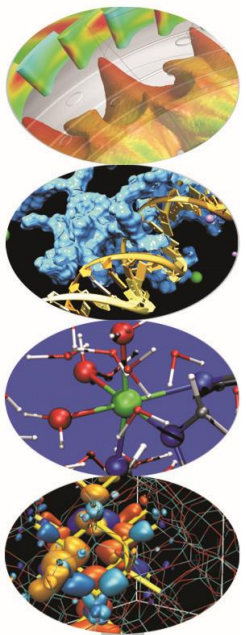
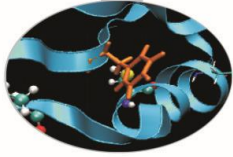


Dato Strutturato

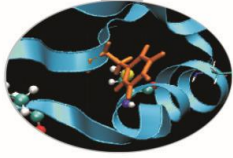


Indice



- *Tipi di dato strutturato*
- *Liste*
- *Tuple*
- *Dictionary*
- *Switch Case e Dictionary*
- *Sequenze dati e cicli*
- *Iteratori*
- *range e xrange*
- *shallow & deep copying*

Tipo di Dato Strutturato



Oltre ai tipi di dato nativi del linguaggio come stringhe, interi, numeri in virgola mobile o complessi, comuni anche ad altri linguaggi di programmazione, Python fornisce delle strutture dati native del linguaggio.

Tali strutture si suddividono in sequenze ordinate di dati o collezioni di dati.

Ma si possono anche classificare come strutture mutevoli o immutevoli.

Le built-in data structures in Python sono:

- Liste
- Tuple
- Dizionari



Liste

list definisce un tipo di dato strutturato lista. Gli elementi che costituiscono una lista possono essere istanze di oggetti nativi del linguaggio o istanze di oggetti definiti dall'utente. Una lista può contenere contemporaneamente elementi di diverso tipo.

Per istanziare una lista non è necessario specificare lunghezza o tipo di dato. Gli elementi di una lista sono contenuti tra [].

Per accedere al singolo elemento della lista si ricorre all'operatore [].

Esempio:

```
>>>mylist=[]
```

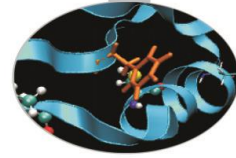
```
>>>mylist=['Lista','di',4,'elementi']
```

```
>>>print mylis[2],mylist[0]
```

```
>>>4
```

L'ordinamento viene mantenuto. Una lista non è una collezione di dati ma è una sequenza ordinata di dati.

Liste



- Le liste supportano l'operatore di slicing [start:stop:step]

```
>>> mylist =[0,1,2,3,4,5,6,7]
```

```
>>> mylist[0:6]
```

```
[0,1,2,3,4,5]
```

```
>>> mylist[1:6:2]
```

```
[1,3,5]
```

```
>>> mylist[1::2]
```

```
[1,3,5,7]
```

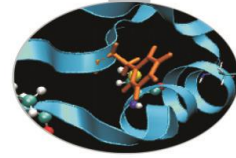
```
>>> mylist[::2]
```

```
[0,2,4,6]
```

Lo slicing può essere anche negativo

```
>>> mylist[6:0:-2]
```

```
[6,4,2]
```



Liste

- La funzione `range()` serve per generare liste di numeri interi
- La funzione `range(start,stop,step)` genera una lista di interi da `start` a `stop` con passo `step`.

```
>>> mylist =range(3)
```

```
[0,1,2]
```

```
>>>type(mylist)
```

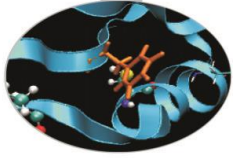
```
<type 'list'>
```

```
>>> mylist =range(1,10)
```

```
[0,1,2,3,4,5,6,7,8,9]
```

```
>>> mylist =range(1,10,2)
```

```
[1,3,5,7,9]
```



Liste

- E' comune generare nuove liste, dove ogni elemento è il risultato di alcune operazioni applicate a ciascun elemento di un'altra sequenza di dati, o è creato da una successione di elementi che soddisfano una determinata condizione. La List comprehension permette di definire delle liste 'in stile matematico'.

$$S = \{x^2 : x \text{ in } \{0 \dots 9\}\}$$

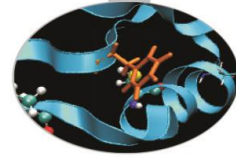
$$V = \{2^x : x \text{ in } \{0,1,\dots,12\}\}$$

$$M = \{x \mid x \text{ in } S \text{ and } x \text{ even}\}$$

```
>>>S=[x**2 for x in range (10)]
```

```
>>>V=[2**x for x in range(12)]
```

```
>>>M=[x for x in S if x%2==0]
```



Liste

- La list comprehension consiste in una coppia di [] contenenti un'espressione seguita da un un for e da uno o più cicli for e costrutti if.

```
>>> mylist =range(10)
```

```
>>> mylistNew=[el*2 for el in mylist]
```

```
[0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18]
```

```
>>> l=[1,2]
```

```
>>> l2=['a','b']
```

```
>>> l3=[4,5]
```

```
>>> f=[(e1,e2,e3) for e1 in l for e2 in l2 for e3 in l3]
```

```
[(1, 'a', 4), (1, 'a', 5), (1, 'b', 4), (1, 'b', 5), (2, 'a', 4), (2, 'a', 5), (2, 'b', 4), (2, 'b', 5)]
```

Equivalente a :

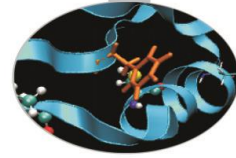
```
>>> for e1 in l:
```

```
    for e2 in l2:
```

```
        for e3 in l3:
```

```
            f.append((e1,e2,e3))
```


Liste



Example: for and if combined

```
L=[(x, y) for x in [1,2,3] for y in [3,1,4] if x != y]
```

Che è equivalente a :

```
>>> combs = []
>>> for x in [1,2,3]:
    for y in [3,1,4]:
        if x != y:
            combs.append((x, y))
```

Example: nested list comprehension

```
>>> matrix =
    [ ... [1, 2, 3, 4],
      ... [5, 6, 7, 8],
      ... [9, 10, 11, 12], ... ]
Matrix2=[[row[i] for row in matrix] for i in range(4)]
[[1, 5, 9],[2, 6, 10], [3, 7, 11], [4, 8, 12]]
```



Liste

Le liste sono contenitori dati modificabili. Gli oggetti di tipo lista contengono metodi built_in per manipolare e modificare i dati membro.

- **Inserimento**

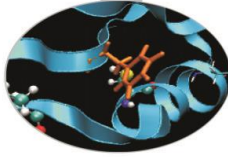
- append(object) inserimento di *object* in coda
- insert(index,object) inserimento di *object* in posizione index
- extend(iterable) concatenazione di liste

- **Ricerca**

- index(value, [start, [stop]]) ricerca di *value* e ritorno della prima occorrenza
- count(value) calcolo delle occorrenze di *value*

- **Eliminazione**

- remove(value) eliminazione della prima occorrenza di *value*
- pop([index]) eliminazione elemento in posizione *index*



Liste

Gli operatori + e * possono essere applicati anche sulle liste.

L'operatore + effettua una concatenazione tra due liste.

L'operatore * effettua una ripetizione.

Python supporta per le liste anche l'operatore += .

L'operatore + e la funzione extend hanno le stesse funzionalità. I tempi di esecuzione sono però differenti.

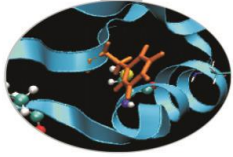
Esempio:

```
import time
```

```
mylist =range(100000000)
```

```
mylist2 =range(1000000)
```

Liste



```
T1=time.clock()
```

```
s= mylist + mylist2
```

```
T2=time.clock()
```

```
print " Tempo di esecuzione di + :", T2-T1 , "s"
```

```
T3=time.clock()
```

```
mylist.extend(mylist2)
```

```
T4=time.clock()
```

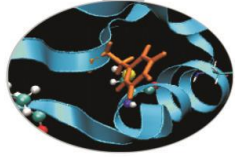
```
print " Tempo di esecuzione di extend :", T4-T3 , "s"
```

OUTPUT:

Tempo di esecuzione di +: 2.81 s

Tempo di esecuzione di extend: 0.033 s

Liste



I metodi implementati nella lista la rendono particolarmente adatta ad essere utilizzata come *stack* o come *queue*.

I metodi *pop* e *append* possono essere usati per implementare la logica LIFO tipica degli stack.

I metodi *pop* con indice 0 e *append* possono essere usati per implementare la logica FIFO tipica della queue.

Esempio:

```
# file stack_queue.py
```

```
stack=[1, 2, 3, 4]
```

```
print 'Stack iniziale:', stack
```

```
for i in range(5,7):
```

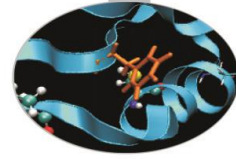
```
    stack.append(i)
```

```
print "Append: ", stack
```

```
stack.pop()
```

```
print "Pop:" , stack
```

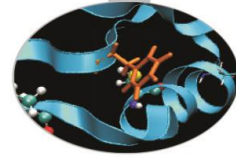
Liste



```
queue=[ 'a','b','c','d' ]  
print "Queue iniziale:", queue  
queue.append('e')  
queue.append('f')  
print "Append:", queue  
queue.pop(0)  
print "Pop:", queue
```

OUTPUT:

```
Stack iniziale: [1, 2, 3, 4]  
Append: [1, 2, 3, 4, 5, 6]  
Pop: [1, 2, 3, 4, 5]  
Queue iniziale: ['a', 'b', 'c', 'd']  
Append: ['a', 'b', 'c', 'd', 'e', 'f']  
Pop: ['b', 'c', 'd', 'e', 'f']
```



Tuple

Le *tuple* sono sequenze ordinate di dati racchiusi tra (). Le tuple sono liste molto particolari i cui elementi sono immutabili.

L'accesso al singolo elemento avviene attraverso l'operatore [].

Lo slicing [start:end] è ammesso anche sulle tuple.

Esempio:

```
>>>mytuple=(1,2,3,4)
```

```
>>>el= mytuple[1]
```

```
>>>t2= mytuple[0:2]
```

```
>>>print el, t2
```

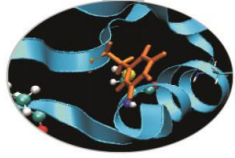
```
2 (1,2)
```

I dati contenuti in una tupla possono essere di tipo eterogeneo.

Le tuple sono oggetti immutabili. Non contengono pertanto metodi di:

- eliminazione
- inserimento
- ricerca

Tuple



Esempio:

```
>>> mytuple =(1,2,3,4,'ciao','mondo',[2,3])
```

```
>>> mytuple[3]='jkjk'
```

Traceback (most recent call last):

File "<pyshell#26>", line 1, in <module>

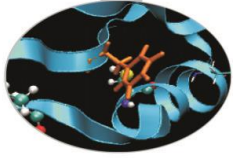
```
t1[1]=3
```

TypeError: 'tuple' object does not support item assignment

Sulle tuple sono definiti gli operatori *in* e *not in*.

Le tuple sono indicate per definire set di valori costanti. Per alcune operazioni risultano più efficienti delle liste.

Tuple



Esempio:

```
import timeit
```

```
sum=0
```

```
t0=timeit.Timer('t=(1,2,3,4,5,6,7,8,1,2,3,4,5,6,7,8,1,2,3,4,5,6,7,8,1,2,3,4,5,6,7,8,1,2,3,4,5,6,7,8)')
```

```
t00=t0.timeit()
```

```
print 'Tuple creating time ',t00, '\n'
```

```
t1=timeit.Timer('l=[1,2,3,4,5,6,7,8,1,2,3,4,5,6,7,8,1,2,3,4,5,6,7,8,1,2,3,4,5,6,7,8,1,2,3,4,5,6,7,8]')
```

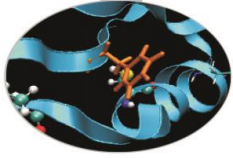
```
t11=t1.timeit()
```

```
print 'List creating time ',t11, '\n'
```

```
t=tuple( range(9000))
```

```
l=range(9000)
```

Tuple



OUTPUT:

Time creating a tuple 0.0415067049835

Time creating a list 1.07190083708

Time accessing a tuple 0.0719978947727

Time accessing a list 0.0729975422291

E' possibile convertire un dato tupla in un dato lista e viceversa
rispettivamente attraverso le funzioni *list* e *tuple*.

Esempio:

```
>>>mylist=[1,2,1,2]
```

```
>>>mytuple=tuple(l)
```

```
>>>tupleToList=list(mytuple)
```

```
>>>type(mytuple); type(tupleToList)
```

```
<type 'tuple'>
```

```
<type 'list'>
```



Dictionary

Un *dictionary* è un insieme non ordinato di oggetti. Ogni oggetto di un dictionary è identificato univocamente da una *key*.

Ogni elemento di un dictionary è rappresentato da una coppia *key – value*.

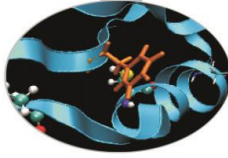
In Python le *keys* possono essere solo oggetti immutabili: le tuple, per esempio, possono essere usate come chiavi di indicizzazione di un *dictionary*.

Come le tuple e le liste anche i dizionari sono tipi built-in.

I dati sono racchiusi tra { }, l'accesso al singolo elemento avviene attraverso [].

Esempio:

```
>>>mydic={ } # dizionario vuoto
>>>mydic={1: 'Hello', 'due': 'World'} # dizionario con due elementi
>>>mydic[1]
'hello'
```



Dictionary

Le chiavi in Python sono univoche e sono inoltre case-sensitive.
I dati contenuti in un dizionario possono essere eterogenei.

Esempio:

```
>>>mydic={'a':'Ciao','b':'Mondo'}
```

```
>>> mydic[a]='CIAO';
```

```
>>> mydic
```

```
{1: 'CIAO', 'due': 'world'}
```

```
>>> mydic['c']          # Errore la chiave non è presente
```

Traceback (most recent call last):

```
File "<pyshell#73>", line 1, in <module>
```

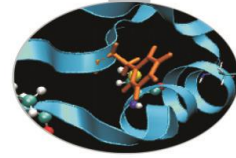
```
mydic['c']
```

```
KeyError: 'c'
```

```
>>>(mydic.key(), mydic.value())
```

```
([1, 'due'], ['CIAO', 'world'])
```

Le funzioni *key()* and *value()* ritornano rispettivamente le chiavi e i valori di un dizionario.



Dictionary

I dizionari vengono manipolati attraverso le funzioni di:

- **Update:**

Un dizionario può essere modificato aggiungendo items o modificando gli esistenti. I metodi built-in preposti:

- update(E, **F)

Esempio:

```
>>> mydic = {1:'Hello',2:'World' }
```

```
>>> mydic.update({3:'Ciao'})      # aggiunta tramite il metodo update
```

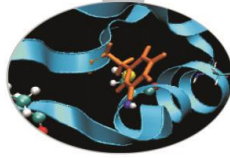
```
>>> mydic[4]='Mondo'             # aggiunta di un item
```

```
>>> mydic[2]='world'             # modifica di un item
```

```
>>> mydic
```

```
{1: 'Hello', 2: 'World', 3: 'Ciao', 4: 'Mondo'}
```

Dictionary



- **Eliminazione:**

Tramite cancellazione di un elemento o eliminazione dell'intero contenuto di un dizionario. I metodi preposti:

- clear()
- pop(k[,d])
- popitem()

Esempio:

```
>>> mydic = {1:'Mon',2:'Tue',3:'Wed',4:'Thu',5:'Fri',6:'Sat',7:'Sun'}
```

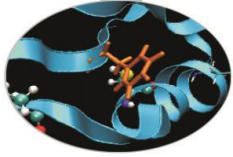
```
>>> item= mydic.popitem()           # popitem
```

```
>>> mydic
```

```
{2: 'Tue', 3: 'Wed', 4: 'Thu', 5: 'Fri', 6: 'Sat', 7: 'Sun'}
```

```
>>> item= mydic.pop(3)             # pop
```

```
{2: 'Tue', 4: 'Thu', 5: 'Fri', 6: 'Sat', 7: 'Sun'}
```



Dictionary

```
>>>del mydic[4] #del
```

```
>>> mydic
```

```
{2: 'Tue', 5: 'Fri', 6: 'Sat', 7: 'Sun'}
```

```
>>> mydic.clear() #clear
```

```
>>> mydic
```

```
{ }
```

- **Altri metodi:**

- get(k[,d])

- has_key(k)

- items()

Esempio:

```
>>> mydic = {1:'Mon',2:'Tue',3:'Wed',4:'Thu',5:'Fri',6:'Sat',7:'Sun'}
```

```
>>> mydic.has_key(8)
```

```
False
```




Dictionary

```
>>> mydic.get(7)
```

```
'Sun'
```

```
>>> mydic.items()
```

```
[(1, 'Mon'), (2, 'Tue'), (3, 'Wed'), (4, 'Thu'), (5, 'Fri'), (6, 'Sat'), (7, 'Sun')]
```

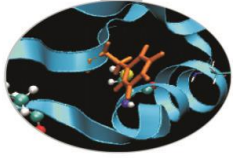
Un utilizzo interessante dei dizionari o array associativi consiste nell'immagazzinamento di matrici sparse. Una struttura dati efficiente per l'immagazzinamento di matrici sparse consente di ridurre i costi computazionali e di ridurre l'occupazione in memoria.

Nel formato *COordinate* si immagazzinano le coppie (i,j) corrispondenti ai valori a_{ij} non nulli.

Esempio:

$$a = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 2 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$d = \{(0,0) : 1, (1,2) : 1, (2,0) : 2\}$$



Dictionary

Al posto delle tuple, si potrebbe usare come chiave un intero, secondo la mappatura (per righe): $(i,j) \rightarrow j+i*n$ dove n è il numero di colonne.

Nell' esempio precedente:

Esempio:

#a è una lista di liste $a=[[a1, a2,...an], ..., [m1,m2,...,mn]]$

#Matrice sparsa 100 X 100:

#Definizione del dizionario con tuple

```
mydic = {}
```

```
for i in range(0,len(a)):
```

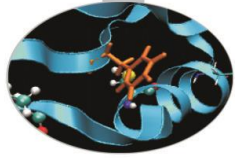
```
    for j in range (0,len(a[0])):
```

```
        if a[i][j]>0:
```

```
            t=(i,j)
```

```
            mydic.update({t:a[i][j]})
```

Dictionary



#Definizione del prodotto matrice-vettore con il metodi COordinate

```
def prodMatVecDict(d,v,l):
```

```
    res=[0 for el in xrange(len(v))]
```

```
    for k in d.keys():
```

```
        i=k[0]
```

```
        j=k[1]
```

```
        val=d[k]
```

```
        res[i]+=val*v[j]
```

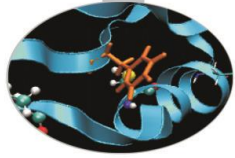
← Ciclo solo sugli elementi non nulli, non su tutta la matrice

#Definizione del prodotto matrice-vettore standard

```
def prodMatVecList(a,v):
```

```
    res=[]
```

Dictionary



```
for i in range(0,len(a)):
    somma=0.0
    for j in range(0,len(a[0])):
        somma+=a[i][j]*v[j]
    res.append(somma)
```

#Tempi di calcolo:

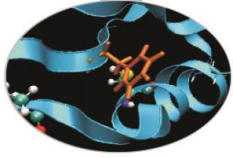
Prodotto matrice vettore liste: 400.151556209 microsec

Prodotto matrice vettore dict: 17.8503196928 microsec

#Definizione moltiplicazione per uno scalare con array associativo

```
def prod_scalare_dict(d,s):
    dd={}
    for k in d.keys():
        dd.update({k:d[k]*s})
```

Dictionary



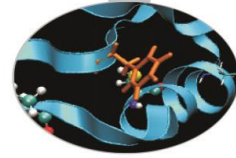
#Definizione della moltiplicazione per uno scalare caso std

```
def prod_scalare_list(a,s):  
    for i in range (0, len(a)):  
        for j in range(0, len(a[0])):  
            a[i][j]=a[i][j]*s
```

#Tempi di Calcolo

Prodotto per uno scalare list: 467.861930815 microsec

Prodotto per uno scalare dict: 22.1639234568 microsec



Esempio

- Definite un dizionario che metta in relazione alcuni dei libri che avete letto con il nome del relativo autore.
- Stampare i nomi di tutti gli autori.
- Stampare per ciascun autore il numero di libri presenti nel dizionario
- Costruire una lista di tutti i libri il cui titolo non contiene il carattere “s”.



Switch Case e Dictionary

Il costrutto *switch-case* permette di controllare il flusso del programma in base al valore di una variabile o espressione.

In Python è possibile emulare il funzionamento del costrutto *switch-case* utilizzando come struttura dati dei *dictionary*.

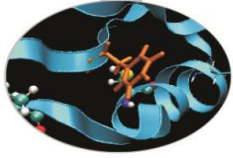
La forma generale è la seguente:

```
{  
Key_1: function_1  
Key_2: function_2  
Key_3: function_3  
...  
Key_N: function_N  
}
```

E' possibile gestire *case* diversi da interi.

Lo *switch-case* costruito con i dizionari risulta più efficiente del blocco *if-else*.

Switch Case e Dictionary



#definizione del dizionario

```
caso=random.randint(1,30)
```

```
d={1:f_1, 2:f_2, 3:f_3, 4:f_4, 5:f_5, 8:f_1, 9:f_1,10:f_1,11:f_1  
,12:f_2,13:f_2,14:f_3,15:f_3,16:f_4,17:f_4,18:f_5,19:f_5}.get(caso,default)()
```

#definizione del blocco if-elif-else

```
if caso==1 or caso==8 or caso==9 or caso==10 or caso==11:
```

```
    f_1(y)
```

```
elif caso==2 or caso==12 or caso==13:
```

```
    f_2(y)
```

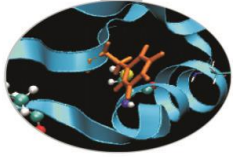
```
elif caso==3 or caso==14 or caso==15:
```

```
    f_3(y)
```

```
elif caso==4 or caso==16 or caso==17:
```

```
    f_4(y)
```


Switch Case e Dictionary



```
elif caso==5 or caso==18 or caso==19:
```

```
    f_5(y)
```

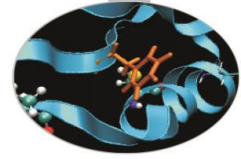
```
else:
```

```
    default(y)
```

#OUTPUT

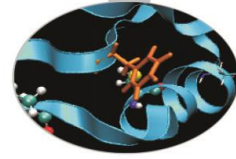
Tempo di calcolo utilizzando dict: 0.07 sec

Tempo di calcolo utilizzando if-elif: 1.46 sec



Riassumendo

	Eterogenea	Mutable	Ordered
List []	V	V	V
Tuple ()	V		V
Dict {}	V	V	



Sequenze dati e cicli

- Il ciclo for consente di iterare su oggetti iterabili come lista,tuple,stringhe, set, dizionari.

LISTE

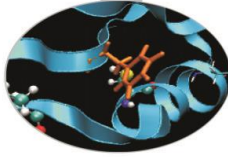
```
>>> a=[1,2,3,4,5]  
>>> for el in a:  
           print el
```

```
1  
2  
3  
4  
5
```

STRINGHE

```
>>> a="Ciao"  
>>> for el in a:  
           print el
```

```
C  
i  
a  
o
```



Sequenze dati e cicli

DIZIONARI chiave

```
>>> a={1:'a',2:'b'}  
>>> for el in a.keys():  
    print el
```

```
1  
2
```

DIZIONARI valori

```
>>> a={1:'a',2:'b'}  
>>> for el in a.values():  
    print el
```

```
a  
b
```

DIZIONARI chiave-valori

```
>>> a={1:'a',2:'b'}  
>>> for k,v in a.items():  
    print k,v
```

```
1 a  
2 b
```

DIZIONARI

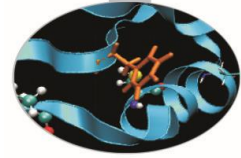
```
>>> a={1:'a',2:'b'}  
>>> for el in a:  
    print el
```

```
1  
2
```

DIZIONARI

```
>>> a={1:'a',2:'b'}  
>>> for el in (1,2,3):  
    print a.get(el)
```

```
a  
b  
None
```



Iteratori

Per ciclare sugli oggetti di un array (lista o tupla o stringa; in generale (containers)) si utilizza il ciclo for.

Il ciclo for per operare all'interno degli elementi del **containers** utilizza un oggetto detto **iteratore**.

L'oggetto **iteratore** ha le caratteristiche necessarie per muoversi nel contenitore:

1. possiede una funzione (metodo *next()*) che restituisce il primo dato disponibile nel contenitore
1. lancia automaticamente l'eccezione quando non ci sono più dati nel contenitore: *StopIteration*

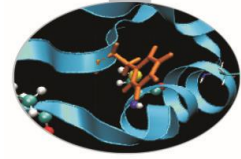
Infatti:

```
>>> a=[1,2,3]
```

```
>>> dir(a)
```

```
['__add__', '__class__', '__contains__', '__delattr__', '__delitem__',  
 '__delslice__', '__doc__', '__eq__', '__format__', '__ge__', '__getattr__',  
 '__getitem__', '__getslice__', '__gt__', '__hash__', '__iadd__', '__imul__',  
 '__init__', '__iter__', '__le__', '__len__', '__lt__', '__mul__', '__ne__', '__new__',  
 , '__reduce__', '__reduce_ex__', '__repr__', '__reversed__', '__rmul__', '__setattr__',  
 '__setitem__', '__setslice__', '__sizeof__', '__str__', '__subclasshook__', 'append',  
 , 'count', 'extend', 'index', 'insert', 'pop', 'remove', 'reverse', 'sort']
```

Iteratori



```
>>> my_iter=a.__iter__()  
>>> dir(my_iter)  
['__class__', '__delattr__', '__doc__', '__getattr__', '__hash__',  
 '__init__', '__iter__', '__length_hint__', '__new__', '__reduce__',  
 '__reduce_ex__', '__repr__', '__setattr__', '__str__', 'next']
```

```
>>>try:  
    while(1):  
        print my_iter.next()
```

```
except:  
    print 'Stop iteration'
```

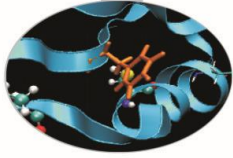
```
>>>1
```

```
>>>2
```

```
>>>3
```

```
>>>Stop iteration
```

usando questi oggetti è possibile implementare un ciclo for più performante soprattutto a livello di memoria quando il dominio su cui si vuole ciclare è molto grande (xrange)



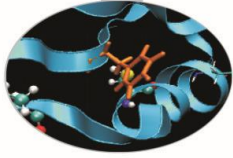
range e xrange

Come visto negli esempi del corso `range` restituisce una lista di elementi su cui ciclare.

`xrange` invece sfrutta il concetto di iteratore di container per non creare da principio tutta la lista di indici ma fornendo uno strumento che a *run-time* genera l'indice desiderato.

Il risultato è un ciclo `for` più performante e decisamente meno costoso in termini di memoria quando le dimensioni del ciclo sono grandi.

range e xrange



```
from memtracktest import memory
```

```
from time import sleep
```

```
#range
```

```
X=[100,1000,10000,100000,1000000,10000000]
```

```
for x in X:
```

```
    m1=memory()
```

```
    #range
```

```
    a=range(x)
```

```
    m2=memory()
```

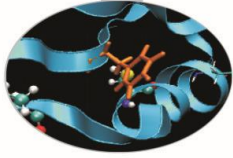
```
    print "Size of the cycle: ",x," Memory used by range: ",m2-m1," bytes"
```

```
    #xrange
```

```
    b= xrange(x)
```

```
    m3=memory()
```

```
    print "Size of the cycle: ",x," Memory used by xrange: ",m3-m2," bytes"
```

range e xrange

Size of the cycle: 100 Memory used by xrange: 4096.0 bytes

Size of the cycle: 100 Memory used by range: 0.0 bytes

Size of the cycle: 1000 Memory used by range: 8192.0 bytes

Size of the cycle: 1000 Memory used by xrange: 0.0 bytes

Size of the cycle: 10000 Memory used by range: 135168.0 bytes

Size of the cycle: 10000 Memory used by xrange: 0.0 bytes

Size of the cycle: 100000 Memory used by range: 1056768.0 bytes

Size of the cycle: 100000 Memory used by xrange: 0.0 bytes

Size of the cycle: 1000000 Memory used by range: 10887168.0 bytes

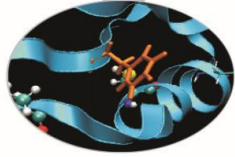
Size of the cycle: 1000000 Memory used by xrange: 0.0 bytes

Size of the cycle: 10000000 Memory used by range: 108879872.0 bytes

Size of the cycle: 10000000 Memory used by xrange: 0.0 bytes

Range aumenta linearmente con la dimensione del ciclo
(la lista viene effettivamente generata e salvata in memoria)
xrange ha un costo costante.

Shallow & Deep Copying



Con *shallow copying* si intende una copia per referenza.

Con *deep copying* si intende una copia per valore.

Python di default utilizza una shallow copy nella copia di oggetti mutabili e un deep copy nella copia di oggetti immutabili.

Esempio:

```
>>>a='Ciao'          # stringa è immutabile
```

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

```
>>>b+=' Mondo'
```

```
>>>a;b
```

```
'Ciao'
```

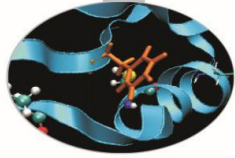
```
'Ciao mondo'
```

```
>>>lista=[1,2]       # lista è mutabile
```

```
>>>b=lista
```

```
>>>b==lista
```

Shallow & Deep Copying



True

```
>>>b is lista
```

True

```
>>>b.append(3)
```

```
>>>b ; lista
```

```
[1,2,3]
```

```
[1,2,3]
```

```
>>>c=lista[ : ] # slicing opera per valore sulle liste
```

```
>>>c is lista ; c==lista
```

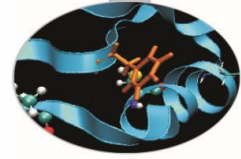
False

True

```
>>>c.append(5)
```

```
>>>c ; l
```

```
[1,2,5]
```



Shallow & Deep Copying

[1,2]

```
>>> lista=[1,2,[3,4]]
```

```
>>> d=lista[:]
```

```
>>> d[2].append(5)
```

```
>>> d; lista
```

NOT DEEP! Lo slicing agisce solo ad un livello

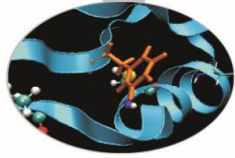
[1,2,[3,4,5]]

[1,2,[3,4,5]]

Python dispone del modulo *copy* per controllare le operazioni di assegnamento tramite *deep* e *shallow copying*.

Il modulo *copy* contiene due funzioni *copy* e *deepcopy* rispettivamente per la *shallow* e la *deep copy*.

Shallow & Deep Copying



Esempio:

```
>>>from copy import *  
>>>l=[1,2,[3,4]]  
>>>d=copy.deepcopy(l)  
>>>d.append(5)  
>>>d; l  
[1,2,[3,4,5]]  
[1,2,[3,4]]
```

La funzione *deepcopy* agisce su ogni livello di profondità.