

Classi



Definizione di Tipi di Dato

Python è un linguaggio multi-paradigma

...Ma è considerato soprattutto un linguaggio **orientato agli oggetti**

- La caratteristica dei linguaggi orientati agli oggetti (object-oriented)
- ...È di permettere la definizione di **nuovi tipi di dato**

Cosa possiamo fare con i tipi di dato primitivi?

E.g. interi, floating point...

- Costruire nuove istanze (e.g. il numero 3, il numero 1.2)
- Eseguire operazioni su di essi

Python ci permette di fare lo stesso con **tipi di dato definiti dall'utente**

Per esempio, possiamo definire un tipo "numero complesso"



Classi

Il costrutto che permette di definire nuovi tipi si chiama **classe**

- Le classi hanno una sintassi piuttosto complessa
- ...Quindi la introdurremo per gradi

Una classe rappresenta **l'archetipo** (il "progetto") per un nuovo tipo di dato

La classe deve specificare:

- Il **nome** del nuovo tipo di dato
- ...Come esso è rappresentato
- ...Come fare a costruirne un'istanza
- ...Quali operazioni sono disponibili su di esso



Classi

Per introdurre una nuova classe, si usa l'istruzione `class`

```
class <nome classe>:  
    ...
```

- La parola chiave `class` indica l'inizio dell'istruzione
- `<nome classe>` è un identificatore (con le solite regole)

Vediamo un esempio (numero complesso)

```
In [1]: class Complex:  
        pass
```

- Per convenzione, si fanno iniziare i nomi di classe con una **maiuscola**
- `pass` è un'istruzione "nulla" (la specifica della classe è assente)



Costruttore di Default

Per costruire una istanza di una classe (i.e. un **oggetto**)

...Ne si "chiama" il nome come se fosse una funzione:

```
In [2]: a = Complex()
        print(a)

<__main__.Complex object at 0x7fad7149f520>
```

Tale funzione si chiama **costruttore**

- Quando viene eseguita, Python **alloca memoria per il nuovo oggetto**
- ...E restituisce l'oggetto creato (i.e. un dato)

Una classe con specifica vuota ha un costruttore di default

...Che non va niente se non allocare memoria



Campi

È possibile **definire variabili** nell'istanza creata

Per farlo, occorre tenere presente che:

- Una classe definisce un **namespace**
- ...Ed ogni istanza della classe ha una sua area di memoria

Al momento della definizione vanno quindi specificate **classe** ed **istanza**

In Python si forniscono entrambe usando la **notazione puntata**

```
In [3]: a = Complex()
        a.real = 1 # variabile real, nell'istanza appena creata
        a.img = -1 # variabile img, nell'istanza appena creata
```

- Prima si indica l'**istanza** (e di conseguenza la classe) in cui creare la variabile
- ...E dopo il punto si specifica il **nome** della variabile da creare



Campi

Le variabili specificate in questo modo si dicono **campi** (o **attributi**)

- A parte l'uso della notazione puntata
- ...Si comportano come normali variabili

Vediamo qualche esempio:

```
In [4]: a = Complex()  
a.real = 1  
a.img = -1  
print(f'Il numero è: {a.real} + {a.img}i')
```

Il numero è: 1 + -1i

- In particolare possiamo accederne al contenuto
- ...E modificarlo, se necessario



Definizione di Costruttori

Tipicamente, è naturale che tutte le istanze di una certa classe

...Condividano determinati campi

■ E.g. tutti i numeri complessi hanno una parte reale ed un immaginaria

Possiamo assegnarli a mano, e.g.:

```
In [5]: a, b = Complex(), Complex()
        a.real, a.img = 1, -1
        b.real, b.img = 2, 0.5
```

...Ma è molto scomodo e soggetto ad errori

Sarebbe molto meglio definire una funzione per costruire nuovi oggetti



Definizione del Costruttore

Python lo consente permettendo di **definire il costruttore** di una classe

```
class <nome classe>:  
    def __init__(self, ...):  
        ...
```

- Come nome si usa sempre `__init__`
 - Nella chiamata **useremo il nome della classe** (come prima)
- Il primo parametro contiene sempre l'**oggetto che stiamo costruendo**
 - Per convenzione, lo si chiama `self`
- Un costruttore può avere altri parametri, a seconda della necessità



Definizione del Costruttore

Vediamo un esempio per i numeri complessi

```
In [6]: class Complex:
        def __init__(self, real, img):
            self.real = real
            self.img = img
```

- Il nostro costruttore richiede due parametri (`real` ed `img`)
- Assegna alla variabile `self.real` il valore contenuto in `real`
- Assegna alla variabile `self.img` il valore contenuto in `img`

Si noti che `self.real` e `real` sono variabili distinte

- `self.real` è una variabile nell'istanza/dato che stiamo costruendo
- `real` è un (normalissimo) parametro formale



Definizione del Costruttore

Al momento della chiamata è necessario passare i parametri

```
In [7]: a = Complex(1, -1)
        b = Complex(2, 0.5)
        print(f'a contiene: {a.real} + {a.img}i')
        print(f'b contiene: {b.real} + {b.img}i')

a contiene: 1 + -1i
b contiene: 2 + 0.5i
```

- Visto che abbiamo definito un costruttore
- ...Questo viene eseguito al momento della costruzione di un nuovo dato
- ...Ed inizializza i campi `real` e `img`, come abbiamo indicato



Funzioni per Operare su Oggetti

Di solito, ad un tipo di dato sono associate determinate operazioni

- Per esempio, nel caso dei numeri complessi
- ...Potremmo avere la somma, prodotto, coniugato...

Possiamo pensare di implementarle usando normali funzioni:

```
In [8]: def add_complex(x, y):  
        return Complex(x.real + y.real, x.img + y.img)  
  
a, b = Complex(1, -1), Complex(2, 0.5)  
c = add_complex(a, b)  
print(f'c = {c.real} + {c.img}i')  
  
c = 3 + -0.5i
```

- L'apprioccio è corretto ed utilizzabile
- ...Ma sarebbe più comodo associare la funzioni direttamente alla classe!



Metodi

Una funzione associata ad una classe si chiama **metodo**

La sintassi è la solita, ma compare dentro la definizione di classe:

```
class <nome classe>:  
    def <nome metodo>(self, ...):  
        ...
```

Un metodo viene invocato **su un oggetto**

- Tale oggetto viene passato al metodo come **primo argomento**
- Per questa ragione, il primo argomento si chiama per convenzione `self`



Metodi

Vediamo un esempio:

```
In [9]: class Complex:
        def __init__(self, real, img):
            self.real, self.img = real, img

        def add(self, x):
            return Complex(self.real + x.real, self.img + x.img)

a, b = Complex(1, -1), Complex(2, 0.5)
c = a.add(b) # <-- Chiamata del metodo
print(f'c = {c.real} + {c.img}i')

c = 3 + -0.5i
```

- Per invocare un metodo si usa la notazione puntata
- In questo modo si specifica l'oggetto da passare come `self`
- ...E di conseguenza la classe da usare come namespace



Ridefinizione di Operazioni

Utilizzando metodi con nomi specifici...

...È integrare la classe con le operazioni base di Python

- Si può supportare l'operatore `+` definendo un metodo `__add__`
- Si può supportare l'operatore `*` definendo un metodo `__mul__`
- Si può definire come un oggetto si convertito in stringa definendo `__repr__`

Potete trovare informazioni dettagliate sulla [documentazione ufficiale](#)

Si tratta di una funzionalità molto comoda

- Può rendere il codice più compatto e leggibile
- ...Ed è sfruttata da molti dei pacchetti Python più utilizzati



Ridefinizione di Operazioni

Vediamo un esempio per la nostra classe

```
In [10]: class Complex:
    def __init__(self, real, img):
        self.real, self.img = real, img

    def __add__(self, x):
        return Complex(self.real + x.real, self.img + x.img)

    def __repr__(self):
        return f'{self.real} + {self.img}i'

a, b = Complex(1, -1), Complex(2, 0.5)
c = a + b # <-- viene utilizzato __add__
print(f'c = {c}') # <-- viene utilizzato __repr__

c = 3 + -0.5i
```

- $a + b$ corrisponde alla chiamata `a.__add__(b)`
- Quando un `Complex` è convertito in stringa viene chiamato `__repr__`



Metodi delle Liste

Molti costrutti che abbiamo già utilizzato sono implementati come classi

...E di conseguenza hanno diversi metodi!

■ Vediamo qualche metodo delle **liste**:

```
In [11]: l = ['a', 'b', 'c', 'd']

l.append('e') # Aggiunge un elemento in coda
print(l)

print(l.pop(2)) # Rimuove un elemento dalla lista e lo restituisce
print(l)

print(l.count('a')) # Conta il numero di occorrenze di un valore

['a', 'b', 'c', 'd', 'e']
c
['a', 'b', 'd', 'e']
1
```



Metodi delle Liste

Molti costrutti che abbiamo già utilizzato sono implementati come classi

...E di conseguenza hanno diversi metodi!

■ Vediamo qualche metodo delle **liste**:

```
In [12]: l = ['a', 'b', 'c', 'd']

print(l.index('b')) # Restituisce l'indice di un elemento nella lista

l2 = l.copy() # copia la lista
print(l2)

1
['a', 'b', 'c', 'd']
```

- Inoltre le liste utilizzano la ridefinizione degli operatori
- Per maggiori dettagli, potete consultare [questa pagina](#)



Metodi delle Tuple

Per le **tuple** sono definiti solo un paio di metodi:

```
In [13]: t = ('a', 'b', 'c', 'a', 'b')

print(t.count('a')) # Conta il numero di occorrenze di un elemento

print(t.index('b')) # Indice di un elemento in una tupla

2
1
```

- Per maggiori dettagli, potete consultare [questa pagina](#)



Metodi degli Insiemi

Per gli **insiemi** abbiamo:

```
In [14]: s = {'a', 'b', 'c'}

s.add('e') # Aggiunge un elemento
print(s)

s.pop() # Rimuove un elemento (non possiamo scegliere quale)
print(s)

print(s.copy()) # Restituisce una copia dell'insieme

{'e', 'a', 'c', 'b'}
{'a', 'c', 'b'}
{'a', 'c', 'b'}
```

■ Per maggiori dettagli, potete consultare [questa pagina](#)



Metodi dei Dizionari

Per i **dizionari** abbiamo:

```
In [15]: d = {'nome': 'Mario', 'cognome': 'Rossi'}

for v in d.values(): # Generatore per iterare sui _valori_
    print(v)

for k, v in d.items(): # Generatore per iterare su coppie (chiave, valore)
    print(f'{k}: {v}')

print(d.copy()) # Restituisce una copia
```

Mario
Rossi
nome: Mario
cognome: Rossi
{'nome': 'Mario', 'cognome': 'Rossi'}

- Per maggiori dettagli, potete consultare [questa pagina](#)



Metodi delle Stringhe

Per le **stringhe** sono disponibili molti metodi

Qui ne vediamo solo alcuni:

```
In [16]: s = 'Ciao, mondo!'

print(s.find('mondo')) # Indice di una stringa all'interno di un'altra

print(s.count('o')) # Numero di occorrenze di un carattere

print(s.split(',')) # Divide in più stringhe, sulla base di un separatore

6
3
['Ciao', ' mondo!']
```

■ Potete documentarvi riguardo agli altri su [questa pagina](#)



Operatore `==` ed Operatore `is`

Supponiamo di volere confrontare dei numeri complessi

- Allo scopo, possiamo ridefinire l'operatore di uguaglianza `==`
- Il metodo da fornire si chiama in questo caso `__eq__`

```
In [17]: class Complex:
    def __init__(self, real, img):
        self.real, self.img = real, img

    def __add__(self, x):
        return Complex(self.real + x.real, self.img + x.img)

    def __eq__(self, x): # Operatore di uguaglianza
        return self.real == x.real and self.img == x.img

    def __repr__(self):
        return f'{self.real} + {self.img}i'
```



Operatore `==` ed Operatore `is`

Questo approccio ci permette di effettuare confronti

```
In [18]: a = Complex(1, -1)
b = Complex(2, 0.5)
c = Complex(1, -1)
print(f'a == a: {a == a}')
print(f'a == b: {a == b}')
print(f'a == c: {a == c}')
```

a == a: True
a == b: False
a == c: True

- Come da noi specificato, l'operatore `==` restituisce `True`
- ...Se i due oggetti confrontati hanno gli stessi valori

Quando si lavora con le classi, però, è possibile un **altro tipo di confronto**



Operatore `==` ed Operatore `is`

In particolare, ci può interessare se due espressioni...

...Denotano lo stesso oggetto come la stessa area di memoria

■ Per questo scopo Python fornisce l'operatore `is`:

```
In [19]: a = Complex(1, -1)
b = Complex(2, 0.5)
c = Complex(1, -1)
print(f'a is a: {a is a}')
print(f'a is b: {a is b}')
print(f'a is c: {a is c}')
```

a is a: True
a is b: False
a is c: False

■ `a is a` denota `True`, perché si tratta dello stesso oggetto

■ `a is c` denota `False`, anche se parte reale ed immaginaria sono uguali



Operatore `==` ed Operatore `is`

Per negare `is` si può usare `not` come al solito:

```
In [20]: a = Complex(1, -1)
print(f'not (a is a): {not (a is a)}')
```

not (a is a): False

...Ma anche la sintassi `is not` (più leggibile):

```
In [21]: print(f'a is not a: {a is not a}')
```

a is not a: False



Operatore `==` ed Operatore `is`

L'operatore `is` is usa soprattutto per i confronti con `None`

In particolare, si usano:

- `<espr.> is None` per sapere se l'espressione denota `None`
- `<espr.> is not None` per sapere se denota qualcosa di diverso da `None`

```
In [22]: a = None
          b = 3
          print(f'a is None: {a is None}')
          print(f'b is None: {b is None}')
          print(f'a is not None: {a is not None}')
          print(f'b is not None: {b is not None}')
```

```
a is None: True
b is None: False
a is not None: False
b is not None: True
```



Classi e Funzioni

In Python, le funzioni **sono oggetti** cioè istanze di una classe

- In particolare, ogni oggetto può essere considerato una funzione
- ...Purché implementi il metodo `__call__(self, ...)`

In effetti, quando usiamo l'operatore di esecuzione, i.e. `()`

...Inneschiamo una chiamata al metodo `__call__`

```
In [25]: print('ciao')
          print.__call__('ciao')

ciao
ciao
```

- `print` è a tutti gli effetti una variabile
- ...Contiene un oggetto che implementa il metodo `__call__`
- ...Possiamo chiamarlo esplicitamente, oppure in modo più facile con `()`



Classi e Funzioni

Possiamo usare questa caratteristica per creare "funzioni configurabili"

```
In [29]: class Saluta:

    def __init__(self, name):
        self.name = name

    def __call__(self):
        print(f"Ciao, {self.name}!")
```

- La classe `saluta` contiene il campo `name`
- ...Che viene inizializzato in fase di costruzione
- La classe definisce anche il metodo `__call__`
- ...Quindi può essere chiamata (è una funzione!)



Classi e Funzioni

Possiamo usare questa caratteristica per creare "funzioni configurabili"

```
In [32]: f = Saluta('Mario')  
        g = Saluta('Luigi')
```

- `f` è una istanza di `saluta`, in cui `name` vale "Mario"
- `g` è una istanza di `saluta`, in cui `name` vale "Luigi"

```
In [33]: f()  
        g()  
  
        Ciao, Mario!  
        Ciao, Luigi!
```

- Sia `f` che `g` possono essere chiamate
- ...Ma il loro comportamento è diverso
- ...Perché `name` ha un valore diverso nelle due istanze!



Altri Argomenti

Le classi hanno un ruolo fondamentale anche in altri meccanismi

...Che però **non copriremo** nel corso:

- Si possono definire classi che **ereditano** da altre classi
 - Si dice che una classe **derivata** eredita lo schema di una classe **base**
 - La classe derivata acquisisce tutti i metodi ed i campi di quella base
 - Potete trovare maggiori dettagli sulla documentazione ufficiale
- Le classi hanno un ruolo importante nella gestione degli errori
 - Si utilizza il meccanismo delle eccezioni
 - ...In cui speciali classi rappresentano tipologie di errore
 - Potete trovare maggiori dettagli sulla documentazione ufficiale

