.re = self.re*other.re-self.im*other.im
        self.im = self.re*other.im+self.im*other.re
        return self

    def __rmul__(self, other):
        return self.__mul__(other)

    def __str__(self):
        return "({0}+{1}j)".format(self.re, self.im)
```

istanze

Abbiamo detto che tutto è oggetto. Ora possiamo dire che un oggetto è una istanza di una classe.

4 è una istanza della classe *int*.

metodi

Le classi hanno metodi, ovvero funzioni che si applicano su istanze di quella classe.

Il primo argomento di qualsiasi metodo è l'istanza su cui si applica; convenzionalmente lo si chiama *self*.

```
>>> class A(object):  
...     def f(self, i):  
...         print("A:::", i)  
...  
>>> a = A()  
>>> a.f(10)  
A::: 10  
>>>
```

attributi/1

Ogni istanza (ogni oggetto) può avere degli attributi. Possono essere aggiunti in qualsiasi momento:

```
>>> print(a.x)
```

```
Traceback (most recent call last):
```

```
  File "<stdin>", line 1, in <module>
```

```
AttributeError: 'A' object has no attribute 'x'
```

```
>>> a.x = 10.2
```

```
>>> print(a.x)
```

```
10.2
```

```
>>>
```

attributi/2

Normalmente comunque gli attributi sono definiti attraverso i metodi della classe. In particolare, attraverso il metodo `__init__`, il costruttore della classe, che viene chiamato quando deve essere costruita una istanza della classe.

```
class Complex(object):  
    def __init__(self, r=0.0, i=0.0):  
        self.re = r  
        self.im = i
```

attributi/3

In altre parole, gli attributi di una istanza di una certa classe dovrebbero essere tutti definiti all'interno della classe, ed in particolare nel metodo `__init__`, e non all'esterno.

Ma questa è una regola di stile e non di sintassi.

attributi speciali

Tutte le classi hanno l'attributo `__init__`, perché le istanze devono poter essere costruite.

Analogamente, vi sarà un `__del__`, il distruttore, automaticamente chiamato quando l'oggetto deve essere distrutto.

Per varie funzionalità vi sono metodi dal nome speciale: ad esempio, `__len__`, `__str__`, `__repr__`, `__sort__`, `__get__`, `__setitem__`, `__delitem__`, `__add__`, `__iadd__`, `__radd__`, `__contains__`, ...

attributi di classe

Le classi stesse possono avere attributi. Anche i metodi sono attributi della classe, di tipo funzione.

```
>>> class ALFA(object):  
...     A = 10  
...     def __init__(self):  
...         self.x = 3  
...  
>>> a = ALFA()  
>>> print(a.A)  
10  
>>> print(a.x)  
3  
>>> print(a.__class__.A)  
10  
>>> print(ALFA.A)  
10  
>>>
```

ereditarietà/1

Una classe può ereditare da un'altra classe; in tal caso, ne eredita tutto il contenuto. I metodi possono eventualmente essere ridefiniti.

ereditarietà/2

Una classe può ereditare da un'altra classe; in tal caso, ne eredita tutto il contenuto. I metodi possono eventualmente essere ridefiniti.

```
>>> class BETA(ALFA):  
...     def __init__(self):  
...         ALFA.__init__(self)  
...         self.y = 5  
...  
>>> b = BETA()  
>>> print(b.A)  
10  
>>> print(b.x)  
3  
>>> print(b.y)  
5  
>>>
```

ereditarietà/3

La funzione *super()* permette di delegare ad una classe di base una operazione:

```
>>> class BETA(ALFA):  
...     def __init__(self):  
...         super().__init__()  
# => ALFA.__init__(self)  
...     self.y = 5  
...  
...
```

oggetti iterabili/1

Abbiamo visto vari contenitori; tutti questi sono oggetti iterabili, ovvero, è possibile iterare sugli elementi di questi oggetti (ad esempio, con un ciclo *for*).

Vi sono altri oggetti su cui è possibile iterare, anche se a rigore non contengono alcunché.

Abbiamo visto alcuni esempi di oggetti iterabili che non contengono nulla: *range*, *filter*, *map*...

oggetti iterabili/2

Definiamo una funzione simile a *range*, ma che crea e restituisce una lista:

```
>>> def my_range_list(N):
...     """my_range_list(N) -> list of integers 0...N
...     >>> my_range_list(3)
...     [0, 1, 2, 3]"""
...     l = []
...     i = 0
...     while i < N + 1:
...         l.append(i)
...         i += 1
...     return l
...
>>>
```

oggetti iterabili/3

Consideriamo ora la funzione *sumn* che somma i primi N interi, usando *my_range_list*:

```
>>> def sumn(N):  
...     """sumn(N) -> sum of the integers 0...N"""  
...     s = 0  
...     for i in my_range_list(N):  
...         s += i  
...     return s  
...  
>>>  
>>> print(sumn(10))  
55  
>>> >>> print(sumn(10000))  
50005000  
>>>
```

oggetti iterabili/4

Questo è inefficiente, perché viene creata una lista di N elementi, anche se ne viene sempre utilizzato uno alla volta.

Per sommare tutti gli elementi da 1 a N mi basta “generarli” uno dopo l’altro: non c’è alcun bisogno di averli tutti contemporaneamente in memoria!

oggetti iterabili/5

```
>>> def my_range_iter(N):
...     """my_range_list(N) -> generates integers 0...N
...     >>> for i in my_range_iter(3):
...         ... print(i)
...
...         ...
...
...         0
...
...         1
...
...         2
...
...         3
...
...         """
...
...         i = 0
...         while i < N + 1:
...             yield i
...             i += 1
...
>>>
```

oggetti iterabili/6

```
>>> def sumn(N):  
...     """sumn(N) -> sum of the integers 0...N"""  
...     s = 0  
...     for i in my_range_iter(N):  
...         s += i  
...     return s  
...  
>>>  
>>> print(sumn(10))  
55  
>>>
```

generatori ed iteratori/1

La funzione *my_range_iter* è un generatore. Essa produce un oggetto iterabile. Il trucco è sostituire *return* con *yield*; entrambi restituiscono al chiamante l'espressione a destra.

La differenza è che quando viene chiamato *yield*, la funzione “rimane sullo stack”, e la sua esecuzione può essere ripresa dal punto in cui si era interrotta.

I costrutti per il controllo del flusso (*for*, *list comprehension*, ...) lo fanno automaticamente.

generatori ed iteratori/2

Per essere più precisi (ma avremo bisogno di un po' più di programmazione object-oriented), quando la funzione generatore viene chiamata, essa produce in output un iteratore. Un iteratore è un oggetto che possiede un metodo `__next__`, il quale restituisce il successivo elemento della sequenza.

Generalmente un iteratore mantiene un qualche stato (nel nostro caso sarebbe il valore di `i`).

generatori ed iteratori/3

Gli iteratori possono facilmente essere costruiti a mano, con un po' di programmazione object-oriented. Non è difficile.

I generatori sono funzioni che consentono di evitare di scrivere manualmente un iteratore.

Quando una funzione usa *yield*, diventa un generatore. L'uso di *return <value>* è allora proibito in quella funzione.

<python2>

In python2 la funzione *range* restituisce una lista, non un oggetto iterabile. Esiste una funzione *xrange* che si comporta come la *range* di python3

sequenze infinite

Il vantaggio degli iteratori è che consentono di realizzare anche sequenze infinite, con un impegno trascurabile di memoria:

```
>>> def even_numbers():
...     i=2
...     while True:
...         yield i
...         i += 2
...
>>> for n in even_numbers():
...     if not is_sum_of_two_primes(n):
...         print("Goldbach was wrong!")
...     break
...
>>>
```

iterazione/1

Cosa succede quando iteriamo su una lista (o su un qualsiasi oggetto)?

```
>>> lst = [1, 2, 3]
>>> for i in lst:      # => for i in iter(lst):
                      # => for i in lst.__iter__():
...
      print(i)
...
1
2
3
>>>
```

iterazione/2

Il metodo `__iter__()` dell'iterabile restituisce un iteratore, cioè un oggetto fatto apposta per iterare su quel particolare iterabile.

Un iteratore possiede un metodo `__next__()` grazie al quale è possibile accedere in sequenza agli elementi dell'iterabile:

iterazione/3

```
>>> l = [1, 2, 3]
>>> il = iter(l)
>>> next(il) # => l.__next__()
1
>>> next(il) # => l.__next__()
2
>>> next(il) # => l.__next__()
3
>>> next(il) # => l.__next__()
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
StopIteration
>>>
```

iterazione/4

Perché passare per un metodo `__iter__` nella lista che restituisce un iteratore sulla lista? Perché non mettere `__next__` direttamente nella lista, facendo in modo che iteri su se stessa?

La ragione è che questo mantiene la possibilità di annidare gli iteratori su una stessa lista; ciascun iteratore mantiene il proprio stato, sono indipendenti anche se si riferiscono alla stessa lista.

```
>>> for i in lst:  
...     for j in lst:  
...         print(i+j, end=' ' )  
...  
2 3 4 3 4 5 4 5 6
```

iterazione/5

In pratica, è come se l'iteratore fosse un fittizio “puntatore” ai singoli elementi della lista. Ogni volta che il puntatore è incrementato (`__next__`), esso punta all'elemento successivo. Su una medesima lista, posso avere quanti puntatori indipendenti voglio.

<python2>

Diversamente da `python2`, i metodi *keys*, *values*, *items* dei dizionari iterano sulle chiavi/valori/item. Non restituiscono liste.

iteratore

Il concetto di iteratore è un tipico esempio di design pattern, ovvero una soluzione efficiente e diffusa ad un problema generale.

Concettualmente, è una estensione del concetto di puntatore C.

In python il concetto è pervasivo: tutto ciò che scorre su un oggetto da sinistra a destra lo fa attraverso iteratori.

funzioni built-in che operano su iteratori

Esistono molte funzioni built-in che operano su oggetti iterabili:

- *list(iterable)*: costruisce una lista
- *tuple(iterable)*: costruisce una tupla
- *dict(iterable)*: costruisce un dizionario
(attenzione: gli elementi di *iterable* devono essere coppie chiave/valore, ovvero tuple di 2 elementi)

generatori built-in/1

Esistono molti utili generatori built-in:

- *range([start,] stop[, incr]):* genera una sequenza
- *zip(it1, it2):* genera una sequenza di coppie I cui elementi sono presi da *it1* e da *it2*
- *enumerate(it):* genera una sequenza di coppie (i, e) dove e è un elemento di *it*, ed i il suo indice.

Tutti questi oggetti restituiscono un iteratore, non un contenitore.

generatori built-in/2

```
>>> l1 = [1, 2, 3]
>>> l2 = ['a', 'b', 'c']
>>> list(zip(l1, l2))
[(1, 'a'), (2, 'b'), (3, 'c')]
>>> for a, b in zip(l1, l2):
...     print "{0}={1}".format(b, a)
...
a=1
b=2
c=3
>>> l1 = ['a', 'b', 'c']
>>> l2 = [1, 2, 3]
>>> list(zip(l1, l2))
[('a', 1), ('b', 2), ('c', 3)]
>>>
```

generatori built-in/3

```
>>> for k, v in zip(l1, l2):  
...     print "%s==%s" % (k, v)  
...  
a==1  
b==2  
c==3  
  
>>> dict(zip(l1, l2))  
{'a': 1, 'c': 3, 'b': 2}  
  
>>>
```

generatori built-in/4

```
>>> for i, e in enumerate('abc'):
...     print i, e
...
0 a
1 b
2 c
>>>
```

generator expressions/1

Se si usano le parentesi tonde invece delle parentesi quadrate, la stessa sintassi della list comprehension permette di definire generatori on-the-fly:

```
>>> [i**3 for i in range(4)]  
[0, 1, 8, 27]  
>>> (i**3 for i in range(4))  
<generator object <genexpr> at 0x7f30e99d3fa0>  
>>> sum(i**3 for i in range(4))  
36  
>>> sum(i**3 for i in range(4))  
36  
>>>
```

generator expressions/2

```
>>> g = range(1000000)
```

lista di 1000000
di elementi!

```
>>> sum([e**2 for e in g])
```

```
333332833333500000
```

generatore

```
>>> sum(e**2 for e in g)
```

```
333332833333500000
```

test (*primes.py*)

- Scrivere un generatore “primes” che produca la successione dei numeri primi (tutti!). L’efficienza non è importante.
- Usando il generatore “primes”, creare una lista dei primi 250 numeri primi.
- Usando il generatore “primes”, definire una funzione “*pi(N)*” che restituisca il numero di numeri primi inferiori a *N*.

introspezione/1

L'introspezione è la capacità di un linguaggio di fornire varie informazioni sugli oggetti run-time.

Python ha un ottimo supporto per l'introspezione, a differenza di linguaggi come Fortran o C che non ne hanno alcuno, o C++ che ha un supporto estremamente limitato.

È utile per

- Debugging
- Apprendere più facilmente come usare le librerie
- Realizzare certi algoritmi

introspezione/2

Determinare il tipo di un oggetto è estremamente facile: basta usare il comando *type*:

```
>>> l = [1, "alfa", 0.9, (1, 2, 3)]  
>>> print([type(i) for i in l])  
[<type 'int'>, <type 'str'>, <type  
'float'>, <type 'tuple'>]  
>>>
```

introspezione/3

Questo talvolta è utile nelle funzioni, perché il tipo degli argomenti di una funzione non è fissato, ma dipende da come la funzione viene chiamata.

Il comando *isinstance(object, type)* ci dice se l'oggetto *object* è del tipo *type*:

```
>>> def dupl(a):
...     if isinstance(a, list):
...         return [dupl(i) for i in a]
...     else:
...         return 2*a
...
>>> dupl(10)
20
>>> dupl(['a', 3, [1, 2, 3]])
['aa', 6, [2, 4, 6]]
>>>
```

introspezione/4

Ancora più utile, soprattutto quando dobbiamo imparare ad usare una libreria sviluppata da altri, è il comando *dir()*. Questo comando mostra il “contenuto” di un oggetto, vale a dire i suoi attributi.

```
>>> print(l)
[3, 4, 1]
>>> print(type(l))
<class 'list'>
>>> print(dir(l))
['__add__', '__class__', '__contains__', '__delattr__', '__delitem__', '__doc__',
 '__eq__', '__format__', '__ge__', '__getattribute__', '__getitem__', '__gt__', '__hash__',
 '__iadd__', '__imul__', '__init__', '__iter__', '__le__', '__len__', '__lt__', '__mul__',
 '__ne__', '__new__', '__reduce__', '__reduce_ex__', '__repr__', '__reversed__',
 '__rmul__', '__setattr__', '__setitem__', '__sizeof__', '__str__', '__subclasshook__',
 'append', 'count', 'extend', 'index', 'insert', 'pop', 'remove', 'reverse', 'sort']
>>> print(l.sort.__doc__)
L.sort(key=None, reverse=False) -- stable sort *IN PLACE*
>>> l.sort(key=lambda x: -x)
>>> print(l)
[4, 3, 1]
>>>
```

introspezione/5

Spesso gli oggetti hanno attributi “speciali” che contengono informazioni utili per l'introspezione:

```
>>> print(l.__class__)
<type 'list'>
>>> print(l.__class__.__name__)
list
>>> f = l.sort
>>> print(f.__name__)
sort
>>>
```

introspezione/6

A volte si desidera sapere se una istanza possiede un certo attributo:

```
>>> if hasattr(a, 'x'):  
...     print(a.x)
```

...

3

>>>

struttura degli oggetti/1

Per capire come funziona l'introspezione, è utile sapere come sono strutturati gli oggetti.

```
>>> class ALFA(object):
...     A = 10
...     def __init__(self):
...         self.x = 3
...
...
>>> a = ALFA()
>>> print(a.x, a.A)
3 10
>>> print(ALFA.__dict__)
{'A': 10, '__module__': '__main__', '__dict__': <attribute '__dict__' of 'ALFA' objects>, '__weakref__': <attribute '__weakref__' of 'ALFA' objects>, '__doc__': None, '__init__': <function __init__ at 0x23ebea8>}
>>> print(a.__dict__)
{'x': 3}
```

struttura degli oggetti/2

Ogni oggetto ha un attributo `__dict__` contenente un dizionario; `__dict__` contiene tutti gli attributi dell'oggetto, indicizzati con il relativo nome:

```
>>> print(a.__dict__["x"] )
```

```
3
```

```
>>>
```

struttura degli oggetti/3

Quando si accede ad un attributo di un oggetto, viene cercato prima nel dizionario dell'oggetto, poi nel dizionario della sua classe (ed eventualmente delle classi di base).

```
>>> print(a.A)
10
>>> print(a.__dict__['A'])
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
KeyError: 'A'
>>> print(a.__class__.__dict__['A'])
10
>>>
```

test (*interactive*)

Usando l'interprete in interattivo, determinare come si usano le seguenti funzioni: `ord`, `chr`, `callable`.

moduli/1

Un file con terminazione *.py* costituisce un modulo python.

Un modulo può contenere qualsiasi tipo di codice python.

Il modulo può possedere una sua doc string.

I moduli possono anche avere estensione *.so*, se sono prodotti da sorgente C attraverso le python C-API.

moduli/2

Ad esempio:

```
$ cat my.py
def hello_world():
    print("Ciao, mondo!")

$ python3
>>> import my
>>> dir(my)
['__builtins__', '__doc__', '__file__', '__name__', '__package__',
'hello_world']
>>> print(my.__file__)
my.py
>>> my.hello_world()
Ciao, mondo!
>>>
```

moduli/3

Il modulo ha un attributo `__name__` che coincide con il nome del modulo stesso.

Ma il modulo è in fondo un normale sorgente python (l'unico elemento necessario è l'estensione `.py`), quindi può anche essere come programma.

In questo caso, il valore di `__name__` è la stringa
`“__main__”`

moduli/4

Questo può essere sfruttato per scrivere moduli che contengono anche un “main” di test; basta aggiungere del codice di test, condizionato rispetto al valore di `__name__`.

moduli/5

```
$ cat my.py
```

```
#!/usr/bin/env python3
```

```
print(__name__)
```

```
def hello_world():
```

```
    print("Ciao, mondo!")
```

```
if __name__ == "__main__":
```

```
    hello_world()
```

```
    hello_world()
```

```
    hello_world()
```

moduli/6

```
$ ./my.py
__main__
Ciao, mondo!
Ciao, mondo!
Ciao, mondo!

$ python3
Python 3.2.3 (default, Oct 19 2012, 20:10:41)
[GCC 4.6.3] on linux2
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> import my
my
>>>
```

moduli/7

Da un modulo è possibile importare in vari modi:

```
>>> import mymodule
```

```
>>> mymodule.myf1()
```

```
>>> from mymodule import myf1, myf2
```

```
>>> myf1()
```

```
>>> from mymodule import *
```

```
>>> myf10()
```

moduli/8

Quando da un modulo si importa '*', per default vengono importati tutti i simboli del modulo il cui nome non inizia con underscore.

Se il modulo contiene una variabile `__all__`, questa deve essere una lista dei nomi dei simboli importati quando si importa '*'.

```
$ cat my.py
__all__ = [ 'hi_folk' ]
...
```

packages/1

I moduli possono essere raggruppati in pacchetti, che hanno una struttura gerarchica rappresentata da directory. Una directory contenente un file `__init__.py`, eventualmente vuoto, è un valido pacchetto python. Se la directory contiene altri pacchetti o moduli, essi sono accessibili come contenuto del pacchetto.

packages/2

```
sound/           Top-level package
    __init__.py   Initialize the sound package
formats/         Subpackage for file format conversions
    __init__.py  wavread.py  wavwrite.py
                  aiffread.py aiffwrite.py auread.py
                  auwrite.py  ...
effects/         Subpackage for sound effects
    __init__.py  echo.py  surround.py
                  reverse.py  ...
filters/         Subpackage for filters
    __init__.py  equalizer.py  vocoder.py
                  karaoke.py  ...
```

packages/3

```
>>> import sound.effects.echo.echofilter
>>> sound.effects.echo.echofilter(...)

>>> import sound.effects.echo
>>> sound.effects.echo.echofilter(...)

>>> from sound.effects import echo
>>> echo.echofilter(...)

>>> from sound.effects.echo import echofilter
>>> echofilter(...)
```

packages/4

Come per i moduli, si può importare '*' da un pacchetto, ma solo a condizione che `__init__.py` definisca `__all__ = [...]`; infatti la determinazione del nome del modulo dai file contenuti nella directory del pacchetto non è possibile sotto Windows (case insensitive file names).

test (*interactive*)

- Dall'interprete in interattivo importare il modulo “primes”, scoprirne il contenuto e provare ad usare le funzioni del modulo.
- Provare ad importare il modulo “math” ed a scoprirne il contenuto.

pydoc/1

Pydoc è un tool, ovviamente scritto in python, che utilizza l'introspezione per fornire le informazioni racchiuse in un modulo in maniera chiara e compatta.

Pydoc utilizza le doc string `__doc__` ed i vari altri attributi standard che gli oggetti hanno
(`__name__`, `__file__`, ...).

Dato che stiamo usando python3, dovrete probabilmente usare `pydoc3`.

pydoc/2

```
$ pydoc3 math
```

Help on built-in module math:

NAME

math

DESCRIPTION

This module is always available. It provides access to the mathematical functions defined by the C standard.

FUNCTIONS

acos(...)

acos(x)

Return the arc cosine (measured in radians) of x.

...

help()

All'interno dell'interprete, la funzione *help* fa la stessa cosa che fa pydoc.

test (*interactive*)

- Usare pydoc o help() per scoprire il contenuto di primes

argomenti del programma/1

Per accedere agli argomenti con cui il programma è stato chiamato, bisogna importare il modulo `sys` ed accedere alla variabile `sys.argv`. Questa è una lista di stringhe; `sys.argv[0]` è il nome del programma, gli elementi restanti sono gli argomenti passati a riga di comando.

argomenti del programma/2

```
#!/usr/bin/env python3
import sys
for arg in sys.argv:
    print(arg)
```

file I/O/1

Vediamo come si scrive un file di testo:

```
>>> with open("a.txt", "w") as f:  
...     f.write("Ciao, \n")  
...     f.write("mondo! \n")  
...
```

Questi sono semplicemente i valori di ritorno
delle due write (il numero di caratteri scritti)

6

7

>>>

file I/O/2

Si può leggere riga per riga iterando sul file; attenzione, il newline '\n' fa parte della stringa letta!

```
>>> with open("a.txt", "r") as f:
```

```
...     for line in f:
```

```
...         print(line)
```

```
Ciao,
```

```
mondo !
```

Le righe lette contengono il newline,
per rimuoverlo si può usare str.strip()

```
>>>
```

file I/O/3

Si può leggere una singola riga per volta con `readline`:

```
>>> with open("a.txt", "r") as f:  
...     print(f.readline())  
...     print(f.readline())  
...  
Ciao,
```

mondo!

>>>

file I/O/4

Oppure è possibile accedere a tutte le righe attraverso `readlines`:

```
>>> with open("a.txt", "r") as f:  
...     print(f.readlines())  
...  
['Ciao, \n', 'mondo! \n']  
>>>
```

chiusura del file

Se si usa il costrutto *with* (context manager), non ci si deve preoccupare della chiusura del file: esso sarà automaticamente chiuso all'uscita del blocco *with*.

Non usate alcun altro modo per aprire file!

test (*files.py*)

- Leggere la lista di argomenti a riga di comando, e stampare (un argomento per riga) tutti gli argomenti su un file il cui nome è uguale al nome del programma python più l'estensione '.out' (*files.py.out*, ma deve funzionare anche rinominando il programma!).
- Rileggere tutti gli argomenti dal file e stamparli.

gestione degli errori/1

La gestione degli errori è una problematica complessa, che i linguaggi moderni affrontano in maniera completamente diversa rispetto a quelli “vecchi”.

Innanzitutto, bisogna prendere coscienza del fatto che il luogo in cui un errore può essere individuato (ad esempio, una funzione di libreria come *sqrt*) non coincide con il luogo in cui l'errore può essere “trattato” (ad esempio, il *main program*).

gestione degli errori/2

I requisiti di un moderno sistema per la gestione degli errori sono:

- Basso o nessun impatto sulle performance, quando non vengono generati errori
- Poca invasività sul codice
- Non deve essere necessario “passare” l'errore a mano
- Deve essere possibile una gestione “parziale” dell'errore (a volte non è possibile risolvere completamente l'errore in un punto, ma si può applicare solo una parte della correzione)

gestione degli errori/3

Supponiamo di avere uno stack di chiamate di funzione come questo:

main

*compute_matrix <- qui l'errore **ZeroDivisionError** può essere
 gestito completamente*

*compute_cell <- qui l'errore **BadStartingPoint** può essere
 gestito, e l'errore **ZeroDivisionError** può essere gestito parzialmente*

compute_radix_of_function

*newton -> qui l'errore **BadStartingPoint** può essere
 individuato*

*function_C -> qui l'errore **ZeroDivisionError** può
 essere individuato*

gestione degli errori/4

In Fortran, ad esempio, si usa una variabile restituita dalla funzione/subroutine per passare un eventuale errore.

In questo caso, la variabile contenente l'errore dovrebbe essere passata manualmente a ritroso, ad esempio da *function_C* a *newton* a *compute_radix_of_function* a *compute_cell* a *compute_matrix*.

gestione degli errori/5

Quali sono gli svantaggi?

- È una attività noiosa, e le attività noiose normalmente conducono ad errori
- Rende molto più lungo e complicato il codice
- Aggiunge overhead anche nel caso in cui non si verifica alcun errore (vi saranno degli *if* sul valore delle variabili di stato della funzione che genera l'errore e delle funzioni chiamanti, ad esempio).

gestione degli errori/6

Tutti i sistemi moderni usano un approccio differente.

Consideriamo l'errore `BadStartingPoint`.

Nel punto in cui l'errore può essere individuato (*newton*), viene lanciata una *eccezione* di tipo *BadStartingPoint*. Per ora non preoccupiamoci di cosa è *BadStartingPoint*: in effetti potrebbe essere qualsiasi cosa, un *int*, una stringa, una lista etc...

In python, le eccezioni si lanciano con il comando *raise*.

In `fun_B` comparirà dunque qualcosa come:

```
if ....:  
    raise BadStartingPoint()
```

gestione degli errori/7

Quando viene lanciata una eccezione, il flusso del programma si interrompe, e lo stack viene automaticamente “srotolato” all'indietro, tornando alla funzione che ha chiamato quella che ha lanciato l'eccezione, ed ancora indietro se necessario, fino ad un punto in cui l'errore può essere “trattato”. La computazione riprende da questo punto.

gestione degli errori/8

Come si fa a stabilire chi può trattare un certo errore?

È semplice: il blocco di codice che *potrebbe* gestire una eccezione *BadStartingPoint* viene racchiuso in una sezione apposita; se si verifica quell'eccezione, viene eseguita la relativa sezione di gestione. La sintassi python si basa sul costrutto *try/except*.

gestione degli errori/9

Dunque, nella funzione dove abbiamo detto che l'errore può essere trattato (*compute_cell*) viene inserito un blocco try/catch:

```
def compute_cell(matrix, i, j):  
    ...  
    try:  
        matrix[i][j] += compute_radix_of_function(f,  
cell, x_0)  
    except BadStartingPoint as e:  
        print("ERR: {}:{}: {}".format(  
            e.__class__.__name__, e))  
        x_0 += 0.4  
    ...
```

gestione degli errori/10

Nelle funzioni intermedie nulla cambia: non sono coinvolte da quell'eccezione.

gestione degli errori/11

Nel caso di `ZeroDivisionError`, invece, la gestione dell'errore è più complessa: `compute_cell` può riparare parzialmente l'errore, ma non completamente. Il resto del lavoro lo fa `compute_matrix`.

In questo caso, l'eccezione viene raccolta, parzialmente gestita e rilanciata, con il solo comando `raise`:

...

```
    except ZeroDivisionError as e:  
        print("ERR: ZeroDivisionError: resetting  
cell")  
        matrix[i][j] = 0.0  
        raise
```

...

gestione degli errori/12

A questo punto lo stack viene nuovamente srotolato indietro fino a *compute_matrix*, che completa la gestione dell'errore.

gestione degli errori/13

Generalmente inoltre le eccezioni sono definite gerarchicamente. Nel nostro esempio, vi sono tre tipi di errori `BadStartingPoint`:

- `StationaryStartingPoint`
- `CyclingStartingPoint`
- `SlowlyConvergingStartingPoint`

`newton` lancia tutti e tre questi errori.

Queste tre tipologie di errore vengono gestite tutte allo stesso modo da `compute_cell`, ma non è escluso che altre funzioni che chiamano `newton` debbano gestirli diversamente.

Questo viene realizzato creando una classe `BadStartingPoint`, e le tre classi `StationaryStartingPoint`, `CyclingStartingPoint`, `SlowlyConvergingStartingPoint` che ereditano da essa.

gestione degli errori/14

Che cosa sono `BadStartingPoint`,
`StationaryStartingPoint`, etc...? Sono “tipi” di
eccezioni, o, più in generale, “tipi”: come *int*, *str*,

...

Saranno però tipi definiti dall'utente, ovvero *classi*.

try/except

```
try:  
    ...  
    ...  
except Exc0:  
    ... # cattura le eccezioni di tipo Exc0  
except Exc1 as exc_instance:  
    ... # cattura le eccezioni di tipo Exc1, e la relativa istanza e' exc  
except (Exc2, Exc3):  
    ... # cattura le eccezioni di tipo Exc2 o Exc3  
except (Exc4, Exc5) as exc_instance:  
    ... # cattura le eccezioni di tipo Exc2 o Exc3, e la relativa istanza e' exc  
except:  
    ... # cattura qualsiasi eccezione  
else:  
    ... # eseguito solo se non si sono catturate eccezioni  
finally:  
    ... # eseguito sempre e comunque
```

esempio else/finally

```
try:  
    f = open("a.txt", "r")  
    do_some_action_on_file(f)  
except:  
    print("ERROR")  
else:  
    print("OK")  
finally:  
    f.close()
```



**NON FATELO MAI!
USATE WITH!!!**

eccezioni standard/1

Ora possiamo capire meglio cosa avviene quando c'è un errore in un programma:

```
>>> a = 4/0
```

```
Traceback (most recent call last):  
  File "<stdin>", line 1, in <module>  
ZeroDivisionError: integer division or modulo by zero
```

```
>>>
```

eccezioni standard/2

```
>>> l = [1, 2, 3]
>>> print(l[10])
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
IndexError: list index out of range
>>> l.remove(444)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ValueError: list.remove(x): x not in list
>>> d = {}
>>> print(d['alfa'])
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
KeyError: 'alfa'
>>>
```

eccezioni standard/3

```
>>> l = [1, 2]
>>> il = iter(l)
>>> il.next()
1
>>> il.next()
2
>>> il.next()
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
StopIteration
>>>
```

eccezioni standard/4

Ora sappiamo che un ciclo for termina quando l'iteratore su cui opera lancia una eccezione *StopIteration*!

```
>>> def range_iter(n):
...     i = 0
...     while True:
...         if i >= n: raise StopIteration
...         yield i
...         i += 1
...
>>> for i in range_iter(3):
...     print(i)
...
0
1
2
>>>
```

test (*primes.py*)

- Modificare la funzione *is_prime* in modo da generare un errore se l'argomento non è un intero, oppure se è un intero negativo.

Scrivere un programma di test con la gestione dell'errore.