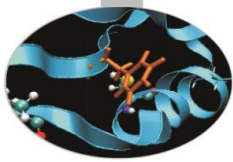
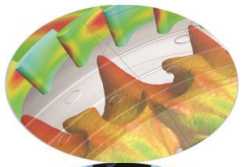
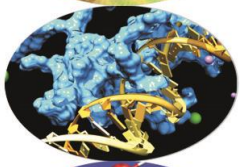
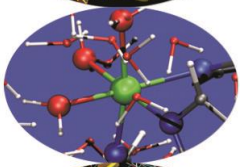
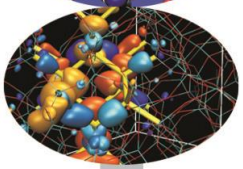
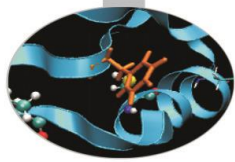


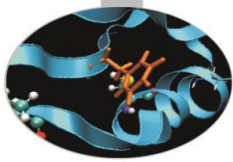
Dato Strutturato

Indice



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.

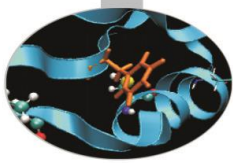
Tali strutture si suddividono in sequenze ordinate di dati o collezioni di dati.

Ma si possono anche classificare come strutture mutevoli o immutevoli.

Le built-in data structures in Python sono:

- ***Liste***
- ***Tuple***
- ***Dizionari***
- ***Set***
- ***Frozenset***

Liste



La *list* è un tipo di dato strutturato nativo del linguaggio. 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 [].

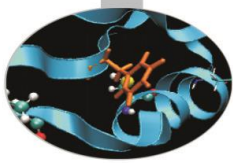
Per accedere al singolo elemento della lista si ricorre all'operatore [].

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



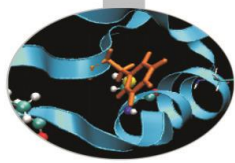
- Le liste supportano l'operatore di slicing [start:stop:step]

```
>>> 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]
```

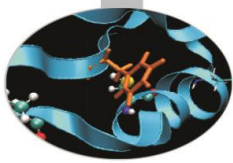
Liste



- 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



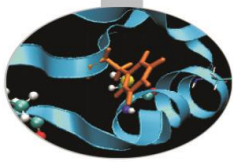
- Sulle liste è possibile eseguire operazioni complesse.

```
>>> 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



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

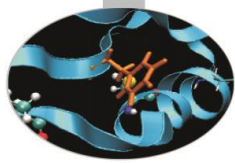
- ***Ricerca***

-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



- ***Ordinamento***

  -reverse() inversione dell'ordine degli elementi

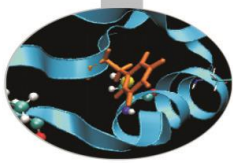
  -sort(cmp=None, key=None, reverse=False) ordinamento

NOTA:

Le liste sono una struttura dati flessibile e consentono l'immagazzinamento di dati eterogenei, a costo di più memoria.

Lavorando con dati di un solo tipo gli *array* (modulo *numpy*) sono più performanti.

Liste



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

L'operatore + effettua una concatenazione tra due liste.
L'operatore * effettua una ripetizione.

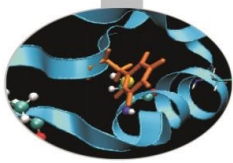
Python supporta per le liste anche l'operatore += .

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



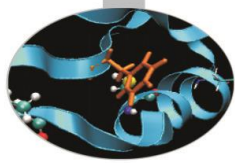
```
T1=time.clock()
 s= mylist + mylist2
T2=time.clock()
print " Tempo di esecuzione di + :'' , T2-T1       , "s"
 T3=time.clock()
  mylist.extend(mylist2)
 T4=time.clock()
 print " Tempo di esecuzione di extend :'', T4-T3 , "s"
```

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*.

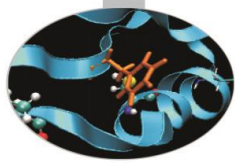
I metodi *pop* e *append* possono essere usati per implementare la logica LIFO tipica degli stack.

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]

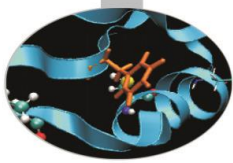
Pop: [1, 2, 3, 4, 5]

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:

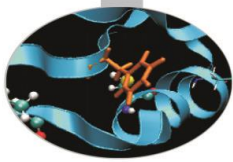
```
>>>mytuple=(1,2,3,4)
>>>el= mytuple[1]
>>>t2= mytuple[0:2]
>>>print el, t2
2  (1,2)
```

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



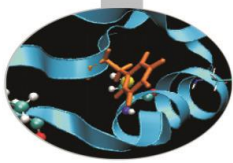
Esempio:

```
>>> 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.

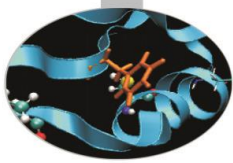
Tuple



Esempio:

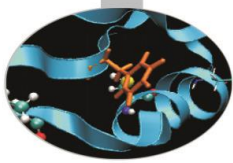
```
import timeit
sum=0
t0=timeit.Timer('t=(1,2,3,4,5,6,7,8,1,2,3,4,5,6,7,8,1,2,3,4,5,6,7,8,1,2,
    3,4,5,6,7,8)')
t00=t0.timeit()
print 'Tuple creating time ',t00, ' \n'

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]')
t11=t1.timeit()
print 'List creating time ',t11, ' \n'

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

Tuple



```
x=timeit.Timer('somma(t)','from __main__ import somma,t')
t1=x.timeit()
print 'Time accessing a tuple '+str(t1)+ '\n'

y=timeit.Timer('somma(l)','from __main__ import somma,l')
t2=y.timeit()
print 'Time accessing a list '+str(t2)+' \n'

def somma(l):
    s=0
    for i in xrange(l):
            s+=i
```

Tuple



OUTPUT:

Time creating a tuple 0.0415067049835

Time creating a list 1.07190083708

Time accessing a tuple 0.0719978947727

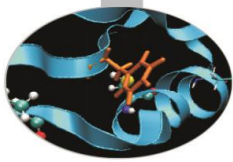
Time accessing a list 0.0729975422291

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*.

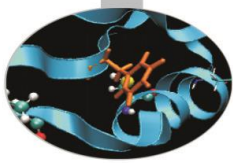
Come le tuple e le liste anche i dizionari sono tipi built-in.

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.

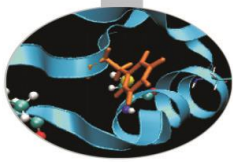
I dati contenuti in un dizionario possono essere eterogenei.

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:***

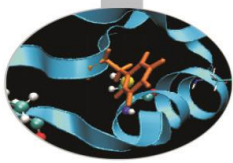
  Un dizionario può essere modificato aggiungendo items o modificando gli esistenti. I metodi built-in preposti:

  - 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:***

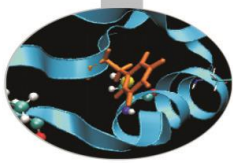
  Tramite cancellazione di un elemento o eliminazione dell'intero contenuto di un dizionario. I metodi preposti:

  - 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])

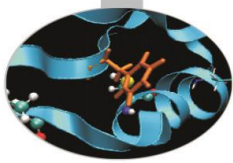
  -has_key(k)

  -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.

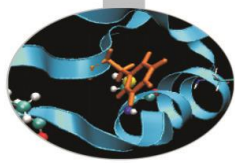
Nel formato *COordinate* si immagazzinano le coppie (i,j) corrispondenti ai valori aij non nulli.

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



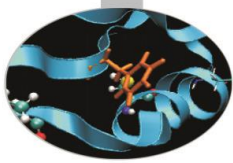
Al posto delle tuple, si potrebbe usare come chiave un intero, secondo la mappatura (per righe): *(i,j)→j+i*n* dove *n* è il numero di colonne.

Nell' esempio precedente:

Esempio:

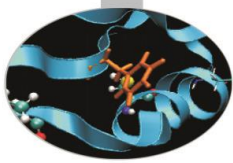
```
#a è una lista di liste a=[[a1, a2,…an], …, [m1,m2,…,mn]]
#Matrice sparsa 100 X 100:
#Definizione del dizionario con tuple
mydic ={}
  for i in range(0,len(a)):
   for j in range (0,len(a[0])):
      if a[i][j]>0:
         t=(i,j)
         mydic.update({t:a[i][j]})
```

Dictionary



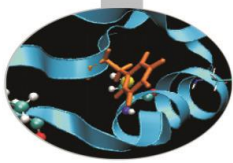
```
#Definizione del prodotto matrice-vettore con il metodi COordinate
def prodMatVecDict(d,v,l):
    res=[0 for el in xrange(len(v))]
    for k in d.keys():
            i=k[0]
            j=k[1]
            val=d[k]
            res[i]+=val*v[j]
#Definizione del prodotto matrice-vettore standard
def 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

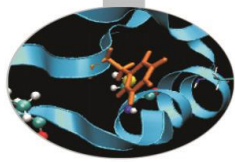


```
#Definizione della moltiplicazione per uno scalare caso std
def prod_scalare_list(a,s):
    for i in range (0, len(a)):
        for j in range(0, len(a[0])):
            a[i][j]=a[i][j]*s

#Tempi di Calcolo
```

Prodotto per uno scalare list: 467.861930815 microsec

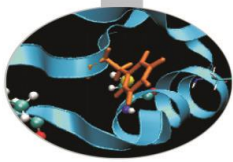
Prodotto per uno scalare dict: 22.1639234568 microsec

Esempio



- Definite un dizionario che metta in relazione alcuni dei libri ch e 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 cara ttere “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

…

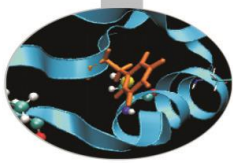
Key_N: function_N

}

E' possibile gestire *case* diversi da interi.

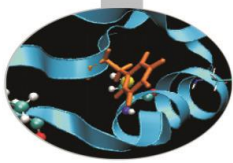
Lo switch-case costruito con i dizionari risulta più efficiente del blocco if-else.

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

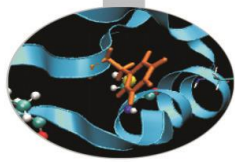


```
elif caso==5 or caso==18 or caso==19:
    f_5(y)
 else:
    default(y)

#OUTPUT
```

Tempo di calcolo utilizzando dict: 0.07 sec

Tempo di calcolo utilizzando if-elif: 1.46 sec

Set – Frozenset



Python mette a disposizione due distinte strutture dati per la rappresentazione di insiemi di elementi.

Un *set* è una collezione mutabile non ordinata di oggetti.

Un *frozenset* è una collezione immutabile non ordinata di oggetti.

In entrambi i casi gli elementi sono univoci.

Esempio:

```
>>>s=set(('ciao',1,'Mondo'))
>>>fs=frozenset(('ciao',2))
```

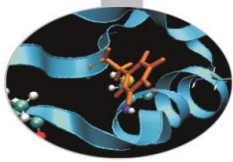
I *set* mettono a disposizione dei metodi per la modifica dell'insieme di dati.

- ***Inserimento:***

  -add(obj)

  -update(obj)

Set – Frozenset



- ***Eliminazione***

  -discard(x) remove(x)

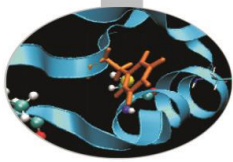
  -clear()

  -pop()

Esempio:

```
>>>s=set(('abc','def',1,2,3,'ghi'))
>>>s.add(4)
>>>s.update((‘lmn’,5))
>>>s
set([1, 2, 3, 4, 5, 'abc', 'lmn', 'ghi', 'def'])
>>>s.discard(4)
>>>s.remove(5)
>>>s.pop()
```

Set - Frozenset



```
>>>s
set([2, 3, 'abc', 'lmn', 'ghi', 'def'])
>>>s.clear(); s
set([ ])
```

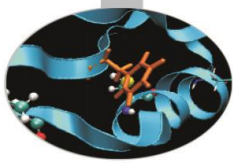
Entrambi i contenitori dati dispongono di metodi per gestire le operazioni tra insiemi:

- *union*,
- *intersection*,
- *difference*,
- *issubset*,
- *issuperset*

Esempio:

```
>>>s=set((1,2))
>>>s2=frozenset((2,3,4))
```

Set - Frozenset

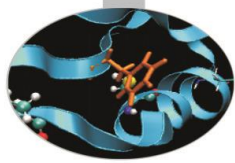


```
>>>s3=s.union(s2)
>>>s4=s.difference(s2)
>>>s5=s2.intersection(s)
>>>s.issubset(s2)
False
>>>print 's3', s3 , 's4', s4, 's5', s5
s3 set([1, 2, 3, 4]) s4 set([1]) s5 frozenset([])
```

In entrambi i casi i dati contenuti possono essere eterogenei.

Inoltre i *frozenset* in quanto immutabili possono essere utilizzati per l'indicizzazione dei dizionari.

Esempio

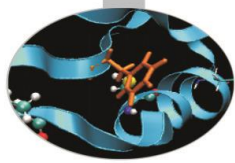


- Avendo a disposizione solo queste strutture dati:

```
>>> all = set(range(1, 20))
>>> primes = set([2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19])
>>> even = set([2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18])
```

- stampare l'insieme dei numeri dispari
- l'insieme dei numeri dispari primi,
- l'insieme dei numeri dispari non primi.

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
```

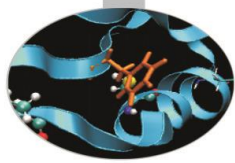
STRINGHE

```
>>> a='''Ciao'''
>>> for el in a:
        print el
C
i
a
o
```

SET

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

1
2
3
4
```

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
```

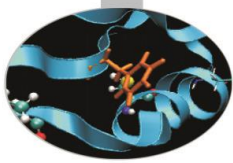
DIZIONARI

```
>>> 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



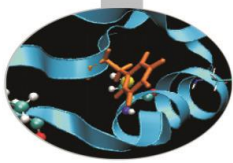
Per ciclare sugli oggetti di un array (lista o tupla o stringa; in generale (**containers**))
si utilizza il ciclo for.
Il ciclo for per operare all'interno degli elementi del **containers** utilizza un
oggetto detto **iteratore**.
L'oggetto **iteratore** ha le caratteristiche necessarie per muoversi 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__', '__getattribute__',
 '__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']
```

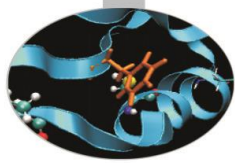
Iteratori



```
>>> my_iter=a.__iter__()
>>> dir(my_iter)
['__class__', '__delattr__', '__doc__', '__getattribute__', '__hash__',
'__init__', '__iter__', '__length_hint__', '__new__', '__reduce__',
 '__reduce_ex__', '__repr__', '__setattr__', '__str__', 'next']
>>> my_iter.next()
1
>>> my_iter.next()
2
>>> my_iter.next()
3
```

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

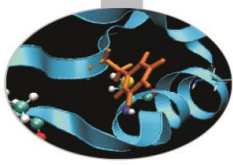


Come visto negli esempi del corso range restituisce una lista di elementi su cui ciclare.

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.

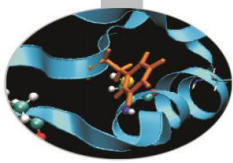
Il risultato è un ciclo for più performante e decisamente meno costoso in termini di memoria quando le dimensioni del ciclo sono grandi.

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

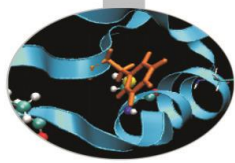
Size of the cycle: 1000000 Memory used by xrange: 0.0 bytes

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.

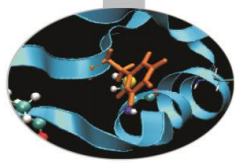
Con *deep copying* si intende una copia per valore.

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

Esempio:

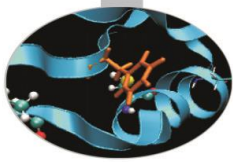
```
>>>a='Ciao'          # stringa è immutabile
>>>b=a
>>>b+=' Mondo'
>>>a;b
'Ciao'
'Ciao mondo'
>>>lista=[1,2]       # lista è mutabile
>>>b=lista
>>>b==lista
```

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

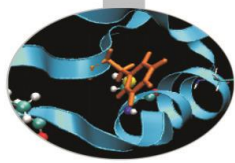


```
[1,2]
>>>lista=[1,2,[3,4]]
>>>d=lista[:]
>>>d[2].append(5)
>>>d; lista                    # NOT DEEP! Lo slicing agisce solo ad un livello

[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.