



CS324 - SKRIPTING JEZICI

Vizuelizacija podataka i rad sa
slikama

Lekcija 09

PRIRUČNIK ZA STUDENTE

CS324 - SKRIPTING JEZICI

Lekcija 09

VIZUELIZACIJA PODATAKA I RAD SA SLIKAMA

- ✓ Vizuelizacija podataka i rad sa slikama
- ✓ Poglavlje 1: Uvod u matplotlib
- ✓ Poglavlje 2: pyplot i vizuelizacija podataka
- ✓ Poglavlje 3: Grafikoni i vrste grafikona
- ✓ Poglavlje 4: Uvod u pillow
- ✓ Poglavlje 5: Rad sa slikama
- ✓ Poglavlje 6: Pokazna vežba #9
- ✓ Poglavlje 7: Individualna vežba #9
- ✓ Poglavlje 8: Domaći zadatak #9
- ✓ 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

Uvod u lekciju #9

U devetoj lekciji biće reči o prikazivanju podataka u Python 3.x programskom jeziku, kao i o korišćenju paketa za iscrtavane podataka [matplotlib](#).

Pri manipulaciji podataka, pogotovo kada se radi o velikoj količini podataka, Python poseduje niz biblioteka koje te podatke mogu vizuelno predstaviti. Najpopularnija biblioteka jeste matplotlib.

U početku lekcije biće reči o matplotlib paketu. Matplotlib je počeo je kao projekat ranih 2000tih za vizuelizaciju elektronskih signala mozga za pacijente koji pate od epilepsije.

Autor matplotlib-a, dr. Džon Hunter, neuro biolog, htio je da u jeziku Python dobije mogućnost prikaza podataka kao i u MATLAB programskom jeziku.

Matplotlib je jako koristan paket koji služi za pravljenje 2D grafikona, najčešće onih koji se koriste u naučnim radovima u prezentacijama. Gotovo svaki grafikon koji se može napraviti u Excel-u ili sličnim programima, može se napraviti i pomoću Matplotlib paketa. Osim 2D, ovaj paket poseduje mogućnost pravljenja 3D grafika, kao i animacija.

Python imaging library, skraćeno [PIL](#), ili u novijim verzijama [Pillow](#), jeste paket koji dodaje podršku za otvaranje, manipulaciju i čuvanje različitih formata slika u Python programskom jeziku.

Pillow nudi manipulaciju po pikselu, obradu sa transparentnošću slika i maskiranje, kao i razne filtere. Najčešće korišćeni formati su naravno PNG, JPEG, GIF, TIFF i Bitmap slike.

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

✓ Poglavlje 1

Uvod u matplotlib

UVOD U MATPLOTLIB

Paket `matplotlib` predstavlja paket za vizuelizaciju podataka kroz grafikone.



Slika 1.1 matplotlib paket. [Izvor: matplotlib.org]

Paket `matplotlib` predstavlja ekstenziju numeričkog paketa `NumPy`, sa svrhom vizuelizacije podataka.

Matplotlib proširuje rad sa numeričkim podacima predstavljajući ih kroz različite 2D i 3D grafikone.

Matplotlib podržava objektno-orientisani API za ubacivanje grafikona (en. `plots`) unutar drugih alata za grafički korisnički interfejs (en. `Graphical User Interface, GUI`)

Analogno `ndarray` klasi koja je predstavljala osnovu za `NumPy` paket, tako je i `pyplot` "srž" paketa `matplotlib`, jer predstavlja skup funkcija za prikaz grafikona u Python programskom jeziku.

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

INSTALACIJA MATPLOTLIB PAKETA

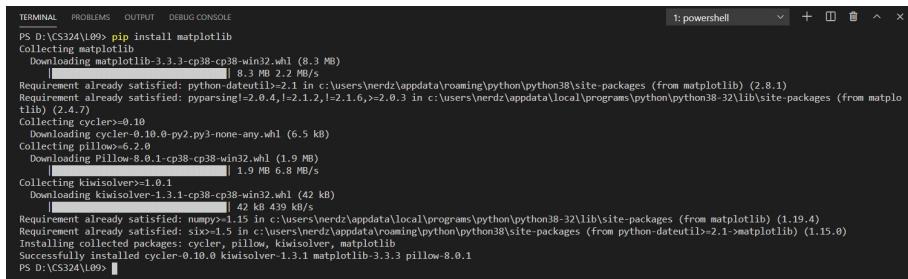
Paket `matplotlib` nije deo standardne Python biblioteke, te je neophodno dodatno preuzeti paket korišćenjem konzole i pip komandi.

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

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

```
pip install matplotlib
```

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



```
TERMINAL PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE
PS D:\CS324\LO9> pip install matplotlib
Collecting matplotlib
  Downloading matplotlib-3.3.3-cp38-cp38-win32.whl (8.3 MB)
    8.3 MB 2.3 MB/s
Requirement already satisfied: python-dateutil>=2.1 in c:\users\nerdz\appdata\roaming\python\python38\site-packages (from matplotlib) (2.8.1)
Requirement already satisfied: pytz!=2020.1,>=2019.3 in c:\users\nerdz\appdata\local\programs\python\python38-32\lib\site-packages (from matplotlib) (2.4.7)
Collecting cycler>0.10
  Downloading cycler-0.10.0-py2.py3-none-any.whl (6.5 kB)
Requirement already satisfied: pillow>6.2.0 in c:\users\nerdz\appdata\roaming\python\python38\site-packages (from matplotlib) (8.0.1)
  Downloading Pillow-8.0.1-cp38-cp38-win32.whl (1.9 MB)
    1.9 MB 0.8 MB/s
Requirement already satisfied: kiwisolver>1.0.1 in c:\users\nerdz\appdata\local\programs\python\python38-32\lib\site-packages (from matplotlib) (1.19.4)
Requirement already satisfied: six>1.5 in c:\users\nerdz\appdata\roaming\python\python38\site-packages (from python-dateutil>=2.1>matplotlib) (1.15.0)
Installing collected packages: cycler, pillow, kiwisolver, matplotlib
Successfully installed cycler-0.10.0 kiwisolver-1.3.1 matplotlib-3.3.3 pillow-8.0.1
PS D:\CS324\LO9>
```

Slika 1.2 Instalacija matplotlib paketa. [Izvor: Autor]

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

```
pip list
```

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

UVOZ MATPLOTLIB PAKETA U RADNI DIREKTORIJUM

Sledi video o instalaciji matplotlib paketa

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

Nakon instalacije matplotlib paketa, moguće je uvesti paket u radni direktorijum.

Poželjno je uvesti paket sa preimenovanjem, i to:

```
import matplotlib.pyplot as plt
```

Napisano je pravila da se skup funkcija za kreaciju grafikona **pyplot** preimenuje u **plt**.

Moguće je izvršiti i uvoz u imenski prostor sa preimenovanjem

```
from matplotlib import pyplot as plt
```

▼ Poglavlje 2

pyplot i vizuelizacija podataka

SKUP FUNKCIJA PYPLOT

Skup funkcija pyplot predstavlja glavni deo matplotlib paketa, jer sadrži svu funkcionalnost za kreaciju različitih vrsta grafikona.

Skup funkcija [pyplot](#) predstavlja glavni deo matplotlib paketa, jer sadrži svu funkcionalnost za kreaciju različitih vrsta grafikona.

Svaki grafikon koji se napravi preko matplotlib paketa predstavlja [figuru](#) (en. [Figure](#)), od koje svaka može sadržati jednu ili više osa (en. [axis](#)).

Ose predstavljaju prostor gde se specificiraju tačke figure u koordinatama.

Ukoliko se radi od 2D figuri, onda su koordinate **x** i **y**, ili u polarnom koordinatnom sistemu **θ** i **r**, a ukoliko se radi u 3D figuri, koordinate su **x**, **y** i **z**.

U matplotlib paketu nije neophodno posebno isCRTavati podatke za svaku osu, već je moguće proslediti podatke kao skup listi, gde su elementi svaki liste tačke po jednoj osi.

Kao i kod Numpy paketa, matplotlib paket predstavlja alternativu grafikonima u [MATLAB](#) programskom jeziku, stim što je matplotlib besplatna alternativa u Python jeziku.

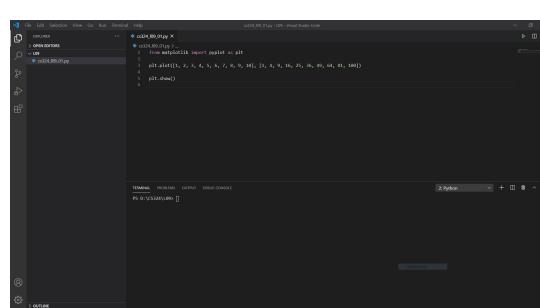
Primer (3 minuta)

Napraviti običan grafikon koji na x osi pokazuje brojeve od 1 do 10, a na y osi pokazuje njihove kvadrate.

```
from matplotlib import pyplot as plt

plt.plot([1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10], [1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, 100])

plt.show()
```



Slika 2.1 Jednostavno iscrtavanje u 2D grafikonu. [Izvor: Autor]

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

NASLOV I LABLE OSА

Vizuelizacija podataka sama po sebi nije dovoljna, već je neophodno uz samu figuru dodati i informacije na šta se ona i odnosi.

Vizuelizacija podataka sama po sebi nije dovoljna, već je neophodno uz samu figuru dodati i informacije na šta se ona i odnosi.

Naslov figure

Dodavanje naslova figuri se može ostvariti korišćenjem funkcije **title()**

```
#dodavanje naslova figuri
from matplotlib import pyplot as plt

plt.title("Naslov figure")
```

Lable osа

Naslovi osa (labele) se mogu dodati pojedinačno za svaku osu korišćenjem funkcija **xlabel()** i **ylabel()**.

```
#dodavanje labela osa
from matplotlib import pyplot as plt

plt.xlabel("Ime x ose")
plt.ylabel("Ime y ose")
```

Primer (7 minuta)

Napisati program koji iscrtava linearu funkciju ($y = k * x + n$):

Definisati funkciju **linear_func(x,k,n)** gde je **x** lista celih brojeva. Napraviti figuru sa naslovom i labelama osa.

```
from matplotlib import pyplot as plt

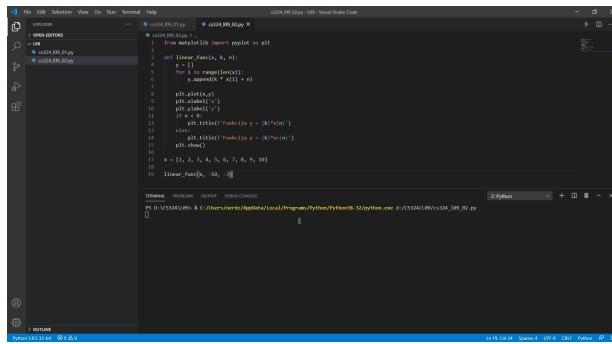
def linear_func(x, k, n):
    y = []
    for i in range(len(x)):
        y.append(k * x[i] + n)

    plt.plot(x,y)
    plt.xlabel('x')
    plt.ylabel('y')
    if n < 0:
```

```
plt.title(f'Funkcija y = {k}*x^{n}')
else:
    plt.title(f'Funkcija y = {k}*x+{n}')
plt.show()

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

linear_func(x, -10, -3)
```



Slika 2.2 Program za crtanje linearne funkcije. [Izvor: Autor]

Slika 2.3 Figura linearne funkcije. [Izvor: Autor]

PRIMER: ISCRTAVANJE LINEARNE FUNKCIJE

Sledi autorski video sa objašnjenjem kreiranja prve figure kroz matplotlib

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

PRIKAZ VIŠESTRUKIH PODATAKA I LEGENDA FIGURE

Na jednoj figuri moguće je prikazati više od jednog skupa podataka (više od jedne krive). U tom slučaju, poželjno je dodati legendu.

Prikaz višestrukih podataka na istoj figuri

Moguće je prikazati više podataka na istoj figuri, i to pozivom **plot()** funkcije za svaki skup podataka.

Prikaz legende

Da bi se lakše razumelo koja kriva se odnosi na koje podatke, potrebno je ubaciti i legendu, pozivom funkcije **legend()**, kojoj su argumenti imena podataka u onom redosledu koji se pojavljuju

```
#dodavanje legende u grafikon
from matplotlib import pyplot as plt

...
plt.legend(["Prvi podaci", "Drugi podaci", ...])
```

Moguće je i direktno dodavanje labele samim podacima prilikom poziva **plot()** funkcije, i na taj način se mora se brinuti o redosledu pojave podataka u grafikonu.

Primer (8 minuta):

Iscrati podatke koje su date u nastavku na istoj figuri. Koristiti legendu.

```
# Test podaci
# godina developera

godine = [18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35,
          36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53,
          54, 55]

zarada_prosek = [17784, 16500, 18012, 20628, 25206, 30252, 34368, 38496, 42000,
                  46752, 49320, 53200, 56000, 62316, 64928, 67317, 68748, 73752, 77232,
                  78000, 78508, 79536, 82488, 88935, 90000, 90056, 95000, 90000, 91633,
                  91660, 98150, 98964, 100000, 98988, 100000, 108923, 105000, 103117]

zarada_python = [20046, 17100, 20000, 24744, 30500, 37732, 41247, 45372, 48876,
                  53850, 57287, 63016, 65998, 70003, 70000, 71496, 75370, 83640, 84666,
                  84392, 78254, 85000, 87038, 91991, 100000, 94796, 97962, 93302, 99240,
                  102736, 112285, 100771, 104708, 108423, 101407, 112542, 122870, 120000]

zarada_javascript = [16446, 16791, 18942, 21780, 25704, 29000, 34372, 37810, 43515,
                      46823, 49293, 53437, 56373, 62375, 66674, 68745, 68746, 74583, 79000,
                      78508, 79996, 80403, 83820, 88833, 91660, 87892, 96243, 90000, 99313,
                      91660, 102264, 100000, 100000, 91660, 99240, 108000, 105000, 104000]
```

```
from matplotlib import pyplot as plt

godine = [18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35,
          36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53,
          54, 55]

python_zarada = [20046, 17100, 20000, 24744, 30500, 37732, 41247, 45372, 48876,
                  53850, 57287, 63016, 65998, 70003, 70000, 71496, 75370, 83640, 84666,
                  84392, 78254, 85000, 87038, 91991, 100000, 94796, 97962, 93302, 99240,
                  102736, 112285, 100771, 104708, 108423, 101407, 112542, 122870, 120000]

javascript_zarada = [16446, 16791, 18942, 21780, 25704, 29000, 34372, 37810, 43515,
                      46823, 49293, 53437, 56373, 62375, 66674, 68745, 68746, 74583, 79000,
                      78508, 79996, 80403, 83820, 88833, 91660, 87892, 96243, 90000, 99313,
                      91660, 102264, 100000, 100000, 91660, 99240, 108000, 105000, 104000]
```

```
prosecna_zarada = [17784, 16500, 18012, 20628, 25206, 30252, 34368, 38496, 42000, 46752, 49320, 53200, 56000, 62316, 64928, 67317, 68748, 73752, 77232, 78000, 78508, 79536, 82488, 88935, 90000, 90056, 95000, 90000, 91633, 91660, 98150, 98964, 100000, 98988, 100000, 108923, 105000, 103117]
```

```
plt.plot(godine, python_zarada, label='Python')
plt.plot(godine, javascript_zarada, label='JavaScript')
plt.plot(godine, proseckna_zarada, label='Prosek svih developera')

plt.xlabel('Godine')
plt.ylabel('Godisnja zarada u USD (USA)')
plt.title('Godisnja zarada developera u USD po godini (USA)')

plt.legend()
plt.show()
```

PRIMER: GODIŠNJA ZARADA DEVELOPERA IZ 2019. GODINE.

Sledi autorski video o iscrtavanju više krivih na istoj figuri.

Slika 2.4 Prikaz programa za prosečne zadate u SAD. [Izvor: Autor]

Slika 2.5 Vizuelizacija godišnje zarade po godinama po programskom jeziku. [Izvor: Autor]

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

PROMENE PRIKAZA KRIVE U FIGURI

Moguće je promeniti boju marker, boju, i izgled krive kroz string `fmt`

Moguće je promeniti boju marker, boju, i izgled krive.

Prilikom poziva **plot()** funkcije, pored podataka po osi i labele, moguće je dodatno ubaciti string za formatiranje krive **fmt**

```
# formatiranje krive
from matplotlib import pyplot as plt

...
plt.plot(x_podaci, y_podaci, fmt, label)
```

String **fmt** je sledećeg oblika:

```
fmt = '[marker][line][color]'
```

Marker označava tip markera za svaku tačku. **line** označava kakva će linija biti (puna, isprekidana i sl.), dok **color** označava boju linije.

Potpun spisak opcionog formatiranja linije dat je na matplotlib sajtu.

Sledi spisak najčešće korišćenih markera, linija i boja:

```
# spisak markera, linija, i boja
# Markeri
'.' marker tacka
',' marker piksel
'o' marker krug
've' marker trougao na dole
'^' marker trougao na gore
'<' marker trougao na levo
'>' marker trougao na desno
# Linije
'--' puna linija
'--' isprekidana linija
'-' crta-tacka linija
':' tackasta linija
# Boje
'b' plava
'g' zelena
'r' crvena
'y' zuta
'k' crna
'w' bela
```

PRIMER: TRIGONOMETRIJSKE FUNKCIJE

Sledi primer sa formatiranjem krive u figuri, kroz primer prikaza trigonometrijskih funkcija.

Primer (10 minuta):

Napisati program koji će računati **sinus, kosinus i zbir sinusa i kosinusa** vrednosti **x** (**x** je lista od 0 do 1000)

Nakon toga, iscrtati krive za sve tri trigonometrijske funkcije, i podesiti da je *zbir sinusa i kosinusa isprekidana crvena linija*.

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

x = np.arange(0,1001, 10)

y_sin = np.sin(np.deg2rad(x))
y_cos = np.cos(np.deg2rad(x))

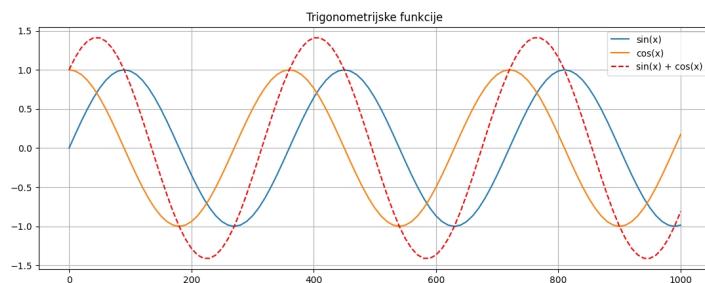
y_sum = y_sin + y_cos

plt.plot(x,y_sin, label='sin(x)')
plt.plot(x,y_cos, label='cos(x)')
plt.plot(x,y_sum, '--r', label='sin(x) + cos(x)')

plt.title('trigonometrijske funkcije')
plt.legend()

plt.grid()

plt.show()
```



Slika 2.6 Izgled izlaza primera sa trigonometrijskim funkcijama. [Izvor: Autor]

Slika 2.7 IsCRTavanje trigonometrijskih funkcija. [Izvor: Autor]

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

DODATNO FORMATIRANJE

Moguće je izvršiti napredno formatiranje, navođenjem pojedinih atributa za svaku krivu.

Osim osnovnog formatiranja markera, tipa i boje linije kroz **fmt** string, moguće je izvršiti napredno formatiranje, navođenjem pojedinih atributa za svaku krivu.

Sledi tabela sa atributima i vrednosti koje mogu uzimati

# dodatno formatiranje	
Atribut	Vrednosti
linestyle ili ls	['solid' 'dashed', 'dashdot', 'dotted' (offset, on-off-dash-seq) '-' '--' '-.' ':' 'None' ' ' '']
linewidth ili lw	float vrednost
marker	Stil za marker
markeredgecolor ili mec	Bilo koja matplotlib boja
markeredgewidth ili mew	float vrednost
markerfacecolor ili mfc	Bilo koja matplotlib boja
markersize ili ms	float vrednost

Pojedini atributi imaju skraćenice te nije neophodno koristiti puno ime atributa.

Boje se mogu uneti kao string "**ime_boje**" ili kao string koja ima heksadekadnu vrednost vrednost boje.

STIL FIGURE

*Moguće je promeniti opšti stil figure funkcijom **style.use()**, gde je parametar koji se prodleđuje ime stila.*

Stil figure

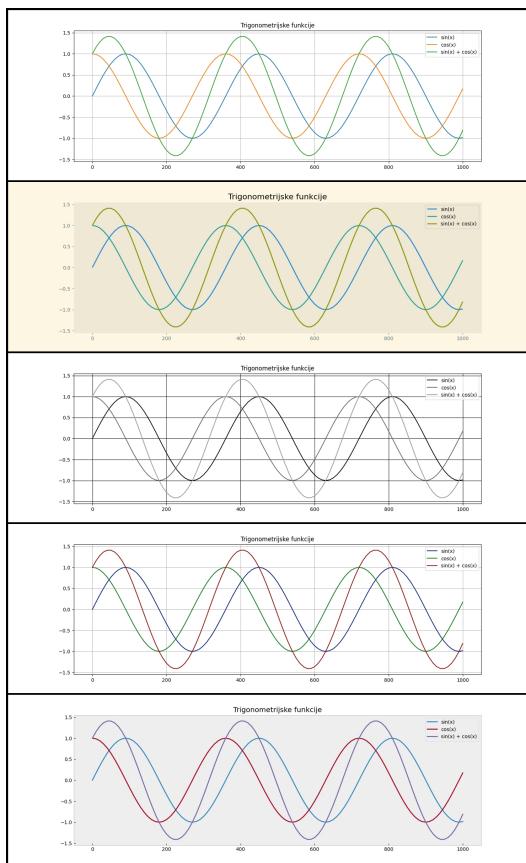
Moguće je promeniti opšti stil figure. Najpre treba pogledati moguće stilove, što se radi pozivom atributa **style.available**

```
from matplotlib import pyplot as plt
print(plt.style.available)
```

Nakon prikaza mogućih stilova, odabir željenog stila može se izvršiti funkcijom **style.use()**

```
from matplotlib import pyplot as plt
plt.style.use("ime stila")
```

U nastavku je primer sa trigonometrijskim funkcijama sa različitim stilovima.



Slika 2.8 Različiti stilovi iste figure. [Izvor: Autor]

Slika 2.9 Promena stila figure unutar programa. [Izvor: Autor]

```
# promena stila figure
from matplotlib import pyplot as plt

...
print(plt.style.available)
plt.style.use("dark_background")
```

ČUVANJE FIGURE

Figura se može direktno sačuvati pozivom savefig() funkcije, kojoj se prenosi ime i putanje figure.

Čuvanje figure

Moguće je sačuvati figuru direktno iz programa pozivom funkcije **savefig()**, čiji je parametar ime (i putanja) figure.

```
# cuvanje figure
from matplotlib import pyplot as plt

...
plt.savefig("ime_figure.png")
```

Primer (8 minuta)

Napisati program koji će generisati više nizova od po 50 nasumičnih (float) vrednosti korišćenjem numpy paketa. Niz **x_1** imaće vrednosti od -10 do -5. **x_2** imaće vrednosti od -2 do 2, a **x_3** vrednosti od 5 do 8.

Zatim, iscrtati sve vrednosti na grafikonu, tako da **x_1** ima debljinu 3, crne boje, i isprekidanu liniju, **x_2** ima debljinu 2, plave boje i punu liniju, a niz **x_3** ima samo tačkaste markere crvene boje.

Namestiti da opseg osa bude od 0 do 100 po x-osi, i od -10 do 8 po y-osi.

Sačuvati figuru kao "**random_seed.png**"

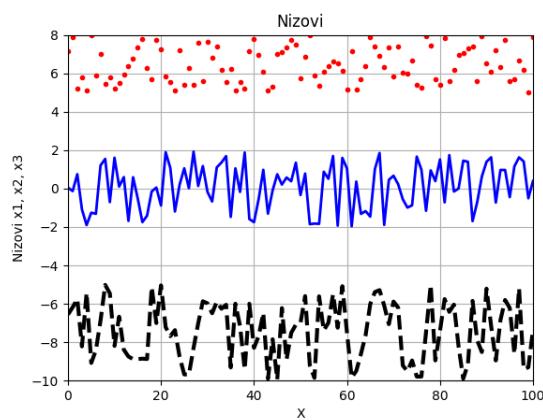
```
import numpy as np
from matplotlib import pyplot as plt

x = np.arange(0,101)
x_1 = np.random.uniform(-10, -5, x.shape)
x_2 = np.random.uniform(-2, 2, x.shape)
x_3 = np.random.uniform(5, 8, x.shape)

plt.plot(x,x_1, linewidth="3", linestyle="--", color="k", label="niz x1")
plt.plot(x,x_2, linewidth="2", linestyle="-", color="b", label="niz x2")
plt.plot(x,x_3, ".r", label="niz x3")

plt.xlabel("X")
plt.ylabel("Nizovi x1, x2, x3")
plt.grid()
plt.title("Nizovi")

plt.axis([0, 100, -10, 8])
plt.savefig("random_seed.png")
plt.show()
```



Slika 2.10 Random brojevi. [Izvor: Autor]

✓ Poglavlje 3

Grafikoni i vrste grafikona

ALTERNATIVNI NAČINI PRIKAZA PODATAKA

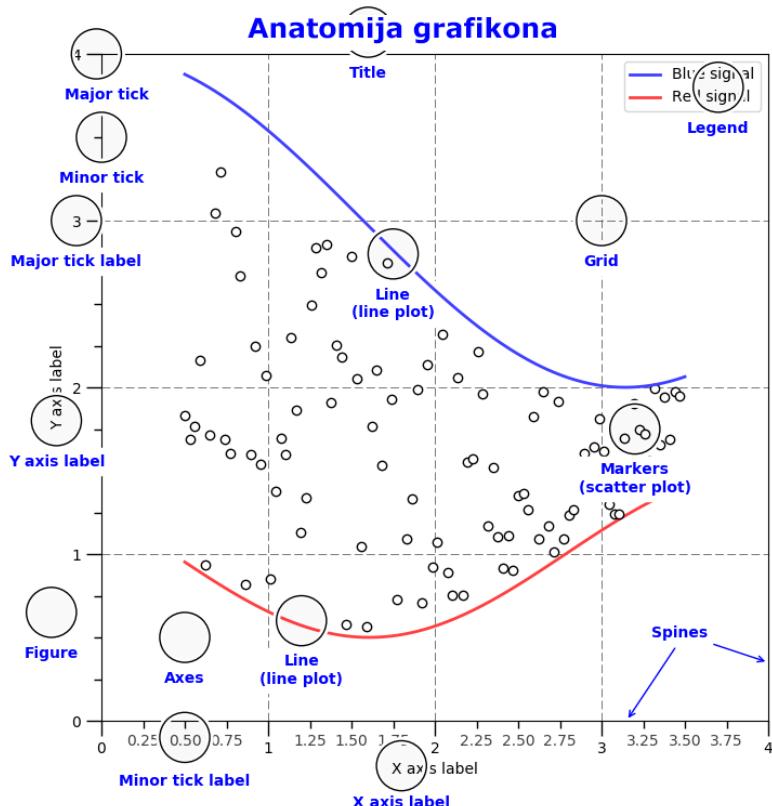
Osim linijskog grafikona, moguće je napraviti i druge 2D grafikone. Najčešće korišćeni jesu bar plot, horizontalni bar plot, i kružni (pie) grafikon

Funkcija plot podrazumevano pravi linijske grafikone, ali to nije jedini tip grafikona koji je dostupan.

Anatomija grafikona

Sve dodatna polja prilikom poziva neke od `pyplot` funkcija data su na slici 1 sa imenima na engleskom, jer se tako i označavaju same funkcije.

U nastavku biće reči o bar plotovima kao i o kružnom (pie) grafikonu, budući da se pri analizi podataka ovi tipovi grafikona najčešće i koriste.



Slika 3.1 Anatomija grafikona. [Izvor: matplotlib.org]

BAR PLOT

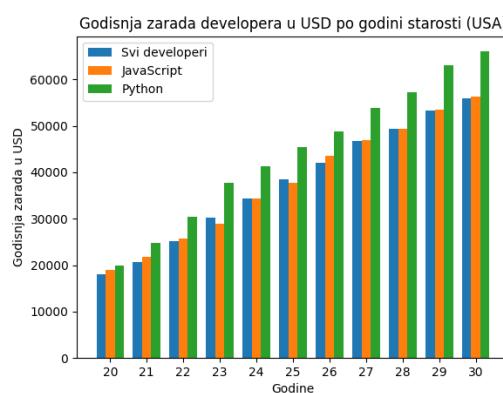
Vertikalni bar grafikon može se napraviti pozivom plt.bar() funkcije.

Bar grafikon

Bar grafikon se postavlja pozivom funkcije **bar()**

Primer (8 minuta)

Korišćenjem podataka za prosečne zarade, napraviti program koji će iscrtavati **bar** grafikone, jedan pored drugog.



Slika 3.2 Bar grafikoni. [Izvor: Autor]

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

godine = [20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30]

g_idx = np.arange(len(godine))
sirina_bar = 0.25

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

plt.bar(g_idx - sirina_bar, prosecna_zarada, width=sirina_bar, label='Svi
developeri')
plt.bar(g_idx, javascript_zarada, width=sirina_bar, label='JavaScript')
plt.bar(g_idx + sirina_bar, python_zarada, width=sirina_bar, label='Python')

plt.xticks(ticks=g_idx, labels=godine)
```

```
plt.xlabel('Godine')
plt.ylabel('Godisnja zarada u USD')
plt.title('Godisnja zarada developera u USD po godini starosti (USA)')

plt.legend()

plt.show()
```

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

HORIZONTALNI BAR PLOT

Horizontalni bar grafikon može se napraviti pozivom plt.barh() funkcije.

Horizontalni bar grafikon

Horizontalni bar grafikon se postavlja pozivom funkcije **barh()**

```
# horizontal bar graph
from matplotlib import pyplot as plt

...
plt.barh(...)
```

Primer (10 minuta)

Korišćenjem iz CSV datoteke na adresi:

https://github.com/CoreyMSchafer/code_snippets/tree/master/Python/Matplotlib/02-BarCharts

napraviti program koji će iscrtavati **barh** grafikone. Deo podataka je dat i u nastavku.

```
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
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#

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

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(';'))

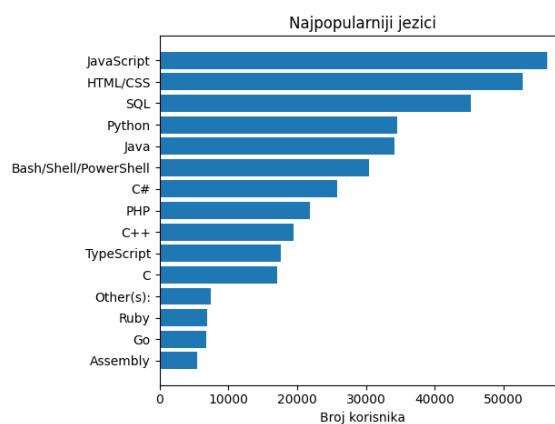
jezici = []
popularnost = []

for item in language_counter.most_common(15):
    jezici.append(item[0])
    popularnost.append(item[1])

jezici.reverse()
popularnost.reverse()

plt.barh(jezici,popularnost)
plt.title('Najpopularniji jezici')
plt.xlabel('Broj korisnika')
```

```
plt.show()
```



Slika 3.3 Horiyontalni bar grafovi. [Izvor: Autor]

HORIZONTALNI BAR PLOT - VIDEO

plt.barh() funkcija pravi horizontalni barplot

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

PIE PLOT

Kružni grafikon može se napraviti pozivom plt.pie() funkcije.

Kružni (en. pie) grafikon

Kružni grafikon se postavlja pozivom funkcije **pie()**.

```
# pie graph
from matplotlib import lyplot as plt

...
plt.pie(...)
```

Primer (8 minuta)

Korišćenjem podataka datih u nastavku, napraviti program koji će iscrtavati **pie** grafikon

```
slices = [59219, 55466, 47544, 36443, 35917]
labels = ['JavaScript', 'HTML/CSS', 'SQL', 'Python', 'Java']
```



Slika 3.4 Pie grafikon [Izvor: Autor]

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

slices = [59219, 55466, 47544, 36443, 35917]
labels = ['JavaScript', 'HTML/CSS', 'SQL', 'Python', 'Java']
explode = [0, 0, 0, 0.1, 0]

plt.pie(slices, labels=labels, explode=explode, startangle=120, autopct='%1.1f%%',
wedgeprops={'edgecolor': 'white'})

plt.style.use('fivethirtyeight')
plt.title('Pie grafikon')
plt.show()
```

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

▼ Poglavlje 4

Uvod u pillow

UVOD U PILLOW PAKET

Paket Pillow predstavlja paket za rad sa datotekama koje su slike.



Slika 4.1 Python Pillow paket. Izvor: [<https://pillow.readthedocs.io>]

Paket **Pillow** predstavlja paket za rad sa datotekama koje su slike, i na taj način dodaje Python interpretoru mogućnost procesiranje slika (en. **image processing**).

Ovaj paket dodaje podršku za veliki broj formata, mogućnost konverzije formata, rotacije, promenu veličine i transformacije slika.

Takođe sadrži metodu za pokazivanje histograma, tj. statistike slika, koje se može iskoristiti za podešavanje konstrasta ili za globalnu statističku analizu slika

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

INSTALACIJA PILLOW PAKETA

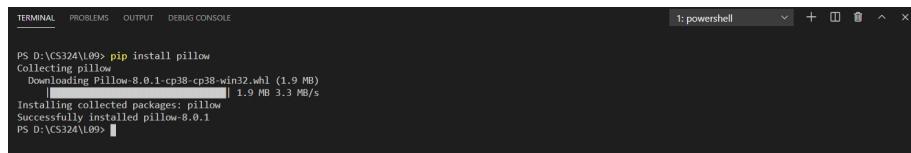
Paket Pillow nije deo standardne Python biblioteke, te je neophodno dodatno preuzeti paket.

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

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

```
pip install Pillow
```

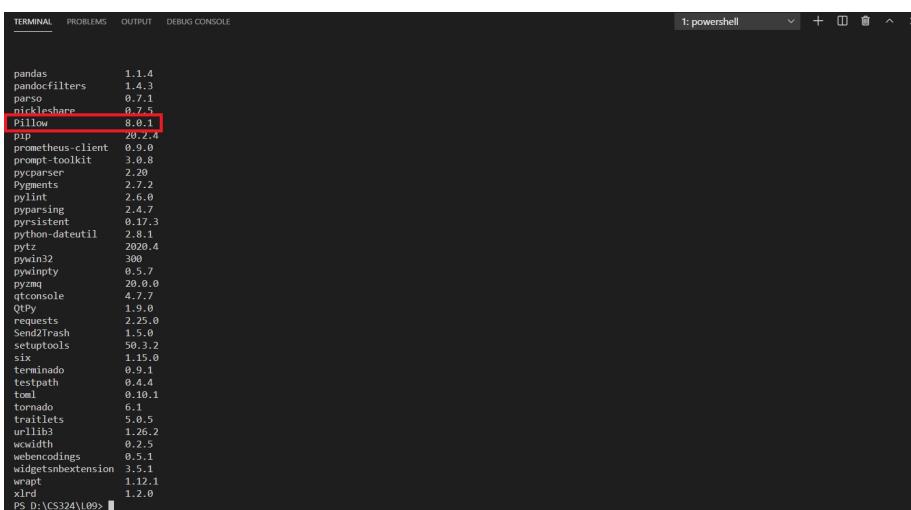
Nakon preuzimanja potrebnih datoteka, Pillow se može koristiti prilikom razvijanja Python aplikacija.



Slika 4.2 Instalacija Pillow paketa. [Izvor: Autor]

Provera (sa verzijom koja je instalirana) se može izvršiti pokretanjem pip **list** komande, ili pretragom preko komande **show**.

```
pip list  
#ili  
pip show Pillow
```



Slika 4.3 Provera instalacije Pillow paketa. [Izvor: Autor]

UVOZ PILLOW PAKETA U RADNI DIREKTORIJUM

Sledi video o instalaciji Pillow paketa

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

Nakon instalacije Pillow paketa, treba uvesti paket u radni direktorijum. Najviše se koristi klasa Image, te je dovoljno samo nju uvesti:

```
from PIL import Image
```

Treba obratiti pažnju da iako je paket **Pillow**, prilikom uvoza navodi se paket **PIL**.

✓ Poglavlje 5

Rad sa slikama

KLASA IMAGE

Osnovna klasa u Pillow paketu jeste Image klasa.

Može se reći da je "srž" Pillow paketa upravo klasa Image. Pomoću nje možemo otvoriti, modifikovati, procesirati i sačuvati slike različitih formata.

Tokom rada sa slikama, koristiće se sledećih pet slika.



Slika 5.1 Pillow slika01. [Izvor: <http://sipi.usc.edu/database/database.php?volume=misc&image=13#top>]

Slika 5.2 Pillow slika02. [Izvor: <http://sipi.usc.edu/database/database.php?volume=misc&image=13#top>]

Slika 5.3 Pillow slika03. [Izvor: <http://sipi.usc.edu/database/database.php?volume=misc&image=13#top>]

Slika 5.4 Pillow slika04. [Izvor: <http://sipi.usc.edu/database/database.php?volume=misc&image=13#top>]

Slika 5.5 Pillow slika05. [Izvor: <http://sipi.usc.edu/database/database.php?volume=misc&image=13#top>]

OTVARANJE I PRIKAZ SLIKE

Ukoliko je uspešno otvorena slika, onda će se ovaj objekat otvoriti preko pregledača slika u operativnom sistemu.

Otvaranje slike

Otvaranje se vrši pozivom metode `.open()`.

```
from PIL import Image  
  
image01 = Image.open("slika01.png")
```

Prikaz slike

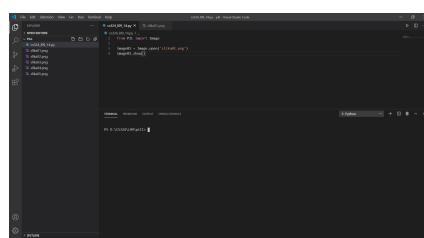
Prikaz slike vrši se metodom `.show()`

Ukoliko je uspešno otvorena slika, onda će se ovaj objekat otvoriti preko pregledača slika u operativnom sistemu.

Čuvanje slike

Sliku je moguće vrlo jednostavno sačuvati, i u nekom drugom formatu, pozivom metode `.save()`.

```
from PIL import Image  
  
#otvaranje slike  
image01 = Image.open("slika01.png")  
  
#prikaz slike  
image01.show()  
  
#cuvanje slike  
image01.save('novo_ime.nova_ekstenzija')
```



Slika 5.6 Otvaranje i pregled slike pomoću Pillow paketa. [Izvor: Autor]

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

KONVERTOVANJE SLIKA

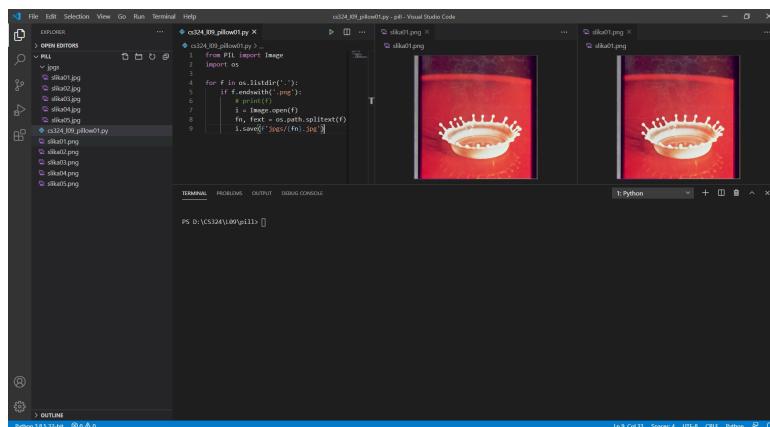
Moguće je raditi sa više slika istovremeno ubacivanjem image objekata u petlju i vršiti modifikaciju unutar petlje.

Primer (6 minuta)

Konvertovati slike iz `.png` formata u `.jpg` format korišćenjem Pillow paketa.

```
from PIL import Image
import os

for f in os.listdir('.'):
    if f.endswith('.png'):
        # print(f)
        i = Image.open(f)
        fn, fext = os.path.splitext(f)
        i.save(f'jpgs/{fn}.jpg')
```



Slika 5.7 Konvertovanje slika iz PNG u JPG. [Izvor: Autor]

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

MODIFIKACIJA SLIKA

Modifikacije kao što su promena veličine, rotacija, i osnovni filteri mogući su u ugrađenim metodatama unutar Image i ImageFilter klase

Primer (6 minuta)

Promeniti veličinu slika po pikselu u 300x300 piksela, i smestiti u direktorijum sa imanom **300**.

```
from PIL import Image
import os

size_300 = (300, 300)

for f in os.listdir('.'):
    if f.endswith('.png'):
        i = Image.open(f)
        fn, fext = os.path.splitext(f)
        i.thumbnail(size_300)
        i.save(f'300/{fn}_300{fext}')
```

U prethodnom kodu nepoznata je samo metoda `.thumbnail()` kojoj se prosleđuje tuple sa veličinom u pikselima. Zbog toga je prvo bitno napravljena promenljiva **size_300** u kojoj je stavljana veličina.

Primer (10 minuta)

- Otvoriti sliku i rotirati je za 90 stepeni, i sačuvati je kao **slika_mod**.
- Otvoriti sliku i prebaciti je u crno-beo format i sačuvati je kao **slika_BW**
- Otvoriti sliku i ubaciti normalni blur sa vrednošću 5, i sačuvati je kao **slika_blur**

```
from PIL import Image, ImageFilter

image02 = Image.open('slika02.png')
image02.rotate(90).save('slika02_mod.png')

image03 = Image.open('slika03.png')
image03.convert(mode='L').save('slika03_BW.png')

image04 = Image.open('slika04.png')
image04.filter(ImageFilter.GaussianBlur(5)).save('slika04_blur.png')
```

▼ Poglavlje 6

Pokazna vežba #9

ZADATAK #1

Zadatak #1 odnosi se na iscrtavanje trigonometrijske funkcije

Zadatak #1 (15 minuta)

Napisati program koji računa funkciju:

$$y(x) = \exp(-x) \times \sin(4x), \quad x \in [0, 4]$$

Zatim, podesiti grafikon da bude puna linija crvene boje. Sačuvati grafikon kao "sin_talas.png"

Interval vrednosti **x** treba da bude u 500 tačaka.

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

def y(x):
    return np.exp(-x)*np.sin(4*x)

x = np.linspace(0, 4, 501)
plt.plot(x, y(x), 'r-', label="Sin talas")

plt.xlabel('$x$')
plt.ylabel('$y(x)$')
plt.xlim(0,4)
plt.ylim(-1,1)

plt.grid()
plt.title('Opadajući sin talas')
plt.savefig('sin_talas.png')
plt.legend()
plt.show()
```

ZADATAK #2, ZADATAK #3

Zadatak #2 odnosi se na promenu RGB podešavanja slike, zadatak #3 se odnosi na doavanje pečata.

Zadatak #2 (10 minuta)

Napisati program koji će korišćenjem paketa Pillow promeniti vrednosti RGB svojstva slike u BGR. Sačuvati sliku kao "**slika_invertovano.png**"

```
from PIL import Image

image = Image.open("slika01.png")
r, g, b = image.split()

image = Image.merge("RGB", (b, g, r))
image.save("slika01_invertovano.png")
```

Zadatak #3 (20 minuta)

Napisati program koji će korišćenjem paketa Pillow dodati pečat (en. **watermark**) na sliku. Tekst pečata je "CS324"

```
from PIL import Image, ImageDraw, ImageFont

im = Image.open('slika01.png')
width, height = im.size

draw = ImageDraw.Draw(im)
text = "CS324"

font = ImageFont.truetype('arial.ttf', 36)
textwidth, textheight = draw.textsize(text, font)

margin = 10
x = width - textwidth - margin
y = height - textheight - margin

draw.text((x, y), text, font=font)
im.show()

im.save('slika01_wmark.png')
```

✓ Poglavlje 7

Individualna vežba #9

ZADATAK #1, ZADATAK #2

Zadatak #1 odnosi se na iscrtavanje trigonometrijske funkcije

Zadatak #1 (20 minuta)

Napisati program koji računa funkciju:

$$g(x) = \exp\left(-\frac{1}{2}x\right) \times \cos(-2x), \quad x \in [0, 4]$$

Interval vrednosti promenljive **x** treba da bude 500 tačaka.

Zatim, podesiti grafikon da bude puna linija crvene boje.

Interval vrednosti promenljive **x** treba da bude 500 tačaka.

Zadatak #2 (24 minuta)

Napisati program koji računa funkciju:

$$h(x) = \exp\left(-\frac{3}{2}x\right) \times \sin(4x), \quad x \in [0, 4]$$

Interval vrednosti promenljive **x** treba da bude 500 tačaka.

Zatim, podesiti grafikon da bude isprekidana linija crne boje.

Nacrtati grafikon zajedno sa grafikonom **g(x)**.

Sačuvati vrednosti **x**, **g(x)** i **h(x)** u liste.

Korišćenjem pandas paketa izvesti sve vrednosti **x**, **g(x)** i **h(x)** u datoteku "**funkcije.csv**", tako da imaju i naslove kolona.

ZADATAK #3

Zadatak 3 odnosi se na OOP i crtavanje grafikona.

Zadatak #3 (45 minuta)

Napraviti klasu **warrior** koja sadrži atribute **name**, **health**, **armorClass**, **attackBonus**, i **damage**.

Klasa ima sledeće metode:

rollForAttack: Vraća zbir **attackBonus** i nasumičnog celog broja između 1 i 20 (simulira bacanje 20-strane kockice)

checkHit: proverava da li je svoj AC manji od vrednosti napada.

takeDamage: smanji svoj health za ulazni parametar damage.

Napraviti dva objekta klase warrior sličnih statistika (**health**, **armorClass**, **attackBonus** i damage treba da se razlikuju za do 20%)

Primer: warr1.health = 20, warr2.health = 24.

Pozivom metoda **rollForAttack** pratiti health oba objekta i beležiti u posebne liste. Metoda se poziva dok jedan objekat ne padne na **health=0**.

Nacrtati grafikon koji prati health oba objekta od prvog poziva do prestanka.

✓ Poglavlje 8

Domaći zadatak #9

ZADATAK #9

Domaći zadatak radi se okvirno 2h

Domaći zadatak #9

Napisati program koji će za svaki položeni ispit računati prosečnu ocenu:

Sa tastature se unosi ocena (ne sme biti manja od 6) sve dok se ne pritisne ENTER. Prilikom svakog unosa računa se prosečna ocena za (do tada) unete ocene.

Prvi grafikon štampa prosečna ocenu: iscrtava promenu prolazne ocene sa brojem položenih ispita.

Drugi grafikon štampa broj pojedinačnih ocena u pie grafikonu.

```
#Primer kako bi izlaz proseccne ocene izgledao:  
Uneti Ocenu: 9  
Prosek: 9  
Uneti ocenu: 10  
Prosek: 9.5  
Uneti ocenu: 8  
Prosek: 9  
Uneti ocenu: 6  
Prosek: 8.25  
...
```

Predaja domaćeg zadatka

Nakon nedelju dana od lekcije, poeni za domaći zadatak za tradicionalne studente se umanjuju za 50%.

Tradicionalni studenti:

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

Internet studenti:

Domaći zadatak treba dostaviti najkasnije 10 dana pred polaganja 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 #9

Rezime:

U ovoj lekciji bilo je reči o paketima matplotlib i Pillow za Python 3 programski jezik. Oba paketa se instaliraju preko pip upravljača paketa.

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

Paket Pillow jeste paket za rad sa slikama. Moguće je izvršiti manipulaciju i modifikaciju slika, kako pojedinačno, tako i nad više slika odjednom.

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.

