

# 1 Curs 1: Incadrare, bibliografie, proces, limbajul Python

## 2 Bibliografie

1. Allen B. Downey, [Think Python: How to Think Like a Computer Scientist](http://greenteapress.com/wp/think-python-2e/) (<http://greenteapress.com/wp/think-python-2e/>), editia a doua, Green Tea Press
2. [Learn to think computationally and write programs to tackle useful problems](https://www.edx.org/xseries/mitx-computational-thinking-using-python) (<https://www.edx.org/xseries/mitx-computational-thinking-using-python>)
3. Zed A. Shaw, [Learn Python the Hard Way](https://learnpythonthehardway.org) (<https://learnpythonthehardway.org>), Addison-Wesley Professional, 2017
4. Jake VanderPlas, [Python Data Science Handbook - Essential tools for working with data](https://jakevdp.github.io/PythonDataScienceHandbook/) (<https://jakevdp.github.io/PythonDataScienceHandbook/>), O'Reilly Media Inc., 2017; [notebooks](https://github.com/jakevdp/PythonDataScienceHandbook) (<https://github.com/jakevdp/PythonDataScienceHandbook>)
5. Kevin Markham, [Data analysis in Python with pandas](https://www.youtube.com/playlist?list=PL5-da3gGB5ICCsgW1MxIZ0Hq8LL5U3u9y) (<https://www.youtube.com/playlist?list=PL5-da3gGB5ICCsgW1MxIZ0Hq8LL5U3u9y>)
6. MOOC: [Applied Data Science with Python Specialization](https://www.coursera.org/specializations/data-science-python) (<https://www.coursera.org/specializations/data-science-python>)
7. Joel Grus, *Data Science from Scratch*, O'Reilly Media, 2015; [Notebooks pe github](https://github.com/joelgrus/data-science-from-scratch) (<https://github.com/joelgrus/data-science-from-scratch>)
8. Ben G Weber, *Data Science in Production: Building Scalable Model Pipelines with Python*, Leanpub, 2020
9. Steven S. Skiena, *The Data Science Design Manual*, Springer, 2017
10. Peter Bruce & Andrew Bruce, *Practical Statistics for Data Scientists*, O'Reilly Media, 2017
11. Ron Zacharski, [A Programmer's Guide to Data Mining: The Ancient Art of the Numerati](http://guidetodatamining.com/) (<http://guidetodatamining.com/>)
12. Carl Shan, William Chen, Henry Wang, Max Song, [The Data Science Handbook: Advice and Insights from 25 Amazing Data Scientists](http://www.thedatasciencehandbook.com/) (<http://www.thedatasciencehandbook.com/>), Data Science Bookshelf, 2015
13. Shai Shalev-Shwartz, Shai Ben-David, [Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms](http://www.cs.huji.ac.il/~shais/UnderstandingMachineLearning/) (<http://www.cs.huji.ac.il/~shais/UnderstandingMachineLearning/>), Cambridge University Press, 2014
14. Kevin Markham, [Introduction to machine learning in Python with scikit-learn \(video series\)](http://www.dataschool.io/machine-learning-with-scikit-learn/) (<http://www.dataschool.io/machine-learning-with-scikit-learn/>)

## 3 Ce este Data Science?

- cunoscuta si ca de data-driven science; un termen generic, referind practici, algoritmi, modalitati de studiu ale problemelor ce implica date
- domeniu interdisciplinar prin care se vizeaza extragerea de cunostinte sau informatii din date aflate in diverse forme
- utilizeaza: elemente din matematica, statistica, teoria informatiei, sisteme instruibile (invatare automata, machine learning), vizualizare, ...
- scop: sa se obtina din date cunostinte pe baza carora se poate actiona

### 3.1 Conferinte si jurnale dedicate:

- [European Conference on Data Analysis \(ECDA\)](https://www.ecda.gov.sg/pages/ecc2020.aspx) (<https://www.ecda.gov.sg/pages/ecc2020.aspx>)
- [The 8th IEEE International Conference on Data Science and Advanced Analytics](https://dsaa2021.dcc.fc.up.pt/) (<https://dsaa2021.dcc.fc.up.pt/>)



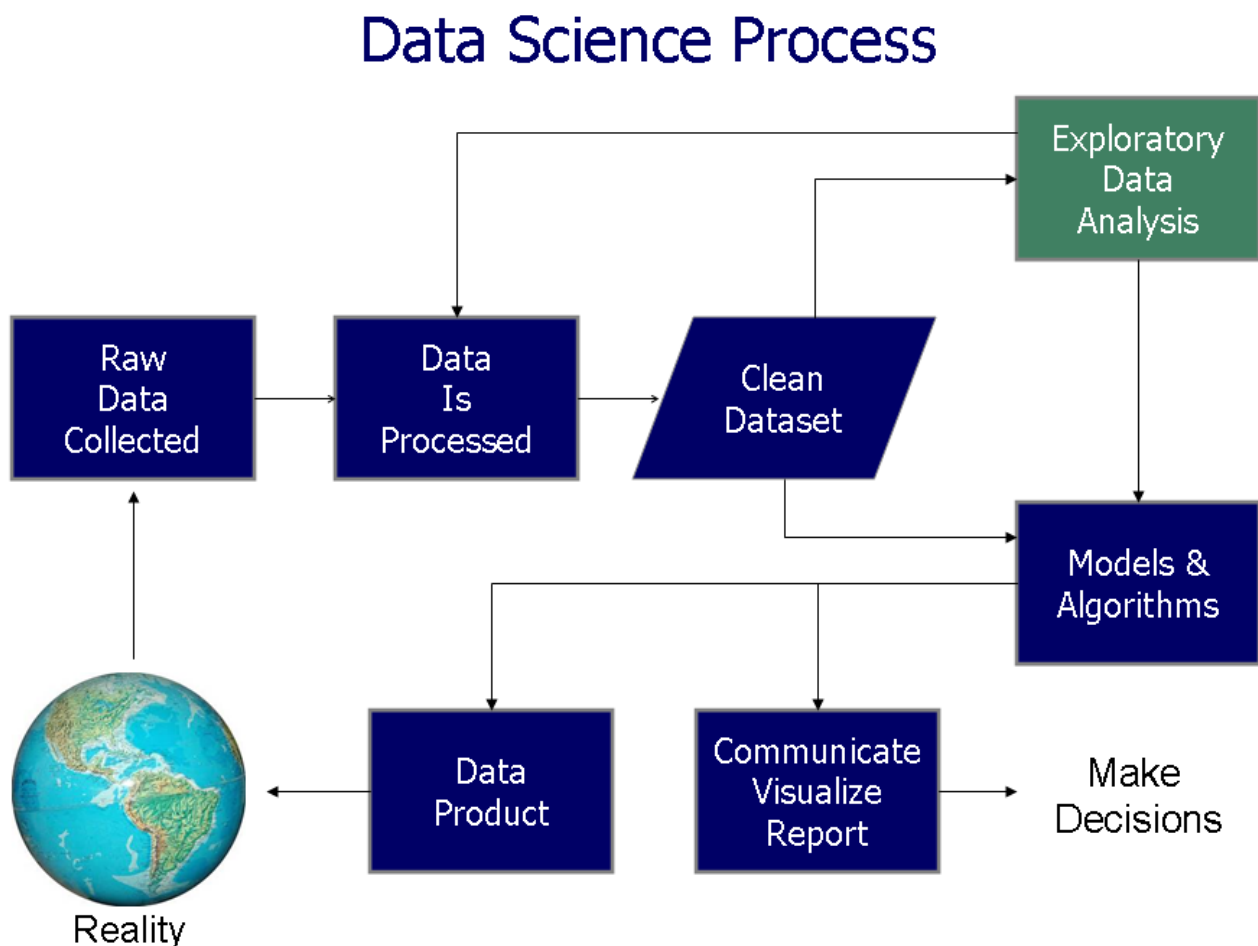
- [SIAM International Conference on Data Mining](https://www.siam.org/conferences/cm/conference/sdm21) (<https://www.siam.org/conferences/cm/conference/sdm21>)
- [International Journal on Data Science and Analytics](https://www.springerprofessional.de/en/international-journal-of-data-science-and-analytics/11854902) (<https://www.springerprofessional.de/en/international-journal-of-data-science-and-analytics/11854902>)
- [Lista valabila in Februarie 2021](https://www.kdnuggets.com/meetings/index.html) (<https://www.kdnuggets.com/meetings/index.html>)

## 3.2 Lista de site-uri dedicate, resurse

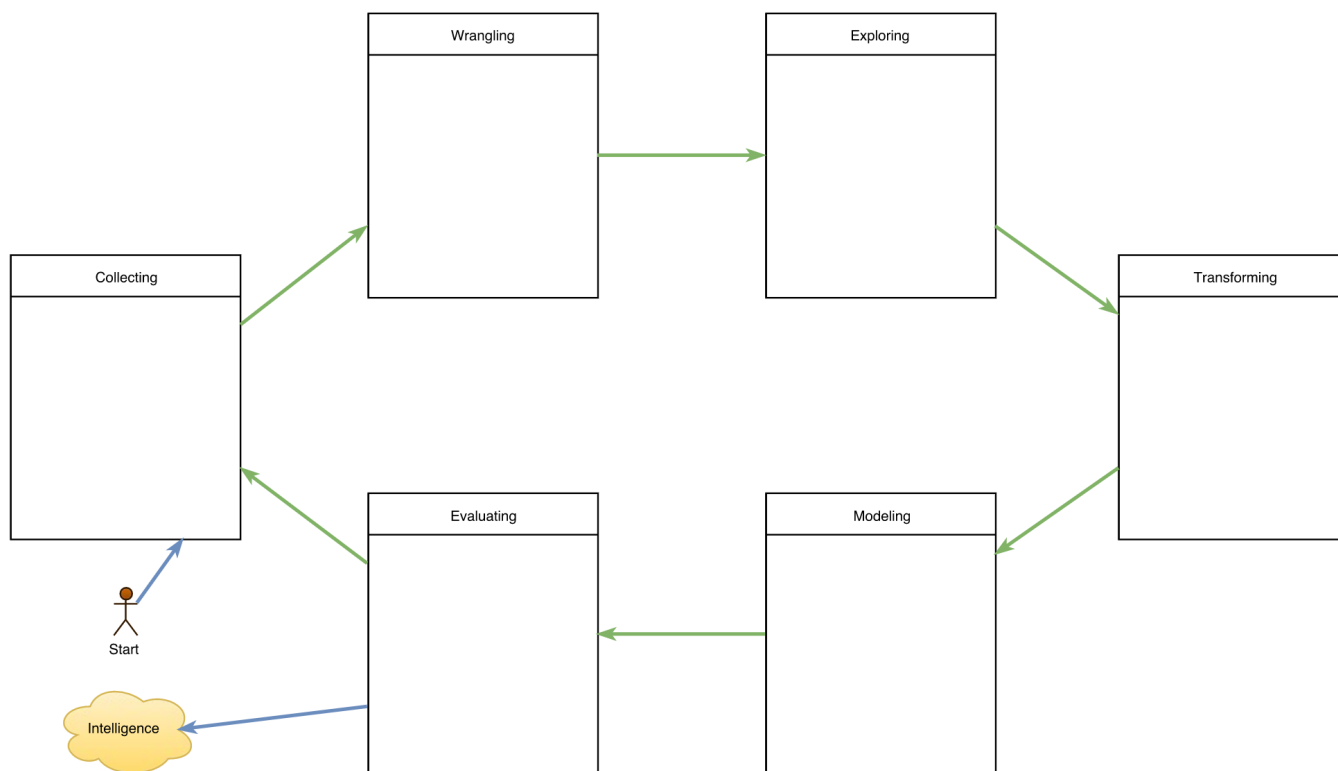
- [Top 15 Websites for Data Scientists to Follow in 2021](https://medium.com/analytics-vidhya/top-15-websites-for-data-scientists-to-follow-in-2021-67352092c54d) (<https://medium.com/analytics-vidhya/top-15-websites-for-data-scientists-to-follow-in-2021-67352092c54d>)
- [10 resources for data science self-study](https://www.kdnuggets.com/2021/02/10-resources-data-science-self-study.html) (<https://www.kdnuggets.com/2021/02/10-resources-data-science-self-study.html>)

## 4 Procesul Data Science

Sursa: Farcaster at English Wikipedia, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=40129394> (<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=40129394>)



Sursa: <https://github.com/authman/DAT210x/blob/master/Module1/Course%20Map.pdf>  
<https://github.com/authman/DAT210x/blob/master/Module1/Course%20Map.pdf>

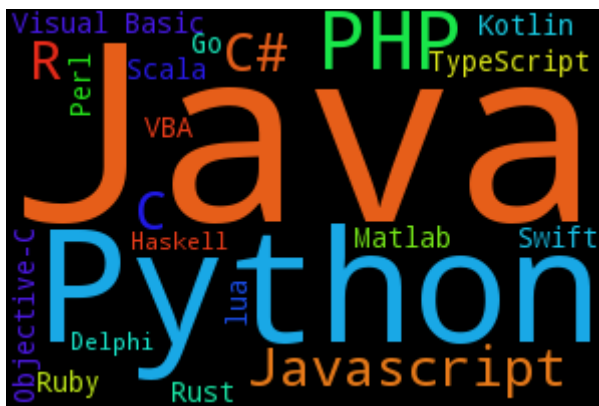


## 5 Exemple de probleme tratate de data science

1. Google pagerank
2. Recomandari de carti pe Amazon: alti cumparatori care au achizitionat cartea X de asemenea au mai fost interesati/au cumparat ...; similar, Netflix, Netflix prize
3. Clasificarea de documente de tip text - e.g. mail spam/nonspam
4. Campanii politice (Obama/Biden): gaseste oamenii indecisi si convinge-i
5. Reclama directionata: [Nissan Motors \(https://www.warc.com/NewsAndOpinion/News/36902\)](https://www.warc.com/NewsAndOpinion/News/36902) Determinarea preferintelor pe modele in functie de regiune
6. Domeniul medical: echipament medical de monitorizare (portabil sau nu); imbunatatirea acuratetie diagnosticului; scaderea numarului de re-internari clinice (sursa: <https://www.altexsoft.com/blog/datascience/7-ways-data-science-is-reshaping-healthcare/> (<https://www.altexsoft.com/blog/datascience/7-ways-data-science-is-reshaping-healthcare/>))
7. Determinarea riscului de reintoarcere in spital: <https://www.kaggle.com/c/2017-machine-learning-competition> (<https://www.kaggle.com/c/2017-machine-learning-competition>)
8. Detectarea de fraude
9. Securitatea datelor, [detectare automata de malware \(https://www.kaspersky.com/about/press-releases/2014\\_kaspersky-lab-is-detecting-325000-new-malicious-files-every-day\)](https://www.kaspersky.com/about/press-releases/2014_kaspersky-lab-is-detecting-325000-new-malicious-files-every-day), [cyber security \(https://journalofbigdata.springeropen.com/articles/10.1186/s40537-020-00318-5\)](https://journalofbigdata.springeropen.com/articles/10.1186/s40537-020-00318-5)
10. Procesarea de limbaj natural: detectarea sentimentelor din comunicari (tweets, blogs)

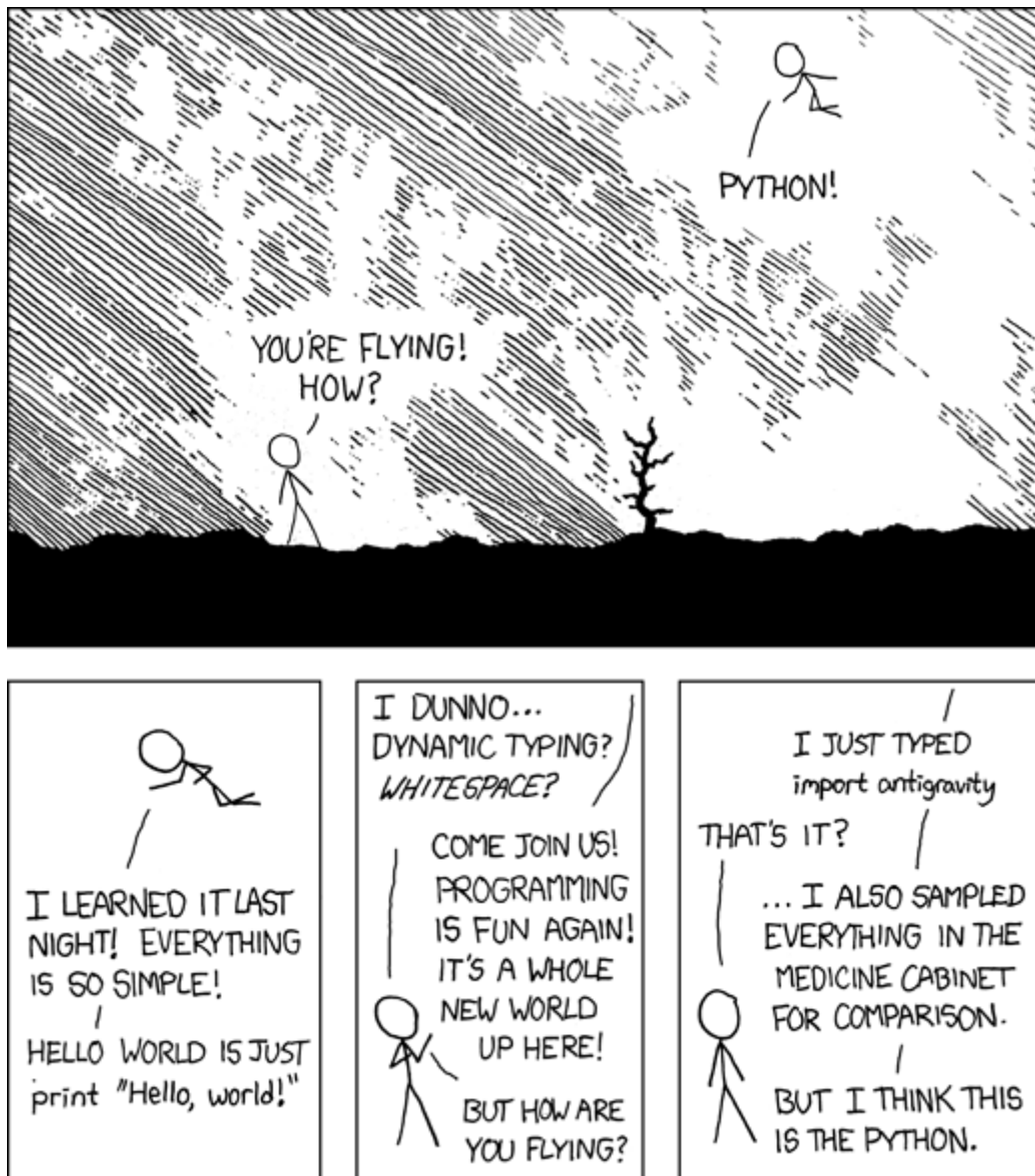
## 6 Limbajul Python

- Limbaj open source, gratuit
- In februarie 2021: al treilea limbaj ca popularitate in [TIOBE Index \(https://www.tiobe.com/tiobe-index/\)](https://www.tiobe.com/tiobe-index/), dupa Java, C, devansand C++, C#, JavaScript, R
- In aceeași luna, indexul [PYPL \(http://pypl.github.io/PYPL.html\)](http://pypl.github.io/PYPL.html) raporteaza Python pe locul al intai



(Sursa: <http://pypl.github.io/PYPL.html> (<http://pypl.github.io/PYPL.html>), Februarie 2021)

- Versiunea actuala de Python este 3.9.1.; Python 2.X se considera depasit si e trecut pe linie moarta
- Se poate instala manual sau folosind o distributie de tipul [Anaconda \(https://conda.io/docs/user-guide/install/download.html\)](https://conda.io/docs/user-guide/install/download.html)
  - A se vedea despre distributiile Anaconda, Miniconda, Anaconda Enterprise
  - Exista [o lista consistenta de distributii \(https://wiki.python.org/moin/PythonDistributions\)](https://wiki.python.org/moin/PythonDistributions) de Python
- Python este limbaj interpretat si netipizat
- Permite programare imperativa, orientata pe obiect, [functională \(https://docs.python.org/3/library/functional.html\)](https://docs.python.org/3/library/functional.html)
- Exista o paleta larga de biblioteci deja implementate pentru Python, usurand considerabil dezvoltarea de prototipuri sau chiar de aplicatii comerciale larg raspandite.



(Sursa: <https://xkcd.com/353/> (<https://xkcd.com/353/>))

- [Peste 290000 de pachete dezvoltate](https://pypi.python.org/pypi) (<https://pypi.python.org/pypi>)
- Python este in adoptare crescanda pentru proiecte comerciale:
  - [Can Your Enterprise choose Python for Software Development?](https://www.sayonetech.com/blog/can-your-enterprise-choose-python-software-development/) (<https://www.sayonetech.com/blog/can-your-enterprise-choose-python-software-development/>)
  - [Full Stack Python](https://www.fullstackpython.com/enterprise-python.html) (<https://www.fullstackpython.com/enterprise-python.html>)
  - [Which Internet companies use Python](https://www.quora.com/Which-Internet-companies-use-Python) (<https://www.quora.com/Which-Internet-companies-use-Python>)
  - [Who uses Python](https://www.quora.com/Who-uses-Python) (<https://www.quora.com/Who-uses-Python>)
  - [Is Python a Good Choice for Enterprise Projects?](https://julien.danjou.info/is-python-a-good-choice-for-enterprise-projects/) (<https://julien.danjou.info/is-python-a-good-choice-for-enterprise-projects/>)

## 6.1 De ce Python?

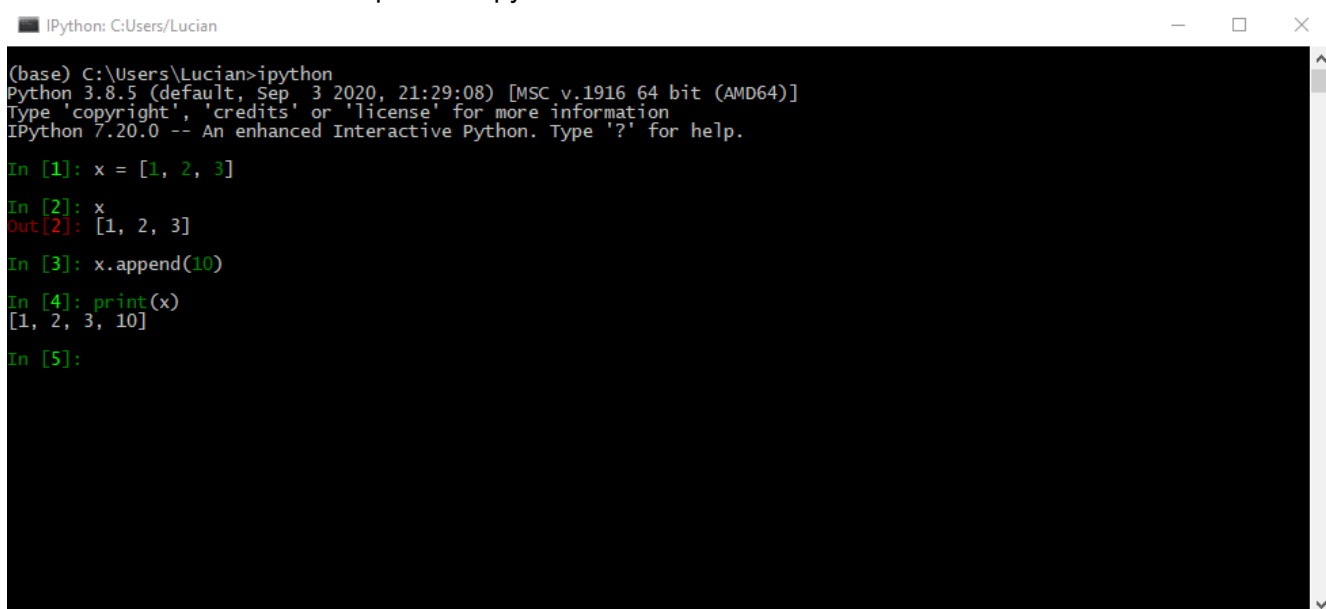
Iata cateva motive solide pentru a utiliza Python, conform [The unexpected effectiveness of Python in science](https://lwn.net/Articles/724255/) (<https://lwn.net/Articles/724255/>)

1. Limbajul vine "cu toate bateriile incluse": multitudinea de biblioteci il face perfect pentru o gama larga de proiecte. Cercetatorii care il folosesc activeaza in astronomie, fizica, bioinformatica, chimie, stiinte cognitive etc. - si pentru toate aceste domenii exista biblioteci care simplifica mult dezvoltarea de prototipuri. Prin comparatie, limbaje traditionale precum C/C++/Java/Python vin cu mai putin suport disponibil, iar uneori includerea unui pachet/biblioteci poate fi o experienta consumatoare de timp.

2. Capacitatea de interoperare cu alte limbaje este iarasi un plus. Exista puncte de comunicare (bridges) care permit apelul de cod Python din alte limbaje sau invers. Desigur, aceasta facilitate se regaseste si in alte limbaje.
3. Natura dinamica a limbajului poate fi inteligent speculata: o functie poate sa preia o multitudine de parametri (lista, tuplu, dictionar) si cateva linii de cod functioneaza la fel de bine peste toate acestea.
4. Python incurajeaza un stil de lucru experimental, via REPL: poate e nevoie de cateva incercari pentru a ajunge la instructiunile potrivite pentru o anumita functionalitate. Incercarea unei alte instructiuni nu necesita recompilarea sau rerularea codului anterior, ci vine in completare - pana cand ajungi la ce doresti sa obtii.

## 6.2 Moduri de utilizare

1. Codul poate fi scris intr-un fisier text cu extensia py. Lansarea codului se face cu comanda `python nume_script.py`
2. Se poate folosi interpretorul python sau ipython, in care modul de lucru este REPL: read-evaluate-print-loop. REPL permite o prototipizare rapida si scrierea codului in mod incremental. Interpretorul ipython este o varianta imbunatatita a interpretorului python.



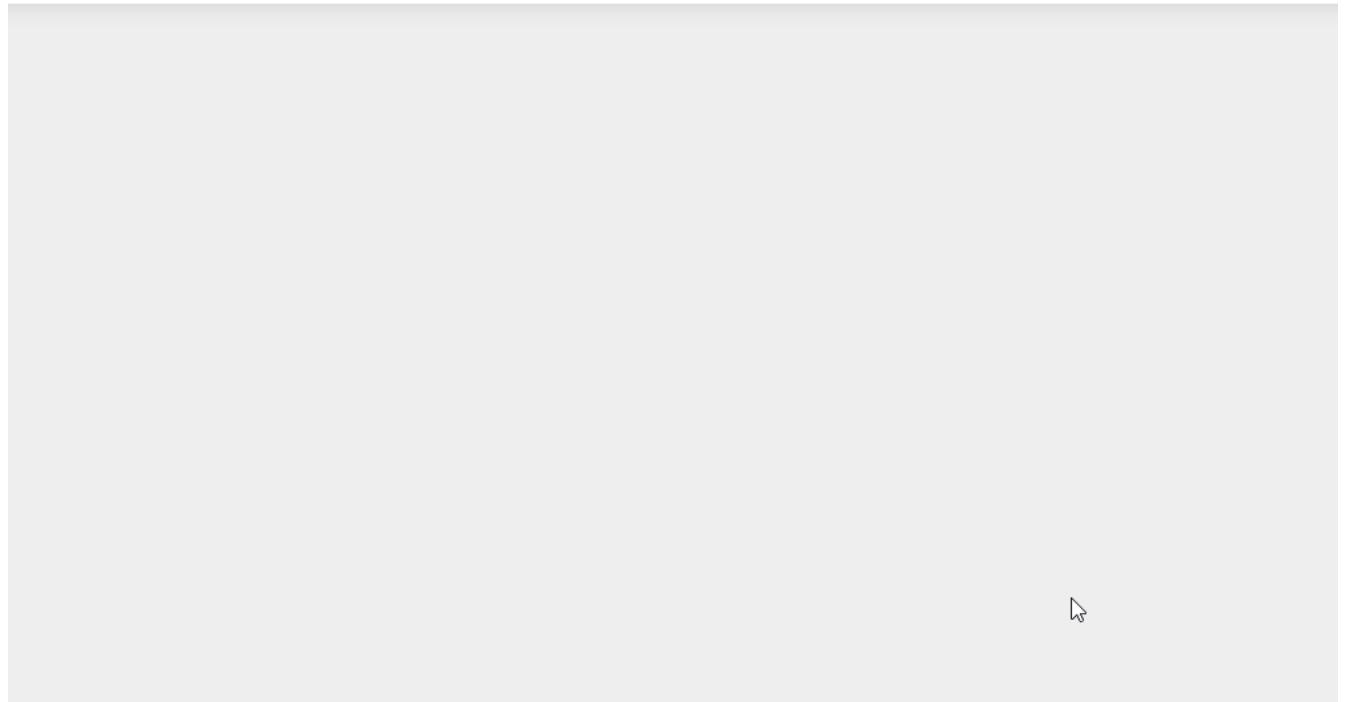
```
IPython: C:\Users\Lucian
(base) C:\Users\Lucian>ipython
Python 3.8.5 (default, Sep 3 2020, 21:29:08) [MSC v.1916 64 bit (AMD64)]
Type 'copyright', 'credits' or 'license' for more information
IPython 7.20.0 -- An enhanced Interactive Python. Type '?' for help.

In [1]: x = [1, 2, 3]
In [2]: x
Out[2]: [1, 2, 3]
In [3]: x.append(10)
In [4]: print(x)
[1, 2, 3, 10]
In [5]:
```

Mai multe detalii pentru lucrul cu interpretorul ipython se gasesc in resursa bibliografica [1], capitolul 1: debug, magic commands, lucru cu interpretorul de comenzi etc.

3. Jupyter notebook - codul este scris in browser, cu suport pentru completare automata de cod. Fisierelor rezultate sunt cu extensia ipynb.

In [ ]:



O lista de notebooks se gaseste [aici](http://nbviewer.jupyter.org/) (<http://nbviewer.jupyter.org/>). Resurse de lucru cu Jupyter notebooks [aici](https://towardsdatascience.com/jupyter-best-practices-that-will-save-you-a-lot-of-headaches-67e1df45e24d) (<https://towardsdatascience.com/jupyter-best-practices-that-will-save-you-a-lot-of-headaches-67e1df45e24d>)

4. Folosind diverse framework-uri (de ex Flask), codul Python poate fi folosit pentru crearea de pagini Web, REST endpoints - sau mai simplu, functiile definite in Jupyter notebook pot fi expuse ca servicii web REST etc.

## 6.3 Variabile, tipuri de date

Clasica afisare de mesaj "Hello world" se obtine cu *functia* `print()` :

In [1]:

```
print("Hello world!")  
#sau: print('Hello world')
```

executed in 8ms, finished 19:38:38 2020-02-19

Hello world!

Pentru Python versiunea 2, afisarea se face folosind *instructiunea* `print`:

```
print "Hello world!"
```

- se observa lipsa parantezelor. In ambele cazuri delimitarea sirurilor de caractere se poate face cu apostroafe sau ghilimele.

Variabilele nu se declara in prealabil impreuna cu tipul lor - Python este un limbaj slab tipizat. Natura unei variabile se deduce din valoarea care ii este asociata:

In [2]:

```
x = 3 # x e variabila de tip intreg
y = "abcd" # y este variabila de tip sir de caractere
# se obisnuieste ca numele compuse ale variabilelor sa fie despartite prin _:
nume_complet = "Popescu Ion"
```

executed in 5ms, finished 19:38:38 2020-02-19

Python este case sensitive: Nume\_complet si nume\_complet refera variabile diferite. Atribuirea se face folosind semnul egal, asa cum s-a vazut mai sus.

Tipurile concrete ale variabilelor poate fi aflat la rulare:

In [3]:

```
#functia type
print(type(x))
print(type(y))
```

executed in 6ms, finished 19:38:38 2020-02-19

```
<class 'int'>
<class 'str'>
```

Variabilelor li se pot da nume incepand cu caracter sau \_, continuand cu caractere, \_ sau cifre. Urmatoarele cuvinte rezervate nu pot fi folosite ca nume de variabile:

and	exec	not
assert	finally	or
break	for	pass
class	from	print
continue	global	raise
def	if	return
del	import	try
elif	in	while
else	is	with
except	lambda	yield

### 6.3.1 Tipuri numerice



In [4]:

```
height = 1.79
weight = 78
body_mass_index = weight / height ** 2 # La numitor este inaltimea la patrat
print("Indicele de masa corporala este: ", body_mass_index)
```

executed in 5ms, finished 19:38:38 2020-02-19

Indicele de masa corporala este: 24.343809494085704

Pentru tipurile intregi, operatorii utilizabili sunt:

- +
- -
- \*
- / (impartire cu rezultat in virgula mobila; de retinut ca in Python 2.7 inteprizarea operatorul / este diferita fata de cea din Python 3)
- // (impartire intreaga)
- % (modulo)
- \*\* (ridicare la putere)

In [5]:

```
print(7/3)
print(7//3)
print(7%3)
print(7**3)
```

executed in 7ms, finished 19:38:38 2020-02-19

2.3333333333333335

2

1

343

Exista si numere intregi lungi (long integer), precizia lor fiind limitata de memoria alocata procesului:

In [6]:

```
big_number = 1*2*3*4*5*6*7*8*9*10*11*12*13*14*15*16*17*18*19*20*21*22*23*24*25*26*27*28*29
print('100! = ', big_number)
```

executed in 12ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
100! = 9332621544394415268169923885626670049071596826438162146859296389521759
9993229915608941463976156518286253697920827223758251185210916864000000000000
000000000000
```

Pentru tipurile in virgula mobila, operatorii sunt cei de mai sus mai putin impartire intreaga. Daca un operand este in virgula mobila, operatia returneaza valoare in virgula mobila.

In [7]:

```
print(5.0-5)
```

executed in 11ms, finished 19:38:39 2020-02-19

0.0

Numerele se pot compara folosind operatorii:

- <, >, <=, >=
- == (egalitate), != (diferit)

Exista suport nativ pentru numere complexe:

In [8]:

```
z = 1 + 4j
print(z)
print(type(z))
print(z.conjugate())
z2 = z * z.conjugate()
print(z2)
```

executed in 7ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
(1+4j)
<class 'complex'>
(1-4j)
(17+0j)
```

Sunt admise conversii intre tipuri numerice:

In [9]:

```
a = 3.997
b = int(a)
print(b)
print(float(b))
```

executed in 6ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
3
3.0
```

In [10]:

```
▼ # Alte exemple: https://www.tutorialspoint.com/python/python\_numbers.htm
```

executed in 3ms, finished 19:38:39 2020-02-19

## 6.3.2 Siruri de caractere

Sirurile de caractere se delimiteaza cu apostroafe sau cu ghilimele. Pentru literalii de tip sir de caractere, exista posibilitatea de a scrie valori care nu necesita secvente escape:

In [11]:

```
a = r'adresa \\michel\protect\....' # remarcam prefixul r
print(a)

# the hard way...
a = 'adresa \\\michel\\protect\\....'
print(a)

# caractere Unicode
a = u"ĂÎÂȘȚ aăîâșț" # se remarca prefixul u
print(a)
```

executed in 7ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
adresa \\michel\protect\....
adresa \\michel\protect\....
ĂÎÂȘȚ aăîâșț
```

..sau stringuri multilinie, folosind delimitare cu trei ghilimele sau trei apostroafe:

In [12]:

```
▼ versuri = '''If you can keep your head when all about you
    Are losing theirs and blaming it on you,
▼ If you can trust yourself when all men doubt you,
    But make allowance for their doubting too; '''
print(versuri)
```

executed in 9ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
If you can keep your head when all about you
    Are losing theirs and blaming it on you,
If you can trust yourself when all men doubt you,
    But make allowance for their doubting too;
```

Sirurile de caractere se pot concatena cu + si suporta urmatoarele operatii si functii:

In [13]:

```
sir = "Ana " + "are " + "mere"
print(sir)
```

executed in 7ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
Ana are mere
```

In [14]:

```
print('Lungimea sirului: ', len(sir))
print('Primul element din sir: ', sir[0])
print('Ultimul element din sir: ', sir[len(sir)-1])
print("Ultimul element, in stil Python: ", sir[-1])
print("Penultimul element din sir, in stil Python: ", sir[-2]) # !!!
```

executed in 14ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
Lungimea sirului: 12
Primul element din sir: A
Ultimul element din sir: e
Ultimul element, in stil Python: e
Penultimul element din sir, in stil Python: r
```

In [15]:

```
#Conversia unei variabile de tip non-string in string:
x = 3
mesaj = "numarul este " + str(x)
print(mesaj)
```

executed in 7ms, finished 19:38:39 2020-02-19

numarul este 3

In [16]:

```
#metode si operatii posibile pe obiect string:
print(sir.lower())
print('slicing:', sir[4:7])
print(sir.find('nu are'))
print(sir.replace('Ana', 'Ion'))
```

executed in 9ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
ana are mere
slicing: are
-1
Ion are mere
```

In [17]:

```
multi_ana = 'Ana' * 10
print(multi_ana)
```

executed in 6ms, finished 19:38:39 2020-02-19

AnaAnaAnaAnaAnaAnaAnaAnaAnaAna

In [18]:

```
cuvantul_pere_este_in_sir = 'pere' in sir
print(cuvantul_pere_este_in_sir)
cuvantul_pere_nu_este_in_sir = 'pere' not in sir
print(cuvantul_pere_nu_este_in_sir)
```

executed in 8ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
False
True
```

In [19]:

```
tokens = sir.split(' ')
print(type(tokens))
print(tokens)
print(",".join(['Ana', 'Vasile', 'Dana', 'Ion']))
```

executed in 8ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
<class 'list'>
['Ana', 'are', 'mere']
Ana,Vasile,Dana,Ion
```

Demna de mentionat este functia `eval` , care preia un string de caractere si returneaza un obiect rezultat prin evaluare:

In [20]:

```
a = 3
b = 4
expresie = '(a+b)/(a**2 + b**2 + 1)'
print(eval(expresie))
```

executed in 7ms, finished 19:38:39 2020-02-19

0.2692307692307692

Recomandam citirea [documentatiei oficiale \(https://docs.python.org/3/library/string.html\)](https://docs.python.org/3/library/string.html) pentru tipul de date string.

Python contine tipul `bool` , util pentru reprezentarea valorilor de adevar `True` si `False` :

In [21]:

```
x = True
print(type(x))
```

executed in 8ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
<class 'bool'>
```

Se pot face conversii de la tipuri numerice la `bool` si viceversa: valoarea 0 este asociata lui `False` , orice non-zero lui `True` . Invers, `True` se traduce in 1 si `False` in 0:

In [22]:

```
x = bool(-1)
print('-1 ca bool: ', x)
x = bool(0.0)
print('0.0 ca bool: ', x)
b = True
print('True ca int:', int(b))
b = False
print('False ca int:', int(b))
```

executed in 9ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
-1 ca bool: True
0.0 ca bool: False
True ca int: 1
False ca int: 0
```

Operatorii aplicabili pe valori bool sunt:

In [23]:

```
print(True and False)
print(True or False)
print(not False)
# nu exista xor, dar...
a, b = True, False
print(a != b)
```

executed in 8ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
False
True
True
True
```

### 6.3.3 Liste

În interiorul unei liste se pot pune oricâte elemente, nu neapărat de același tip. Elementele se despart prin virgulă; capetele listei sunt marcate prin paranteze drepte:

In [24]:

```
lista = [10, 20, 30, 40]
print('Lungimea listei este', len(lista))
print('Tipul listei este', type(lista))
#Lista eterogena: string si int
lista2 = ['Ana', 234]
```

executed in 8ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
Lungimea listei este 4
Tipul listei este <class 'list'>
```

Elementele unei liste se accesează pe baza de indici, începând de la 0 și terminând cu `len(lista)-1`. Ultimul element se poate referi cu indicele `'-1'`:

In [25]:

```
lista = [10, 20, 30]
print('Ultimul element este:', lista[-1])
print('Penultimul element este:', lista[-2])
```

executed in 6ms, finished 19:38:39 2020-02-19

Ultimul element este: 30

Penultimul element este: 20

O lista se poate obtine prin repetarea unei constructii de un numar dorit de ori:

In [26]:

```
lista = [1, 2, 3] * 5 # efect similar demonstrat anterior pe string 'Ana'
print(lista)
```

executed in 5ms, finished 19:38:39 2020-02-19

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

Putem prelua portiuni intregi din lista, nu doar de pe pozitii individuale, folosind 'decuparea' (slicing), sub forma: lista[k:l]. Va rezulta o lista formata din elementele lista[k], lista[k+1], ..., lista[l-1] (se remarca marginea din dreapta a sirului: nu e l, ci l-1). Daca se doreste ca ordinea elementelor sa fie inversata, se foloseste lista[l:k:-1]; elementul de indice l va fi inclus in rezultat, elementul de indice k se va omite:

In [27]:

```
lista = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]
print(lista)
sliced = lista[3:8]
print(sliced)
sliced_reversed = lista[8:3:-1]
print(sliced_reversed)
```

executed in 7ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]
```

```
[4, 5, 6, 7, 8]
```

```
[9, 8, 7, 6, 5]
```

In [28]:

```
lista = [10, 20, 30, 40]
```

executed in 5ms, finished 19:38:39 2020-02-19

Formele acceptate pentru slicing sunt:

- a[start:end] # items start through end-1
- a[start:] # items start through the rest of the array
- a[:end] # items from the beginning through end-1
- a[:] # a copy of the whole array

In special ultima forma este interesanta: se obtine o clona a listei a. In lipsa acestui mecanism, doua variabile care indica spre aceeasi lista pot duce la modificari mutual vizibile:

In [29]:

```
▼ # aliasing
a = [1, 2, 3]
b = a
print('a=', a)
print('b=', b)
a[0] *= -1
print('Dupa modificare via a: b=', b)
# a si b refera aceeasi zona de memorie
```

executed in 8ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
a= [1, 2, 3]
b= [1, 2, 3]
Dupa modificare via a: b= [-1, 2, 3]
```

In [30]:

```
▼ # copiere de lista
a = [1, 2, 3]
b = a[:]
print('a=', a)
print('b=', b)
a[0] *= -1
print('Dupa modificare: a=', a)
print('Dupa modificare: b=', b)
# a si b refera zone de memorie diferite
```

executed in 9ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
a= [1, 2, 3]
b= [1, 2, 3]
Dupa modificare: a= [-1, 2, 3]
Dupa modificare: b= [1, 2, 3]
```

Copierea unei liste se poate face si cu metoda `copy` :

In [31]:

```
▼ # copiere de lista cu metoda copy
a = [1, 2, 3]
b = a.copy()
print('a=', a)
print('b=', b)
a[0] *= -1
print('Dupa modificare: a=', a)
print('Dupa modificare: b=', b)
# a si b refera zone de memorie diferite
```

executed in 9ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
a= [1, 2, 3]
b= [1, 2, 3]
Dupa modificare: a= [-1, 2, 3]
Dupa modificare: b= [1, 2, 3]
```

Listele pot fi concatenate:



In [32]:

```
a = [1, 2, 3]
b = [10, 20, 30]
c = a+b
print(c)
```

executed in 7ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
[1, 2, 3, 10, 20, 30]
```

La o lista se pot adauga elemente:

In [33]:

```
a = [1, 2, 3]
a.append(100)
print(a)
```

executed in 8ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
[1, 2, 3, 100]
```

Se recomanda ca daca pentru o lista se cunoaste capacitatea maxima sau chiar exacta, sa se prealoce, in loc sa se foloseasca adaugari repetate:

In [34]:

```
a = [None] * 10
#....
a[3] = 'Ana are mere'
print(a)
```

executed in 11ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
[None, None, None, 'Ana are mere', None, None, None, None, None, None]
```

Sortarea unei liste se face cu functia `sorted` , care optional poate sa preia:

- un parametru numit `reverse` de tip boolean, care precizeaza daca se face sortare descrescatoare
- un parametru numit `key` , care face referinta la o functie ce determina politica de sortare

In [35]:

```
▼ # Sortare crescatoare
a = [5, 1, 4, 3]
print(sorted(a))
```

executed in 6ms, finished 19:38:39 2020-02-19

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

In [36]:

```
# Sortare descrescatoare  
print(sorted(a, reverse=True))
```

executed in 6ms, finished 19:38:39 2020-02-19

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

In [37]:

```
# Sortare cu cheie specificata  
siruri = ['ccc', 'aaaa', 'd', 'bb']  
print(sorted(siruri, key=len))
```

executed in 8ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
['d', 'bb', 'ccc', 'aaaa']
```

Functia `sorted` returneaza o noua lista, lasand pe cea originala nemodificata. Daca se doreste ca sortarea sa se faca in cadrul liste originare, se va folosi metoda `sort` a tipului lista. Metoda `sort` returneaza `None`.

In [38]:

```
siruri = ['ccc', 'aaaa', 'd', 'bb']  
siruri.sort()  
print(siruri)
```

executed in 7ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
['aaaa', 'bb', 'ccc', 'd']
```

Stergerea unui element dintr-o lista, de pe o pozitie (indice) specificat se face cu `del` :

In [39]:

```
lista = [10, 20, 30]  
del lista[1]  
print(lista)
```

executed in 7ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
[10, 30]
```

Testarea existentei unui element intr-o lista se face cu operatorul `in` :

In [40]:

```
lista = ['Ana', 'are', 'mere']  
print('portocale' in lista)
```

executed in 7ms, finished 19:38:39 2020-02-19

```
False
```

Minimul si maximul unei liste se obtin cu functiile `min` respectiv `max`.

Alte metode apartinand tipului list sunt exemplificate mai jos:

In [41]:

```
lista = [10, 20, 30, 10]
# De cate ori apare elementul 10 in lista?
print('De cate ori apare elementul 10 in lista', lista.count(10))
# Care e primul index in care un anumit element apare in lista?
print('Care e primul index in care un anumit element apare in lista?', lista.index(20))
# daca pentru metoda index se specifica un element care nu exista, se arunca exceptie:
# print(lista.index(100000))
# ValueError: 100000 is not in list
# Inserare elementului 100 pe indexul 2 in lista:
lista.insert(2, 100)
print('Inserare elementului 100 pe indexul 2 in lista', lista)
# Inversarea ordinii elementelor dintr-o lista, in-place
lista.reverse()
print('Inversarea ordinii elementelor dintr-o lista, in-place', lista)
# Stergerea unui element din lista, prima aparitie
lista.remove(10)
print('Stergerea unui element din lista, prima aparitie', lista)
lista.clear()
print('Lista a fost golita:', lista)
```

executed in 9ms, finished 19:38:39 2020-02-19

De cate ori apare elementul 10 in lista 2  
Care e primul index in care un anumit element apare in lista? 1  
Inserare elementului 100 pe indexul 2 in lista [10, 20, 100, 30, 10]  
Inversarea ordinii elementelor dintr-o lista, in-place [10, 30, 100, 20, 10]  
Stergerea unui element din lista, prima aparitie [30, 100, 20, 10]  
Lista a fost golita: []

Pentru testarea faptului ca toate elementele (respectiv: macar un element al) unei liste de valori boolene sunt cu valoarea `true`, se va folosi functia `all` (respectiv: `any`).

In [42]:

```
lista = [True, False, True]
print('Macar unul e True:', any(lista))
print('Toate sunt True:', all(lista))
```

executed in 9ms, finished 19:38:39 2020-02-19

Macar unul e True: True  
Toate sunt True: False

Daca lista este goala, functia `all` returneaza `True`, iar `any` - `False`.

In [43]:

```
print('Macar unul e True:', any([]))
print('Toate sunt True:', all([]))
```

executed in 7ms, finished 19:38:39 2020-02-19

Macar unul e True: False  
Toate sunt True: True

O metoda deosebit de eleganta de procesare a elementelor unei liste este prin list comprehension, ce se va prezenta in cadrul sectiunii de instructiuni.

## 6.3.4 Tupluri

În timp ce o listă permite modificarea conținutului său, un tuplu reprezintă o colecție ordonată imuabilă. Elementele se separă cu virgulă, capetele tuplului se marchează de regulă cu paranteze rotunde, sau pot lipsi.

In [44]:

```
tuplu1 = ('informatica', 3, 'dimineata')
tuplu2 = 'chimie', 2, 'seara'
print(tuplu1)
```

executed in 7ms, finished 19:38:39 2020-02-19

('informatica', 3, 'dimineata')

In [45]:

```
print(tuplu1[0])
```

executed in 6ms, finished 19:38:39 2020-02-19

informatica

In [46]:

```
print(tuplu1[-1])
```

executed in 4ms, finished 19:38:40 2020-02-19

dimineata

In [47]:

```
print(len(tuplu1))
```

executed in 10ms, finished 19:38:40 2020-02-19

3

In [48]:

```
tuplu_gol = ()
print(len(tuplu_gol))
```

executed in 6ms, finished 19:38:40 2020-02-19

0

In [49]:

```
la_tuplul_cu_doar_o_valoare_trebuie_adaugata_virgula_la_sfarsit = (42,)
print(len(la_tuplul_cu_doar_o_valoare_trebuie_adaugata_virgula_la_sfarsit))
```

executed in 6ms, finished 19:38:40 2020-02-19

1

Elementele unui tuplu pot fi preluate individual în variabile:

In [50]:

```
print(tuplu1)
a, b, c = tuplu1
print(a)
print(b)
print(c)
```

executed in 6ms, finished 19:38:40 2020-02-19

```
('informatica', 3, 'dimineata')
informatica
3
dimineata
```

In [51]:

```
▼ #Tuplurile se pot concatena
tuplu1 + tuplu2
```

executed in 16ms, finished 19:38:40 2020-02-19

Out[51]:

```
('informatica', 3, 'dimineata', 'chimie', 2, 'seara')
```

In [52]:

```
▼ #Convertirea unei liste in tuplu:
lista = [1, 2, 3, 4, 5]
tuplu = tuple(lista)
print(type(tuplu))
print(tuplu)
```

executed in 7ms, finished 19:38:40 2020-02-19

```
<class 'tuple'>
(1, 2, 3, 4, 5)
```

## 6.3.5 Dictionare

Dictionarele sunt colectii de asocieri intre chei si valori. Colectia de tip dictionar se demarcheaza cu acolade. Elementele se acceseaza specificand intre paranteze drepte valoarea cheii.

In [53]:

```

geografie = {} #dictionar gol
geografie = {'Romania': 'Bucuresti', 'Serbia': 'Belgrad'}
print('Lungimea este:', len(geografie))
key = 'Romania'
print('Valoarea pentru cheia', key, 'este', geografie[key])
geografie['Grecia'] = 'Atena' #adaugare de pereche cheie-valoare in dictionar
# daca se foloseste o cheie care exista, valoarea asociata va fi suprascrisa cu cea noua
geografie['Grecia'] = 'Athens'
# accesarea folosind o cheie invalida duce la eroare (KeyError)
# geografie['Franta']
# pentru a evita eroare la rulare, se poate folosi metoda get; daca cheia nu e gasita in d
print(geografie.get('Franta'))
# daca se doreste returnarea unei valori prestabilite in cazul lipsei cheii, metoda get a
print(geografie.get('Franta', '<Nu exista in dictionar>'))

```

executed in 32ms, finished 19:38:40 2020-02-19

```

Lungimea este: 2
Valoarea pentru cheia Romania este Bucuresti
None
<Nu exista in dictionar>

```

Colectiile cheilor unui dictionar se determina cu metoda `keys` , respectiv `values` :

In [54]:

```

print('Chei:', geografie.keys())
print('Valori:', geografie.values())

```

executed in 9ms, finished 19:38:40 2020-02-19

```

Chei: dict_keys(['Romania', 'Serbia', 'Grecia'])
Valori: dict_values(['Bucuresti', 'Belgrad', 'Athens'])

```

Oricare din colectii poate fi transformata intr-o lista prin apelul constructorului `list()` care poate prelua o colectie oarecare:

In [55]:

```

print(list(geografie.keys()))
print(list(geografie.values()))

```

executed in 6ms, finished 19:38:40 2020-02-19

```

['Romania', 'Serbia', 'Grecia']
['Bucuresti', 'Belgrad', 'Athens']

```

Stergerea unei chei din dictionar, impreuna cu valoarea asociata, se face cu instructiunea `del` :

In [56]:

```

del geografie['Grecia']
print(geografie)

```

executed in 5ms, finished 19:38:40 2020-02-19

```

{'Romania': 'Bucuresti', 'Serbia': 'Belgrad'}

```

Testarea faptului ca o anumita cheie se afla intr-un dictionar se face cu operatorul `in` :

In [57]:

```
print('Grecia' in geografie)
```

executed in 8ms, finished 19:38:40 2020-02-19

False

Golirea unui dictionar se face, precum la alte tipuri colectie cu metoda `clear` :

In [58]:

```
# geografie.clear()
```

executed in 8ms, finished 19:38:40 2020-02-19

Colectia perechilor (cheie, valoare) a unui dictionar se obtine cu metoda `items()` :

In [59]:

```
print(geografie.items())  
print(list(geografie.items()))
```

executed in 6ms, finished 19:38:40 2020-02-19

```
dict_items([('Romania', 'Bucuresti'), ('Serbia', 'Belgrad')])  
[('Romania', 'Bucuresti'), ('Serbia', 'Belgrad')]
```

Daca la un dictionar se doreste adaugarea perechilor (cheie-valoare) ale altui dictionar se foloseste metoda `update` :

In [60]:

```
geografie_asia = {'China':'Beijing', 'India':'New Delhi'}  
geografie.update(geografie_asia)  
print(geografie)
```

executed in 7ms, finished 19:38:40 2020-02-19

```
{'Romania': 'Bucuresti', 'Serbia': 'Belgrad', 'China': 'Beijing', 'India':  
'New Delhi'}
```

Clonarea unui dictionar se face cu metoda `copy` :

In [61]:

```
geografie_copie = geografie.copy()  
geografie_copie['India'] = 'New----Delhi'  
print(geografie['India'], ', ', geografie_copie['India'])
```

executed in 6ms, finished 19:38:40 2020-02-19

New Delhi , New----Delhi

O prezentare detaliata si bine structurata pentru dictionare se gaseste [aici \(https://realpython.com/python-dicts/\)](https://realpython.com/python-dicts/).

### 6.3.6 Alte colectii

Se foloseste foarte frecvent functia `range` care produce o secventa de numere. Formele de utilizare sunt:

- `range(n)` produce colectia 0, 1, ..., n-1
- `range(start, stop)` produce colectia start, start+1, ..., stop-1
- `range(start, stop, step)` produce secventa in functie de semnul lui `step` :
  - start, start+step, start+2\*step, ... k, unde k este cel mai mare intreg mai mic decat stop, care se obtine prin adaugarea unui multiplu intreg al pasului step la start
  - start, start+step, start+2\*step, ..., k unde k este cel mai mare intreg mai mare decat stop, obtinut prin adaugarea unui multiplu intreg al pasului step la start

In [62]:

```
▼ for i in range(2, 10):  
    print(i, end=' ')
```

executed in 7ms, finished 19:38:40 2020-02-19

2 3 4 5 6 7 8 9

In [63]:

```
▼ for i in range(2, 10, 3):  
    print(i, end=' ')
```

executed in 9ms, finished 19:38:40 2020-02-19

2 5 8

In [64]:

```
▼ for i in range(10, 2, -2):  
    print(i, end=' ')
```

executed in 9ms, finished 19:38:40 2020-02-19

10 8 6 4

Functia `enumerate` porneste de la o colectie si da acces simultan atat la indicele elementului din colectie, cat si la elementul curent:

In [65]:

```
lista1 = ['a', 'b', 'c']  
▼ for i, item in enumerate(lista1):  
    print(i, item)
```

executed in 8ms, finished 19:38:40 2020-02-19

0 a  
1 b  
2 c

Functia `zip` permite 'imperecherea' a doua liste



In [66]:

```
lista2 = ['m', 'n', 'p']  
▼ for pereche in zip(lista1, lista2):  
    print(pereche)
```

executed in 9ms, finished 19:38:40 2020-02-19

```
('a', 'm')  
( 'b', 'n')  
( 'c', 'p')
```

Un alt tip de date frecvent utilizat este tipul multime (set), cu prezentare in extenso [aici](https://realpython.com/python-sets/) (<https://realpython.com/python-sets/>).

## 6.4 Instructiuni, comentarii

### 6.4.1 Blocuri de instructiuni

Instructiunile se scriu de regula cate una pe linie. Daca pentru o instructiune prea lunga se doreset continuarea ei pe linia urmatoare, se pune la finalul liniei caracterul \ si se continua pe rand nou:

In [67]:

```
▼ a = 1 + 2 + 3 \  
    + 4  
print(a)
```

executed in 12ms, finished 19:38:40 2020-02-19

10

Pentru colectii, continuarea pe rand nou nu necesita caracter backslash:

In [68]:

```
▼ lista_lunga = [1, 2, 3,  
                 4, 5, 6]
```

executed in 7ms, finished 19:38:40 2020-02-19

Se pot scrie mai multe instructiuni pe o linie, despartindu-se cu caracterul ';'. Acest stil insa e nerecomandat

In [69]:

```
print('1'); print('2')
```

executed in 10ms, finished 19:38:40 2020-02-19

```
1  
2
```

Un bloc de instructiuni va folosi aceeasi indentare. Se poate folosi orice pentru indentare (tab, sau acelasi numar de spatii), dar stilul de indentare trebuie sa fie unitar. Un astfel de bloc de instructiuni se termina cu prima linie care nu e indentata in acelasi stil ca si blocul.

In [70]:

```
▼ if 1 + 1 == 3:  
    print('Nu se afiseaza')  
    print('Linia aceasta nu face parte din blocul corespunzator instructiunii if')
```

executed in 6ms, finished 19:38:40 2020-02-19

Linia aceasta nu face parte din blocul corespunzator instructiunii if

## 6.4.2 Comentarii

Comentariile sunt fie pe o singura linie, incepand de la caracterul # pana la finalul liniei, fie folosind apostroafe sau ghilimele, de trei ori la inceput si la sfarsit de comentariu:

In [71]:

```
"""Comentariu  
foarte lung"""
```

executed in 6ms, finished 19:38:40 2020-02-19

Out[71]:

```
'Comentariu\nfoarte lung'
```

## 6.4.3 Atribuirea

Atribuirea a fost exemplificata mai sus. Mai avem variantele:

In [72]:

```
▼ # Atribuire multipla cu o valoare  
a = b = c = 3
```

executed in 5ms, finished 19:38:40 2020-02-19

In [73]:

```
▼ # Atribuire multipla cu mai multe valori simultan  
a, b = 2, 3  
print(a, b)
```

executed in 5ms, finished 19:38:40 2020-02-19

2 3

Ultima forma poate fi speculata astfel: daca a si b sunt doua variabile si se doreste interschimbarea valorilor lor, atunci putem scrie:

In [74]:

```
print('Inainte de interschimbare: ', a, b)
a, b = b, a
print('Dupa interschimbare: ', a, b)
```

executed in 11ms, finished 19:38:40 2020-02-19

Inainte de interschimbare: 2 3

Dupa interschimbare: 3 2

## 6.4.4 Instructiunea if

Formele uzuale sunt:

```
if expresie:
    bloc 1
else
    bloc 2
```

Partea `else` poate sa lipseasca. Blocurile de instructiuni ce urmeaza dupa `if` si `else` sunt indentate.

In [75]:

```
var1 = 100
var2 = 200
▼ if var1 > var2:
    print("In if - Got a true expression value")
    print(var1)
▼ else:
    print("In else - Got a false expression value")
    print(var2)
```

executed in 9ms, finished 19:38:40 2020-02-19

In else - Got a false expression value

200

O instructiune `if` poate conine multiple teste, folosind `elif` :

```
if expression1:
    statement(s)
elif expression2:
    statement(s)
elif expression3:
    statement(s)
else:
    statement(s)
```

Se evalueaza in ordine conditiile `expression1` , `expression2` etc. pana la prima care e gasita ca fiind adevarata; blocul ei este executat si restul se ignora

In [76]:

```
var = 100
▼ if var == 200:
    print("1 - Got a true expression value")
    print(var)
▼ elif var == 150:
    print("2 - Got a true expression value")
    print(var)
▼ elif var == 100:
    print("3 - Got a true expression value")
    print(var)
▼ else:
    print("4 - Got a false expression value")
    print(var)
```

executed in 10ms, finished 19:38:40 2020-02-19

```
3 - Got a true expression value
100
```

Instructiunea `if` se poate folosi si inline, in forma:

```
expression_if_true if condition else expression_if_false
```

Exemplu:

In [77]:

```
CNP = '5678901234567'
gen_masculin = True if int(CNP[0]) % 2 == 1 else False
print('gen masculin:', gen_masculin)
```

executed in 7ms, finished 19:38:40 2020-02-19

```
gen masculin: True
```

## 6.4.5 Ciclare: for

Ciclarea cu `for` este folosita pentru a itera o instructiune sau un bloc de instructiuni peste o colectie cunoscuta.

In [78]:

```
▼ for i in range(0, 3):
    print('i=', i)
```

executed in 7ms, finished 19:38:40 2020-02-19

```
i= 0
i= 1
i= 2
```

In [79]:

```
▼ # Exemplu: calculul factorialului unui numar
n = 100
p = 1
▼ for i in range(1, n+1):
    p *= i
print(n, '!=', p)
```

executed in 7ms, finished 19:38:40 2020-02-19

```
100 != 933262154439441526816992388562667004907159682643816214685929638952175
9999322991560894146397615651828625369792082722375825118521091686400000000000
00000000000000
```

In [80]:

```
▼ # %%timeit
# n = 100
# list_numbers = [str(i) for i in range(1, n+1)]
# expression = '*'.join(list_numbers)
# print(eval(expression))
```

executed in 5ms, finished 19:38:40 2020-02-19

In [81]:

```
▼ lista_nume = ['Ana', 'Dan', 'Rares', 'Dana']
▼ for nume in lista_nume:
    print(nume)
```

executed in 6ms, finished 19:38:40 2020-02-19

```
Ana
Dan
Rares
Dana
```

In [82]:

```
▼ geografie = {'Romania': 'Bucuresti', 'Serbia': 'Belgrad', 'Grecia': 'Atena'}
▼ for key in geografie:
    print(geografie[key])
```

executed in 10ms, finished 19:38:40 2020-02-19

```
Bucuresti
Belgrad
Atena
```

In [83]:

```
▼ # iterare cu doua elemente, peste colectie de perechi
▼ for key, value in geografie.items():
    print('Capitala pentru', key, 'este', value)
```

executed in 13ms, finished 19:38:40 2020-02-19

```
Capitala pentru Romania este Bucuresti
Capitala pentru Serbia este Belgrad
Capitala pentru Grecia este Atena
```

In [84]:

```
▼ for index, element in enumerate(lista_nume):  
    print(index, element)
```

executed in 8ms, finished 19:38:40 2020-02-19

```
0 Ana  
1 Dan  
2 Rares  
3 Dana
```

In [85]:

```
▼ # enumerare peste doua colectii 'impreunate'  
  lista_anii = [20, 21, 22, 23]  
▼ for nume, ani in zip(lista_nume, lista_anii):  
    print(nume, 'are', ani, 'ani')
```

executed in 7ms, finished 19:38:40 2020-02-19

```
Ana are 20 ani  
Dan are 21 ani  
Rares are 22 ani  
Dana are 23 ani
```

Se poate forta iesirea dintr-un ciclu `for` cu instructiunea `break`. Se poate sari peste o parte din blocul unui ciclu `for` si trece la ciclarea urmatoare folosind `continue`:

In [86]:

```
▼ for i in range(100):  
▼     if i > 5:  
        break  
    print(i)
```

executed in 6ms, finished 19:38:40 2020-02-19

```
0  
1  
2  
3  
4  
5
```

In [87]:

```
▼ for i in range(10):  
▼     if i % 2 == 0:  
        continue  
    print(i)
```

executed in 6ms, finished 19:38:40 2020-02-19

```
1  
3  
5  
7  
9
```

O forma aparte a instructiunii `for` in Python este aceea in care la final se pune `else`: daca nu s-a executat

'break' in corpul ciclului, atunci se executa blocul de dupa else :

In [88]:

```
▼ for n in range(2, 10):
  ▼ for x in range(2, n):
    ▼ if n % x == 0:
      print( n, 'equals', x, '*', n//x)
      break
    ▼ else:
      # Loop fell through without finding a factor
      print(n, 'is a prime number')
```

executed in 11ms, finished 19:38:40 2020-02-19

```
2 is a prime number
3 is a prime number
4 equals 2 * 2
5 is a prime number
6 equals 2 * 3
7 is a prime number
8 equals 2 * 4
9 equals 3 * 3
```

## 6.4.6 Ciclare: while

Folosind while se cicleaza peste un bloc de instructiuni atata timp cat o anumita conditie este adevarata:

```
while test_expression:
    body of while
```

In [89]:

```
▼ n = 10

# initialize sum and counter
my_sum = 0
i = 1

▼ while i <= n:
  my_sum = my_sum + i
  i = i+1 # update counter

# print the sum
print("The sum is", my_sum)
```

executed in 9ms, finished 19:38:40 2020-02-19

The sum is 55

Se poate ca o instructiune while sa se termine cu else , al carei bloc se executa cand expresia de test devine falsa, dar numai daca nu s-a ajuns la un break .

