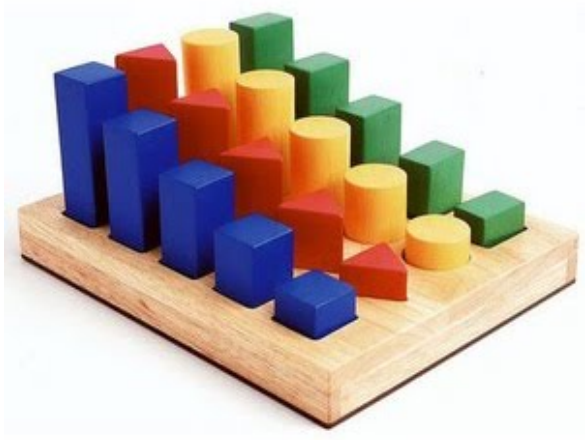
# Python per programmatori

Vincenzo Bonifaci

Università degli Studi Roma Tre



# Generalità su Python

# Perché Python?

Python è un linguaggio di programmazione creato nel 1991 da Guido van Rossum (Olanda)


- Linguaggio imperativo e ad alto livello
- Orientato a leggibilità ed immediatezza d'uso
- Concezione moderna
- Relativamente consolidato

Python versione 3: lanciato nel 2008

# Una buona fetta del vocabolario Python

| *tipi* |
|---|
| `int` |
| `float` |
| `str` |
| `bool` |
| `list` |
| `range` |

| *punteggiatura* |
|---|
| `(` |
| `)` |
| `[` |
| `]` |
| `{` |
| `}` |
| `:` |
| `,` |

| *relazioni* |
|---|
| `==` |
| `!=` |
| `<` |
| `<=` |
| `>` |
| `>=` |
| `in` |

| *operazioni numeriche* |
|---|
| `+` |
| `-` |
| `*` |
| `/` |
| `//` |
| `%` |

| *operazioni su stringhe* |
|---|
| `+` |
| `%` |
| `ord()` |
| `chr()` |
| `.split()` |
| `.join()` |

| *operazioni booleane* |
|---|
| `True` |
| `False` |
| `not` |
| `and` |
| `or` |

| *input/output* |
|---|
| `input()` |
| `print()` |
| `sys.stdin` |
| `sys.stdout` |

| *controllo di flusso* |
|---|
| `if` |
| `else` |
| `for` |
| `while` |
| `return` |

| *sequenze* |
|---|
| `(...)` |
| `[...]` |
| `len()` |

| *orientamento agli oggetti* |
|---|
| `class` |
| `self` |
| `__init__` |

| *funzioni matematiche* |
|---|
| `min()` |
| `max()` |
| `abs()` |
| `pow()` |

| *assegnazione* |
|---|
| `=` |

| *spazio dei nomi* |
|---|
| `def` |
| `import` |
| `from` |
| `__name__` |

| *gestione errori* |
|---|
| `raise` |
| `try` |
| `except` |
| `assert` |

# Installare `python` sul proprio sistema

- Scaricabile da `www.python.org/downloads/`
- Già installato su molte versioni di Mac OS X e Linux, ma può essere una versione obsoleta
  - In alcuni casi il comando `python` richiama la versione 2, `python3` la versione 3
- Queste slide: Python 3.5 o versione successiva
- Verifica della versione:

```
vincenzo@euler:~# python --version
Python 2.7.12 # antiquato...
vincenzo@euler:~# python3 --version
Python 3.5.2 # OK!
```

# Impostazione del `PATH`

- Per poter invocare `python` da qualunque cartella è necessario che la cartella in cui è installato `python` sia nell'elenco delle cartelle ricercate dal sistema operativo, detto `PATH`
- Assicurarsi che il `PATH` venga aggiornato dal programma di installazione di Python!

# Impostazione del PATH

# La documentazione di Python

- Le funzionalità di Python sono dettagliate nella documentazione online, all'indirizzo

  `docs.python.org`

- Language reference: descrive la sintassi e la semantica del linguaggio Python
- Library reference: descrive le tante *funzioni* predefinite:
  - Le funzioni sono organizzate in "*moduli*", ciascuno dedicato ad un differente dominio (matematica, stringhe, sistema operativo, connessioni di rete...)

# L'interprete interattivo (console)

```
vincenzo@euler:~# python3
Python 3.5.2 (default, Nov 17 2016, 17:05:23)
[GCC 5.4.0 20160609] on linux
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> 2 + 3
5
>>> 2 ** 3
8
>>> 2 / 3
0.6666666666666666
>>> def f(x): return x*x*x
...
>>> f(10)
1000
>>> ^D
```

Per abbandonare l'interprete:
Ctrl + Z su Windows, Ctrl + D su Linux/Mac

# Sviluppo di programmi Python

- Un *programma* Python è una sequenza di *istruzioni*
- Memorizzato in un *file* di testo con estensione `.py`

# Esempio di programma: `hello.py`

```
1  # Programma di benvenuto
2  name = input()
3  print("Buonasera, " + name + "!")
```

Questo programma è composto da tre righe:

1. Un *commento*, ignorato da Python
2. Istruzione che legge una riga di caratteri dal canale di ingresso e li memorizza in una *variabile* chiamata `name`
3. Istruzione che stampa in uscita `"Buonasera, "`, seguito dai caratteri memorizzati nella variabile `name`, seguito da `"!"`

# Esecuzione in modalità *script*

- Alternativa all'uso dell'interprete interattivo
- Esegue le istruzioni contenute in un file `.py`

```
~# python3 hello.py
Vincenzo
Ciao, Vincenzo!
```

# Variabili, tipi di dati ed espressioni

# Variabili e valori

- Una *variabile* non è altro che un nome, a cui è associato un *valore* numerico, testuale, o di altro tipo:

```
>>> a = 10  # assegna il valore 10 alla variabile 'a'
>>> print(a)
10
```

- Un'istruzione di *assegnazione* della forma

`var = V`

associa il valore `V` alla variabile `var`

```
>>> a = 7 # assegna il valore 7 alla variabile 'a'
>>> print(a)
7
```

# Variabili e valori (segue)

- I valori sono di vario *tipo*:
  - *numero intero* (`int`): `4`, `-3`, ...
  - *numero decimale* (`float`): `11.562`, `-2.17`, ...
  - *stringa* (`str`): `'abc'`, `"questa è una stringa"`, ...
  - *booleano* (`bool`): `True`, `False`
  - *lista* (`list`): `[1, 5, 7]`, `['a', 'bc']`, ...
  - ...
- Le variabili, di per sé, non hanno tipo in Python: possono memorizzare qualunque tipo di valore
- Python è un linguaggio *tipato dinamicamente*, a differenza di altri *tipati staticamente* quali C o Java

# Variabili e valori (segue)

Per conoscere il tipo di un valore si può usare la funzione predefinita `type()`

```
>>> a = "Ciao"
>>> b = 17
>>> type(a)
<class 'str'>
>>> type(b)
<class 'int'>
>>> type(type(b))
<class 'type'>
```

# Conversione di tipo

```
>>> int(3.9) # le cifre dopo la virgola vengono scartate
3
>>> int('12') # la stringa viene interpretata come intero
12
>>> float(17) # intero "promosso" a decimale
17.0
>>> str(12) # l'intero viene convertito in stringa
'12'
```

# Identificatori di variabile

- Un nome di variabile può essere arbitrariamente lungo ed essere composto da lettere, cifre e dal carattere *underscore* (_)
- Non può iniziare con una cifra
- Non può essere una delle parole chiave riservate del linguaggio (`True`, `False`, `int`, `if`, `for`, `...`)

# Espressioni

- Combinando valori, variabili, operatori e funzioni si ottiene un'*espressione*
- L'interprete interattivo *valuta* ogni espressione immessa e ne stampa il valore:

```
>>> 1 + 1
2
>>> True and False
False
>>> type(True)
<class 'bool'>
```

- L'esecuzione in modalità *script* invece, valuta, ma non stampa, i valori delle espressioni

# Numeri interi (`int`)

Gli interi sono codificati in Python con valori di tipo `int`:

```
>>> type(-3)
<class 'int'>
>>> type(0)
<class 'int'>
>>> type(123412341234)
<class 'int'>
```

Diversamente da altri linguaggi, non c'è un limite a priori alla magnitudine degli interi rappresentati

# Numeri decimali (`float`)

I numeri reali sono rappresentati come sequenze finite di cifre prima e dopo la "virgola" (il punto) decimale:

```
>>> type(12.5)
<class 'float'>
>>> -12.5 + 1.7
-10.8
>>> 23.1 * -2
-46.2
>>> type(-4)
<class 'int'>
>>> type(-4.0)
<class 'float'>
```

Numeri come $\pi$, $\sqrt{2}$ o anche $1/3$ sono rappresentabili solo in maniera approssimata da valori `float`

IEEE-754: 52 bit di mantissa, 11 bit di esponente, 1 bit di segno

# Operazioni numeriche in Python 3

- Addizione: `2 + 3` $\rightarrow$ `5`
- Sottrazione: `5 - 2` $\rightarrow$ `3`
- Moltiplicazione: `3 * 4` $\rightarrow$ `12`
- Divisione: `17 / 5` $\rightarrow$ `3.4`
- Divisione intera: `17 // 5` $\rightarrow$ `3`
- Resto della divisione: `17 % 5` $\rightarrow$ `2`
- Elevamento a potenza: `2 ** 3` $\rightarrow$ `8`

Nota: da Python 2 a Python 3 le convenzioni sulla divisione sono cambiate!

# Operazioni tra `int` e `float`

Le operazioni miste tra `int` e `float` sono operate:

1. convertendo l'operando intero a `float`
2. eseguendo l'operazione

Il risultato è in ogni caso di tipo `float`

```
>>> 15.7 + 3
18.7
>>> 18.0 * 5
90.0
```

Anche l'operatore "/" restituisce sempre un `float`

```
>>> 10 / 5 # risultato è decimale anche se la divisione è esatta
2.0
>>> 10 // 5 # usiamo // se desideriamo la divisione intera
2
```

# Stringhe (`str`)

Una *stringa* è una sequenza di caratteri

- Delimitata da apici singoli (`'abc'`) o doppi (`"xyz"`)

Operazioni basilari:

- Concatenazione: `'ab' + 'bc'` → `'abbc'`
- Ripetizione: `'ab' * 3` → `'ababab'`
- Conversione carattere in codice Unicode:
  `ord('a')` → `97`
- Conversione codice Unicode in carattere:
  `chr(98)` → `'b'`

# Apici singoli e doppi

Stringhe delimitate da apici singoli possono contenere apici doppi

```
>>> print('stringa "protetta" da apici singoli')
stringa "protetta" da apici singoli
```

Stringhe delimitate da apici doppi possono contenere apici singoli

```
>>> print("stringa che contiene l'apice singolo")
stringa che contiene l'apice singolo
```

# Sequenze escape e virgolettatura tripla

Caratteri speciali nelle stringhe possono essere inseriti in due modi:

1. *Sequenze escape*: speciali sequenze di caratteri inizianti per \

| | | | |
|---|---|---|---|
| \' | apice singolo | \n | a capo |
| \" | apice doppio | \t | tabulazione (Tab) |
| \\ | carattere '\' | | |

```
>>> print('\\\'/\n-*-\n/\'\\')
\'/
-*-
/'\
```

2. *Virgolettatura tripla*: delimitando una stringa con tre apici, tutti i suoi caratteri, tranne \, sono interpretati alla lettera

```
>>> print('''_"'"_''')
_"'"_
```

# Valori booleani (`bool`)

Due soli valori: `True` (1) e `False` (0)

Operazioni logiche: `not`, `and`, `or`

| Operazione | Notazione matematica | Sintassi Python |
|---|---|---|
| negazione | $\neg x$ | `not x` |
| congiunzione | $x \wedge y$ | `x and y` |
| disgiunzione | $x \vee y$ | `x or y` |

# Controllo di flusso

# Operatori relazionali

Relazioni logiche quali

- `==` (uguale a)
- `>=` (maggiore o uguale a)
- `in` (appartiene a)
- ecc.

forniscono valori booleani

```
>>> 1 >= 2
False
>>> 1 == (2 - 1)
True
>>> 'i' in 'ciao'
True
>>> 'e' in 'ciao'
False
```

# Operatori relazionali più comuni

- Uguaglianza: `==` (uguale), `!=` (diverso)
- Confronto d'ordine: `<`, `>`, `<=`, `>=`
  - Sui numeri, vale l'ordinamento dei numeri reali
    ```
    -2 < 0.1 < 3 < 1.0e5
    ```
  - Sulle sequenze, vale l'ordinamento *lessicografico*:
    ```
    'a' < 'abc' < 'b' < 'c' < 'caa'
    ```
- Appartenenza ad una sequenza:
  `x in seq`, `x not in seq`

# Costrutto condizionale: `if ... else ...`

```
1       if condizione_logica:
2           blocco1         # blocco1 è eseguito se la condizione è vera
3       else:
4           blocco2         # blocco2 è eseguito se la condizione è falsa
5       blocco3             # blocco3 è eseguito in ogni caso
```

L'*indentazione* del codice è fondamentale in Python: identifica i *blocchi* di istruzioni da eseguire nei vari casi

Si indenta tramite caratteri Tab (tabulazione) o gruppi di spazi

# Forme abbreviate di `if ... else ...`

- Se si omette il blocco `else`, il programma non esegue nessuna speciale istruzione nel caso in cui la condizione sia falsa
- Se un blocco `if` o `else` consiste di una sola riga, per brevità può essere inserito direttamente dopo i due punti

Esempio:

```
1    if a > b:
2        m = a
3    else:
4        m = b
```

può essere abbreviato in:

```
1    if a > b: m = a
2    else: m = b
```

# Condizioni a catena: `elif`

`elif` sta per else if; permette di concatenare i controlli

```
1   # esame.py
2   voto = int(input('Inserisci il voto: '))
3   if voto < 18:
4       print("mi dispiace")
5   elif voto == 18:
6       print("appena sufficiente")
7   elif voto < 24:
8       print("OK, ma potevi fare meglio")
9   elif voto == 30:
10      print("congratulazioni!")
11  else:
12      print("bene!")
```

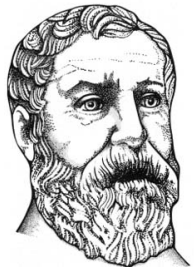
# Ciclo indefinito: `while`

```
while condizione_logica:
    blocco
```

1. Valuta una condizione booleana
2. Se vera, esegue un blocco di istruzioni e ricomincia

# Esempio: Metodo di Erone

```
1   "Calcolo della radice quadrata con il metodo di Erone"
2
3   def radice(x):
4       "Restituisce y tale che x < y**2 <= x + 1e-12"
5       y = x + 1
6       while y**2 - x > 1e-12:
7           y = (y + x/y) / 2
8       return y
9
10  if __name__ == "__main__":
11      x = float(input())
12      r = radice(x)
13      print(r)
```



Erone di Alessandria, 10 D.C. – 70 D.C.

# Ciclo definito: `for`

```
for x in range(a, b):
    blocco
```

esegue il blocco iterando la variabile `x` nell'intervallo che va da `a` (incluso) a `b` (escluso)

Esempio:

```
1    for x in range(1, 11):
2        print(x)
```

stampa i numeri da 1 a 10

Con un solo argomento: `range(b)`, il ciclo va da 0 (incluso) a `b` (escluso)

# Istruzioni `break` e `continue`

Con l'istruzione `break` possiamo forzare l'uscita dal ciclo in qualunque momento:

```
1       import math
2       while True:
3           x = float(input())
4           if x < 0:
5               break # esce immediatamente dal ciclo while
6           print(math.sqrt(x))
```

Con l'istruzione `continue` possiamo forzare il salto all'iterazione successiva del ciclo:

```
1       for c in range(1,6):
2           if c == 3:
3               continue
4           print(c)
5       # stampa 1, 2, 4, 5
```

# Funzioni, moduli e documentazione

# Funzioni e moduli

## Approccio Python alla programmazione modulare

- Un *modulo* è un file `.py` contenente un insieme di *funzioni*
- Una *libreria* è un insieme di moduli
- La *libreria standard* di Python consiste di tutti i moduli predefiniti

# Chiamate a funzione

- Una funzione ha un *nome* (es.: `abs`)
- Riceve 0 o più *argomenti in input* (es.: l'intero `-42`)
- Restituisce 0 o 1 valore di *output* (es.: `42`)
- Può causare *effetti collaterali* (*side-effect*) (es.: `print()` non restituisce valori, ma causa una stampa)

# Esempi dai moduli `math` e `random`

| Funzione | semantica |
|---|---|
| `math.exp(a)` | funzione esponenziale ($e^a$) |
| `math.log(a)` | funzione logaritmo ($\log_e a$) |
| `math.pow(a, b)` | eleva $a$ alla potenza $b$ ($a^b$) |
| `math.sqrt(a)` | radice quadrata di $a$ ($\sqrt{a}$) |
| `math.e` | valore di $e$ (costante) |
| `math.pi` | valore di $\pi$ (costante) |
| `math.inf` | valore speciale $\infty$ (costante) |
| `random.random()` | decimale casuale tra 0 ed 1 |

# Utilizzo di un modulo

Prima di poter essere utilizzato, un modulo deve essere *importato* (caricato in memoria) con l'istruzione `import`:

```
import <modulo>
```

```
>>> import math    # carichiamo il modulo delle funzioni matematiche
```

Per invocare una funzione del modulo:

```
nome_modulo.nome_funzione(argomenti)
```

```
>>> math.log10(10)
1.0
>>> math.log10(1.0e32)
32.0
>>> math.log2(0.5)
-1.0
>>> math.sin(math.pi / 2) # math.pi è la costante pi greco
1.0
```

# Importare solo alcune funzioni del modulo

```
from <modulo> import <funz1>, <funz2>, ...
```

importa solo le funzioni `funz1, funz2` direttamente nello spazio globale dei nomi

In questo caso possiamo invocarle con la sintassi abbreviata:

```
nome_funzione(argomenti)
```

```
>>> from math import cos
>>> print(cos(0.4))
0.9210609940028851
```

# Documentazione dei moduli

```
>>> import math
>>> help(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.

    acosh(...)
        acosh(x)

        Return the inverse hyperbolic cosine of x.

    <... ALTRE INFORMAZIONI ...>
```

# Documentazione delle funzioni

```
>>> import math
>>> help(math.log)

Help on built-in function log in module math:

log(...)
    log(x[, base])

    Return the logarithm of x to the given base.
    If the base not specified, returns the natural logarithm (base e) of x.
```

# Definizione di una funzione: def

```
def nome_funzione(parametro1, ..., parametroN):
    corpo
```

- Intestazione (def, nome, parametri)
- Corpo
  - Istruzioni return

```
1  def cubo(x):     # intestazione: nome e parametri
2      y = x ** 3   # corpo
3      return y     # istruzione return
```

# Valore di ritorno: `return`

`return <espressione>`

Una funzione può *restituire un valore* grazie all'istruzione `return`:

```
1       def doppio_di(x):
2           return 2 * x
```

In questo caso, l'espressione assume il valore corrispondente:

```
3       a = 7
4       b = doppio_di(a)
5       print(b) # stampa '14'
```

Quando viene eseguita la `return`, la funzione invocata termina immediatamente

Il flusso di controllo torna all'istruzione *chiamante*

# Valore di ritorno

Se la funzione non è terminata da un'istruzione `return`, il suo valore di ritorno è il valore speciale `None`, di tipo `NoneType`

La `return` può restituire solo un valore per volta

- ma può essere un valore di tipo sequenza

# Parametri con valori di default

```
def f(a, b, c=espr1, d=espr2): ...
```

- Un parametro della forma `var = espr` può essere omesso durante l'invocazione
- In tal caso, la funzione è invocata con `var` pari al valore dell'espressione `espr`
- Se un parametro ha un default, tutti i parametri successivi devono averne uno

```
>>> def potenza(b, k=2):
>>> ... return b ** k
>>> potenza(10)
100
>>> potenza(10, 3)
1000
>>> potenza(10, k=4)
10000
```

# Spazio dei nomi

In ogni momento di esecuzione del programma esiste uno *spazio dei nomi*

- nomi delle variabili e funzioni definite, moduli caricati
- ad ogni nome corrisponde una sola entità Python

```
>>> temp = 4.2
>>> type(temp)
<class 'float'>
>>> def temp():
...     return 5
>>> type(temp)
<class 'function'>
```

# La variabile speciale `__name__`

- Se un modulo è importato, `__name__` contiene il suo nome
- Altrimenti, `__name__` è pari a `'__main__'`

```
1  # modulo.py
2  def quadrato(x):
3      return x**2
4
5  def cubo(x):
6      return x**3
7
8  if __name__ == '__main__':
9      print('codice che prova il modulo')
```

# Documentazione: le *docstrings*

Docstring: stringa posta all'inizio di un modulo o funzione

```
1   # ARITMETICA.py
2   """
3       Massimo Comun Divisore e funzioni correlate
4   """
5
6   def gcd(a, b):
7       "Restituisce il Massimo Comun Divisore di a e b"
8       ...
9
10  def lcm(a, b):
11      "Restituisce il Minimo Comune Multiplo di a e b"
12      ...
```

La docstring forma la documentazione restituita da `help()`

```
>>> import ARITMETICA
>>> help(ARITMETICA.lcm)
Help on function lcm in module ARITMETICA:

lcm(a, b)
    Restituisce il Minimo Comune Multiplo di a e b
```

# Documentazione: le *docstrings*

```
>>> import ARITMETICA
>>> help(ARITMETICA)
Help on module ARITMETICA:

NAME
    ARITMETICA - Massimo Comun Divisore e funzioni correlate

FUNCTIONS
    gcd(a, b)
        Restituisce il Massimo Comun Divisore di a e b

    lcm(a, b)
        Restituisce il Minimo Comune Multiplo di a e b
```

# Tipi sequenza

# Tipi sequenza

- stringhe (`str`)
- range (`range`)
- tuple (`tuple`)
- liste (`list`)
- ...

Ciascun tipo sequenza permette:

- accesso tramite indice
- *slicing*
- iterazione sugli elementi
- test di appartenenza

# Intervalli interi: `range`

- `range(b)` rappresenta l'intervallo di interi da `0` incluso a `b` escluso
- `range(a,b)` rappresenta l'intervallo di interi da `a` incluso a `b` escluso
- `range(a,b,s)` rappresenta la sequenza di interi da `a` incluso a `b` escluso, presi a "passi" di lunghezza `s`

Es.: `range(2, 12, 3)` rappresenta la sequenza `2, 5, 8, 11`

# Accesso tramite indice

- `seq[i]` restituisce l'`(i+1)`-esimo elemento di `seq`
- Primo elemento: `seq[0]`
- `seq[-i]` restituisce l'`i`-esimo elemento della sequenza rovesciata

```
>>> s = 'abcdefg'
>>> s[0] # accesso tramite indice
'a'
>>> s[4]
'e'
>>> s[-1] # indicizzazione dal fondo
'g'
>>> range(3,7)[2]
5
```

# Slicing: "affettare" una sequenza

- `seq[i:j]` è la sottosequenza che va dall'indice `i` incluso, fino all'indice `j` escluso

```
>>> s = 'XYZABC'
>>> s[1:4]
'YZA'
```

- Senza il primo indice, la sottosequenza parte dall'inizio della lista

```
>>> s[:4]
'XYZA'
```

- Senza il secondo indice, la sottosequenza termina alla fine della lista

```
>>> s[1:]
'YZABC'
```

# Slicing di stringhe

Una slice di una stringa è a sua volta una stringa:

```
1       a = 'penna'
2       b = 'ananas'
3       c = a + b[3:]
4       print(c) # stampa 'pennanas'
```

# Rovescio di una sequenza

`seq[::-1]` ci dà la sequenza `seq` in ordine inverso:

```
>>> 'acetone'[::-1]
'enoteca'
```

Possiamo fare slicing direttamente sulla sequenza rovesciata con la sintassi `seq[i:j:-1]` (con $i > j$):

```
>>> 'acetone'[5:1:-1]
'note'
```

# Iterazione su una sequenza (`for`)

```
for variabile in seq:
    blocco
```

- La variabile assume di volta in volta un valore della sequenza
- Il blocco viene eseguito ciascuna volta con quel valore

```
>>> for i in range(0, 5):
>>> ... print(i ** 2)
0
1
4
9
16
>>> for c in 'pmdr':
>>> ... print(c + 'o')
po
mo
do
ro
```

# Test di appartenenza

```
elem in seq
```

è un test booleano che ritorna `True` se e solo se qualche elemento della sequenza `seq` è uguale ad `elem`

```
>>> 7 in range(0, 5):
False
>>> 'y' in 'python'
True
```

# Tuple

Una *tupla* è una sequenza di valori indicata con la sintassi `(a, b, c, ...)`, per esempio `(10, 25, 30)`

Una tupla di un singolo elemento è indicata con la sintassi `(x,)`, per esempio `(1,)`

La *tupla vuota* è indicata con `()`

Nelle assegnazioni, le parentesi possono essere omesse:

```
>>> t = (10, 25, 30)
>>> print(t)
(10, 25, 30)
>>> t = 1, 2
>>> print(t)
(1, 2)
```

# Assegnazione multipla

## Da una sequenza a più variabili

Con un'istruzione della forma

```
target1, target2, ... = seq
```

si realizza un'*assegnazione multipla*:

- La sequenza `seq` deve avere la stessa lunghezza del numero di variabili sulla sinistra
- Il primo elemento di `seq` viene assegnato a `target1`, il secondo a `target2`, eccetera

Esempio: `a, b, c = 10, 20, 30`

Ciò permette di realizzare anche scambi:

```
x, y = y, x    # scambia i valori di x e y
```

# Liste (`list`)

Una *lista* è una versione "dinamica" di una tupla

- Come una tupla, memorizza una sequenza di valori:

```
>>> moschettieri = ['Athos', 'Porthos', 'Aramis']
>>> moschettieri[1]
'Porthos'
```

- Gli elementi di una lista possono essere riassegnati:

```
>>> moschettieri[1] = 'Richelieu'
>>> moschettieri
['Athos', 'Richelieu', 'Aramis']
```

- È possibile aggiungere elementi ad una lista con `.append()`:

```
>>> moschettieri.append("D'Artagnan")
>>> moschettieri
['Athos', 'Richelieu', 'Aramis', "D'Artagnan"]
```

# Cancellazione da una lista

- Per cancellare l'elemento di indice `i`:
  `del lista[i]`
- Per cancellare l'intera sottolista da `i` a `j-1`:
  `del lista[i:j]`
- Gli indici degli elementi restanti "slittano" di conseguenza
- Il metodo `lista.pop()` restituisce l'ultimo elemento e, al contempo, lo cancella dalla lista:

```
>>> moschettieri = ['Athos', 'Porthos', 'Aramis']
>>> x = moschettieri.pop()
>>> moschettieri
['Athos', 'Porthos']
>>> x
'Aramis'
```

# Slicing di liste

Lo slicing naturalmente è applicabile alle liste:

```
>>> moschettieri = ['Athos', 'Porthos', 'Aramis', "D'Artagnan"]
>>> moschettieri[1:3]
['Porthos', 'Aramis']
>>> moschettieri[-2:]
['Aramis', "D'Artagnan"]
```

# Altre operazioni su liste, tuple e stringhe

- `len(seq)` restituisce la lunghezza di `seq`
- `seq1 + seq2` restituisce la sequenza ottenuta concatenando `seq1` e `seq2`
- `seq * k` (oppure `k * seq`) restituisce la sequenza ottenuta concatenando *k* copie di `seq`

```
>>> len('abcdefghijklmnopqrstuvwxyz')
26
>>> 'ca' + 3*'po' + 'lo'
capopopolo
>>> 8 * [0]
[0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]
```

# Esempio: Rappresentazione di un mazzo di carte

```
1   valore = [ '2', '3', '4', '5', '6', '7', '8', '9', '10', 'J', 'Q', 'K', 'A' ]
2   seme = [ '♡', '♢', '♣', '♠' ]
3   mazzo = 52 * [ '' ]
4
5   # Popola il mazzo
6   for j in range(4):
7       for i in range(13):
8           mazzo[i + 13*j] = valore[i] + seme[j]
9
10  # Stampa
11  for carta in mazzo:
12      print(carta)
```

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | ... |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2♡ | 3♡ | 4♡ | 5♡ | 6♡ | 7♡ | 8♡ | 9♡ | 10♡ | J♡ | Q♡ | K♡ | A♡ | 2♢ | ... |

**Nota**: abbiamo usato `4` e `13` per concretezza, ma sarebbe meglio scrivere `len(seme)` e `len(valore)` rispettivamente

# Entità mutabili e immutabili

- Un'entità mutabile può essere modificata dopo la sua definizione
- Un'entità immutabile no

Sequenze mutabili:

- liste (`list`)

Sequenze immutabili:

- stringhe (`str`)
- tuple (`tuple`)
- range (`range`)

# Entità mutabili e immutabili

```
>>> lista = [1, 2, 3]
>>> lista[0] = 100

>>> stringa = 'ciao'
>>> stringa[0] = 'a'
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: 'str' object does not support item assignment

>>> tupla = (1, 2, 3)
>>> tupla[0] = 100
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: 'tuple' object does not support item assignment

>>> R = range(1, 4)
>>> R[0] = 100
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: 'range' object does not support item assignment
```

# Assegnazione di entità mutabili: attenzione!

Un'assegnazione di entità mutabile copia solo i riferimenti alla zona di memoria contenente il valore assegnato!

Questo può causare gravi effetti indesiderati:

```
>>> A = [10, 20, 30]
>>> B = A # copia implicita -- attenzione!
>>>       # l'entità associata ad A e B è la stessa!
>>> C = list(A) # copia esplicita in una nuova entità lista
>>> A[0] = 50
>>> print(A)
[50, 20, 30]
>>> print(B) # la modifica di A ha avuto effetto anche su B...
[50, 20, 30]
>>> print(C) # ...ma non su C
[10, 20, 30]
```

# La *list comprehension* (descrizione di lista)

Possiamo generare una lista con la sintassi

```
[expr for x in seq]
```

- Il numero di elementi sarà pari a `len(seq)`
- L'elemento *i*-esimo sarà dato dall'espressione `expr` valutata con `x = seq[i]`

Esempio:

```
>>> [x ** 2 for x in range(1,6)]
[1, 4, 9, 16, 25]
>>> [x + 'o' for x in 'pmdr']
['po', 'mo', 'do', 'ro']
```

# List comprehension con filtro

Possiamo specificare una condizione per selezionare quali elementi concorrono a generare la lista (*filtro*):

```
[expr for x in seq if cond]
```

- L'elemento *i*-esimo è incluso nella lista se e solo se `cond` valutata con `x = seq[i]` è `True`

Esempio:

```
>>> [x ** 2 for x in range(1,10) if x % 3 == 0]
[9, 36, 81]
```

# Esempio: Array bidimensionale

Un *array bidimensionale* è una sequenza doppiamente indicizzata di valori dello stesso tipo

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | A | A | C | B | A | C |
| 1 | B | B | B | B | A | A |
| 2 | C | D | D | B | C | A |
| 3 | A | A | A | A | A | A |
| 4 | C | C | B | C | B | B |
| 5 | A | A | A | B | A | A |

Per inizializzare un array bidimensionale di $n$ righe e $m$ colonne:

```
1  A = [[0 for j in range(m)] for i in range(n)]
```

oppure

```
1  A = [m*[0] for i in range(n)]
```

Attenzione: `A = n * [m*[0]]` non va bene!
`m*[0]` è mutabile, quindi le sue `n` "copie" non sono indipendenti

# Insiemi e dizionari

# Insiemi

Una collezione di elementi distinti può essere rappresentata tramite il tipo di dati mutabile `set`

- `{10, 20, 30, 10}` è l'insieme $\{10, 20, 30\}$
- `set()` (non `{}`) è l'insieme vuoto
- `set(seq)` è l'insieme degli elementi della sequenza `seq`
- `S.add(elem)` aggiunge `elem` all'insieme `S`
- `S.remove(elem)` rimuove `elem` dall'insieme `S`
- `S | T` restituisce l'unione di `S` e `T`
- `S & T` restituisce l'intersezione di `S` e `T`
- `S - T` restituisce la differenza di `S` e `T`

# *Set comprehension* (descrizione di insieme)

Come le liste, anche gli insiemi possono essere costruiti tramite la *comprehension*:

```
{expr for x in seq}
```

```
>>> {x for x in 'abracadabra'}
{'d', 'a', 'c', 'r', 'b'}
>>> {x for x in 'abracadabra' if x != 'a'}
{'d', 'r', 'c', 'b'}
```

# Un insieme non è una sequenza

`set` non è un tipo sequenza, ma un tipo *collection*

Ciò significa che:

- `x in set`, `len(set)` e `for x in set` sono operazioni supportate
- L'indicizzazione e lo slicing non sono supportati
- L'ordine tra gli elementi può non essere preservato

```
>>> {'tizio', 'caio', 'sempronio'}
{'caio', 'sempronio', 'tizio'}
```

# Ordinare una collezione

`sorted(coll)`

restituisce una nuova lista contenente gli elementi di `coll`

L'ordinamento è quello indotto dall'operatore `<`

```
>>> sorted({20, 10, 40, 30})
[10, 20, 30, 40]
>>> sorted(['cab', 'abc', 'c'])
['abc', 'c', 'cab']
```

# Dizionari

Un *dizionario* è una collezione di coppie chiave: valore, tale che tutte le chiavi sono distinte

```
1  voti = {'alice': 30, 'bobo': 28, 'carlo': 30}
```

Mentre una sequenza è indicizzata da interi, un dizionario è indicizzato da chiavi di qualunque tipo immutabile

```
2  print(voti['alice']) # stampa '30'
```

I dizionari sono mutabili

# Dizionari

- `dict()`, o anche `{}`, è un dizionario vuoto

Se `D` è un dizionario:

- `D[key] = val` associa il valore `val` alla chiave `key`
- `D[key]` restituisce il valore associato alla chiave `key`
- `del D[key]` cancella la chiave `key` e il valore associato

# Dizionari

Anche un dizionario è un tipo *collection*:

- `x in D` verifica se `x` è presente in `D` come chiave
- `len(D)` restituisce il numero di coppie chiave-valore esistenti in `D`
- `for x in D` itera sulle chiavi di `D`

# *Comprehension* per i dizionari

Anche i dizionari possono essere costruiti tramite la *comprehension*:

```
{key_expr: value_expr for x in seq}
```

```
>>> d = {n: n**2 for n in range(5)}
>>> print(d)
{0: 0, 1: 1, 2: 4, 3: 9, 4: 16}
```

# Input ed output

# Astrazioni di input ed output (I/O)

- Canale di input standard: una sequenza di input illimitata
  - Default: input del terminale, immesso tramite tastiera
  - Nome canale: `sys.stdin`
  - ID numerico canale: 0
- Canale di output standard: una sequenza di output illimitata
  - Default: output del terminale, emesso tramite terminale video
  - Nome canale: `sys.stdout`
  - ID numerico canale: 1

# Sistema operativo: Riassociare l'I/O su file

Riassociare i canali di ingresso e/o uscita permette di leggere l'ingresso da file e/o di scrivere l'uscita su file

Per riassociare l'ingresso al file `dati-in.txt`:

```
~# python3 hello.py < dati-in.txt
```

Per riassociare l'uscita al file `dati-out.txt`:

```
~# python3 hello.py > dati-out.txt
```

Per riassociare sia l'ingresso che l'uscita:

```
~# python3 hello.py < dati-in.txt > dati-out.txt
```

# `input()` e `print()`

- `s = input()` legge una riga di caratteri dal canale di ingresso, memorizzandola nella variabile `s`
- `print(s)` scrive il contenuto della variabile `s` sul canale di uscita

Varianti comuni:

- `s = input('Inserisci il dato: ')` stampa un messaggio e legge una riga memorizzandola in `s`
- `print(a, b)` scrive il contenuto delle variabili `a` e `b` (separate da uno spazio)

# Suddivisione e giunzione di stringhe

## Funzioni `str.split()` e `str.join()`

- Suddivisione: spezza una stringa in più parti:
  `str.split('abcde', 'c')` → `['ab', 'de']`

```
>>> str.split('Mario Rossi', ' ')
['Mario', 'Rossi']
```

- Giunzione: compone più parti in una stringa
  `str.join('x', ['ab', 'cd'])` → `'abxcd'`

```
>>> str.join(' ', ['Rossi', 'Mario'])
'Rossi Mario'
```

- `str.split(x, y)` può essere abbreviato in `x.split(y)`
- `str.join(x, y)` può essere abbreviato in `x.join(y)`

# Leggere più valori da una riga

**Problema**: come leggere tre valori dalla stessa riga?

Soluzione che utilizza:

- l'assegnazione multipla
- il metodo `.split()`

**Soluzione:**

```
>>> sa, sb, sc = input().split()
>>> a, b, c = int(sa), int(sb), int(sc)
```

# Leggere un numero arbitrario di valori da un'unica riga

**Problema**: come leggere un numero qualunque di valori dalla stessa riga?

Soluzione che utilizza:

- la list comprehension
- il metodo `.split()`

**Soluzione:**

```
>>> L = [int(x) for x in input().split()]
>>> 10 20 -10 -30
>>> print(L)
[10, 20, -10, -30]
```

# Iterazione sulle righe dell'input

È spesso utile iterare sulle righe dell'input, utilizzando l'oggetto `sys.stdin` del modulo `sys`

- Ciascun elemento è una stringa, corrispondente ad una riga dell'input
- La stringa include il carattere di nuova riga `'\n'` (diversamente dal risultato di `input()`)
- Per eliminare il carattere `'\n'` si può usare il metodo `.strip()`
- L'utente può terminare l'input digitando Ctrl + D (su Linux/Mac) o Ctrl + Z (su Windows)

# Esempio

Finché l'utente immette numeri interi (uno per riga), stamparne il quadrato

```
1  import sys
2  for line in sys.stdin:
3      N = int(line.strip())
4      print(N * N)
```

```
~# python3 quadrati.py
5
25
3
9
4
16
^Z
```

# Stampare più valori su una riga

**Problema**: come stampare più valori sulla stessa riga?

Soluzione che utilizza:

- la list comprehension
- il metodo `.join()` delle stringhe:
  Es.: `' '.join(['a', 'b', 'c'])` restituisce la lista `'a b c'`

**Soluzione:**

```
>>> L = [10, 20, -10, -30]
>>> print(' '.join([str(x) for x in L]))
10 20 -10 30
```

# Formattazione di stringhe

`stringa % sequenza`

fornisce una nuova stringa in cui degli speciali segnaposto vengono sostituiti con i valori presenti nella sequenza:

```
>>> 'Buongiorno %s! Sono le ore %d' % ('Mario', 14)
'Buongiorno Mario! Sono le ore 14'
```

| | | | |
|---|---|---|---|
| %s | stringa | %d | intero (base 10) |
| %f | float | %% | carattere '%' |

- Con `'%4d'`, `'%3f'`, ecc. possiamo controllare la larghezza del campo dati
- Con `'%.2f'`, `'%.3f'`, ecc. possiamo controllare il numero di cifre decimali dopo la virgola

# Opzioni comuni per `print()`

```
print(a, b, c, ..., sep=' ', end='\n', file=sys.stdout)
```

- `a, b, c, ...` sono le entità da stampare
- `sep` è una stringa che separa tra loro le entità (default: spazio)
- `end` è una stringa appesa in coda (default: nuova riga)
- `file` è il canale di destinazione (default: `sys.stdout`)

Per esempio, `print('messaggio', file=sys.stderr)` stampa un messaggio sul *canale di errore* (di norma è il terminale, ma è un canale separato rispetto a `sys.stdout`)

# Variabili globali, locali e visibilità

# Variabili globali

Le variabili del frame primario sono dette *globali*

- Diversamente da quelle locali, le variabili globali persistono tra un'invocazione di funzione ed un'altra
- Dagli altri frame possono essere lette, ma non riassegnate:

```
>>> N = 137
>>> def f(): print(N)
>>> def g(): N = 12
>>> f()
137
>>> g()
>>> print(N)
137
```

`g()` ha operato su una diversa variabile N nel proprio frame!

# Variabili globali

Per riassegnare una variabile globale dall'interno di una funzione, la variabile va dichiarata come `global`:

```
>>> def g():
...     global N
...     N = 12
...
>>> g()
>>> print(N)
12
```

Se una variabile globale fa riferimento ad un valore mutabile, si può mutarne il contenuto senza dichiararla `global` (ma per riassegnarla va dichiarata `global`):

```
>>> L = [10, 20, 30, 40]
>>> def h():
...     L[2] = 1
```

# Regole di visibilità (*scope*)

Quando viene eseguita l'istruzione `X = val`:

- Viene riassegnata la variabile `X` nel frame locale, a meno che essa non sia stata dichiarata `global`
- Se `X` è stata dichiarata `global`, viene riassegnata la variabile `X` nel frame primario (globale)

# Regole di visibilità (*scope*)

Quando avviene un riferimento ad `X`, la variabile viene ricercata:

- Dapprima nel frame locale
- Poi nei frame delle funzioni che racchiudono la funzione locale
- Infine nel frame globale

Se `X` è stata dichiarata `global`, la ricerca è direttamente nel frame globale

# Regole di visibilità (*scope*): Esempio

```
>>> x = 27
>>> def f1():
...     x = 42
...     def f2():
...             print(x)
...     f2()
...
>>> f1()
42
>>> print(x)
27
```

# Gestione degli errori

# Gestione degli errori

- Eccezioni
- Asserzioni

# Le eccezioni

Cosa fare se una condizione eccezionale provoca una situazione non contemplata?

**Esempio**: divisione `a//b` con `b==0`

Le *eccezioni* permettono di gestire simili situazioni senza complicare troppo il codice

# Sollevare eccezioni: `raise`

```
raise Eccezione(messaggio)
```

```
1  def ricerca_inversa(diz, val):
2      for chiave in diz:
3          if diz[chiave] == val:
4              return chiave
5      # se la chiave non c'è...
6      raise LookupError # ...solleva un'eccezione di tipo LookupError
```

L'istruzione `raise` interrompe il normale flusso del programma, *sollevando* un'eccezione

Tipologie più o meno specifiche: `Exception`, `ValueError`, `ArithmeticError`, `LookupError`, `IndexError`, `MemoryError`, `ZeroDivisionError`, ...

# Gestione delle eccezioni: `try ... except ...`

Un'eccezione interrompe via via l'esecuzione di ciascuna funzione attiva sullo stack, fin quando :

- si raggiunge il frame principale (crash), oppure,
- l'eccezione viene *catturata*, al fine di gestire l'errore

Per catturare le eccezioni si usa la sintassi `try`–`except`:

```
1  try:
2      b = int(input())
3      x = dividi(a, b)
4  except ZeroDivisionError:
5      print('Non puoi dividere per zero! Continuo con x = a')
6      x = a
7  ...
8  print(x)
```

# Asserzioni: `assert`

In fase di debug è utile assicurarsi che i dati soddisfino le condizioni che ci aspettiamo

Un'*asserzione* è un'istruzione della forma

```
assert condizione_logica
```

```
1  a = float(input())
2  b = quadrato_di(a)
3  assert b >= 0 # ci aspettiamo che b sia sempre non-negativo
4  c = math.log(b)
```

- Se la condizione è `False`, viene generata un'eccezione
- Se la condizione è `True`, la `assert` non ha effetto

# Asserzioni

- Se un'asserzione non è soddisfatta, viene sollevata un'eccezione di tipo `AssertionError`
- L'indicazione del file e del numero di riga ci permette di capire quale asserzione sia stata violata
- Non ci interessa catturare gli `AssertionError`, ma solo scovare la condizione non soddisfatta, per identificare il problema durante il debugging
- Il controllo delle asserzioni viene di norma disattivato una volta che il programma va "in produzione" (`python3 -O`)

# Oggetti e classi

# Tipi definiti dall'utente: `class`

L'istruzione `class X` definisce un nuovo tipo di dato `X`:

```
1  class X:
2      a = ... #  attributi di classe
3      b = ... #
4
5      def f(self, ...): # metodi di classe
6          ...
7      def g(self, ...):
8          ...
```

# Istanze di una classe: `self`

L'invocazione di una classe `X` crea una nuova *istanza* di tipo `X`:

```
1  class Cane:
2      zampe = 4 # attributo di classe
3      def verso(self): # metodo
4          print('Bau!')
5
6  fido = Cane() # crea un nuovo oggetto di tipo Cane e lo assegna a fido
```

Il parametro `self` identifica l'istanza sulla quale un metodo lavora:

```
7  Cane.verso(fido) # stampa 'Bau!'
8  fido.verso() # equivalente a Cane.verso(fido)
```

NB. `self` non è una parola chiave – qualunque nome per il primo parametro è legale, ma la convenzione è di usare `self`

# Attributi di istanza

- Ogni istanza ha un proprio spazio dei nomi
- In un metodo, un assegnamento a `self` della forma `self.a = val` crea un *attributo di istanza*, di nome a e valore `val`

```
1  class Cane:
2      def battezza(self, N):
3          self.nome = N
4
5  fido = Cane()
6  fido.battezza('Fido')
7  print(fido.nome) # stampa 'Fido'
```

# Inizializzazione di un'istanza: `__init__`

Per inizializzare gli attributi di un'istanza quando essa viene creata, è possibile utilizzare il metodo speciale `__init__`:

```
1  class Cane:
2      def __init__(self, N, A):
3          self.nome = N
4          self.anni = A
5      def verso(self):
6          print(self.nome, 'dice: Bau!')
7
8  fido = Cane('Fido', 2) # invoca Cane.__init__(fido, 'Fido', 2)
9  print(fido.nome) # stampa 'Fido'
10 print(fido.anni) # stampa '2'
11 fido.verso() # stampa 'Fido dice: Bau!'
```

# Programmazione ad oggetti

*Polimorfismo*: un metodo con lo stesso nome può avere un effetto diverso a seconda della classe cui appartiene l'istanza

```
1  class Cane:
2      def verso(self):
3          print('Bau!')
4
5  class Gatto:
6      def verso(self):
7          print('Miao!')
8
9  L = [Cane(), Gatto()]
10 for animale in L:
11     animale.verso() # stampa 'Bau!' e 'Miao!'
```

# *Overloading* (sovraccarico) di operatori

Possiamo personalizzare il comportamento di molti operatori definendo dei metodi speciali, ad esempio:

- `__add__(self, other)` definisce il risultato dell'operazione `self + other`
- `__mul__(self, other)` definisce il risultato dell'operazione `self * other`
- `__lt__(self, other)` definisce il risultato del confronto `self < other`
- `__getitem__(self, item)` definisce il risultato dell'accesso `self[item]`

In effetti, `3 + 2` è equivalente a `int.__add__(3, 2)`

# Esempio: Somma di matrici $2 \times 2$

```
1   class Mat2x2:
2      def __init__(a, b, c, d):
3         self.a = a
4         self.b = b
5         self.c = c
6         self.d = d
7
8      def __add__(self, other):
9         risultato = Mat2x2(self.a + other.a, self.b + other.b, \
10           self.c + other.c, self.d + other.d)
11        return risultato
```

Se `A` e `B` sono di tipo `Mat2x2`, possiamo ora scrivere ad esempio

`C = A + B`

il che è equivalente a `C = Mat2x2.__add__(A, B)`

# *Duck typing*

*"Se cammina come un'anatra e starnazza come un'anatra, allora è un'anatra"*

L'assenza di tipi per le variabili implica che ad una funzione può essere passato qualunque tipo di oggetto, purché supporti i metodi invocati su di esso

Per esempio, nella funzione:

```
1  def quadrato_ipotenusa(A, B):
2      return A*A + B*B
```

`A` e `B` possono essere di tipo qualunque, purché per tale tipo siano definite la moltiplicazione (`__mul__`) e l'addizione (`__add__`)

# Ereditarietà

- La sintassi `class X(B)` indica che la classe `X` è una *sottoclasse* della classe `B`
- La sottoclasse `X` *eredita* tutti metodi dalla classe `B`
- La sottoclasse `X` può avere ulteriori metodi, non presenti in `B`

```
1  class Cane:
2      def verso(self):
3          print('Bau!')
4
5  class Bassotto(Cane):
6      def colore(self):
7          return 'nero'
8
9  b = Bassotto()
10 b.verso() # stampa 'Bau!'
11 b.colore() # restituisce 'nero'
```

# Ereditarietà

- Una classe può ridefinire metodi già presenti nella superclasse
- Quando un metodo è invocato, viene cercato prima nella classe, poi nella superclasse, poi nella superclasse della superclasse, ecc.

```
1  class Cane:
2      def verso(self):
3          print('Bau!')
4      def ha_la_coda(self):
5          return True
6
7  class Bassotto(Cane):
8      def verso(self):
9          print('Bauuu!')
10
11 b = Bassotto()
12 b.verso() # stampa 'Bauuu!'
13 b.ha_la_coda() # restituisce True
```

# Librerie

# Installazione ed uso di librerie esterne

Esistono centinaia di librerie (*package*) Python che:

1. Estendono le funzionalità della libreria standard
2. Svolgono compiti specifici (analisi di dati, grafica, calcolo scientifico, comunicazione di rete, elaborazione immagini...)

Non sono parte di Python; vanno installate appositamente

Esempi: `MatPlotLib`, `NumPy`, `SciPy`, `Pandas`, `NetworkX`, `...`

Un indice è disponibile su pypi.org (Python Package Index)

# Il comando `pip`

Il comando `pip` e/o `pip3` è installato con la distribuzione base di Python:

```
vincenzo@euler:~$ pip --version
pip 8.1.1 from /usr/lib/python2.7/dist-packages
 (python 2.7)
vincenzo@euler:~$ pip3 --version
pip 8.1.1 from /usr/lib/python3/dist-packages
 (python 3.5)
```

In questo caso, utilizzerò `pip3` per installare package per Python 3

# Installazione di un package

Per installare un package, invochiamo:
`pip3 install --user <libreria>`

```
vincenzo@euler:~# pip3 install --user matplotlib
Collecting matplotlib
  Downloading https://files.pythonhosted.org/
    packages/81/31/4e261379e0cd4e9bbacfc96b124ebac07
    /matplotlib-2.2.2-cp35-cp35m-manylinux1_x86_64.whl
     (12.6MB)
    100% |********************************| 12.6MB
     123kB/s
vincenzo@euler:~#
```

Un package può installarne altri da cui dipende
(ad es., `MatPlotLib` dipende da `NumPy`)

# Elenco dei package installati e rimozione

Per avere l'elenco dei package installati:
`pip3 list`

```
vincenzo@euler:~# pip3 list
Package         Version
--------------- -------
cycler          0.10.0
decorator       4.3.0
kiwisolver      1.0.1
matplotlib      3.0.1
mypy            0.641
[...]
```

Per rimuovere un package:
`pip3 uninstall <libreria>`

# Accesso al namespace dei package

Una volta installato, possiamo importare un package come un normale modulo:

```
1  import numpy
2  # Possiamo ora accedere al namespace di numpy scrivendo numpy.xxx
3  A = numpy.array([20, 30, 40])
4
5  # Alternativa:
6  import numpy as np # abbreviazione: np.xxx
7  A = np.array([20, 30, 40])
```

Fine