

Definizione di Funzioni



Definizione di Funzioni

Abbiamo già parlato di funzioni in Python

...Ed abbiamo detto che, quando vengono **chiamate**:

- Eseguono un **sottoprogramma**
- Denotano (o "restituiscono") un valore
 - In casi particolari (e.g. `print`) possono denotare `None`
- Possono ricevere dei dati in ingresso (argomenti)

Vedremo ora come **definire nuove funzioni**

- Sarà nostro compito specificare il sotto programma da eseguire
- ...Così come i dati in ingresso ed il valore da restituire

La funzione potrà quindi essere chiamata normalmente



Definizione di Funzioni

Per definire una funzione si usa l'istruzione seguente:

```
def <nome>(<parametri>):  
    <corpo>
```

L'istruzione informa l'interprete dell'esistenza di **una nuova funzione**:

- **<nome>** è il nome della funzione
 - Segue le regole degli identificatori (e.g. nomi di variabili)
- **<parametri>** è una sequenza di 0 o più **nomi di variabile**
 - Si usa la virgola come separatore
 - I nomi di variabile sono **per uso interno** alla funzione
- **<corpo>** è una sequenza di istruzioni
 - Rappresenta il sottoprogramma da eseguire



Definizione di Funzioni

Qualche esempio (per adesso focalizzatevi sulla sintassi)

Elevamento a potenza:

```
In [1]: def potenza(a, b):  
        return a**b
```

- Il nome della funzione è `potenza`
- La funzione riceve in ingresso due argomenti (o **ha due parametri**)
- I due parametri si chiamano (internamente) `a` e `b`
- Il corpo consiste di una sola istruzione, i.e. `return a**b`



Definizione di Funzioni

Qualche esempio (per adesso focalizzatevi sulla sintassi)

Elevamento a potenza:

```
In [2]: def pari(num):  
        return num % 2 == 0
```

- Il nome della funzione è `pari`
- La funzione riceve ingresso un solo argomento/ha un solo parametro
- Il parametro si chiama (internamente) `num`
- Il corpo consiste dell'istruzione `return num % 2 == 0`



Definizione di Funzioni

Qualche esempio (per adesso focalizzatevi sulla sintassi)

Stampa "ciao mondo":

```
In [3]: def ciao():  
        print('ciao mondo')
```

- Il nome della funzione è `ciao`
- La funzione non ha argomenti/non ha parametri
- Il corpo consiste dell'istruzione `print('ciao mondo')`



Definizione di Funzioni

Qualche esempio (per adesso focalizzatevi sulla sintassi)

Una funzione che non fa nulla

```
In [4]: def bozza(num):  
        pass
```

- Il nome della funzione è `bozza`
- La funzione ha un singolo argomento/parametro (di nome `num`)
- Il corpo consiste dell'istruzione `pass`
- ...Che in Python **non fa nulla**

`pass` si usa spesso in fase di sviluppo, quando il corpo non è ancora chiaro



Chiamare una Funzione Definita dall'Utente

Una funzione definita può essere chiamata come al solito

I.e. si usa la sintassi:

```
<nome>(<sequenza di espressioni>)
```

Vediamo subito un esempio:

```
In [5]: def potenza(a, b):  
        return a**b  
  
potenza(2, 4)
```

```
Out[5]: 16
```

- Somiglia molto alla sintassi usate per definire una funzione
- ...Ma manca la parola chiave `def`
- ...E c'è una seconda differenza chiave



Parametri Formali ed Attuali

Quando si **definisce** una funzione

...I parametri specificati indicano dei **nomi di variabile**

```
In [6]: def potenza(a, b):  
        return a**b
```

- Si parla in questo caso di **parametri formali**

Quando si **chiama** una funzione

...I parametri specificati indicano delle espressioni

```
In [7]: potenza(3, 6)
```

```
Out[7]: 729
```

- Si parla in questo caso di **parametri attuali**



Meccanismo di Chiamata a Funzione



Meccanismo di Chiamata

La differenza è dovuta ai dettagli del meccanismo di chiamata

Quando una funzione viene chiamata:

- Viene **allocata memoria** per l'esecuzione del corpo
- I **parametri attuali** (espressioni) vengono valutati
- I valori denotati vengono usati per riempire i **parametri formali**
- Il **corpo** della funzione viene eseguito
- Il controllo **torna al (codice) chiamante**
- L'area di memoria predisposta viene **deallocata**

In particolare, per quanto riguarda i parametri

- I parametri formali sono le variabili da riempire
- I parametri attuali restituiscono i valori con cui riempirle



Esempi di Chiamata a Funzione

Vediamo qualche esempio (commentato)

Chiamata della funzione `pari`

```
In [8]: def pari(num):  
        return num % 2 == 0  
  
        pari(3 * 12 * 6)
```

```
Out[8]: True
```

Durante la chiamata a funzione:

- Viene predisporre memoria per l'esecuzione del corpo
- Viene valutato il parametro attuale `3 * 12 * 6`
- Il valore denotato viene usato per riempire `num`
- Il corpo della funzione esegue



Esempi di Chiamata a Funzione

Vediamo qualche esempio (commentato)

Chiamata della funzione `pari`

```
In [9]: def pari(num):  
        return num % 2 == 0  
  
        pari(3 * 12 * 6)
```

```
Out[9]: True
```

L'istruzione `return` ha di norma la sintassi

```
return <espressione>
```

- **Termina** immediatamente la funzione
- **Restituisce** il valore dell'espressione al chiamante

In questo modo possiamo specificare cosa la funzione debba restituire



Esempi di Chiamata a Funzione

Vediamo qualche esempio (commentato)

Chiamata della funzione `potenza`

```
In [10]: def potenza(a, b):  
         return a**b  
  
         potenza(2, 4)
```

```
Out[10]: 16
```

Se la funzione ha più di un parametro

...Il riempimento avviene con un criterio **posizionale**

- Il primo parametro attuale (i.e. la prima espressione)
- ...È usato per riempire il primo parametro formale (i.e. la prima variabile)



Esempi di Chiamata a Funzione

Vediamo qualche esempio (commentato)

Chiamata della funzione `ciao`

```
In [11]: def ciao():  
         print('ciao mondo')  
  
         ciao()  
  
         ciao mondo
```

Se la funzione non ha parametri

- La fase di valutazione dei parametri attuali viene saltata
- ...E così anche la fase di riempimento dei parametri formali



Esempi di Chiamata a Funzione

Vediamo qualche esempio (commentato)

Chiamata della funzione `ciao`

```
In [12]: def ciao():  
         print('ciao mondo')  
  
         x = ciao()  
         print(x)
```

```
ciao mondo  
None
```

Se la funzione non ha una istruzione `return`

- Quando termina l'esecuzione del corpo
- ...Viene automaticamente restituito `None`



Esempi di Chiamata a Funzione

Vediamo qualche esempio (commentato)

Chiamata della funzione `ciao`

```
In [13]: def ciao():  
         print('ciao mondo')  
         return None  
  
x = ciao()  
print(x)
```

```
ciao mondo  
None
```

Lo stesso succede se viene eseguita l'istruzione `return None`



Esempi di Chiamata a Funzione

Vediamo qualche esempio (commentato)

Chiamata della funzione `ciao`

```
In [14]: def ciao():  
         print('ciao mondo')  
         return  
  
x = ciao()  
print(x)
```

```
ciao mondo  
None
```

...O se viene eseguita l'istruzione `return` (senza argomenti)



Record di Attivazione

L'area di memoria allocata alla chiamata si chiama record di attivazione

Il record di attivazione:

- È associato ad ogni chiamata
- Ospita tutte le variabili definite dalla chiamata a funzione
- ...Inclusi i parametri formali
- Viene deallocato al termine dell'esecuzione

Questo comportamento ha alcune conseguenze importanti



Variabili Locali

Innanzitutto le variabili in una funzione sono **locali**

...Ossia possono essere utilizzate solo dalla chiamata corrente:

```
In [15]: def potenza(a, b):  
         return a**b
```

```
potenza(2, 4)  
print(a, b)
```

NameError

Traceback (most recent call last)

```
Input In [15], in <cell line: 5>()  
      2      return a**b  
      4 potenza(2, 4)  
----> 5 print(a, b)
```

NameError: name 'a' is not defined

- a e b vengono allocate **solo all'inizio della chiamata**

- ...E cessano di esistere al suo termine



Variabili Locali

Ogni record di attivazione è associato ad una **chiamata** a funzione

...Quindi anche le variabili sono **locali alla chiamata**

```
In [16]: def potenza(a, b):  
          print(f'a: {a}, b: {b}')
```

```
          return a**b  
  
          print('ris. prima chiamata:', potenza(2, 4))  
          print('ris. prima chiamata:', potenza(3, 3))
```

```
a: 2, b: 4  
ris. prima chiamata: 16  
a: 3, b: 3  
ris. prima chiamata: 27
```

- Nella prima chiamata abbiamo $a = 2$ e $b = 4$
- Nella seconda chiamata abbiamo $a = 3$ e $b = 3$



Variabili Locali vs Globali

Per contro da una funzione si può accedere ad una variabile globale

```
In [17]: y = 3

def potenza_y(b):
    return y**b

potenza_y(4)
```

```
Out[17]: 81
```

La variabile `y` è accessibile dall'interno della chiamata

- ...Perché `y` è definita nell'ambiente globale
- ...E quindi è **la sua esistenza è garantita**
- ...Al momento dell'esecuzione di `potenza_y`



Ambienti e Visibilità

In generale, se una funzione è definita in un certo "contesto"

- ...Ogni altra variabile o funzione definita nello stesso contesto
- ...È **garantito che esista** al momento della chiamata

Lo stesso ragionamento si applica ad ogni identificatore (e.g. funzioni o variabili)

Questi contesti si chiamano **ambienti**

In Python un ambiente è creato da determinate istruzioni:

- L'esecuzione dell'interprete Python è associata ad un ambiente globale
- Ogni definizione di funzione introduce un nuovo ambiente

La regola generale è che:

- Un identificatore definito in un determinato ambiente
- È accessibile **nell'ambiente stesso ed in ogni ambiente "interno"**



Ambienti e Visibilità

Torniamo all'esempio precedente

```
In [35]: y = 3

def potenza_y(b):
    return y**b
```

- `y` è nell'ambiente globale
- `potenza_y` introduce un nuovo ambiente, all'interno di quello globale
- ...Quindi `y` è accessibile da `potenza_y`



Ambienti e Visibilità

Un esempio con due funzioni

```
In [37]: def get_e():  
         return 2.71828  
  
         def esponenziale(x):  
             return get_e() ** x  
  
         esponenziale(2)
```

```
Out[37]: 7.3890461584
```

- `get_e` è nell'ambiente globale
- l'ambiente di `esponenziale` è interno a quello globale
- ...Quindi `get_e` è accessibile da `esponenziale`



Ambienti e Visibilità

Un esempio estremo

```
In [39]: def esponenziale(x):  
         def get_e():  
             return 2.71828  
         return get_e() ** x  
  
         esponenziale(2)
```

```
Out[39]: 7.3890461584
```

- `get_e` è definita nell'ambiente di `esponenziale`
 - Sì, si può definire una funzione dentro un'altra funzione!
- ...Quindi `get_e` è accessibile da `esponenziale`



Risoluzione dei Nomi

Ci possono essere due identificatori (variabili/funzioni) uguali

...Ma solo se sono definite in ambienti diversi

```
In [19]: y = 3 # variabile y, nell'ambiente globale

def potenza(y, x): # variabile y, nell'ambiente di "potenza"
    return y**x

potenza(4, 2)
```

Out[19]: 16

- Ci sono due variabili `y`, ma in ambienti diversi
 - Una variabile è globale
 - L'altra è locale alla funzione `potenza`
- Se fossero nello stesso ambiente, otterremmo un errore



Risoluzione dei Nomi

Ci possono essere due identificatori (variabili/funzioni) uguali

...Ma solo se sono definite in ambienti diversi

```
In [19]: y = 3 # variabile y, nell'ambiente globale

def potenza(y, x): # variabile y, nell'ambiente di "potenza"
    return y**x

potenza(4, 2)
```

Out[19]: 16

La variabile `y` globale è visibile in entrambi gli ambienti

- Se si utilizza il simbolo `y` nella funzione `potenza`
- ...Non è chiaro se questo si riferisca ad `y` locale o globale

In questo caso l'ambiguità è risolta dalla regola di **risoluzione dei nomi**



Risoluzione dei Nomi

Ci possono essere due identificatori (variabili/funzioni) uguali

...Ma solo se sono definite in ambienti diversi

```
In [21]: y = 3 # variabile y, nell'ambiente globale

def potenza(y, x): # variabile y, nell'ambiente di "potenza"
    return y**x

potenza(4, 2)
```

Out[21]: 16

Gli identificatori vengono individuati a partire dall'ambiente più interno

- In questo caso, l'interprete cerca `y` nell'ambiente locale, poi in quello globale
- Conseguenza: la `y` locale "oscura" quella globale
- Per questa ragione il risultato è 16 e non 9



Qualche Extra



Valori di Default

È possibile specificare **valori di default** per determinati parametri

Vediamo un esempio:

```
In [43]: def root(x, y=0.5):  
         return x**y
```

- Aniché usare solo un nome di variabile per il parametro
- Si aggiunge il segno = ed un valore

Così facendo il valore del parametro può essere omesso nella chiamata

```
In [45]: root(4)
```

```
Out[45]: 2.0
```

- Al parametro `y` viene assegnato il valore di default



Argomenti con Nome

È possibile assegnare gli argomenti **fuori ordine**

...Se ne specifichiamo esplicitamente il nome nella chiamata:

```
In [50]: def potenza(a, b):  
         print(f'a: {a}, b: {b}')
```

```
         return a**b
```

```
  
potenza(b=2, a=4)
```

```
a: 4, b: 2
```

```
Out[50]: 16
```

- Si usa la sintassi `<parametro>=<espressione>` nella chiamata
 - In questo modo specifichiamo manualmente come assegnare i valori
- È una notazione verbose, ma può migliorare di molto la leggibilità



Argomenti con Nome

Se si usa sia il passaggio per posizione che con nome

...I parametri con nome devono **seguire** quelli posizionali

```
In [51]: def potenza(a, b):  
         print(f'a: {a}, b: {b}')
```

```
         return a**b
```

```
potenza(4, b=2)
```

```
a: 4, b: 2
```

```
Out[51]: 16
```

...Altrimenti non ci sono abbastanza informazioni per effettuare gli assegnamenti

```
In [52]: potenza(a=4, 2)
```

```
Input In [52]
```

```
potenza(a=4, 2)
```

```
^
```

```
SyntaxError: positional argument follows keyword argument
```



Restituzione di Valori Multipli

È possibile restituire "più di un valore"

Non si tratta in realtà di una nuova caratteristica di Python:

- Semplicemente, basta restituire una collezione
- ...E quindi usare tuple unpacking per recuperarne gli elementi ad uno ad uno

Vediamo un esempio:

```
In [54]: def divisione_con_resto(a, b):  
         return a // b, a % b  
  
q, r = divisione_con_resto(10, 3)  
print(f'quoziente: {q}, resto: {r}')
```

quoziente: 3, resto: 1

- L'argomento di `return` è una tupla (senza parentesi)
- La tupla restituita viene immediatamente "spacchettata" dal chiamante



Motivazioni per l'Uso delle Funzioni

La definizione di funzioni è un meccanismo molto potente

...Perché permette di **nascondere la complessità** di un algoritmo

■ Per esempio, se introduciamo una funzione:

```
In [60]: def fattoriale(n):  
         res = 1  
         for i in range(1, n+1):  
             res *= i  
         return res
```

■ ...Possiamo calcolare un fattoriale semplicemente chiamando la funzione

```
In [61]: print(fattoriale(4))  
         print(fattoriale(32))
```

24

263130836933693530167218012160000000



Motivazioni per l'Uso delle Funzioni

Questo offre alcuni grossi vantaggi:

Il codice diventa più facile da usare

- Per usare l'algoritmo, **non serve sapere come funziona**
- ...Basta sapere come eseguirlo!

Il codice diventa più facile da mantenere

- Non è più necessario copiare/incollare codice (con il rischio di errori)
- Una modifica fatta alla funzione, ha effetto su tutti i punti in cui è chiamata

Inoltre se **evitiamo di usare variabili globali** in una funzione

- ...La funzione comunica con l'esterno solo con il passaggio di parametri
- ...Ed evitiamo di usare inavvertitamente variabili introdotte in altre celle

```
In [68]: y = 0

def f(y):
    print(y)
```