*Marco Barisione*

# Introduzione al linguaggio Python

## Materiale su Python

- Libri:
  - Learning Python: Lutz, Ascher (O'Reilly '98)
  - Programming Python, 2nd Ed.: Lutz (O'Reilly '01)
  - Learn to Program Using Python: Gauld (Addison-W. '00)
  - Python Cookbook: Martelli, Ascher (O'Reilly '02)
  - Python in a Nutshell: Martelli (O'Reilly non ancora pubblicato)
- Materiale gratuito:
  - Python Documentation
  - Beginner's Tutorial (http://www.freenetpages.co.uk/hp/alan.gauld/italian/)
  - Dive Into Python (http://it.diveintopython.org/)
  - Non-Programmers Tutorial For Python (http://members.xoom.it/marcobari/non-programmers.html)

2

## L'interprete (1)

- L'interprete è un file denominato
  - "python"su Unix
  - "python.exe" su Windows, apre una console
  - "pythonw.exe" su Windows, non apre una console
- Se invocato senza argomenti presenta un'interfaccia interattiva
- I comandi si possono inserire direttamente dallo standard input
  - Il prompt è caratterizzato da ">>> "
  - Se un comando si estende sulla riga successiva è preceduto da "..."
- I file sorgente Python sono file di testo, generalmente con estensione ".py"

3

## L'interprete (2)

- Introducendo "#! /usr/bin/env python" come prima riga su Unix il sorgente viene eseguito senza dover manualmente invocare l'interprete
- Il simbolo "#" inizia un commento che si estende fino a fine riga
- Le istruzioni sono separate dal fine riga e non da ";"
  - Il ";" può comunque essere usato per separare istruzioni sulla stessa riga ma è sconsigliato
- Per far continuare un'istruzione anche sulla linea successiva è necessario inserire un "\" a fine riga
- Se le parentesi non sono state chiuse correttamente Python capisce che l'istruzione si estende anche sulla riga successiva

4

## Alcuni concetti introduttivi

- Per capire il resto della presentazione serve sapere alcune cose
  - Le funzioni vengono chiamate come in C
    - `foo(5, 3, 2)`
  - "ogg.f()" è un metodo (spiegati nella parte sulle classi)
  - I metodi possono inizialmente essere considerati come delle funzioni applicate sull'oggetto prima del punto
  - Il seguente codice Python:
    - `"ciao".lower()`
  - può essere pensato equivalente al seguente codice C:
    - `stringa_lower("ciao");`

5

## print

- L'istruzione "print" stampa il suo argomento trasformandolo in una stringa

```
>>> print 5
5
>>> print "Hello world"
Hello world
```

- A "print" possono essere passati più argomenti separati da un virgola. Questi sono stampati separati da uno spazio

```
>>> print 1, 2, "XXX"
1 2 XXX
```

- Se dopo tutti gli argomenti c'è una virgola non viene stampato il ritorno a capo

6

## I numeri

- I numeri vengono definiti come in C:
  - "42" (intero, decimale)
  - "0x2A" (intero, esadecimale)
  - "052" (intero, ottale)
  - "0.15" (floating point, formato normale)
  - "1.7e2" (floating point, formato esponenziale)
  - Lo "0" iniziale o finale può essere omesso:
    - ".5" è "0.5"
    - "5." è "5.0"
- Gli interi, se necessario, sono automaticamente convertiti in long (a precisione infinita)
  - `2 ** 64` → 18446744073709551616L

7

## Gli operatori numerici

- Esistono gli stessi operatori del C, le parentesi possono essere usate per raggruppare:

```
>>> (5 + 3) * 2
16
>>> (6 & 3) / 2
1
```

- Esiste anche l'operatore elevamento "**":

```
>>> 5 ** 2
25
```

- Non esistono "++" e "--":
  - Sarebbero poco utilizzati in Python
  - Creerebbero molti problemi collaterali

8

## La divisione

- Come in C, "3/2" è "1"
  - Molti problemi per chi inizia a programmare
  - Più problemi che in C per la tipizzazione dinamica
  - Il cambiamento del comportamento della divisione creerebbe incompatibilità
- Il "/" restituirà un numero a virgola mobile, se necessario, da Python 3.0
- Per avere la divisione intera si può usare "//"

```
>>> 3 // 2
1
```

- La nuova divisione può essere già attivata mettendo ad inizio file "from __future__ import division"

9

## Conversione fra numeri

- Esistono alcune utili funzioni di conversione fra i numeri:
  - "int(x[, base])" ritorna "x" convertito in intero. "base" è la base in cui "x" è rappresentato (il valore di default è "10")
    - `int("13")` → 13
    - `int("13", 8)` → 11
    - `int("xxx")` → **Errore!**
  - "long(x[, base])" come "int" ma ritorna un "long"
  - "float(x)" ritorna "x" convertito in floating point
    - `float("13.2")` → 13.2
    - `float(42)` → 42.0

10

## Le stringhe

- Le stringhe sono racchiuse fra apici singoli o doppi e si utilizzano le stesse sequenza di escape del C

```
>>> 'Python'
'Python'
>>> print "Ciao\nmondo"
'Ciao'
'mondo'
```

- Si possono usare alcuni operatori visti per i numeri

```
>>> "ciao " + "mondo"    # concatenazione
'ciao mondo'
>>> "ABC" * 3            # ripetizione
'ABCABCABC'
```

11

## Sottostringhe

| c | i | a | o |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| -4 | -3 | -2 | -1 |

- `"ciao"[1]` `# carattere 1` → "i"
- `"ciao"[1:3]` `# dall'1 al 3 escluso` → "ia"
- `"ciao"[2:]` `# dal 2 alla fine` → "ao"
- `"ciao"[:3]` `# fino al 3 escluso` → "cia"
- `"ciao"[-1]` `# l'ultimo carattere` → "o"
- `"ciao"[:-2]` `# fino al penultimo` → "ci"
- `"ciao"[-1:1]` `# non esiste` → ""
- Le stringhe sono immutabili (come i numeri):
  - `"ciao"[2] = "X"` → **Errore!**

12

## Altri tipi di stringhe

- Le stringhe possono estendersi su più righe, in questo caso sono delimitate da tre apici singoli o doppi

```
"""Questa è una
stringa su più righe"""
```

- Le raw string ignorano le sequenze di escape
  - Utili per le espressioni regolari e per i percorsi su Windows
  - Non possono terminare con "\"
  - Esempi:
    - `r"C:\Windows"`
    - `r'\d.*\d$'`
    - `r'''CIAO\n'''`



## str e repr

- "str(x)" ritorna "x" convertito in stirnga
- "repr(x)" ritorna una stringa che rappresenta "x", normalmente più vicino a ciò che "x" è realmente ma meno "bello" di ciò che è ritornato da "str"

```
print "ciao\n\tmondo "      → ciao
                                  mondo
print repr("ciao\n\tmondo") → 'ciao\n\tmondo'
print 0.1, repr(0.1)        → 0.1  0.10000000000000001
print ogg                   → Questo è un oggetto
print repr(ogg)             → <class C at 0x008A6570>
```

- "print" usa "str" automaticamente sul suo argomento



## Stringhe, metodi

- "S.split([sep[, max]])" ritorna una lista contenente le parti di "S" divise usando i caratteri di "sep" come separatore. "max" è il numero massimo di divisioni eseguite. Il valore di default di "sep" è ogni spazio bianco
- "S.join(seq)" ritorna una stringa contenente gli elementi di "seq" uniti usando "S" come delimitatore
- "S.lower()" ritorna "S" convertito in minuscolo
- "S.upper()" ritorna "S" convertito in maiuscolo
- "S.find(what[, start[, end]])" ritorna il primo indice di "what" in "S[start, end]". Se la sottostirnga non è trovata ritorna "-1"
- "S.rfind(what[, start[, end]])" come "find" ma a partire dal fondo
- "S.replace(old, new[, max])" ritorna una copia di "S" con "max" occorrenze di "old" sostituite con "new". Il valore di default di "max" è tutte.
- "S.strip()" restituisce una copia di "S" senza gli spazi iniziali e finali
- "S.lstrip()", "S.rstrip()" come "strip" ma eliminano rispettivamente solo gli spazi iniziali e finali



## Formattazione di stringhe

- L'operatore "%" serve per formattare le stringhe in modo simile alla "printf" del C
  - `stringa % valore`
  - `stringa % (valore1, valore2, valore3)`
- Le stringhe di formato sono le stesse usate dal C
  - `"-%s-" % "x"` → -x-
  - `"%s%d" % ("x", 12)` → x12
- Per mantenere il simbolo "%" si inserisce "%%"
- Si può usare la forma "%(chiave)" per inserire le chiavi di un dizionario (struttura che verrà spiegata più avanti)
  - `"%(a)d,%(b)d" % {"a": 1, "b":2}` → 1,2



## None

- "None" è una variabile molto importante con lo stesso ruolo di "NULL" in C
- In C "NULL" è uguale a "0"
  - Rischio di confusione
- In Python "None" è di un tipo non numerico
  - Non vi è rischio di confusione con altri tipi



## Liste

- Conengono elementi anche eterogenei
- Sono implementate usando array e non liste
- Per creare una lista si usano le parentesi quadre, gli elementi sono delimitati da virgole

```
>>> [1, 2, "ciao"]
[1, 2, 'ciao']
```

- Stessi operatori delle stringhe ma sono mutabili
  - `[1] + [3, 6]` → [1, 3, 6]
  - `[1, 0] * 3` → [1, 0, 1, 0, 1, 0]
  - `[2, 3, 7, 8][1:3]` → [3, 7]
  - `[2, 3, 7, 8][:2]` → [2, 3]
  - `[1, 2, 3][0] = 5` → [5, 2, 3]

## Liste, metodi

- Ecco i metodi più usati:
  - "L.append(obj)", aggiunge "obj" fondo
  - "L.extend(list)", aggiunge in fondo gli elementi di "list"
  - "L.insert(index, obj)", aggiunge "obj" prima di "index"
  - "L.pop([index])", rimuove l'elemento in posizione "index" e lo ritorna, il valore di default di "index" è -1
  - "L.remove(value)", cancella la prima occorrenza di "value"
  - "L.reverse()", inverte la lista
  - "L.sort()", ordina la lista
- Tutti "in place", viene modificata la lista, non viene ritornata una nuova lista

19

## Tuple

- Delimitate da parentesi, gli elementi sono separati da virgole
  - `(1, 2, 3)`
  - `(1,)  # un solo elemento`
  - `()  # nessun elemento`
- Simili alle liste ma immutabili
  - `(1, 2)[0] = 5` → **Errore!**
- Le parentesi possono essere omesse se non si creano ambiguità
  - Sono equivalenti
    - `variabile =  5, 2, 3`
    - `variabile = (5, 2, 3)`

20

## Dizionari

- Associano ad una chiave un valore
- Creati nella forma "{chiave1: val1, chiave2: val2}"
  - `{"nome": "Mario", "cognome": "Rossi"}`
- L'accesso e l'inserimento di elementi avviene come per le liste
  - `{"a": 1, "b": 2}["a"]` → 1
  - `{"a": 1, "b": 2}["X"]` → **Errore!**
  - `{}["X"] = 2` → {'X': 2}
- Le chiavi devono essere immutabili
- Le chiavi non vengono tenute ordinate!

21

## Dizionari, metodi

- I metodi principali dei dizionari"sono:
  - "D.clear()" elimina tutti gli elementi dal dizionario
  - "D.copy()" restituisce una copia di "D"
  - "D.has_key(k)" restituisce 1 se "k" è nel dizionario, 0 altrimenti. Si può usare anche l'operatore "in"
  - "D.items()", "D.keys()", "D.values()" restituiscono rispettivamente:
    - Una lista con le tuple "(chiave, valore)"
    - La lista delle chiavi
    - La lista dei valori
  - "D.update(D2)" aggiunge le chiavi e valori di "D2" in "D"
  - "D.get(k, d)" restituisce "D[k]" se la chiave è presente nel dizionario, "d" altrimenti. Il valore di default di "d" è "None"

22

## Variabili

- I nomi di variabili sono composti da lettere, numeri e underscore, il primo carattere non può essere un numero (come in C)
  - Sono validi:
    - "x", "ciao", "x13", "x1_y", "_", "_ciao12"
  - Non sono validi:
    - "1x", "x-y", "$a", "àñÿô"
- Le variabili non devono essere dichiarate
- Una variabile non può essere utilizzata prima che le venga assegnato un valore
- Ogni variabile può riferirsi ad un oggetto di qualsiasi tipo

23

## Assegnamento (1)

- L'assegnamento avviene attraverso l'operatore "="
- Non è creata una copia dell'oggetto:
  - `x = y # si riferiscono allo stesso oggetto`
- Esempio:

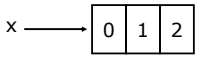
```
>>> x = [0, 1, 2]
>>> y = x
>>> x.append(3)
>>> print y
[0, 1, 2, 3]
```

24

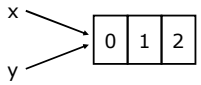
## Assegnamento (2)

- Ecco quello che succede:

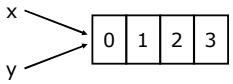
```
x = [0, 1, 2]
```




```
y = x
```



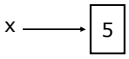

```
x.append(3)
```



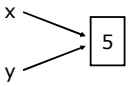



## Assegnamento (3)

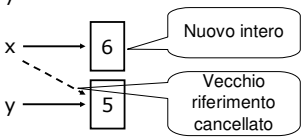
```
x = 5
```




```
y = x
```




```
x = x + 1
```






## unpacking

- Un uso utile ed interessante dell'assegnamento è la possibilità di "scompattare" delle sequenze
  - `x, y = [1, 2]` → x = 1, y = 2
  - `x, y = {"a": 1, "b": 6}` → x = "a", y = "b"
  - `x, y, z = 1, 2, 3` → x = 1, y = 2, z = 3
- Può essere usato per scambiare i valori di due variabili

```
x = 5
y = 3
x, y = y, x
```

→ x = 3, y = 5

- Il numero di elementi a sinistra deve essere uguale al numero di elementi a destra



## Augmented assignment statements

- Sono la combinazione di un assegnamento e di un operazione binaria
  - Ad esempio "x += 1" equivale all'incirca a "x = x + 1"
- Gli operatori sono

  `+=` `-=` `*=` `/=` `//=` `%=` `**=`
  `>>=` `<<=` `&=` `^=` `|=`



## del

- L'istruzione "del" ha due usi differenti
  - "del x" cancella la variabile "x", cioè non si potrà più usare "x" senza avergli prima assegnato un nuovo valore
    - "del" non distrugge ciò a cui la variabile si riferisce come "free" in C!
  - "del seq[ind]" cancella l'elemento con indice/chiave "ind" da "seq"

```
l = [1, 2, 3]
del l[1]
```

→ l = [1, 3]

```
d = {"a": 1, "b": 6}
del d["a"]
```

→ d = {'b': 6}

```
l2 = [1, 2, 3, 4]
del l2[1:3]
```

→ l2 = [1, 4]



## Vero e falso

- In Python non esiste un tipo booleano (sarà introdotto nella versione 2.3)
  - *Per ora* esistono solo due variabili "True" uguale a 1 e "False" uguale a 0
- Ogni singolo tipo o classe può definire quando il suo valore è vero o falso
- Per i tipi predefinti sono considerati falsi:
  - Il numero "0" o "0.0"
  - Una stringa vuota ("")
  - "{}", "[]", "()
- Gli altri valori sono considerati veri

## Gli operatori di confronto

- Sono gli stessi del C
  - `1 == 3` → Falso
  - `1 == 2 - 1` → Vero
  - `1 != 2` → Vero
  - `1 < 2` → Vero
  - `1 > 3` → Falso
  - `1 >= 1` → Vero
- Se necessario vengono eseguite le necessarie conversioni intero → virgola mobile
  - `1 == 1.0` → Vero
- Esiste anche l'operatore "<>" equivalente a "!=" ma obsoleto



## Altri operatori di confronto

- "in", vero se il primo operando è contenuto nel secondo
  - `5 in [1, 2, 3]` → Falso
  - `2 in [1, 2, 3]` → Vero
  - `"a" in {"x": 1, "a": 2}` → Vero
  - `"a" in "ciao"` → Vero
- "is", vero se il primo operando è il secondo (non solo è uguale!)
  - Attualmente implementato come confronto fra le posizioni in memoria degli operandi
  - Usato al posto di "==" per il confronto con "None" per motivi di prestazioni



## Gli operatori booleani

- "not x" 0 se "x" è vero, "1" se è falso
- "x and y" vero se sia "x" sia "y" sono veri. Ritorna:
  - Se "x" è falso lo ritorna
  - Altrimenti ritorna "y"
    - `1 and 5` → 5 → Vero
    - `[] and 1` → [] → Falso
- "x or y" vero se almeno uno degli argomenti è vero
  - Se "x" è vero lo ritorna
  - Altrimenti ritorna "y"
    - `1 or 0` → 1 → Vero
    - `() or 0` → 0 → Falso
- Sia "and" sia "or" utilizzano la logica del corto circuito
  - Il secondo argomento non viene valutato se il risultato dell'operazione è già noto in base al solo primo argomento



## if

- La sintassi di "if" è:

```
if condizione:
    ...
elif condizione_alternativa:
    ...
else:
    ...
```

- Sia la parte "elif" sia la parte "else" sono facoltative
- Può esserci un numero qualsiasi di "elif"
- Non sono necessarie le parentesi intorno all'espresisone booleana
- Non sono possibili assegnamenti all'interno della condizione



## L'indentazione

- Il raggruppamento è definito dall'indentazione
  - Non si usano parentesi graffe, coppie "begin"/"end" e simili
  - Obbliga a scrivere codice ordinato
  - Più naturale, evita i tipici problemi del C:

```
if (0)
    printf("Questo non viene eseguito");
    printf("Questo sì");
```

- Si possono usare spazi o tabulazioni
- È *fortemente* consigliato usare 4 spazi
  - Tutti gli editor decenti possono essere configurati per sostituire il TAB con 4 spazi



## pass

- Come tradurre il seguente codice in Python?

```
if (a){}      /* Oppure "if (a);" */
b = 12;
```

- In Python dopo un "if" deve esserci un blocco indentato

```
if a:
b = 12        # Dovrebbe essere indentato!
```

- Si usa quindi l'istruzione "pass" che non ha *nessun* effetto

```
if a:
    pass      # Non fa nulla
b = 12
```

## while

- La sintassi è:

```
while condizione:
    ...
```

- Si può uscire dal ciclo usando “break”
- Si può passare all’iterazione successiva usando “continue”
- Esempio:

```
while 1: # significa ciclo infinito
    if condizione1:
        continue
    if condizione2:
        break
print 42
```

37

## for

- La sintassi è:

```
for variabile in iteratore:
    ...
```

- “iteratore” può essere:
  - Una sequenza:
    - Liste
    - Tuple
    - Stringhe
    - Dizionari
    - Classi definite dall’utente
  - Un iteratore (nuovo concetto introdotto in Python 2.2)
- Si possono usare “continue” e “break” come per il “while”

38

## Alcune funzioni built-in

- “range([start,] stop[, step])” ritorna una lista contenente gli interi in [“start”, “end”).
  - “step” è l’incremento, il valore di default è “+1”.
  - Il valore di default di “start” è “0”
  - Molto usato con i cicli “for”
    - `for i in range(5): print i`
- “len(seq)” ritorna il numero di elementi in “seq”
  - `len("ciao")` → 4
  - `len("x\0x")` → 3
  - `len([1, 2, 3])` → 3
  - `len({"a": 1, "b": 5})` → 2

39

## Definire nuove funzioni (1)

- La sintassi è:

```
def funzione(arg1, arg2, opz1=val1, opz2=val2):
    ...
```

- Non bisogna specificare il tipo ritornato
  - L’equivalente delle funzioni “void” del C sono funzioni che ritornano “None”
  - Una funzione può ritornare un oggetto di qualsiasi tipo
- Gli argomenti sono normali variabili e possono essere in qualsiasi numero
  - Se la funzione non accetta argomenti basta usare una lista di argomenti vuota, ad esempio:

```
def foo():
    ...
```

40

## Definire nuove funzioni (2)

- Gli argomenti opzionali possono non essere specificati dal chiamante, in questo caso assumono il valore di default
- Le variabili all’interno della funzione non sono visibili dall’esterno
- Esempio di utilizzo di una funzione:

```
>>> def foo(x, y, z=42, k=12):
...     print x, y, z, k
...
>>> foo(5, 3, k=9)
5 3 42 9
```

41

## doc-string

- Le doc-string o stringhe di documentazione sono stringhe nella prima riga della funzione con lo scopo di documentarla

```
def foo():
    "Documentazione di foo"
```

- È possibile accedere alla doc-string con l’attributo “__doc__” della funzione
  - `print foo.__doc__` → Documentazione di foo
- Usata da tool per generare la documentazione
- Usata dalla funzione “help”
  - “help(foo)” stampa informazioni su “foo”

42

## return

- La sintassi è:

```
return [valore_di_ritorno]
```

- Se il valore di ritorno viene omesso viene ritornato "None"
- Se il flusso del programma esce dalla funzione senza aver trovato un'istruzione "return" viene ritornato "None"
- Esempio:

```
def somma(a, b):
    return a + b
```

43

## global

- L'assegnamento all'interno della funzione assegna il valore ad una variabile locale

```
x = 5
def f():
    x = 42 # x è nuova variabile locale!
```

- Con "global nome_var" si indica all'interprete che "nome_var" è globale e non locale

```
x = 5
def f():
    global x
    x = 42 # x è la variabile globale
```

44

## lambda

- "lambda" serve a creare funzioni anonime di *una sola* istruzione, viene ritornato il valore dell'espressione
- La sintassi è

```
lambda arg1, arg2, arg3: istruzione
```

- Usata spesso per implementare callback

```
def f(callback):
    for i in range(10): print callback(i)
f(lambda n: n ** 2)
```

- Sconsigliata, si può sempre sostituire con funzioni
  - Nell'esempio precedente:

```
def cb(n): return n ** 2
f(cb)
```

45

## OOP

- OOP = Programmazione Orientata agli Oggetti
- Incapsulamento
  - Incapsulamento di dati e codice in un unico contenitore
  - Nasconde la complessità
  - Migliora l'indipendenza
- Ereditarietà
  - Definisce le specializzazioni delle classi
  - Permette di "riciclare" il codice specializzandolo
- Polimorfismo

46

## Classi (1)

- Una classe è simile ad una struttura del C
  - Può però contenere anche funzioni al suo interno
- La sintassi per definire una nuova classe è:

```
class NomeClasse:
    "Documentazione della classe"
    ...
```

- Una classe può contenere dati (variabili locali alla classe) e metodi (funzioni specifiche della classe)
- Per essere usate le classi vengono istanziate, viene cioè creata un'istanza della classe
  - Simile al concetto di allocazione di una struttura in C

47

## Classi (2)

```
class C:                          (1)
    cl = 42                       (2)
    def __init__(self):           (3)
        self.ist = 12             (4)
```

1. Viene creata una classe "C"
2. "cl" è una variabile condivisa da tutte le istanze
3. "__init__" è un metodo della classe "C"
   - "__init__" è un metodo speciale (chiamato costruttore), richiamato al momento della creazione dell'istanza
   - "self" è un argomento speciale che si riferisce all'istanza sulla quale è richiamato il metodo
4. "ist" è una variabile locale all'istanza

48

## Classi (3)

```
i1 = C()                                    (1)
i2 = C()                                    (2)
print i1.cl,i2.cl,i1.ist,i2.ist   → 42 42 12 12
C.cl = 0                                    (3)
i1.ist = 3                                  (4)
print i1.cl,i2.cl,i1.ist,i2.ist   → 0 0 3 12
```

1. Viene creata un'istanza di "C"
2. Viene creata un'altra istanza di "C"
3. Viene assegnato "0" alla variabile di classe.
   - Il cambiamento avviene per ogni istanza!
4. Viene assegnato "3" alla variabile di istanza "i1.ist"
   - Il cambiamento avviene solo per "i1"!



## self

- Ogni metodo accetta come primo argomento "self" che si riferisce all'istanza sulla quale il metodo è stato richiamato.

```
class C:
    def foo(self): print self, self.var
i1 = C()
i2 = C()
i1.var = 12
i2.var = 23
i1.foo() → <__main__.C instance at 0x00931750> 12
i2.foo() → <__main__.C instance at 0x0092BF18> 23
```



## __init__

- Il costruttore viene richiamato ogni volta che viene creata un'istanza
- Il suo compito è porre la classe in una condizione iniziale utilizzabile
- Accetta "self" più eventuali altri argomenti

```
class Point:
    def __init__(self, x=0, y=0):
        self.x = x
        self.y = y
    def stampa(self): print self.x, self.y
Point().stampa()                  → 0 0
Point(1).stampa()                 → 1 0
Point(y=3).stampa()               → 0 3
```



## Metodi speciali

- Oltre ad __init__ esistono altri metodi speciali, tutti nella forma "__nomemetodo__"
- "__del__()" richiamato quando l'oggetto viene distrutto
- "__str__()" deve ritornare una stringa. Viene richiamato dalla funzione "str"
- "__repr__()" come il precedente ma chiamato da "repr"



## Metodi speciali, operatori binari (1)

- Quando l'interprete incontra "x + y" chiama "x.__add__(y)" se il metodo non esiste chiama "y.__radd__(x)"
- Il valore ritornato è il risultato dell'operazione
- Se l'operazione è commutativa allora normalmente si avrà

```
class C:
    def __add__(self, other): return ...
    __radd__ = __add__
```

- Tutti gli operatori binari accettano l'argomento "self" ed un altro argomento (generalmente chiamato "other") che è l'altro operando
- Nel caso vi sia un "+=" viene invece richiamato il metodo "__iadd__(other)"



## Metodi speciali, operatori binari (2)

- Gli operatori binari sono
  - "__add__": somma
  - "__sub__": sottrazione
  - "__mul__": moltiplicazione
  - "__pow__": elevamento a potenza
  - "__lshift__", "__rshift__": "<<", ">>"
  - "__and__", "__xor__", "__or__": "&", "^", "|"
  - "__floordiv__": divisione intera "//"
  - "__truediv__"" divisione se la nuova divisione è attivata
  - "__div__" divisione se la nuova divisione non è attivata
- Tutti questi metodi esistono nelle tre forme "__*op*__", "__r*op*__" e "__i*op*__"

## Metodi speciali, operatori unari

- Quando Python incontra “-x” esegue il metodo “x.__neg__()”
- Si comportano analogamente tutti gli operatori unari
  - “__neg__”: meno unario
  - “__pos__”: più unario
  - “__invert__”: “~”
  - “__abs__”: valore assoluto

55

## Metodi speciali, sequenze

- Può essere simulato il comportamento di sequenze quali liste, dizionari ecc.
- “__len__(self)” chiamato da “len(obj)”
- “__getitem__(self, key)” chiamato da “obj[key]”
- “__setitem__(self, key, val)” chiamato da “obj[key] = val”
- “__delitem__(self, key)” chiamato da “del obj[key]”
- “__contains__(self, item)” chiamato da “item in obj”

56

## Altri metodi speciali

- “__cmp__(self, other)” usato per i confronti, ritorna:
  - 0 se “self == other”
  - Un numero positivo se “self > other”
  - Un numero negativo se “self < other”
- “__nonzero__(self)” usato per convertire l’istanza in un valore booleano. Ritorna 1 se vero, 0 se falso.
- “__call__(arg1, arg2, ...)” per richiamare un’istanza come se fosse una funzione. Gli argomenti possono essere in qualsiasi numero

57

## Variabili e metodi privati

- Per una buona progettazione del software è necessario che i dettagli implementativi di una classe siano nascosti
- In Python i nomi di variabili e metodo che iniziano per “__” (eccetto quelli che finiscono anche per “__”) non sono accessibili dall’esterno

```
class C: __x = 2
C().__x
```

→ **Errore!**

- Può, però, essere sufficiente lasciarli accessibili ma “segnarli” come pericolosi
- Per fare ciò basta far iniziare i nomi con un singolo “_”

58

## Ereditarietà (1)

- Supponiamo di dover rappresentare delle figure geometriche su schermo con delle classi.
  - Tutte avranno dei metodi che fanno le stesse cose (impostano colore dello sfondo, del bordo, ecc.)
  - Solo pochi metodi differiranno (ad esempio il metodo “draw” che disegna su schermo)
- Rappresentando ogni forma con una classe separata si hanno grandi svantaggi
  - Ripetizione di codice praticamente uguale
  - Difficoltà di manutenzione
    - Ad esempio se modifico la funzione “draw” la devo modificare per tutti gli oggetti!

59

## Ereditarietà (2)

- L’ereditarietà permette di scrivere solo il codice specifico
- Organizziamo quindi la gerarchia delle classi per l’esempio delle forme geometriche
  - “Shape”, è la classe base (o genitore)
    - Definisce le funzioni comuni (ad es. il colore dello sfondo)
    - Non definisce le funzioni specifiche di una sola classe (ad es. un metodo per ottenere il raggio)
    - Non è necessario che definisca le funzioni condivise da tutte le classi figlie, se le definisce generalmente stampa un messaggio di errore
  - “Rectangle”, è una delle classi derivate (o figlie)
    - Definisce solo i metodi che devono comportarsi diversamente da quelle del genitore (ad es. “draw”) o che il genitore non definisce
  - “Circle”, è un’altra classe derivata
    - Si comporta come “Rectangle”

60

## Ereditarietà (3)

- La sintassi per creare una classe derivata è:

```
class Derivata(Base):
    ...
```

- Quindi realizzando l'esempio precedente:

```
class Shape:
    def set_colore_sfondo(self): ...
    def draw(self): print "Errore!"
class Rectangle(Shape):
    def draw(self): ...
class Circle(Shape):
    def draw(self): ...
    def get_raggio(self): ...
```

61

## Ereditarietà (4)

- Ovviamente la classe può richiamare anche i metodi della classe base.
- Non può però accedervi direttamente con "self.metodo()" in quanto verrebbe chiamato il metodo della classe stessa
- Vi si può accedere con "Base.metodo(self)"
- Continuando l'esempio precedente:

```
class Triangle(Shape):
    def set_colore_sfondo(self):
        # operazioni specifiche di Triangle
        ...
        Shape.set_colore_sfondo(self)
```

- Nel costruttore *è assolutamente necessario* richiamare il costruttore della classe base!

62

## Garbage collection

- In C è necessario distruggere esplicitamente le variabili allocate dinamicamente con "free"
- In Python è l'interprete a distruggere gli oggetti quando non sono più utilizzati

```
>>> class C:
...     def __del__(self):
...         # Chiamato quando l'istanza è distrutta
...         print "oggetto distrutto"
...
>>> ist = C()
>>> # Ora nessuna variabile si riferirà più
... # all'oggetto appena creato che verrà
... # quindi distrutto
... ist = None
oggetto distrutto
```

- Non è garantito che l'oggetto sia distrutto immediatamente

63

## Come gestire gli errori

- Vi sono diverse strade per gestire gli errori, la più usata in C consiste nel ritornare un codice di errore
  - Molti ignorano i controlli
  - Se vengono effettuati tutti i controlli il codice diventa lungo e complicato
  - Spesso una funzione non sa cosa fare per gestire l'errore, mentre la funzione chiamante saprebbe come comportarsi
    - "atoi" ritorna 0 in caso di errore, ma il valore ritornato potrebbe essere un valore accettabile per il chiamante
  - È spesso necessario un argomento in più se il codice di errore non può essere ritornato
    - `int somma(int a, int b, int * errore);`

64

## Le eccezioni

- Quando una funzione incontra un errore lancia un eccezione
- L'errore viene porpagato nel codice (uscendo dalla funzione corrente se necessario)
- Se l'eccezione non viene catturata in nessuna parte di codice il programma termina
- Se l'eccezione viene catturata viene eseguito del codice particolare e l'esecuzione continua da quel punto

65

## Esempio di propagazione delle eccezioni

- Esaminiamo il seguente codice:

```
def foo(): int("X")
def bar(): foo()
bar()
```

- Ecco cosa succede:
  - Viene chiamata "bar", "bar" chiama "foo", "foo" chiama "int"
  - "int" incontra un errore e lancia un'eccezione
  - "foo" non gestisce l'eccezione che si propaga al chiamante
  - "bar" non gestisce l'eccezione che si propaga al chiamante
  - Il codice esterno alle funzioni non gestisce l'eccezione che si propaga all'interprete
  - L'interprete termina il programma stampando un messaggio di errore

66

## Il messaggio di errore

- Il messaggi di errore stampato contiene diverse utili informazioni.
- Messaggio prodotto dall'esempio precedente (supponiamo si trovi nel file "f.py")

```
Traceback (most recent call last):
  File "f.py", line 3, in ?
    bar()
  File "f.py", line 2, in bar
    def bar(): foo()
  File "f.py", line 1, in foo
    def foo(): int("X")
ValueError: invalid literal for int(): X
```



## Catturare le eccezioni (1)

- Vediamo un caso tipico di gestione per gli errori:

```
try: n = int("X")        # errore
except ValueError: n = 0 # valore di default
```

- Il codice all'interno del blocco "try" viene eseguito
- Se non vi sono errori il blocco "except" è saltato
- Se vi è un errore il resto del blocco "try" è saltato
  - Se il tipo dell'errore coincide con il tipo dopo la keyword "except" viene eseguito il blocco successivo
  - Se il tipo non coincide l'errore viene propagato
- Vi possono essere più blocchi "except"
  - Viene eseguito il primo il cui tipo coincide



## Catturare le eccezioni (2)

- Un singolo blocco "except" può catturare eccezioni di più tipi

```
try: ...
except (NameError, TypeError, ValueError):...
```

- È possibile memorizzare l'eccezione in una variabile

```
try: ...
except (NameError, ValueError), e: print e
```

- Un blocco except senza tipo cattura tutte le eccezioni

```
try: ...
except: pass
```

  - Potrebbe catturare eccezioni che non si volevano bloccare



## Catturare le eccezioni (3)

- È possibile risollevare la stessa eccezione con "raise"

```
try: ...
except NameError:
    print "Qualche informazione di debug"
    raise
```

- "else" definisce un blocco di codice eseguito se non vi sono stati errori

```
try: ...
except NameError: ...
else: ...
```

  - È meglio usare "else" che inserire il codice nel blocco "try"
    - Potrebbe generare altre eccezioni catturate per sbaglio



## Lanciare le eccezioni

- La sintassi per lanciare le eccezioni è:

```
raise Tipo[, arg1, arg2, ...]
```

- Il primo argomento a "raise" è il tipo dell'eccezione
- Gli altri argomenti successivi sono gli argomenti al costruttore di "Tipo"

```
>>> try: raise ValueError, "Valore sbagliato"
>>> except ValueError, e: print e
Valore sbagliato
```

- Le eccezioni sono derivate normalmente da "Exception"
  - Si trova nel modulo "exceptions"
  - Il costruttore di "Exception" accetta un argomento stringa che viene restituito utilizzando "str" sull'istanza dell'oggetto



## Operazioni di pulizia

- "try" ha un'altra istruzione opzionale "finally"

```
try: ... # codice che può generare eccezioni
finally: ... # codice di clean-up
```

- "finally" viene eseguito sempre
  - Se vengono lanciate eccezioni nel blocco "try"
  - Se si esce dal blocco "try" normalmente
  - Se si esce dal blocco "try" per una "return", "continue", "break"
- "finally" serve per rilasciare risorse esterne (file aperti, socket aperti ecc.)
- Un'istruzione try può avere solo uno (o più) "except" *o* un "finally"

## Accesso ai file (1)

- I file vengono gestiti in modo molto semplice e simile al C
- "open(nomefile[, modo])" apre "nomefile" in modalità "modo" ("r" è il valore di default) e ritorna un oggetto di tipo "file"
- I modi sono gli stessi del C
- I metodi principali degli oggetti file sono:
  - "read([n])" ritorna "n" byte dal file. Se "n" è omesso legge tutto il file
  - "readline()" ritorna una riga
  - "readlines()" ritorna una lista con le righe rimanenti nel file
  - "write(str)" scrive "data" sul file

73

## Accesso ai file (2)

- "writelines(list)" scrive tutti gli elementi di "list" su file
- "close()" chiude il file (richiamato automaticamente dall'interprete)
- "flush()" scrive su disco i dati presenti in eventuali buffer
- "seek(offset[, posiz])" muove di "offset" byte da "posiz". I valori di posiz sono:
  - 0: dall'inizio del file (valore di default)
  - 1: dalla posizione corrente
  - 2: dalla fine del file ("offset" è normalmente negativo)
- "tell()" ritorna la posizione corrente
- "truncate([n])" tronca il file a non più di "n" byte. Il valore di default è la posizione corrente

74

## Argomenti non trattati

- Generatori
- Iteratori
- List comprehension
- *args **kwds
- Ereditarietà multipla
- Proprietà
- Derivazione dai tipi built-in
- object

75