



CS324 - SKRIPTING JEZICI

Python i naučno programiranje: SciPy

Lekcija 10

PRIRUČNIK ZA STUDENTE

CS324 - SKRIPTING JEZICI

Lekcija 10

PYTHON I NAUČNO PROGRAMIRANJE: SCIPY

- ✓ Python i naučno programiranje: SciPy
- ✓ Poglavlje 1: Uvod u SciPy
- ✓ Poglavlje 2: Napredni rad sa višedimenzionalnim nizovima
- ✓ Poglavlje 3: Napredna vizuelizacija podataka
- ✓ Poglavlje 4: Crtanje više grafikona na jednoj figuri
- ✓ Poglavlje 5: Rad sa .mat datotekama
- ✓ Poglavlje 6: Pokazne vežbe #10
- ✓ Poglavlje 7: Individualne vežbe #10
- ✓ Poglavlje 8: Domaći zadatak #10
- ✓ Zaključak

Copyright © 2017 – UNIVERZITET METROPOLITAN, Beograd. Sva prava zadržana. Bez prethodne pismene dozvole od strane Univerziteta METROPOLITAN zabranjena je reprodukcija, transfer, distribucija ili memorisanje nekog dela ili čitavih sadržaja ovog dokumenta., kopiranjem, snimanjem, elektronskim putem, skeniranjem ili na bilo koji drugi način.

Copyright © 2017 BELGRADE METROPOLITAN UNIVERSITY. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, scanning or otherwise, without the prior written permission of Belgrade Metropolitan University.

▼ Uvod

UVOD

SciPy predstavlja skup paketa za naučno programiranje. Uz paketa kao što su NumPy, matplotlib, i pandas, SciPy predstavlja kompletno besplatno rešenje za naučno programiranje.

U ovoj lekciji obradiće se [SciPy](#), paket za naučno programiranje, koji je nastavak [NumPy](#), [pandas](#), i [matplotlib](#) paketa.

SciPy kao celina predstavlja jedan ekosistem za matematičko, naučno i inženjersko programiranje u Python jeziku. Suštinski, [SciPy](#) predstavlja jednu biblioteku u kojoj su uključeni i prethodno obrađeni paketi ([NumPy](#) [pandas](#), i [matplotlib](#)), ali to nisu jedini paketi koji su dostupni.

Python jezik ima veliku primenu ne samo u komercijalnom programiranju, već i u naučnom i inženjerskom programiranju, a veliki doprinos popularnosti Python jezika je upravo donela paleta [SciPy](#).

U nastavku lekcije biće šire rečeno koje sve module sadrži [SciPy](#). Neka opšta podela modula bi bila za optimizaciju podataka, za linearnu algebru, za obradu signala, slike i zvuka, kao i za rešavanje diferencijalnih jednačina.

Lekcija se bazira na znanju iz [NumPy](#) i [matplotlib](#) paketa, i biće obrađeni dodatni načini za rad sa višedimenzionalnim nizovima, kao i za različito predstavljanje podataka.

Ova lekcija sadrži video materijal. Ukoliko želite da pogledate ovaj video morate da otvorite LAMS lekciju.

▼ Poglavlje 1

Uvod u SciPy

SCIPY KAO EKOSISTEM

SciPy ne sadrži samo sam scipy paket, već se tretira kao ekosistem za naučno programiranje u Python jeziku.



Slika 1.1 SciPy - skup alata za naučno programiranje u Python jeziku. [Izvor: <https://www.scipy.org/>]

Scipy predstavlja skup alata za naučno programiranje u Python jeziku.

Često se u literaturi Scipy navodi kao **ekosistem**, tj. skup open-source softvera za naučno programiranje, koje uključuje sledeće osnovne komponente:

- **Python** programski jezik,
- **NumPy** paket za numeričko programiranje,
- **matplotlib** paket za vizuelizaciju podataka,
- **SciPy** paket, koji uključuje kolekciju algoritama za specifičnu namenu (obrada signala, optimizacija, statistika i mnoge druge).

Osim ovih osnovnih komponenti, SciPy ekosistem uključuje opšte i specijalizovane alate za obradu podataka i izračunavanje:

- **pandas** paket za rad sa strukturama podataka,
- **SymPy** paket za simboličku matematiku i računarsku algebru,
- **NetworkX** skup alata za mrežnu analizu,
- **scikit-image** skup algoritma za obradu slika,
- **scikit-learn** skup algoritama za mašinsko učenje
- **Jupyter** sveske, Python interpreter kao veb aplikacija,
- **IPython** interaktivni interfejs,
- **Cython** ekstenzija za rad sa kodom napisan na C jeziku

SciPy predstavlja skup matematičkih algoritama i funkcija, koja se nadograđuje na NumPy paket za Python jezik. Dodaje značajno poboljšanje za interaktivno Python programiranje tako što omogućava korisniku da koristi komande visokog nivoa, kao i klase za manipulaciju i vizuelizaciju podataka. Sa SciPy paketom, Python postaje razvojno okruženje za obradu podataka koje može stati rame uz rame sa programskim jezicima kao što su MATLAB, IDL, Octave, R-Lab i i SciLab.

Dodatno poboljšanje koje SciPy ekosistem pruža jeste moguće razvijati sofisticirane i specijalizovane aplikacije, budući da je ekosistem baziran na Python programskom jeziku koji je opšteg tipa.

INSTALACIJA POTREBNIH PAKETA ZA SCIPY EKOSISTEM

Paket scipy nije deo standardne Python biblioteke, te je neophodno dodatno preuzeti paket korišćenjem konzole i pip komandi.

Paket SciPy nije deo standardne Python biblioteke, te je neophodno dodatno preuzeti paket.

Kao i prethodne pakete, paket SciPy se može instalirati korišćenjem konzole preko pip komande:

```
pip install scipy
```

Nakon preuzimanja potrebnih datoteka, SciPy se može koristiti prilikom razvijanja Python aplikacija.



Slika 1.2 Instalacija scipy paketa. [Izvor: Autor]

Provera (sa verzijom koja je instalirana) se može izvršiti pokretanjem pip list komande.

```
pip list
```

Osim samog paketa SciPy, potrebno je instalirati (barem) pakete NumPy, matplotlib, i pandas. Dodatni paketi se mogu instalirati jednom komandom:

```
pip install numpy matplotlib pandas sympy
```

Slika 1.3 Provera instalacije scipy paketa. [Izvor: Autor]

Ova lekcija sadrži video materijal. Ukoliko želite da pogledate ovaj video morate da otvorite LAMS lekciju.

TESTIRANJE INSTALACIJE

Posle instalacije potrebnih paketa, poželjno ih je testirati pisanjem jednostavnog programa.

Najbolji način da se testira da li su svi paketi korektno instalirani jeste pisanjem sledećeg programa.

```
import numpy as np
print("I like ", np.pi)

from scipy import misc
import matplotlib.pyplot as plt

face = misc.face()
plt.imshow(face)
plt.show()
```

Kao izlaz, na konzoli treba da se ispiše sledeće:

```
>>> I like  3.141592653589793
```

Osim konzolnog izlaza, iz **SciPy** paketa uvozi se **misc** modul, a iz **matplotlib** paketa uvozi se **pyplot** modul za prikaz grafikona.

Prilikom korektno instaliranih paketa, osim što program neće javiti grešku, program treba da se iscrta grafikon na slici 4.



Slika 1.4 Testiranje SciPy i matplotlib paketa kroz crtanje grafikona. [Izvor: Autor]

INSTALACIJA SCIPY PAKETA I TESTIRANJE KROZ TEST PROGRAM

Sledi video o instalaciji Scipy paketa i provere osnovnih funkcionalnosti

Ova lekcija sadrži video materijal. Ukoliko želite da pogledate ovaj video morate da otvorite LAMS lekciju.

▼ Poglavlje 2

Napredni rad sa višedimenzionalnim nizovima

INDEKSIRANJE VIŠEDIMENZIONALNIH NIZOVA

Za razliku od jednodimenzionalnih nizova, višedimenzionalni nizovi imaju indeks po svakoj osi.

U lekciji za numeričko programiranje u Python jeziku i radu sa NumPy paketom, obrađene su osnovne funkcije kreiranja više-dimenzionih homogenih nizova.

U nastavku biće reči o naprednijim funkcijama unutar NumPy paketa za rad sa nizovima.

Kao i ranije, pri radu sa NumPy paketom potrebno je uvesti NumPy u radnu datoteku:

```
# uvoz NumPy paketa
import numpy as np
```

Ova lekcija sadrži video materijal. Ukoliko želite da pogledate ovaj video morate da otvorite LAMS lekciju.

Indeksiranje višedimenzionalnih nizova

Za razliku od jednodimenzionalnih nizova, višedimenzionalni nizovi imaju indeks po svakoj osi (en. **axis**), koji se razdvaja zapetom. Moguće je indeksirati u posebnim zagradama. Kao i kod listi, indeksiranje kreće od nule.

Primer: Indeksiranje matrice

Napraviti **Numpy** matricu 5x4 (pet redova i četiri kolone). Indeksirati:

- četvrti element u trećem redu.
- svaki red u drugoj koloni (sve elemente druge kolone),
- svaku kolonu u drugom i trećem redu (ceo drugi i treći red).

```
import numpy as np

b = np.array([[ 0,  1,  2,  3],
              [10, 11, 12, 13],
              [20, 21, 22, 23],
              [30, 31, 32, 33],
              [40, 41, 42, 43]])

# jedan element
```



```
print(b[2,3])
print(b[2][3])
# kolone
print(b[0:5, 1])
print(b[:,1])
# redovi
print(b[1:3,:])
```

NIZOVI SPECIFIČNOG REDOSLEDA - ARANGE()

Funkcijom `arange()` vraća se niz sa elementima u datom intervalu sa određenim korakom.

Funkcija `arange()`

Funkcijom `arange()` vraća se niz sa elementima u datom intervalu sa određenim korakom.

```
numpy.arange(start, stop, step, dtype=None)
```

Parametar **start** je opcioni (podrazumevani je 0) i označava početak intervala.

Parametar **stop** označava kraj intervala. Niz ne uključuje i samu vrednost koja se ubaci kao interval.

Parametar **step** jeste korak i označava razliku vrednosti između elemenata niza. Ovaj parametar je opcioni i podrazumevana vrednost je 1.

```
np.arange(3)
>>>array([0, 1, 2])
np.arange(3.0)
>>>array([ 0.,  1.,  2.])
np.arange(3,7)
>>>array([3, 4, 5, 6])
np.arange(3,7,2)
>>>array([3, 5])
```

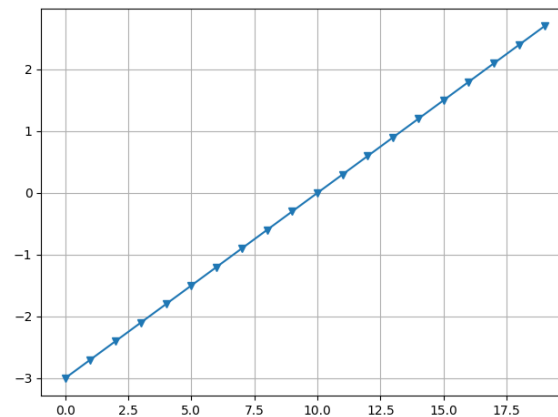
Primer (5 minuta)

Napisati program koji će vratiti numpy niz od -3 do 3 sa korakom 0.3.

Nacrtati grafikon koji prati vrednosti niza kao linijski grafikon.

```
import numpy as np
from matplotlib import pyplot as plt

a = np.arange(-3, 3, 0.3)
plt.plot(a, marker='v', label='arange niz')
plt.tight_layout()
plt.grid()
plt.show()
```



Slika 2.1 Niz preko range funkcije. [Izvor: Autor]

NIZOVI SPECIFIČNOG REDOSLEDA - Linspace()

Funkcijom `linspace()` vraća se niz sa elementima u datom intervalu i određenim brojem elemenata.

Funkcija `linspace()`

Funkcijom `linspace()` vraća se niz sa elementima u datom intervalu sa određenim brojem elemenata.

```
numpy.linspace(start, stop, num=50, endpoint=True, retstep=False, dtype=None)
```

Parametar **start** označava početak intervala.

Parametar **stop** označava kraj intervala. Niz uključuje i samu vrednost koja se ubaci kao interval. Ukoliko je **endpoint** parametar **False**, onda se ne uključuje u sam niz.

Parametar **num** jeste broj vrednosti koji se generiše između start i stop (uključujući i start i stop). Podrazumevana vrednost je 50.

Parametar **retstep** (podrazumevano je False) vratiće i vrednost koraka. U ovom slučaju niz i korak se vraćaju kao **tuple**.

```
np.linspace(2.0, 3.0, num=5)
>>>array([2. , 2.25, 2.5 , 2.75, 3.  ])
np.linspace(2.0, 3.0, num=5, endpoint=False)
>>>array([2. , 2.2, 2.4, 2.6, 2.8])
np.linspace(2.0, 3.0, num=5, retstep=True)
>>>(array([2. , 2.25, 2.5 , 2.75, 3.  ]), 0.25)
```

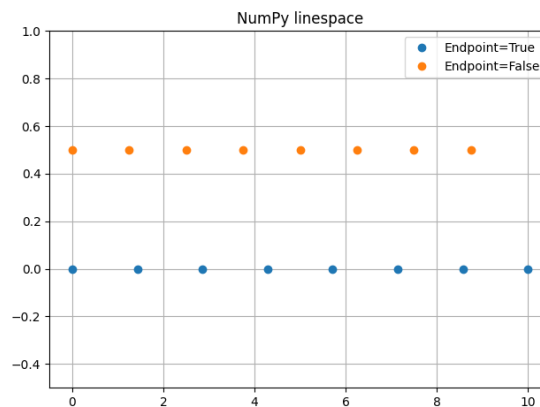
Primer (5 minuta)

Napisati program koji će vratiti numpy nizove od 0 do 10 sa 8 elementa. Kod prvog niza **endpoint=False**, a kod drugog je True.

Nacrtati grafikon koji prati vrednosti niza (prvi niz se crta na $y=0$, drugi na $y=0.5$) kao linijski grafikon samo sa markerima.

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

x1 = np.linspace(0, 10, 8, endpoint=True)
x2 = np.linspace(0, 10, 8, endpoint=False)
y = np.zeros(x1.shape)
plt.plot(x1, y, 'o')
plt.plot(x2, y + 0.5, 'o')
plt.ylim([-0.5, 1])
plt.grid()
plt.tight_layout()
plt.show()
```



Slika 2.2 Niz preko linspace funkcije. [Izvor: Autor]

NIZOVI SPECIFIČNOG REDOSLEDA - GEOMSPACE() I LOGSPACE()

Funkcije `geomspace()` i `logspace()` vraćaju nizove sa razmakom elemenata u geometrijskoj i logaritamskoj progresiji.

Funkcija `geomspace()`

Funkcijom `geomspace()` vraća se niz sa elementima u datom intervalu sa određenim brojem elemenata i veličine razmaka između elemenata u geometrijskoj progresiji.

```
numpy.geomspace(start, stop, num=50, endpoint=True, dtype=None)
```

Parametar **start** označava početak intervala.

Parametar **stop** označava kraj intervala. Niz uključuje i samu vrednost koja se ubaci kao interval. Ukoliko je **endpoint** parametar **False**, onda se ne uključuje u sam niz.

Parametar **num** jeste broj vrednosti koji se generiše između start i stop (uključujući i start i stop). Podrazumevana vrednost je 50.

Funkcija `logspace()`

Funkcijom `logspace()` vraća se niz sa elementima u datom intervalu sa određenim brojem elemenata i veličine razmaka između elemenata u logaritamskoj progresiji.

```
numpy.logspace(start, stop, num=50, endpoint=True, base=10.0, dtype=None)
```

Parametar **start** označava prvi stepen.

Parametar **stop** poslednji stepen. Niz uključuje i samu vrednost koja se ubaci kao interval. Ukoliko je **endpoint** parametar **False**, onda se ne uključuje u sam niz.

Parametar **num** jeste broj vrednosti koji se generiše između start i stop (uključujući i start i stop). Podrazumevana vrednost je 50.

Parametar **base** (podrazumevano je 10) označava koja je osnova za logaritam.

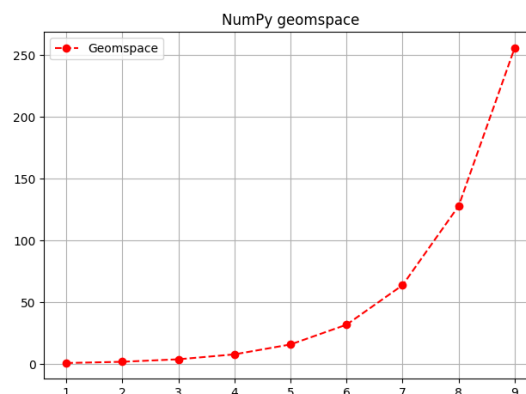
PRIMERI ZA GEOMSPACE() I LOGSPACE()

Slede primeri za korišćenje `geomspace` i `logspace` funkcija.

Primer (5 minuta)

Napisati program za prikazivanje vrednosti stepena dvojke od 1 do 256, korišćenjem `geomspace()` NumPy funkcije.

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
x = np.arange(1, 10)
y1 = np.geomspace(1, 256, 9)
plt.plot(x, y1, 'or--', label='Geomspace')
plt.grid()
plt.legend()
plt.title('NumPy geomspace')
plt.tight_layout()
plt.show()
```

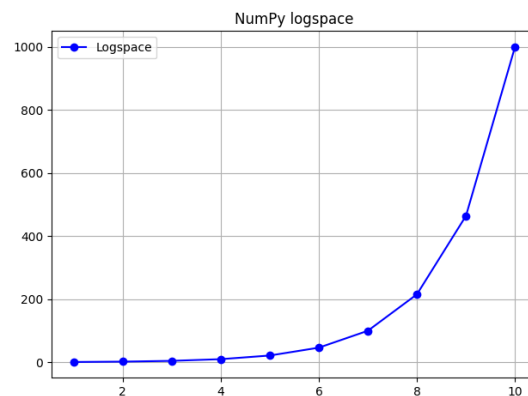


Slika 2.3 Niz preko geospace funkcije. [Izvor: Autor]

Primer (5 minuta)

Napisati program za prikazivanje vrednosti od 10^0 do 10^3 kroz 10 elemenata, korišćenjem **logspace()** NumPy funkcije.

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
x = np.arange(1, 11)
y1 = np.logspace(0, 3, num=10, base=10)
plt.plot(x, y1, 'ob-', label='Logspace')
plt.grid()
plt.legend()
plt.title('NumPy logspace')
plt.tight_layout()
plt.show()
```



Slika 2.4 Niz preko logspace funkcije. [Izvor: Autor]

Ova lekcija sadrži video materijal. Ukoliko želite da pogledate ovaj video morate da otvorite LAMS lekciju.

PROMENA OBLIKA NIZA: FUNKCIJA RESHAPE

*Eksplisitna promena oblika niza bez promene sadržaja niza moguća je funkcijom **reshape()**.*

Promena oblika niza: **reshape()** funkcija

Eksplisitna promena oblika niza bez promene sadržaja niza moguća je funkcijom **reshape()**

```
import numpy as np
np.reshape(a, newshape, order)
```

Parametar **a** odnosi se na niz koji treba da promeni oblika

Parametar **newshape** je ceo broj ili tuple sa dimenzijama novog oblika

Parametar **order** je opcioni parametar i odnosi se na redosled čitanja elemenata niza. Order prima kao argument "C", "F" ili "A" i odnosi se na indeksiranje kao u C-u, Fortran-u, dok "A" čita elemente kao da su u elementi niza sukcesivni u memoriji kao u Fortran programskom jeziku.

Primer (5 minuta)

Napraviti jednodimenzionalni niz od šest elemenata. Promeniti oblika niza sa tuple-om (2, 3) bez redosleda, i sa C i F redosledom.

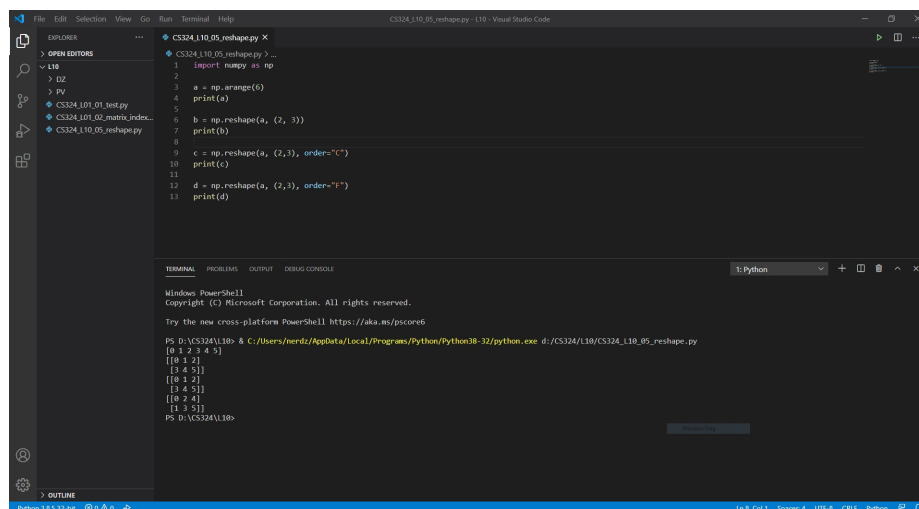
```
import numpy as np

a = np.arange(6)
print(a)

b = np.reshape(a, (2, 3))
print(b)

c = np.reshape(a, (2,3), order="C")
print(c)

d = np.reshape(a, (2,3), order="F")
print(d)
```



Slika 2.5 Različite promene oblika niza u odnosu na redosled indeksiranja. [Izvor: Autor]

RAZDVAJANJE I SPAJANJE NIZA

Niz se može podeliti u više manjih nizova korišćenjem funkcije `split()`.

Funkcija `split()`

Niz se može podeliti u više manjih nizova korišćenjem funkcije `split()`.

```
numpy.split(ary, indices_or_sections, axis=0)
```

Prvi parametar, **ary**, odnosi se na niz koji treba podeliti.

Drugi parametar, **indices_or_sections**, odnosi se na broj nizova na koliko treba prvobitni niz podeliti.

Treći parametar je **osa** (odnosno dimenzija) i odnosi se na dimenziju po kojoj je podela urađena. Podrazumevana vrednost je 0.

Funkcija vratiće listu NumPy nizova.

```
import numpy as np
a = np.arange(1,11,1)

print(a)
b = np.split(a,2)
print(b)
```

```
# izlaz konzole:
>>> [ 1  2  3  4  5  6  7  8  9 10]
>>> [array([1, 2, 3, 4, 5]), array([ 6,  7,  8,  9, 10])]
```

Funkcija [concatenate\(\)](#)

Nizovi se mogu spojiti u jedan veći niz korišćenjem funkcije ***concatenate()***.

```
numpy.concatenate((a1, a2, ...), axis=0)
```

Prvi parametar je **tuple nizova** i odnosi se na nizove koji treba spojiti.

Drugi parametar je **osa** (odnosno dimenzija) i odnosi se na dimenziju po kojoj je spajanje urađeno. Podrazumevana vrednost je 0.

Funkcija vratiće jedan NumPy niz.

```
a = np.array([[1, 2], [3, 4]])
b = np.array([[5, 6]])
np.concatenate((a, b), axis=0)
np.concatenate((a, b.T), axis=1)
np.concatenate((a, b), axis=None)
```

```
# izlaz konzole:

>>> array([[1, 2],
          [3, 4],
          [5, 6]])

>>> array([[1, 2, 5],
          [3, 4, 6]])

>>> array([1, 2, 3, 4, 5, 6])
```

▼ Poglavlje 3

Napredna vizuelizacija podataka

POPUNJAVANJE POVRŠINE NA LINE PLOT GRAFIKONU

Funkcija `fill_between()` puni površinu unutar linijskog grafikona po nekom uslovu.

Dodatno obeležavanje unutar linijskih grafikona može se postići crtanjem površina iznad ili ispod linija kada se ispuni neki uslov pomoću funkcije `fill_between()`.

Definicija funkcije je sledeća:

```
fill_between(x, y1, y2=0, where=None, alpha=0, interpolate=False)
```

Vrednosti **x** i **y1** jesu podaci **X** i **Y** ose, dok je **y2** (podrazumevano jednaka nuli) vrednost granice popunjavanja površine. Ukoliko postoji uslov, onda se prosleđuje u **where** parametru, dok je **alpha** providnost površine. Opcioni parametar **interpolate** popuniće deo linija koje nedostaju.

Primer (6 minuta)

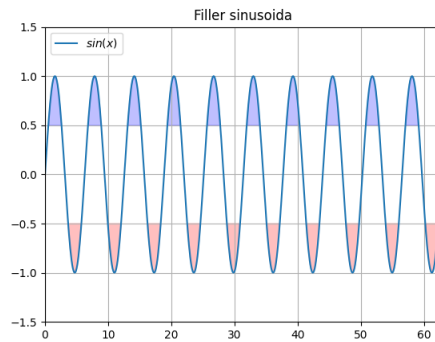
Napraviti numpy niz **x** koji kreće od nula do $20 \cdot \pi$ sa korakom 0.1. Izračunati $\sin(x)$ i iscrtati na linijskom grafikonu. zatim, iscrtati površinu plave boje i providnosti 0.25 kada je ispunjen uslov da je $y > 0.5$, i površinu crvene boje iste providnosti, kada je ispunjen uslov da je $y < -0.5$.

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

# Sinusoidna funkcija
x = np.arange(0, 20 * np.pi, 0.1)
y = np.sin(x)

plt.plot(x, y, label='$\sin(x)$')

plt.fill_between(x, y, 0.5, where=(y > 0.5), color='blue', alpha=0.25)
plt.fill_between(x, y, -0.5, where=(y <= -0.5), color='red', alpha=0.25)
plt.grid()
plt.legend(loc='upper left')
plt.axis([0, 20 * np.pi, -1.5, 1.5])
plt.title('Filler sinusoida')
plt.show()
```

Slika 3.1 Iscrtavanje površine po datom uslovu na sinusnoj funkciji. [Izvor: Autor]

SCATTER PLOT

Scatter plot predstavlja grafikon po tačkama, gde osim x-y osa i sama boja tačke može nositi dodatnu informaciju

Scatter plot jeste prikaz po tačkama.

Funkcija za ovakav prikaz jeste **scatter()**, gde su prvi parametri **X** i **Y** ose, dok su ostali parametri vezani za formatiranje tačaka.

Primer (20 minuta):

Napisati program koji pravi scatter grafikon odnosa trending klipova na YouTube-u koristeći podatke u nastavku (sačuvati podatke kao CSV datoteku). X osa predstavlja broj pregleda, Y osa predstavlja broj lajkova, dok boja tačke predstavlja odnos lajkova i dislajkova. Ose su logaritamske.

```
view_count,likes,ratio
8036001,324742,96.91
9378067,562589,98.19
2182066,273650,99.38
6525864,94698,96.25
9481284,582481,97.22
1853121,89903,97.46
2875684,183163,94.52
483827,4864,91.53
1677046,103227,97.52
289756,2387,92.95
2561907,237728,98.8
468390,25346,98.34
18977153,768968,98.73
365731,5997,93.29
680701,41543,97.99
5748289,225966,99.17
3575950,374937,97.69
865788,31806,98.3
5433739,389145,98.84
```

3643458,369667,97.88
247602,1516,89.18
300443,25429,99.49
313500,56891,98.35
3525217,92948,95.29
195072,23832,98.97
142697,20708,98.91
456783,2625,94.53
601565,38792,98.34
6021472,342044,97.54
940583,14292,97.7
446569,7557,97.15
767900,11091,97.14
5895810,98088,95.87
381910,45178,99.21
2468645,188315,98.73
407859,19407,98.77
846399,29308,95.93
872092,27298,94.85
1279718,98471,99.06
1068377,92634,98.89
4691951,164807,98.93
1091006,55346,98.53
891230,30612,88.39
720734,35647,98.11
1025214,19926,94.86
505146,3309,59.69
265430,2124,91.99
3651318,283911,98.64
1290212,201881,99.3
420393,5434,95.99
655107,21485,96.16
1010207,23720,95.85
777547,9167,94.46
686703,34001,98.54
1625877,62101,98.35
2107926,59334,97.3
1564214,81581,97.96
2277765,53425,89.82
1558609,95695,98.23
1689305,88050,95.43
3382856,74078,93.32
4835746,276098,94.3
248754,2041,90.75
687182,63309,97.61
751948,24359,98.3
737756,23093,82.35
964229,18898,86.34
973121,22810,97.6
575508,16975,94.75
1114419,35208,94.3
722956,21843,97.6
1560200,38185,96.52

281397,3706,91.53
1122525,28232,97.23
20650480,212862,91.88
225207,1524,84.76
598367,24260,94.51
2117363,162960,99.12
1233027,16400,88.81
2566897,112005,54.67
11907188,1234111,83.49
1477059,36018,98.75
292469,5656,92.71
466862,47754,98.96
1055798,46122,97.84
1278142,26021,97.37
1938747,16942,87.66
338563,8416,96.46
645274,17943,94.67
730110,26868,92.31
1521090,19761,86.6
1719425,79646,98.33
3028604,75484,97.22
1236239,55409,96.0
906642,14128,91.88
1257902,20899,92.93
1163635,30173,89.82
1413936,90918,97.87
709519,6013,95.14
628111,41450,97.03
2478832,143686,98.28
2524598,32486,93.66
821547,18708,97.31
3016943,38294,95.76
743575,20181,89.7
919626,22114,95.84
2536083,538376,99.6
959442,13220,95.94
2044159,41080,92.48
1554417,67165,93.0
2181022,180132,98.19
1010899,13696,97.57
2620663,72681,96.68
5732609,189529,97.16
1187273,73120,99.24
1594532,85661,97.01
8403016,294629,96.97
5972754,133474,96.6
6189511,267690,99.03
1042734,23761,91.61
9476773,417402,97.8
8040754,789213,98.73
2724624,88968,91.74
1085592,27288,98.51
3393417,219213,95.68

16396012,208578,79.21
3226905,19814,91.77
6276301,286642,98.15
647094,19753,89.98
8081040,477122,98.81
886934,29360,98.46
1228396,29893,98.2
697471,6452,94.85
1605670,78364,96.63
2056991,121925,98.44
397981,6185,58.36
2760289,106828,97.14
3655043,54069,89.65
10662064,320959,97.89
3105500,108620,96.6
2238691,48825,96.77
1153518,25832,96.44
686228,24882,96.57
7523411,614901,98.87
2641916,49354,95.78
11657853,233343,97.82
5932061,172195,95.91
6313988,323119,98.18
2850316,218273,98.14
2620142,36637,93.99
854120,54821,98.05
13799864,317613,96.07
906841,35315,98.09
689607,20658,98.58
441729,14901,99.0
797800,14327,95.41
1682016,75706,98.17
1426251,57965,98.73
2268534,91796,97.75
750032,39406,98.19
4272799,26229,98.03
2449662,80825,97.54
5988592,512483,99.4
3662227,75552,97.46
725964,42700,98.98
1647440,111190,98.85
985104,12721,96.5
1665692,23961,92.37
2051794,81790,96.64
4112883,116481,93.46
33297045,1293427,99.07
1517628,19931,96.25
1675692,18803,72.76
3626738,173591,98.44
1169663,7766,92.99
446959,4923,89.48
6995153,195994,96.69
519706,18975,98.94

```
4373224,169228,93.01
4024087,73080,97.71
731349,42205,98.52
94366013,4539630,97.66
2458132,34337,95.52
1812670,17476,94.43
2028445,158178,97.94
1335703,12622,94.14
938717,17120,97.26
2926955,42554,97.73
4018930,32919,82.1
6439402,81148,51.58
5665790,166892,96.95
899728,28115,96.49
2792057,206926,96.99
12839663,722491,97.84
5694139,146797,98.19
1069693,3970,90.66
590760,70454,99.18
319347,1208,92.5
27594927,1351963,96.4
26993425,437561,97.42
```

```
import pandas as pd
from matplotlib import pyplot as plt

data = pd.read_csv('scatter_data.csv')
view_count = data['view_count']
likes = data['likes']
ratio = data['ratio']

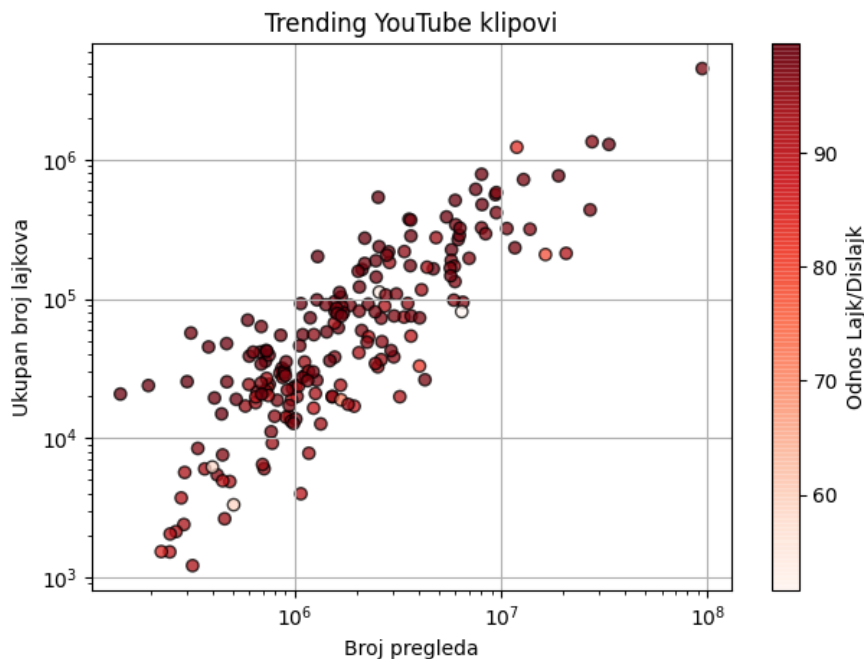
plt.scatter(view_count, likes, c=ratio, cmap='Reds', edgecolor='black',
            linewidth=1, alpha=0.75)

cbar = plt.colorbar()
cbar.set_label('Odnos Lajk/Dislajk')

plt.xscale('log')
plt.yscale('log')

plt.title('Trending YouTube klipovi')
plt.xlabel('Broj pregleda')
plt.ylabel('Ukupan broj lajkova')

plt.tight_layout()
plt.grid()
plt.show()
```



Slika 3.2 Scatter plot za odnos lajk/dislajk za YouTube klipove. [Izvor: Autor]

CRTANJE GRAFIKONA U REALNOM VREMENU

Moguće je iscrtavati grafikon u realnom vremenu korišćenjem `FuncAnimation` modula iz `matplotlib` paketa.

Moguće je iscrtavati grafikon u realnom vremenu korišćenjem `FuncAnimation` modula iz `matplotlib` paketa.

Primer: 15 minuta

Napraviti program koji u CSV dokumentu u dve kolone upisuje vrednosti koji se kreću od 1000. Prvoj vrednosti se dodaje nasumični element od -6 do 8, a drugoj od -5 do 6. Program radi u beskonačnoj petlji dok se ručno ne zaustavi. Svaka iteracija kasni jednu sekundu.

U drugoj datoteci u realnom vremenu učitavati podatke i iscrtavati kao linijski plot.

```
import csv
import random
import time
import os

x_value = 0
total_1 = 1000
total_2 = 1000

fieldnames = ["x_value", "total_1", "total_2"]
```

```
with open('PLOT/data.csv', 'w') as csv_file:
    csv_writer = csv.DictWriter(csv_file, fieldnames=fieldnames)
    csv_writer.writeheader()

while True:

    with open('PLOT/data.csv', 'a') as csv_file:
        csv_writer = csv.DictWriter(csv_file, fieldnames=fieldnames)

        info = {
            "x_value": x_value,
            "total_1": total_1,
            "total_2": total_2
        }

        csv_writer.writerow(info)
        print(x_value, total_1, total_2)

        x_value += 1
        total_1 = total_1 + random.randint(-6, 8)
        total_2 = total_2 + random.randint(-5, 6)

    time.sleep(1)
```

```
import random
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
from matplotlib.animation import FuncAnimation

def animate(i):
    data = pd.read_csv('data.csv')
    x = data['x_value']
    y1 = data['total_1']
    y2 = data['total_2']

    plt.cla()

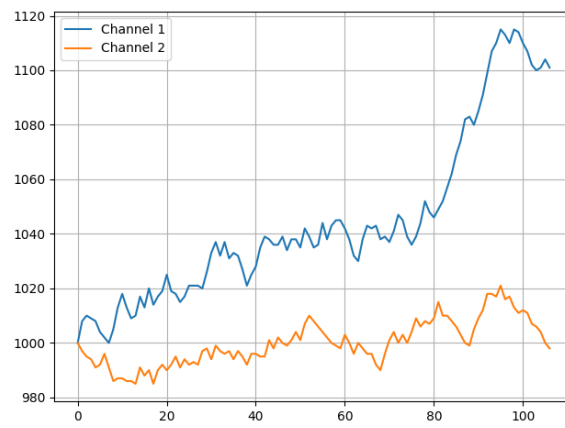
    plt.plot(x, y1, label='Channel 1')
    plt.plot(x, y2, label='Channel 2')

    plt.legend(loc='upper left')
    plt.tight_layout()
    plt.grid()

ani = FuncAnimation(plt.gcf(), animate, interval=1000)

plt.tight_layout()

plt.show()
```



Slika 3.3 Prikaz u realnom vremenu. Sačuvana figure je posle 100 iteracija. [Izvor: Autor]

▼ Poglavlje 4

Crtanje više grafikona na jednoj figuri

CRTANJE VIŠE GRAFIKONA NA JEDNOJ FIGURI - SUBPLOT

Moguće je imati više grafikona na jednoj figuri korišćenjem subplot() funkcije.

Moguće je imati više grafikona na jednoj figuri korišćenjem `subplot()` funkcije. Na ovaj način moguće je jednim pozivom za crtanje pokazati više različitih tipova grafikona.

Kroz primer sinusoidne funkcije opisać se više načina postavljanja grafikona:

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

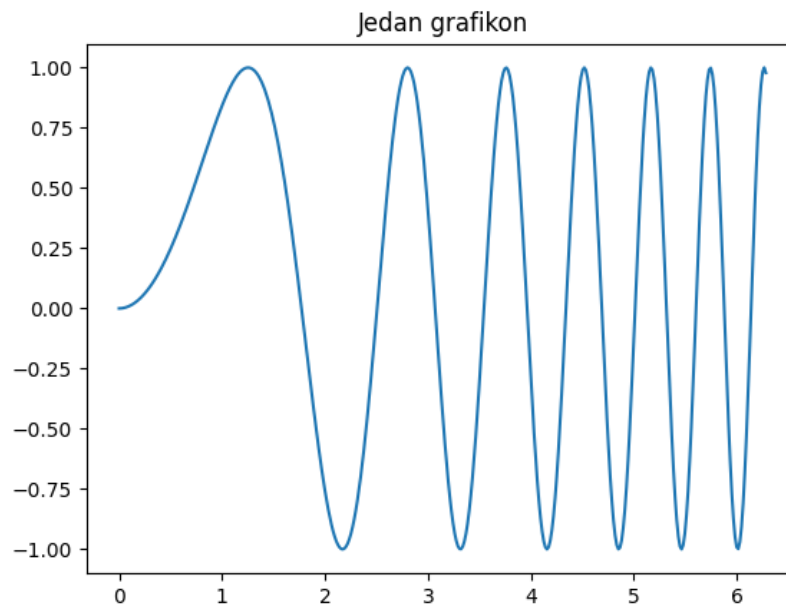
x = np.linspace(0, 2 * np.pi, 400)
y = np.sin(x ** 2)
```

Jedan grafikon

Funkcija `subplots()` bez argumenata vratiće jednu figuru (en. `figure`) i jedan skup osa (en. `axes`)

```
# Jedan grafikon
fig, ax = plt.subplots()

ax.plot(x, y)
ax.set_title('Jedan grafikon')
plt.show()
```



Slika 4.1 Jedan grafikon. [Izvor: Autor]

DVA VERTIKALNA GRAFIKONA

*Kada se grafikoni ređaju samo po jednoj dimenziji, vraćena **axis** vrednost predstavlja jednodimenzionalni NumPy niz koji sadrži napravljene ose.*

Funkcija **subplots()** ima više opcionih argumenata. Prvi argument definiše broj redova i kolona subplot mreže (što se preslikava na broj horizontalno i vertikalno poređanih grafikona).

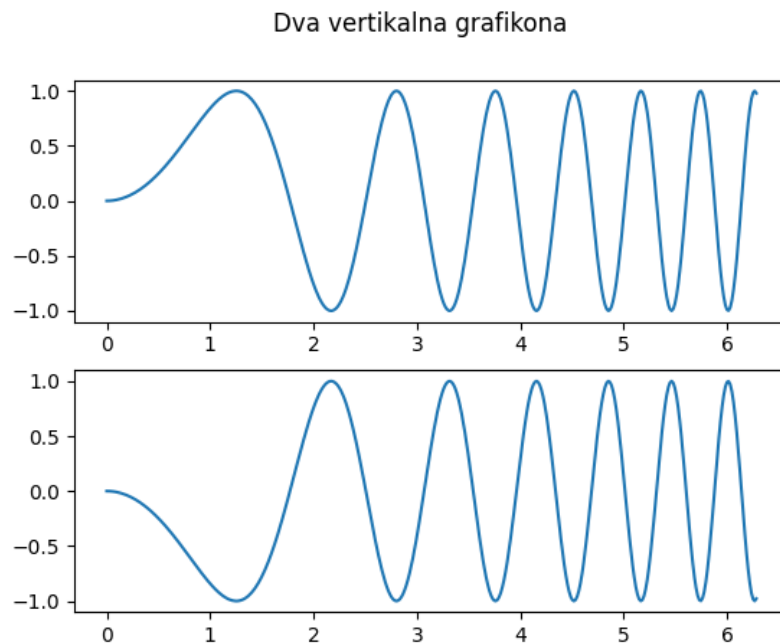
Kada se grafikoni ređaju samo po jednoj dimenziji, vraćena **axis** vrednost predstavlja jednodimenzionalni **NumPy** niz koji sadrži napravljene ose.

Dva vertikalno poređana grafikona

```
# Dva vertikalna grafikona
fig, axs = plt.subplots(2)
fig.suptitle('Dva vertikalna grafikona')
axs[0].plot(x, y)
axs[1].plot(x, -y)
plt.show()
```

Takođe je moguće **axis** niz eksplicitno raspakovati u pojedinačne promenljive:

```
# Dva vertikalna grafikona sa odvojenim osama po promenljivama.
fig, (ax1, ax2) = plt.subplots(2)
fig.suptitle('Vertically stacked subplots')
ax1.plot(x, y)
ax2.plot(x, -y)
```



Slika 4.2 Dva vertikalna grafikona. [Izvor: Autor]

DVA HORIZONTALNA GRAFIKONA

Za dva grafikona koja su "jedan do drugog, odnosno horizontalno raspoređena, potrebno je proslediti parametre za broj redova i kolona unutar iste figure.

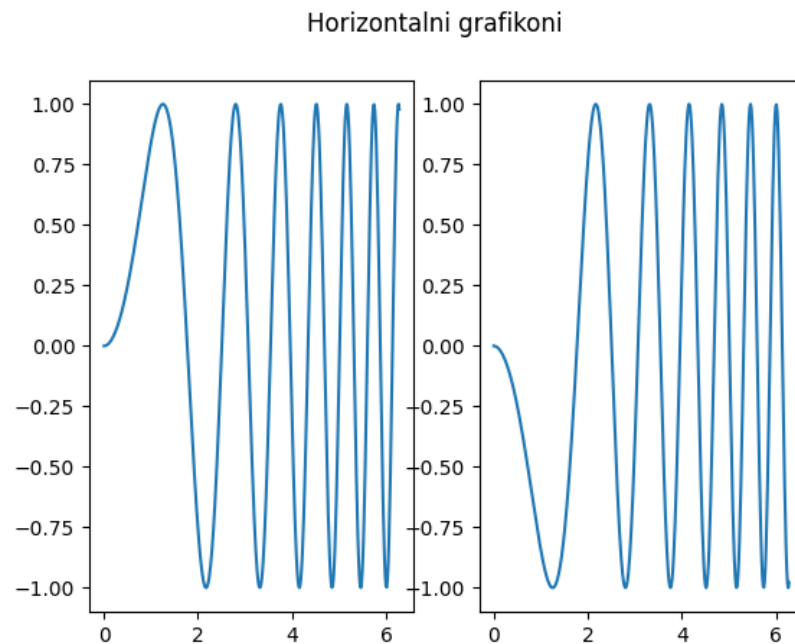
Za dva grafikona koja su "jedan do drugog, odnosno horizontalno raspoređena, potrebno je proslediti parametre (1, 2) za jedan red i dve kolone unutar iste figure.

```
# Dva horizontalna grafikona

fig, (ax1, ax2) = plt.subplots(1, 2)
fig.suptitle('Horizontalni grafikoni')
ax1.plot(x, y)
ax2.plot(x, -y)
plt.show()
```

Moguće je navesti samo ose, i dobiti listu pojedinačnih grafikona.

```
# Dva horizontalna grafikona
fig, axs = plt.subplots(1, 2)
fig.suptitle('Dva horizontalna grafikona')
axs[0].plot(x, y)
axs[1].plot(x, -y)
plt.show()
```



Slika 4.3 Dva horizontalna grafikona. [Izvor: Autor]

ČETIRI GRAFIKONA

Kada postoji više grafikona u obe dimenzije (više horizontalnih i više vertikalnih), treba podesiti parametre za svaki subplot.

Kada postoji više grafikona u obe dimenzije (više horizontalnih i više vertikalnih), treba podesiti parametre za svaki **subplot**.

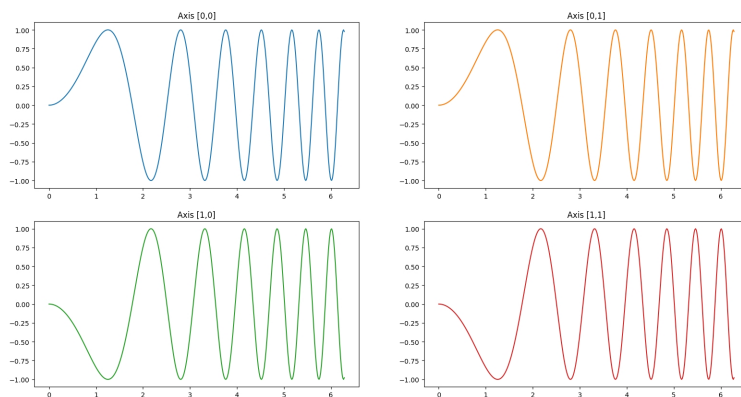
Za četiri grafikona, parametri za subplots koji se prosleđuju jesu (2, 2)

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

# Sinusoidna funkcija
x = np.linspace(0, 2 * np.pi, 400)
y = np.sin(x ** 2)

fig, axs = plt.subplots(2, 2)
axs[0, 0].plot(x, y)
axs[0, 0].set_title('Axis [0,0]')
axs[0, 1].plot(x, y, 'tab:orange')
axs[0, 1].set_title('Axis [0,1]')
axs[1, 0].plot(x, -y, 'tab:green')
axs[1, 0].set_title('Axis [1,0]')
axs[1, 1].plot(x, -y, 'tab:red')
axs[1, 1].set_title('Axis [1,1]')

plt.show()
```



Slika 4.4 Četiri grafikona. [Izvor: Autor]

Dodatni primeri za više grafikona na jednoj figuri mogu se naći na:

https://matplotlib.org/3.1.0/gallery/subplots_axes_and_figures/subplots_demo.html

▼ Poglavlje 5

Rad sa .mat datotekama

UVOZ IZ MATLAB/OCTAVE PROGRAMSKIH JEZIKA

Nizovi napravljeni u MATLAB ili Octave programskim jezicima mogu se uvesti `loadmat()` funkcijom.

Pri radu sa višedimenzionalnim nizovima često se vuče paralela sa programskim jezicima MATLAB (i Octave).

MATLAB i Octave rade sa datotekama koje imaju ekstenziju .m i .mat, i one se pomoću modula **scipy.io** uvesti u Python.

Uvoz nizova

Komanda za uvoz samog modula je sledeća:

```
import scipy.io as sio
```

Unutar **scipy.io** modula postoje funkcije za uvoz i izvoz .mat datoteka:

```
sio.loadmat  
sio.savemat
```

Primer:

Napraviti dva niza u **MATLAB** programskom jeziku, sačuvati kao **myfile.mat**. Zatim, uvesti podatke kao NumPy niz.

```
% MATLAB datoteka  
a = 1 : 12  
b = [5, 6, 7, 8; 9, 10, 11, 12; 13, 14, 15, 16]  
save('myfile.mat', '-v7')
```

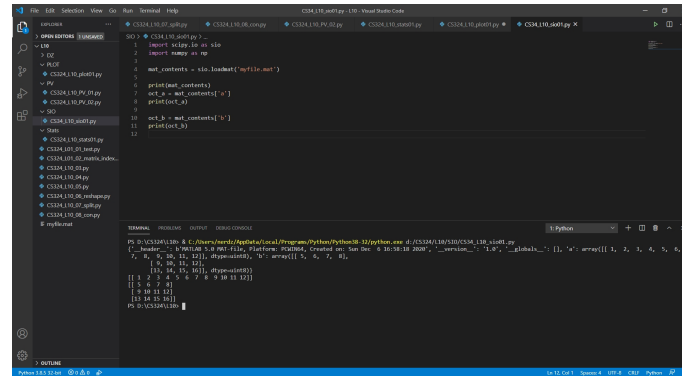
Prilikom uvoza koristi se funkcija **loadmat()** koja za parametar ima ime **.mat** datoteke. Povratna vrednost je nalik na imenik, i mora se dodatno izvući navođenjem ključa.

Uvezene vrednosti postaju NumPy nizovi.

```
import scipy.io as sio  
import numpy as np  
  
mat_contents = sio.loadmat('myfile.mat')
```

```
oct_a = mat_contents['a']
print(oct_a)

oct_b = mat_contents['b']
print(oct_b)
```



Slika 5.1 Uvoz iz .mat datoteke. [Izvor: Autor]

IZVOZ U MATLAB/OCTAVE PROGRAMSKE JEZIKE

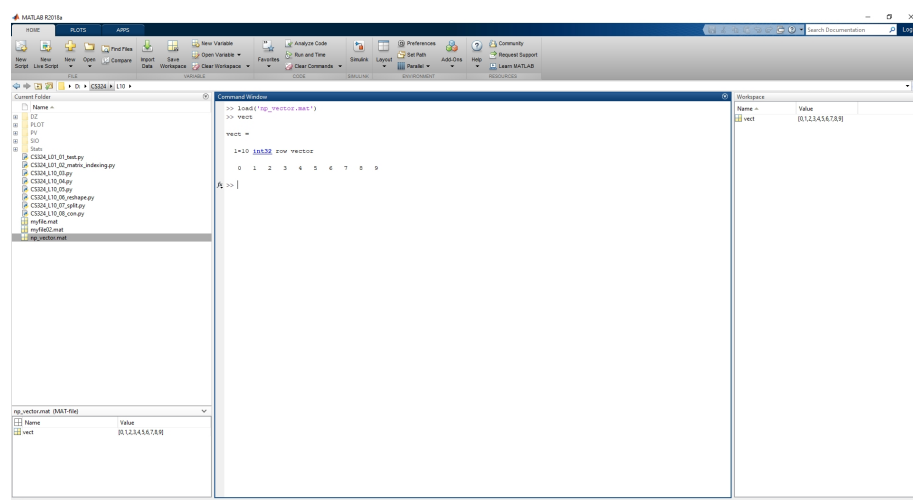
Nizovi napravljeni u Python programskom jeziku mogu se izvesti savemat() funkcijom.

Izvoz nizova

Funkcija za izvoz niza napisanog u Python jeziku za MATLAB ili Octave format .mat može se postići funkcijom **savemat()**.

```
import numpy as np
import scipy.io as sio

vect = np.arange(10)
sio.savemat('np_vector.mat', {'vect':vect})
```



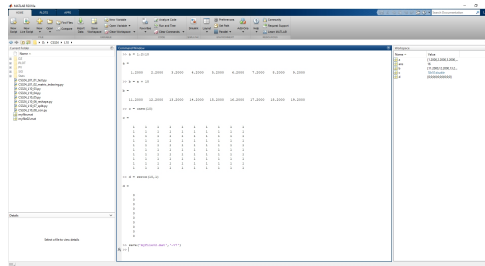
Slika 5.2 Otvaranje .mat datoteke nakon izvoza iz Python-a. [Izvor: Autor]

Provera .mat niza

Moguće je proveriti oblik i tip sadržaja **.mat** datoteke bez eksplicitnog uvoza u Python promenljivu. Ovo se postiže funkcijom **whosmat()**.

```
import numpy as np
import scipy.io as sio

sio.whosmat('myfile02.mat')
```



Slika 5.3 Sadržaj MATLAB promenljive u MATLAB prozoru. [Izvor: Autor]

Slika 5.4 Sadržaj MATLAB promenljive u kroz whosmat funkciju. [Izvor: Autor]

PRIMER UVOZA, IZVOZA I PREGLEDA .MAT DATOTEKA.

Sledi autorski video o pregledu, uvozu i izvozu .mat datoteka u Python.

Ova lekcija sadrži video materijal. Ukoliko želite da pogledate ovaj video morate da otvorite LAMS lekciju.

▼ Poglavlje 6

Pokazne vežbe #10

ZADATAK #1 (12 MINUTA)

Zadatak #1 odnosi se na napredno indeksiranje višedimenzionalnih numpy nizova

Zadatak #1 (12 minuta)

Napraviti Numpy niz sa sledećim dimenzijama: (5,5,5). Elementi niza jesu nasumični celi brojevi od 0 do 100 sa seed-om 10.

Indeksirati:

- Središnji element
- Četvrta i peta kolona poslednje matrice,
- Sve redove druge matrice,
- Treći i četvrti element četvrtog reda pete matrice,

Ova lekcija sadrži video materijal. Ukoliko želite da pogledate ovaj video morate da otvorite LAMS lekciju.

Objašnjenje i rešenje:

Funkcija **seed** dodeliće pseudo nasumične brojeve, tako da dobijene matrice imaće sledeće vrednosti:

$$\begin{bmatrix} 9 & 15 & 64 & 28 & 89 \\ 93 & 29 & 8 & 73 & 0 \\ 40 & 36 & 16 & 11 & 54 \\ 88 & 62 & 33 & 72 & 78 \\ 49 & 51 & 54 & 77 & 69 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 13 & 25 & 13 & 92 & 86 \\ 30 & 30 & 89 & 12 & 65 \\ 31 & 57 & 36 & 27 & 18 \\ 93 & 77 & 22 & 23 & 94 \\ 11 & 28 & 74 & 88 & 9 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 15 & 18 & 80 & 71 & 88 \\ 11 & 17 & 46 & 7 & 75 \\ 28 & 33 & 84 & 96 & 88 \\ 44 & 5 & 4 & 71 & 88 \\ 88 & 50 & 54 & 34 & 15 \end{bmatrix}$$
$$\begin{bmatrix} 77 & 88 & 15 & 6 & 85 \\ 22 & 11 & 12 & 92 & 96 \\ 62 & 57 & 79 & 42 & 57 \\ 97 & 50 & 45 & 40 & 89 \\ 73 & 37 & 0 & 18 & 23 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 & 29 & 16 & 84 & 82 \\ 14 & 51 & 79 & 17 & 50 \\ 53 & 25 & 48 & 17 & 32 \\ 81 & 80 & 41 & 90 & 12 \\ 30 & 81 & 17 & 16 & 0 \end{bmatrix}$$

```
import numpy as np

np.random.seed(10)
a = np.random.randint(0, 100, (5,5,5))
```

```
print(a)

# sredisnji element
print(a[2,2,2])

# Cetvrta i peta kolone poslednje matrice
print(a[4, :, 3:5])

#Svi redovi druge matrice
print(a[1,...,:])

# Treci i cetvrti element cetvrtog reda pete matrice
print(a[-1, 3, 2:4])
```

ZADATAK #2 (13 MINUTA)

Zadatak #2 odnosi se na formiranje nizova sa određenim vrednostima elemenata.

Zadatak #2 (13 minuta)

Napisati program koji će preračunati subnet masku napisanu u CIDR obliku (npr. /24) prebaciti u dekadni oblik. Koristiti NumPy **geospace()** funkciju.

Primer: Za ulaz od /24 treba vratiti **255.255.255.0**

Rešenje:

```
import numpy as np

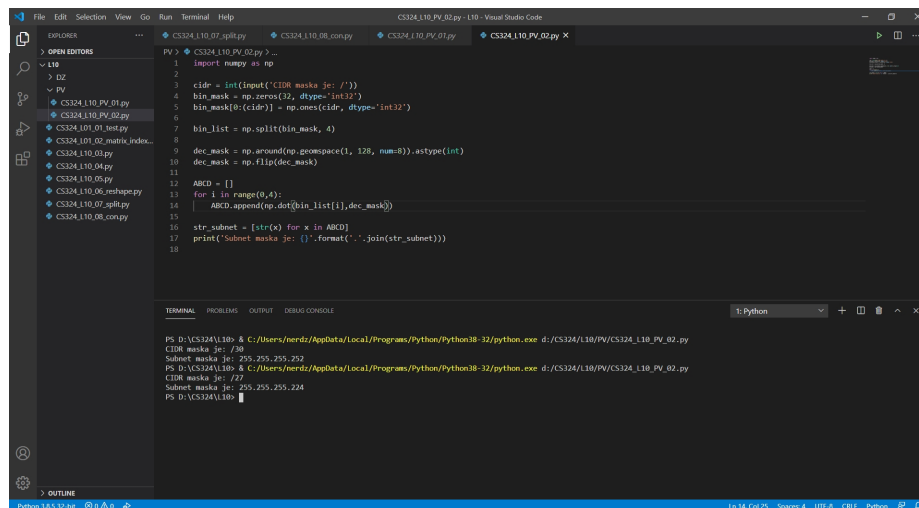
cidr = int(input('CIDR maska je: /'))
bin_mask = np.zeros(32, dtype='int32')
bin_mask[0:(cidr)] = np.ones(cidr, dtype='int32')

bin_list = np.split(bin_mask, 4)

dec_mask = np.around(np.geospace(1, 128, num=8)).astype(int)
dec_mask = np.flip(dec_mask)

ABCD = []
for i in range(0,4):
    ABCD.append(np.dot(bin_list[i],dec_mask))

str_subnet = [str(x) for x in ABCD]
print('Subnet maska je: {}'.format('.'.join(str_subnet)))
```



Slika 6.1 Zadatak #2. [Izvor: Autor]

ZADATAK #3 (20 MINUTA)

Zadatak #3 odnosi se na prikaz više grafikona na istoj figuri.

Zadatak #3 (20 minuta)

Napisati program za crtanje tri grafikona prema podacima datim u nastavku:

- Prvi grafikon (gornji levi ugao) je bar plot svih prebrajanih programskih jezika,
- Drugi grafikon (gornji desni ugao) je pie plot koji je raspodela prvih 5 programskih jezika.
- Treći grafikon (ceo donji grafikon) jeste plata JavaScript i Python programera prema uzrastu. Kada je plata Python programera ispod srednje vrednosti plate svih programera, popuniti crvenom bojom, a kada je iznad, popuniti plavom.

```

Responder_id, LanguagesWorkedWith
1, HTML/CSS Java JavaScript Python
2, C++ HTML/CSS Python
3, HTML/CSS
4, C C++ C# Python SQL
5, C++ HTML/CSS Java JavaScript Python SQL VBA
6, Java R SQL
7, HTML/CSS JavaScript
8, Bash/Shell/PowerShell C C++ HTML/CSS Java JavaScript Python SQL
9, Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS JavaScript Python Ruby Rust SQL TypeScript
WebAssembly Other(s):
10, C# Go JavaScript Python R SQL
11, Other(s):
12, Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java Python R SQL
13, Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript PHP SQL TypeScript
14, C++
15, Assembly Bash/Shell/PowerShell C C++ HTML/CSS Java JavaScript PHP SQL
16, Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS JavaScript TypeScript VBA
17, Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript TypeScript
18, Python R

```

```

19,C# HTML/CSS Java JavaScript SQL TypeScript
20,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS Java JavaScript PHP Python R SQL
21,Assembly Bash/Shell/PowerShell C C++ Go Java JavaScript Kotlin Python Rust SQL
Swift
22,Bash/Shell/PowerShell C++ HTML/CSS JavaScript Python Ruby SQL TypeScript
23,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript Python Ruby SQL
24,HTML/CSS JavaScript PHP TypeScript
25,HTML/CSS JavaScript PHP SQL TypeScript
26,Bash/Shell/PowerShell C++ C# HTML/CSS JavaScript PHP Python Ruby SQL Swift
TypeScript VBA
27,C++ JavaScript Python Ruby SQL TypeScript
28,JavaScript TypeScript
29,Bash/Shell/PowerShell JavaScript SQL
31,Python
32,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript PHP Python
33,C++ Python R
34,HTML/CSS JavaScript
35,HTML/CSS JavaScript
36,Java Kotlin Python
37,Bash/Shell/PowerShell JavaScript Python Other(s):
38,C# HTML/CSS JavaScript SQL
39,C# JavaScript SQL TypeScript
40,C# HTML/CSS
41,Bash/Shell/PowerShell C C++ HTML/CSS Java JavaScript SQL
42,HTML/CSS JavaScript PHP TypeScript
43,C++ C# HTML/CSS Java JavaScript Objective-C SQL
44,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS Java JavaScript SQL TypeScript WebAssembly
45,Python
46,Bash/Shell/PowerShell C C# HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL Other(s):
47,Java PHP Ruby
48,HTML/CSS PHP SQL
49,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java JavaScript PHP Python SQL TypeScript
50,Bash/Shell/PowerShell C C++ HTML/CSS Java JavaScript PHP Python SQL
51,Bash/Shell/PowerShell C++ HTML/CSS Java JavaScript Python R TypeScript
52,Bash/Shell/PowerShell C C++ Elixir Erlang Go HTML/CSS Java JavaScript Kotlin
Python Ruby Rust SQL TypeScript
53,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java JavaScript PHP SQL TypeScript
54,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript Python
55,Java Python SQL
56,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java SQL
57,JavaScript Python
58,C# Java SQL
59,HTML/CSS JavaScript PHP SQL
60,Bash/Shell/PowerShell Go JavaScript PHP Python Ruby SQL
61,C++ C# HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL VBA
62,Bash/Shell/PowerShell C++ Go HTML/CSS Java JavaScript Kotlin PHP Python Ruby SQL
TypeScript VBA
63,Bash/Shell/PowerShell Clojure Java Python Other(s):
64,Bash/Shell/PowerShell C C++ C#
65,Assembly C C++ C# HTML/CSS Java
66,Clojure Go HTML/CSS Java JavaScript R SQL
67,C C# HTML/CSS Java JavaScript PHP Python SQL VBA
68,HTML/CSS Java JavaScript Python

```

```

69,C# HTML/CSS Java JavaScript Objective-C SQL TypeScript
70,C# HTML/CSS JavaScript SQL
71,HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL VBA
72,C# HTML/CSS JavaScript PHP SQL TypeScript
73,SQL
74,HTML/CSS Java JavaScript Kotlin Python Ruby
75,HTML/CSS JavaScript
76,PHP SQL
77,HTML/CSS JavaScript PHP SQL
78,HTML/CSS Java JavaScript Kotlin Python
79,C# HTML/CSS JavaScript TypeScript
80,Bash/Shell/PowerShell C# F# Go HTML/CSS Java JavaScript Python SQL TypeScript
81,Assembly Bash/Shell/PowerShell C C++ Python
82,Bash/Shell/PowerShell C++ HTML/CSS Java JavaScript Python Rust
83,HTML/CSS JavaScript
84,C C++ C# Java Kotlin PHP SQL
85,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL TypeScript
86,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL
87,Bash/Shell/PowerShell C C++ C# Go HTML/CSS Java JavaScript Objective-C Python SQL
88,C++ C# HTML/CSS Java JavaScript SQL TypeScript
89,Bash/Shell/PowerShell Python
90,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS Java JavaScript Objective-C PHP Python Ruby
SQL Swift TypeScript
91,HTML/CSS JavaScript TypeScript
92,HTML/CSS Java JavaScript Kotlin SQL VBA
93,Python SQL
94,C# HTML/CSS JavaScript SQL
95,C# HTML/CSS JavaScript Python R SQL
96,C C++ Java Python R Scala SQL
97,Bash/Shell/PowerShell JavaScript Python R SQL
98,HTML/CSS Java JavaScript SQL
99,C C++ HTML/CSS Java JavaScript Kotlin PHP Python SQL
100,HTML/CSS JavaScript Ruby SQL TypeScript
101,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript SQL
102,C# HTML/CSS JavaScript SQL TypeScript
103,Clojure Go Java Kotlin
104,C# HTML/CSS TypeScript
105,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript SQL
106,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java JavaScript Python SQL
107,HTML/CSS Java Python
108,C++ Python
109,C# HTML/CSS JavaScript SQL
110,Python SQL
111,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS JavaScript Python SQL VBA
112,Assembly C C++ C# HTML/CSS Java JavaScript Python VBA
113,Bash/Shell/PowerShell C C++
114,Bash/Shell/PowerShell C++ Erlang JavaScript PHP Python
115,Assembly C# HTML/CSS Java JavaScript SQL Swift
116,Scala Other(s):
117,C# HTML/CSS JavaScript SQL TypeScript
118,Bash/Shell/PowerShell C C++
119,C C++ C# HTML/CSS Java JavaScript SQL
120,Elixir HTML/CSS JavaScript Python Ruby SQL

```

```

121,Bash/Shell/PowerShell C C++ HTML/CSS JavaScript Python
122,Assembly Bash/Shell/PowerShell C++ Python SQL
123,HTML/CSS JavaScript TypeScript
124,HTML/CSS Java SQL
125,Bash/Shell/PowerShell Dart HTML/CSS Java JavaScript Scala
126,C# SQL
127,Bash/Shell/PowerShell C Python
128,Bash/Shell/PowerShell Go Ruby
129,C++ Python R
130,Bash/Shell/PowerShell C++ Clojure HTML/CSS Java Python Ruby SQL
131,Java
132,Bash/Shell/PowerShell C++ C# HTML/CSS Java JavaScript Objective-C Python
TypeScript
133,JavaScript PHP SQL
134,C C++ HTML/CSS JavaScript SQL
135,Go HTML/CSS JavaScript TypeScript
136,C# Java PHP Python
137,HTML/CSS Java JavaScript PHP SQL
139,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL
140,Java JavaScript Kotlin PHP SQL
141,Assembly Bash/Shell/PowerShell C C++ HTML/CSS Java JavaScript Python SQL
TypeScript
142,Bash/Shell/PowerShell C#
143,C HTML/CSS Java JavaScript Python SQL TypeScript
144,Java SQL
145,Assembly C++ Python VBA
146,Bash/Shell/PowerShell C Python Scala
147,HTML/CSS Java JavaScript Kotlin
148,HTML/CSS JavaScript TypeScript
149,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript Python SQL
150,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS Java JavaScript Python SQL
151,Bash/Shell/PowerShell C++ C# HTML/CSS Java JavaScript SQL TypeScript
152,HTML/CSS Java JavaScript Kotlin Objective-C Python Swift Other(s):
153,C C++ Python
154,HTML/CSS Java JavaScript PHP SQL VBA
155,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript TypeScript
156,Bash/Shell/PowerShell Python
157,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS JavaScript SQL
158,Java SQL Other(s):
159,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript Python
160,C#
161,HTML/CSS JavaScript PHP
162,Bash/Shell/PowerShell C++ HTML/CSS Java JavaScript PHP SQL
163,C# HTML/CSS JavaScript SQL Other(s):
164,C# HTML/CSS JavaScript SQL
165,Assembly Bash/Shell/PowerShell C C++ C# JavaScript Python SQL
166,Bash/Shell/PowerShell Go HTML/CSS Java JavaScript Ruby SQL
167,HTML/CSS Java JavaScript PHP Python SQL
168,Bash/Shell/PowerShell Python
169,C C++ HTML/CSS Java JavaScript PHP Python SQL
170,Clojure Go HTML/CSS Java JavaScript Python Ruby TypeScript
171,Assembly C C++ C# HTML/CSS Java Objective-C PHP Python R SQL Swift
172,HTML/CSS JavaScript Objective-C SQL

```

```

173,HTML/CSS JavaScript PHP SQL TypeScript
174,Bash/Shell/PowerShell C C++ HTML/CSS Java JavaScript PHP Python R
175,Assembly Bash/Shell/PowerShell C C++ HTML/CSS Java JavaScript PHP Python SQL
176,C C++ C# HTML/CSS Java JavaScript Python SQL
177,C# Python SQL
178,JavaScript PHP Python Ruby SQL TypeScript
179,HTML/CSS Java JavaScript Objective-C SQL Swift
181,HTML/CSS JavaScript
182,Bash/Shell/PowerShell C C++ Go HTML/CSS Java JavaScript PHP Python Rust SQL
TypeScript
183,Dart Go Java Kotlin Swift
184,Bash/Shell/PowerShell C C++ Java JavaScript Kotlin Objective-C Python Rust Swift
185,Bash/Shell/PowerShell Java Kotlin
186,Assembly C C++ HTML/CSS Java JavaScript Python
187,HTML/CSS JavaScript Ruby Scala SQL
188,C# Python R SQL VBA
189,C++ HTML/CSS JavaScript Python SQL
190,Java Scala SQL TypeScript
191,C# HTML/CSS JavaScript SQL TypeScript
192,Bash/Shell/PowerShell JavaScript Python
193,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript Ruby SQL
194,Assembly Bash/Shell/PowerShell C HTML/CSS Java JavaScript PHP
195,C# TypeScript Other(s):
196,C# HTML/CSS JavaScript SQL TypeScript
197,HTML/CSS R VBA
198,HTML/CSS Java JavaScript Python SQL
199,R SQL
200,Java JavaScript SQL VBA
201,Bash/Shell/PowerShell Go HTML/CSS Java JavaScript Python Scala
202,Bash/Shell/PowerShell C C++ C# HTML/CSS Java JavaScript Objective-C Python SQL
TypeScript
203,C C++ HTML/CSS JavaScript PHP SQL
204,Python Other(s):
205,C# HTML/CSS JavaScript PHP
206,Scala SQL
207,Java
208,Other(s):
209,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL
210,C++ Go Java JavaScript Python Rust WebAssembly
211,C# HTML/CSS Java JavaScript Objective-C SQL
212,C# HTML/CSS Java JavaScript PHP
213,Go Python
214,R Other(s):
215,Python Rust
216,Go Java Python
217,Go HTML/CSS JavaScript PHP TypeScript
218,HTML/CSS JavaScript PHP SQL
219,C# HTML/CSS JavaScript SQL
220,C# HTML/CSS JavaScript SQL
221,C C++ HTML/CSS Java JavaScript PHP SQL
222,Assembly Bash/Shell/PowerShell C HTML/CSS JavaScript Other(s):
223,Java Kotlin
224,Go

```

225,Bash/Shell/PowerShell C C++ C# HTML/CSS Java JavaScript PHP Python R SQL
 226,HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL
 227,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript Python SQL
 228,HTML/CSS Java JavaScript Python Scala SQL
 229,HTML/CSS Java JavaScript Python TypeScript
 230,Bash/Shell/PowerShell Go Python
 231,Elixir Go JavaScript Ruby SQL
 232,Bash/Shell/PowerShell C# Dart HTML/CSS JavaScript
 233,C++ Python
 234,Bash/Shell/PowerShell C Python
 235,HTML/CSS Java Python SQL
 236,HTML/CSS JavaScript
 237,C++ JavaScript Rust
 238,HTML/CSS JavaScript Objective-C PHP Python
 239,C# HTML/CSS JavaScript TypeScript
 240,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java JavaScript Python SQL
 241,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS JavaScript SQL
 242,HTML/CSS Java JavaScript SQL TypeScript
 243,C C++ C# HTML/CSS Java JavaScript Objective-C PHP Python Swift
 244,Assembly Bash/Shell/PowerShell C Python VBA
 245,C# JavaScript TypeScript
 246,C# HTML/CSS JavaScript SQL TypeScript
 247,C++ C#
 248,HTML/CSS Java JavaScript Python SQL
 249,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS Java Python SQL
 250,Python Other(s):
 251,Assembly C C++ C# HTML/CSS JavaScript Python VBA
 252,HTML/CSS JavaScript Rust Swift Other(s):
 253,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript PHP Ruby SQL
 254,C# Python SQL TypeScript
 255,Bash/Shell/PowerShell C HTML/CSS Java JavaScript Python TypeScript Other(s):
 256,C C++ Java
 257,Bash/Shell/PowerShell Other(s):
 258,C HTML/CSS Java JavaScript PHP Python
 259,C# HTML/CSS Java JavaScript Python SQL TypeScript
 260,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java JavaScript PHP SQL
 261,HTML/CSS JavaScript
 262,C++ C# HTML/CSS Java JavaScript PHP Python SQL TypeScript
 263,HTML/CSS JavaScript Kotlin Python
 264,HTML/CSS Java JavaScript Python SQL Other(s):
 265,HTML/CSS JavaScript
 266,HTML/CSS JavaScript TypeScript Other(s):
 267,HTML/CSS JavaScript Python Ruby
 268,C Java PHP Ruby
 269,C# HTML/CSS Java JavaScript SQL Swift
 270,C++ HTML/CSS JavaScript
 271,C# JavaScript SQL
 272,HTML/CSS JavaScript PHP
 273,Bash/Shell/PowerShell C++ Clojure Erlang HTML/CSS Java JavaScript Ruby Scala
 274,Java JavaScript
 275,C# HTML/CSS Java JavaScript Objective-C Python Ruby Rust SQL TypeScript
 276,HTML/CSS Java JavaScript Scala SQL
 277,Bash/Shell/PowerShell C C++ Python


```

278,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL
279,HTML/CSS Java JavaScript PHP Python SQL
280,C# HTML/CSS JavaScript SQL TypeScript
281,C# HTML/CSS Java JavaScript TypeScript
282,Python SQL Swift
283,HTML/CSS JavaScript TypeScript
284,Assembly Bash/Shell/PowerShell C C++ C# Java
285,C# HTML/CSS JavaScript PHP SQL
286,Dart HTML/CSS JavaScript Python TypeScript Other(s):
287,Java Kotlin
288,HTML/CSS JavaScript PHP SQL
289,C++ C# PHP Rust TypeScript
290,HTML/CSS PHP Python
291,Go HTML/CSS Python SQL TypeScript
292,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS JavaScript SQL TypeScript
293,HTML/CSS Java JavaScript SQL
295,C C++ C# HTML/CSS Java JavaScript Kotlin PHP Python Ruby SQL TypeScript
WebAssembly
296,HTML/CSS Java JavaScript SQL
297,HTML/CSS Java JavaScript SQL TypeScript
298,HTML/CSS JavaScript PHP SQL Other(s):
299,Assembly C C++ Java Python SQL
300,HTML/CSS Java JavaScript SQL
301,C++ C# Clojure JavaScript PHP Python SQL VBA
302,Bash/Shell/PowerShell C# Python Other(s):
303,JavaScript
304,Bash/Shell/PowerShell Go HTML/CSS JavaScript Python Rust SQL
305,C# HTML/CSS JavaScript SQL
306,C HTML/CSS JavaScript Python SQL TypeScript
307,Assembly Bash/Shell/PowerShell C HTML/CSS Java PHP Python R SQL
308,HTML/CSS JavaScript Ruby
309,Java
310,C# HTML/CSS JavaScript SQL Swift
311,Assembly C C++ C# HTML/CSS Java Python Scala SQL
312,Bash/Shell/PowerShell Python Ruby SQL
313,C C# HTML/CSS PHP Python
314,C Python
315,C++ HTML/CSS Java JavaScript Python SQL Other(s):
316,Bash/Shell/PowerShell C++ HTML/CSS Java JavaScript Python
317,Java SQL
318,Bash/Shell/PowerShell Java
319,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript PHP TypeScript
320,C# HTML/CSS JavaScript SQL TypeScript
321,HTML/CSS Java JavaScript Ruby SQL TypeScript
322,C# HTML/CSS Java Python
323,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS JavaScript SQL
324,C# HTML/CSS JavaScript SQL TypeScript
325,Assembly Bash/Shell/PowerShell C C++ C# HTML/CSS Java JavaScript PHP Python
326,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java JavaScript PHP Python SQL TypeScript
327,HTML/CSS Java JavaScript PHP Python SQL
328,HTML/CSS Java JavaScript TypeScript
329,C C++ C# F# HTML/CSS JavaScript Rust SQL TypeScript Other(s):
330,Java Kotlin

```

```

331,Bash/Shell/PowerShell C++ C# Python
332,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript Objective-C Python SQL Swift
TypeScript
333,Python Rust Scala
334,Bash/Shell/PowerShell C C++ Python
335,C# HTML/CSS Java JavaScript Python SQL Swift
336,Bash/Shell/PowerShell JavaScript Python Rust SQL TypeScript
337,Python R
338,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java Python SQL
339,Bash/Shell/PowerShell Dart Go HTML/CSS Java JavaScript Python Rust SQL Swift
340,C# HTML/CSS SQL
341,C++ C# SQL
342,HTML/CSS Java JavaScript Python SQL TypeScript
343,C++
344,Assembly C# HTML/CSS JavaScript SQL
345,Java JavaScript
346,Java
347,Java
348,HTML/CSS PHP
349,C C++ HTML/CSS Python
350,C C++ Elixir HTML/CSS Java Kotlin PHP Ruby SQL Other(s):
351,Assembly C C++ Java JavaScript Python SQL
352,HTML/CSS JavaScript Ruby TypeScript
353,HTML/CSS JavaScript TypeScript
354,HTML/CSS Java JavaScript Kotlin TypeScript
355,Bash/Shell/PowerShell Go HTML/CSS Java JavaScript Kotlin TypeScript
356,HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL
357,HTML/CSS TypeScript
358,C C++ C# HTML/CSS JavaScript PHP SQL TypeScript
359,Java JavaScript Python
360,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript Python TypeScript
361,Elixir Erlang F# Go HTML/CSS JavaScript PHP SQL
362,HTML/CSS Java JavaScript SQL
363,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java JavaScript Objective-C Python SQL TypeScript
364,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL TypeScript
365,Java SQL
366,HTML/CSS PHP SQL
367,HTML/CSS JavaScript
368,Go HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL TypeScript
369,Python
370,R SQL
371,Bash/Shell/PowerShell SQL
372,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS Java Python SQL
373,C# HTML/CSS Java JavaScript Python
374,HTML/CSS Python SQL TypeScript
375,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java JavaScript Python SQL
376,C++ Python
377,HTML/CSS JavaScript PHP SQL
378,C# HTML/CSS JavaScript SQL TypeScript
379,Bash/Shell/PowerShell C C# Java Python
380,Bash/Shell/PowerShell JavaScript Python
381,C# Go HTML/CSS Java JavaScript Python R SQL
382,C# HTML/CSS Java JavaScript PHP Python SQL

```

```

383,Bash/Shell/PowerShell
384,Bash/Shell/PowerShell Go SQL TypeScript
385,HTML/CSS Java JavaScript Python R SQL VBA
386,HTML/CSS JavaScript PHP
387,Java Python
388,C HTML/CSS Java JavaScript PHP SQL TypeScript
389,Bash/Shell/PowerShell JavaScript Objective-C Ruby Swift
390,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java Kotlin Python Scala
391,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL
392,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS JavaScript Python SQL TypeScript VBA
393,Java Kotlin PHP SQL
394,C# HTML/CSS TypeScript Other(s):
395,HTML/CSS Java JavaScript SQL
396,HTML/CSS JavaScript
397,HTML/CSS JavaScript PHP Ruby Rust SQL
398,Bash/Shell/PowerShell C C++ HTML/CSS Java JavaScript Python SQL VBA
399,C++
400,Bash/Shell/PowerShell C++ Java Kotlin PHP
401,JavaScript Python Ruby SQL TypeScript
402,C#
403,Bash/Shell/PowerShell C C# F# HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL
404,C# SQL TypeScript
405,Java JavaScript TypeScript
406,HTML/CSS Java JavaScript PHP SQL TypeScript
407,C C++ HTML/CSS Java JavaScript Python SQL
408,Assembly Bash/Shell/PowerShell C C++ Go HTML/CSS Java JavaScript Python R Rust
SQL TypeScript WebAssembly
409,Bash/Shell/PowerShell C# Go HTML/CSS JavaScript PHP
410,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS JavaScript SQL
411,C C++ JavaScript Python R SQL
412,HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL
413,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript PHP SQL TypeScript
414,Bash/Shell/PowerShell JavaScript Python SQL
415,HTML/CSS JavaScript Ruby
416,C C++ C# HTML/CSS JavaScript SQL TypeScript
417,HTML/CSS JavaScript
418,HTML/CSS JavaScript SQL VBA
419,C C++ C# HTML/CSS Java JavaScript PHP Python R SQL
420,HTML/CSS JavaScript Python
421,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript TypeScript
422,Bash/Shell/PowerShell C C# HTML/CSS JavaScript Python Other(s):
423,C++ C#
424,C C++
425,Bash/Shell/PowerShell C HTML/CSS JavaScript PHP SQL VBA
426,Java
427,C# HTML/CSS JavaScript SQL TypeScript
428,Bash/Shell/PowerShell Java Python
429,C#
430,Assembly C++ C# HTML/CSS Java JavaScript Objective-C PHP SQL Other(s):
431,VBA Other(s):
432,HTML/CSS Java JavaScript SQL TypeScript VBA Other(s):
433,Bash/Shell/PowerShell C C++ HTML/CSS Java JavaScript Python
434,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS JavaScript SQL

```

```

435,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS JavaScript Python SQL Swift
436,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java JavaScript PHP Python SQL
438,Bash/Shell/PowerShell C C++ Go HTML/CSS JavaScript R SQL
439,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS Java JavaScript PHP Python SQL TypeScript
440,Bash/Shell/PowerShell C++ HTML/CSS Java PHP SQL
441,C# HTML/CSS Java JavaScript PHP
442,HTML/CSS JavaScript
443,HTML/CSS JavaScript TypeScript
444,Bash/Shell/PowerShell C C++ HTML/CSS Python
445,C# SQL
446,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java JavaScript Python
447,Bash/Shell/PowerShell Java Python
448,Bash/Shell/PowerShell Java SQL Other(s):
449,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS Java JavaScript TypeScript Other(s):
450,C# HTML/CSS JavaScript TypeScript
451,Bash/Shell/PowerShell C C++ C# Java Python Rust
452,SQL VBA
453,C++ C# SQL
454,Bash/Shell/PowerShell Elixir HTML/CSS JavaScript Ruby SQL Other(s):
455,C++ Python Ruby
456,Bash/Shell/PowerShell JavaScript Python SQL
457,HTML/CSS JavaScript
458,Assembly C Python Rust
459,C# SQL
460,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS JavaScript PHP Python
461,HTML/CSS JavaScript PHP SQL
462,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS JavaScript Python SQL
463,HTML/CSS Java JavaScript PHP SQL Other(s):
464,C Python
465,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS JavaScript SQL TypeScript
466,HTML/CSS JavaScript TypeScript
467,Java Kotlin Python SQL
468,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS Java JavaScript Kotlin SQL Other(s):
469,Bash/Shell/PowerShell JavaScript PHP SQL
470,HTML/CSS Java JavaScript PHP SQL TypeScript Other(s):
471,Java JavaScript
472,HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL
473,C# JavaScript
474,Java JavaScript Other(s):
475,C# HTML/CSS JavaScript PHP TypeScript
476,HTML/CSS JavaScript PHP Scala
477,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript PHP SQL TypeScript
478,C++ HTML/CSS JavaScript PHP Python Ruby SQL
479,C# HTML/CSS JavaScript SQL Other(s):
480,C C++ Dart Java Python
481,Bash/Shell/PowerShell Kotlin
482,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS PHP
483,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS Java JavaScript PHP Python SQL
484,HTML/CSS Java PHP Python SQL
485,Java JavaScript Scala
486,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript TypeScript
487,Bash/Shell/PowerShell C++ C# HTML/CSS JavaScript PHP SQL TypeScript
488,C C++ C# Java

```

```

489,C++ Python
490,HTML/CSS JavaScript Ruby
491,Java Objective-C
492,Bash/Shell/PowerShell Go HTML/CSS JavaScript
493,C# Java SQL Other(s):
494,Assembly C Erlang HTML/CSS Java JavaScript Python SQL
495,R
496,Bash/Shell/PowerShell Python SQL
497,Dart JavaScript Kotlin PHP SQL Swift TypeScript
498,C++ HTML/CSS JavaScript Python
499,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java JavaScript PHP Ruby SQL VBA
500,C++ C#
501,HTML/CSS
502,C++ C#
503,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript PHP SQL TypeScript
504,Bash/Shell/PowerShell Python SQL
505,C C++ HTML/CSS Java SQL
506,Java
507,Go HTML/CSS Java JavaScript PHP Python SQL TypeScript
508,C C++ HTML/CSS JavaScript
509,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL
510,Python
511,HTML/CSS JavaScript Ruby SQL TypeScript
512,Bash/Shell/PowerShell Python Other(s):
513,C++ Rust
514,HTML/CSS JavaScript Python Ruby TypeScript
515,C++ HTML/CSS Java JavaScript PHP Python SQL
516,Bash/Shell/PowerShell C++ Python
517,Assembly C++ F# HTML/CSS PHP Python R Rust TypeScript Other(s):
518,C HTML/CSS Java JavaScript SQL
519,HTML/CSS PHP
520,HTML/CSS Java JavaScript Python SQL TypeScript
521,HTML/CSS JavaScript
522,HTML/CSS Python
523,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript Python R
524,Python Other(s):
525,C# SQL VBA
526,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS JavaScript SQL
527,HTML/CSS JavaScript Objective-C Swift
528,Bash/Shell/PowerShell Java JavaScript Python SQL
529,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java JavaScript PHP Python SQL TypeScript
530,C C++ C#
531,C#
532,Bash/Shell/PowerShell C C++ Java Python
533,C# Java JavaScript SQL
535,Elixir VBA
536,C# HTML/CSS Java JavaScript PHP Python SQL
537,C# HTML/CSS JavaScript SQL TypeScript Other(s):
538,HTML/CSS Java JavaScript PHP R SQL TypeScript
539,Bash/Shell/PowerShell JavaScript Python SQL
540,JavaScript Python
541,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS JavaScript Python SQL TypeScript Other(s):
542,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS Java JavaScript Python R SQL

```

543,C C# HTML/CSS Java JavaScript Kotlin PHP TypeScript
 544,Assembly Bash/Shell/PowerShell C C++ Go HTML/CSS JavaScript Objective-C PHP Python SQL
 545,Bash/Shell/PowerShell C++ C# Go HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL TypeScript
 Other(s):
 546,C Java SQL
 547,C# HTML/CSS JavaScript SQL
 548,Python SQL VBA
 550,C# HTML/CSS JavaScript SQL
 551,Assembly Bash/Shell/PowerShell C C++ HTML/CSS Java JavaScript Python R Scala SQL
 552,HTML/CSS Java JavaScript PHP
 553,C# HTML/CSS JavaScript Python SQL TypeScript
 554,Go JavaScript PHP Ruby SQL TypeScript
 555,C# HTML/CSS JavaScript SQL
 556,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java JavaScript Python SQL
 557,C C++ PHP Python SQL VBA
 558,Bash/Shell/PowerShell C HTML/CSS Java JavaScript Kotlin PHP SQL TypeScript
 559,Bash/Shell/PowerShell C C++ C# HTML/CSS Java PHP Python SQL VBA
 560,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS JavaScript PHP SQL
 561,HTML/CSS Java JavaScript Python Ruby SQL
 562,C# JavaScript SQL
 563,Assembly Bash/Shell/PowerShell C C++ Python SQL
 564,C C++ Python R SQL Other(s):
 565,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript PHP SQL
 566,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS JavaScript
 567,Bash/Shell/PowerShell C Java JavaScript Objective-C Rust Swift Other(s):
 568,C++ C# Clojure HTML/CSS JavaScript Python SQL
 569,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript Python
 571,Assembly Bash/Shell/PowerShell C C++ Erlang R Rust Scala
 572,Assembly C C++ Java JavaScript Kotlin PHP Python Rust SQL TypeScript
 573,Assembly Bash/Shell/PowerShell C HTML/CSS PHP Python SQL
 574,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript PHP Python Ruby
 575,Bash/Shell/PowerShell Go Python SQL
 576,C# HTML/CSS JavaScript Ruby SQL TypeScript
 577,Bash/Shell/PowerShell Python Other(s):
 578,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java JavaScript SQL Swift
 579,Bash/Shell/PowerShell C++ C# HTML/CSS Java JavaScript Python
 580,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java JavaScript Python Scala SQL
 581,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript PHP TypeScript
 582,C C++ C# HTML/CSS Java JavaScript PHP Python SQL
 583,Java Ruby Scala SQL Other(s):
 584,Java Python
 585,C# Java Python R VBA
 586,Java Python Ruby
 587,Bash/Shell/PowerShell C# Java Other(s):
 588,C#
 589,C# HTML/CSS JavaScript SQL VBA
 590,C# SQL
 591,C# JavaScript
 592,C C++ HTML/CSS PHP Python SQL
 594,HTML/CSS Java JavaScript Kotlin PHP
 595,C# HTML/CSS JavaScript SQL TypeScript
 596,Bash/Shell/PowerShell C C++ HTML/CSS Java JavaScript Python SQL TypeScript

597,Java JavaScript PHP Python SQL
 598,Assembly Bash/Shell/PowerShell C C++ C# HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL
 599,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript PHP Ruby SQL
 600,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java PHP Python SQL
 601,HTML/CSS PHP SQL
 602,C++ C# HTML/CSS Java JavaScript PHP Python SQL Swift TypeScript
 603,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java JavaScript
 604,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS JavaScript PHP SQL TypeScript
 605,Java Kotlin
 606,Bash/Shell/PowerShell Clojure HTML/CSS Java JavaScript PHP Python Ruby
 TypeScript
 607,C# JavaScript SQL
 608,Bash/Shell/PowerShell C C++ Erlang Go HTML/CSS Java Python SQL
 609,HTML/CSS JavaScript Python
 610,Bash/Shell/PowerShell C C++ Go HTML/CSS Java JavaScript PHP Python Rust SQL
 TypeScript Other(s):
 611,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript PHP SQL
 612,Python Other(s):
 613,Assembly Bash/Shell/PowerShell C C++ C# F# HTML/CSS JavaScript Python TypeScript
 614,Bash/Shell/PowerShell C C++ C# HTML/CSS Java Python SQL TypeScript
 615,C# HTML/CSS JavaScript Python SQL TypeScript VBA
 616,Ruby SQL
 617,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS Java JavaScript SQL
 618,C C++ C# Java PHP SQL
 619,Assembly Bash/Shell/PowerShell C C++ C# HTML/CSS Java JavaScript PHP SQL
 620,HTML/CSS Java JavaScript SQL TypeScript WebAssembly
 621,Bash/Shell/PowerShell SQL Other(s):
 622,Java Objective-C SQL Swift
 623,Objective-C Swift
 624,C++ HTML/CSS JavaScript PHP Python
 625,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript Ruby TypeScript
 626,HTML/CSS Java JavaScript SQL
 627,Assembly Bash/Shell/PowerShell C++ C# Go HTML/CSS JavaScript Objective-C PHP
 Python Ruby SQL Swift
 628,Bash/Shell/PowerShell JavaScript SQL TypeScript
 629,Assembly Bash/Shell/PowerShell C C++ C# HTML/CSS Java Objective-C SQL
 630,C# HTML/CSS JavaScript SQL TypeScript
 631,Bash/Shell/PowerShell Go HTML/CSS JavaScript Python SQL
 632,C# HTML/CSS JavaScript SQL
 633,C C++ Python Rust
 634,C C++ C# HTML/CSS Java JavaScript Objective-C Scala SQL Swift TypeScript
 635,Bash/Shell/PowerShell JavaScript Python
 636,Bash/Shell/PowerShell C C++ Go Java
 637,C++ C# HTML/CSS Java JavaScript SQL
 638,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS JavaScript Rust
 639,HTML/CSS JavaScript Kotlin SQL Swift
 640,HTML/CSS JavaScript SQL
 641,C# HTML/CSS Java JavaScript Kotlin PHP SQL Swift
 642,Bash/Shell/PowerShell C++ HTML/CSS JavaScript TypeScript
 643,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java JavaScript PHP Ruby SQL
 645,C++ C# HTML/CSS SQL
 646,JavaScript PHP Python SQL VBA
 647,Assembly Bash/Shell/PowerShell C C++ C# HTML/CSS Rust SQL TypeScript

648,C# HTML/CSS JavaScript SQL VBA
 649,Java JavaScript Python SQL
 650,Bash/Shell/PowerShell C++ JavaScript Python
 651,Python
 652,HTML/CSS Java
 653,C# HTML/CSS JavaScript Kotlin Objective-C PHP SQL Swift
 654,Clojure HTML/CSS Java JavaScript
 655,Assembly C++ C# Java Scala Other(s):
 656,C++ Python R Other(s):
 657,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java JavaScript SQL
 658,C++ HTML/CSS Java JavaScript TypeScript
 659,Python
 660,HTML/CSS Java JavaScript Python SQL TypeScript
 661,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL
 662,Python SQL VBA
 663,HTML/CSS JavaScript Python SQL
 664,HTML/CSS Java JavaScript PHP
 665,Ruby SQL
 666,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript Python SQL
 667,HTML/CSS JavaScript
 668,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript Python SQL
 669,Bash/Shell/PowerShell C Python Rust SQL
 670,C# HTML/CSS JavaScript SQL Swift
 671,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java JavaScript Kotlin PHP Python
 672,C C++ HTML/CSS Java JavaScript PHP SQL
 673,C C++ C# HTML/CSS JavaScript PHP SQL
 674,C# HTML/CSS JavaScript Python
 675,C# HTML/CSS Java JavaScript SQL VBA Other(s):
 676,Bash/Shell/PowerShell Objective-C Ruby Swift
 677,Other(s):
 678,Java JavaScript Scala SQL
 679,C# HTML/CSS Python SQL
 680,C# HTML/CSS JavaScript SQL
 681,Bash/Shell/PowerShell C C++ C# F# HTML/CSS Java JavaScript Python R Ruby Scala SQL
 682,HTML/CSS Objective-C Swift
 683,HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL
 684,C# HTML/CSS JavaScript TypeScript
 685,C# HTML/CSS Java SQL
 686,C# SQL
 687,C C++ Java Python SQL Other(s):
 688,HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL
 689,C++ C# HTML/CSS Java JavaScript Other(s):
 690,Assembly
 691,HTML/CSS JavaScript PHP SQL
 692,HTML/CSS Java JavaScript SQL
 693,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL
 694,C# Go HTML/CSS Java JavaScript PHP Python SQL VBA
 695,C# HTML/CSS JavaScript TypeScript
 696,C# SQL
 697,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript Python
 698,HTML/CSS Java JavaScript Python
 699,Bash/Shell/PowerShell C C++ C# HTML/CSS JavaScript SQL


```

700,HTML/CSS JavaScript Python SQL TypeScript
701,Bash/Shell/PowerShell C C++ HTML/CSS Java JavaScript Rust SQL
702,C C++ HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL
703,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS JavaScript SQL
704,Dart HTML/CSS Java PHP SQL
705,Go JavaScript
706,Java Python Scala SQL
707,C# HTML/CSS JavaScript Objective-C PHP Ruby SQL
708,Bash/Shell/PowerShell C++ Go JavaScript Python SQL
709,JavaScript TypeScript
710,Assembly C HTML/CSS Java JavaScript Python R
711,Java
712,HTML/CSS JavaScript
713,HTML/CSS JavaScript PHP SQL
714,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript PHP SQL VBA
715,HTML/CSS JavaScript PHP SQL
716,HTML/CSS JavaScript PHP Other(s):
717,C# HTML/CSS Java PHP SQL
718,C# HTML/CSS JavaScript SQL TypeScript
719,Bash/Shell/PowerShell C++ C# HTML/CSS Java JavaScript Objective-C PHP Python
SQL Swift
720,C# HTML/CSS JavaScript PHP SQL TypeScript
721,Bash/Shell/PowerShell Go SQL TypeScript
723,JavaScript Python R Other(s):
724,Bash/Shell/PowerShell C C++ C# HTML/CSS Java JavaScript Python
725,C# HTML/CSS JavaScript SQL
726,HTML/CSS JavaScript PHP SQL TypeScript
727,Bash/Shell/PowerShell C C++ HTML/CSS JavaScript Python SQL
728,Python
729,Bash/Shell/PowerShell Go HTML/CSS JavaScript Python SQL
730,C HTML/CSS JavaScript PHP SQL
731,C C++ HTML/CSS JavaScript PHP SQL
732,Bash/Shell/PowerShell C# F# HTML/CSS JavaScript SQL TypeScript
733,C# HTML/CSS JavaScript SQL
734,C# SQL
735,Bash/Shell/PowerShell Java JavaScript Kotlin Python
736,C# HTML/CSS Java JavaScript Objective-C SQL TypeScript
737,C C++ Python
738,Bash/Shell/PowerShell C C++ HTML/CSS Java Python R SQL
739,Bash/Shell/PowerShell Java JavaScript Swift
740,Bash/Shell/PowerShell Java PHP Python
741,C++ C# HTML/CSS Java JavaScript PHP Python SQL TypeScript
742,Go JavaScript Python SQL TypeScript
743,HTML/CSS JavaScript PHP Ruby
744,C C++ C# HTML/CSS JavaScript Kotlin Swift
745,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS Java JavaScript Kotlin PHP SQL TypeScript
746,Go HTML/CSS Python
747,Bash/Shell/PowerShell C# HTML/CSS Java JavaScript Python R Ruby SQL TypeScript
748,Java JavaScript
749,C# HTML/CSS JavaScript SQL
750,Dart HTML/CSS Java Kotlin Python
751,HTML/CSS JavaScript PHP Python SQL
752,C#

```

```

753,C# HTML/CSS JavaScript TypeScript
754,Bash/Shell/PowerShell HTML/CSS JavaScript PHP Other(s):
755,Bash/Shell/PowerShell C++ HTML/CSS Java JavaScript Python SQL
756,Bash/Shell/PowerShell C C++ HTML/CSS Java JavaScript Kotlin PHP Python SQL
Other(s):
757,C SQL
758,Java Python
759,Bash/Shell/PowerShell Java Python Scala
760,C# JavaScript SQL TypeScript
761,C# HTML/CSS Java JavaScript PHP Python SQL TypeScript VBA
762,C# HTML/CSS JavaScript SQL
763,Python Rust TypeScript
764,C# HTML/CSS JavaScript SQL
765,Java JavaScript Ruby
766,HTML/CSS JavaScript PHP
767,HTML/CSS JavaScript PHP SQL
768,Bash/Shell/PowerShell C#

```

```

godine = np.array([20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30])

python_zarada = np.array([20000, 24744, 30500, 37732, 41247, 45372, 48876, 53850,
57287, 63016, 65998])
javascript_zarada = np.array([18942, 21780, 25704, 29000, 34372, 37810, 43515,
46823, 49293, 53437, 56373])
prosecna_zarada = np.array([18012, 20628, 25206, 30252, 34368, 38496, 42000, 46752,
49320, 53200, 56000])

```

```

import numpy as np
from matplotlib import pyplot as plt
import csv
from collections import Counter

godine = np.array([20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30])

python_zarada = np.array([20000, 24744, 30500, 37732, 41247, 45372, 48876, 53850,
57287, 63016, 65998])
javascript_zarada = np.array([18942, 21780, 25704, 29000, 34372, 37810, 43515,
46823, 49293, 53437, 56373])
prosecna_zarada = np.array([18012, 20628, 25206, 30252, 34368, 38496, 42000, 46752,
49320, 53200, 56000])
prosek = np.mean(prosecna_zarada)

with open('data.csv') as csv_file:
    csv_reader = csv.DictReader(csv_file)

    language_counter = Counter()
    for row in csv_reader:
        language_counter.update(row['LanguagesWorkedWith'].split(';'))

jezici = []
popularnost = []

```

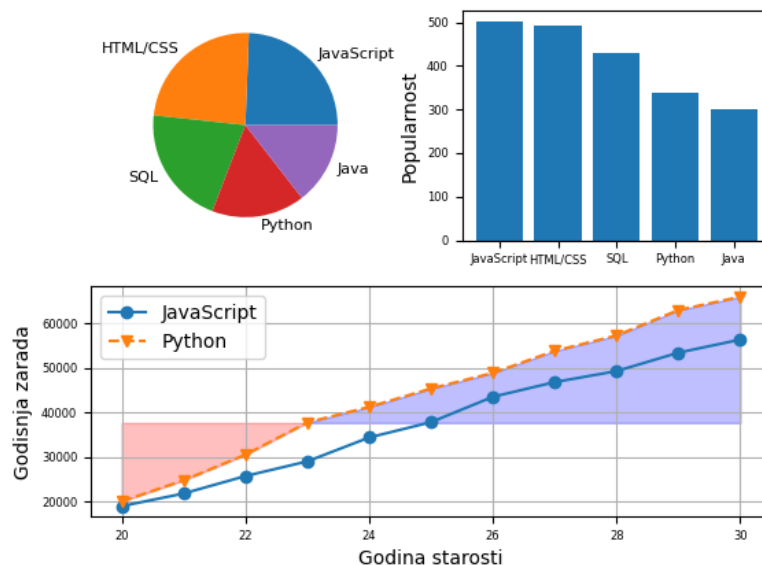
```
for item in language_counter.most_common(5):
    jezici.append(item[0])
    popularnost.append(item[1])

fig = plt.figure()

# dva reda, dve kolone, prva celija
sub1 = fig.add_subplot(2,2,1)
sub1.pie(popularnost, labels=jezici, textprops={'fontsize': 8})

# dva reda, dve kolone, druga celija
sub2 = fig.add_subplot(2,2,2)
sub2.bar(jezici, popularnost)
plt.ylabel('Popularnost')
plt.tick_params(axis='both', which='major', labelsize=6)

# dva reda, dve kolone, kombinovana prva i druga celija
sub3 = fig.add_subplot(2,2,(3,4))
sub3.plot(godine, javascript_zarada, 'o-', label='JavaScript')
sub3.plot(godine, python_zarada, 'v--', label='Python')
plt.fill_between(godine, python_zarada, prosek, where=(python_zarada >= prosek),
interpolate=True, color='blue', alpha=0.25)
plt.fill_between(godine, python_zarada, prosek, where=(python_zarada < prosek),
interpolate=True, color='red', alpha=0.25)
plt.xlabel('Godina starosti')
plt.ylabel('Godisnja zarada')
plt.tick_params(axis='both', which='major', labelsize=6)
plt.legend()
plt.grid()
plt.show()
```



Slika 6.2 Popularnost programskih jezika. [Izvor: Autor]

▼ Poglavlje 7

Individualne vežbe #10

ZADATAK #1 I ZADATAK #2

Zadaci #1 i #2 rade se po 25 minuta

Zadatak #1 (25 minuta)

Napisati u jednoj datoteci program koji računa funkcije:

$$y(x) = \sin(x) - 3$$

$$g(x) = \cos(x) + 3$$

Program radi u 1000 iteracija. Svaka iteracija kasni jednu sekundu i čuva podatke u datoteci "trig.csv".

U drugoj datoteci u realnom vremenu učitavati podatke iz "trig.csv" i iscrtavati kao linijski plot.

Zadatak #2 (25 minuta)

Napraviti Numpy niz sa sledećim dimenzijama: (10,10,10). Elementi niza jesu nasumični celi brojevi od -50 do 50 sa seed-om 7.

Indeksirati:

- Nultu, drugu, četvrtu, šestu i osmu matricu,
- Sve prve redove neparnih matrica,
- Od prvog do osmog elementa prvog reda sedme, osme i devete matrice,
- Sve redove poslednje matrice,
- Peti, šesti i sedmi element četvrtog reda pretposlednje matrice

ZADATAK #3

Zadatak #3 radi se 40minuta

Zadatak #3 (40 minuta)

Nacrtati tri vertikalna grafikona. Prvi grafikon računa funkciju:

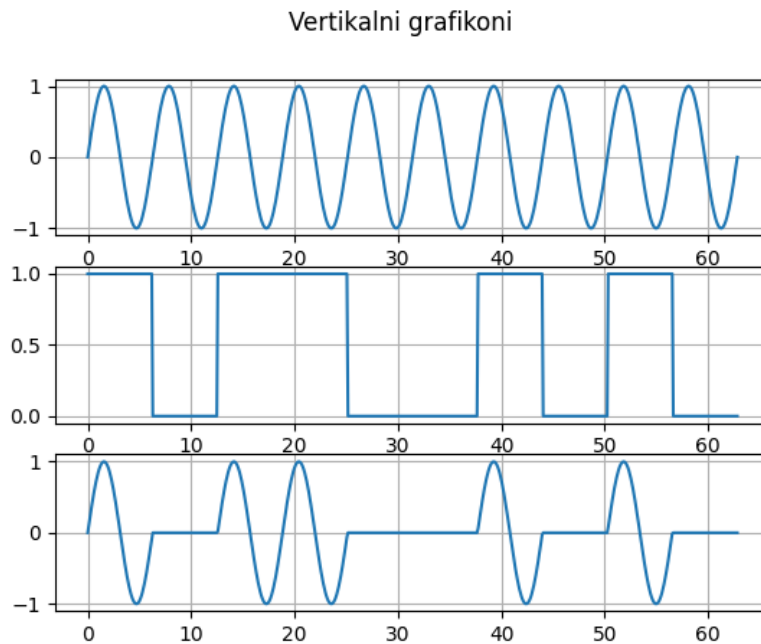
$$y = \sin(x)$$

Dužina X-ose jeste tolika da stanu tačno 10 puna ciklusa funkcije, a broj elemenata niza treba da bude deljiv sa deset.

Zatim, formirati nasumični NumPy niz sa nulama i jedinicama po uniformnoj raspodeli od ukupno deset elemenata. Korišćenjem funkcije `np.repeat()` produžiti svaki element niza nula i jedinica tako da se izjednači sa brojem elemenata niza trigonometrijske funkcije. Prikazati ovaj niz kao drugi grafikon.

Konačno, u trećem nizu pomnožiti trigonometrijsku funkciju sa nulama i jedinicama i prokazati kao treći grafikon.

Konačni grafikon (sa `np.random.seed(20)`) treba da ima sledeći oblik:



Slika 7.1 Izgled vertikalnih grafikona ako se koristi `seed=20`. [Izvor: Autor]

✓ Poglavlje 8

Domaći zadatak #10

TEKST DOMAĆEG ZADATKA #10

Domaći zadatak radi se okvirno 3h.

Domaći zadatak #10 (3h)

Napisati python program koji beleži informacije o položenim ispitima:

Student upisuje sa konzole položeni ispit, najpre šifru predmeta, pa ocenu. Ova informacija se čuva **u imeniku**.

Iz imenika, preko **pandas** paketa napraviti **CSV** datoteku u kojoj je jedna kolona **Predmet** (vrednosti su šifre predmeta) a druga kolona **Ocena** (vrednosti su ocene).

Iz ovih podataka, računati:

- Broj ocena (koliko ima šestica, sedmica, itd).
- Broj položenih ispita po šifri predmeta (koliko ima CS predmeta, IT predmeta, SE predmeta, itd.)
- Promenu prosečne ocene (kako se menja prosečna ocena po položenom predmetu)

Na jednoj figuri iscrtati raspored ocena kao **pie plot** (gornji levi subplot), broj položenih predmeta kao **horizontalni bar plot** (gornji desni subplot) i promenu prosečne ocene kao linijski plot (donji subplot cele dužine).

Snimiti Figuru kao **Student_izvestaj.png**, i CSV datoteku kao **Student_izvestaj.csv**.

Predaja domaćeg zadatka

Tradicionalni studenti:

Domaći zadatak treba dostaviti najkasnije 7 dana nakon predavanja, za 100% poena. Nakon toga poeni se umanjuju za 50%.

Internet studenti:

Domaći zadatak treba dostaviti najkasnije 10 dana pred polaganje ispita. Domaći zadaci se brane!

Domaći zadatak poslati dr Nemanji Zdravkoviću: nemanja.zdravkovic@metropolitan.ac.rs

Obavezno koristiti uputstvo za izradu domaćeg zadatka.

Uz .doc dokument (koji treba sadržati i screenshot svakog urađenog zadatka kao i komentare za zadatak), poslati i izvorne i dodatne datoteke.

▼ Poglavlje 9

Zaključak

ZAKLJUČAK

Rezime lekcije #10

Rezime:

U ovoj lekciji bilo je reči o paketu SciPy i dodatnim funkcionalnostima paketa NumPy i matplotlib.

Paket matplotlib radi sa vizuelizacijom podataka i prikazom različitih grafikona. Matplotlib omogućuje detaljno podešavanje grafikona.

NumPy omogućava rad sa višedimenzionalnim nizovima i kreaciju "gotovih" nizova sa određenim brojem elemenata ili sa određenim korakom između elemenata.

SciPy paket omogućava i konverziju nizova sa drugim programskim jezicima bez poteškoća.

Literatura:

- David Beazley, Brian Jones, Python Cookbook: Recipes for Mastering Python 3, 3rd edition, O'Reilly Press, 2013.
- Mark Lutz, Learning Python, 5th Edition, O'Reilly Press, 2013.
- Andrew Bird, Lau Cher Han, et. al, The Python Workshop, Packt Publishing, 2019.
- Al Sweigart, Automate the boring stuff with Python, 2nd Edition, No Starch Press, 2020.

