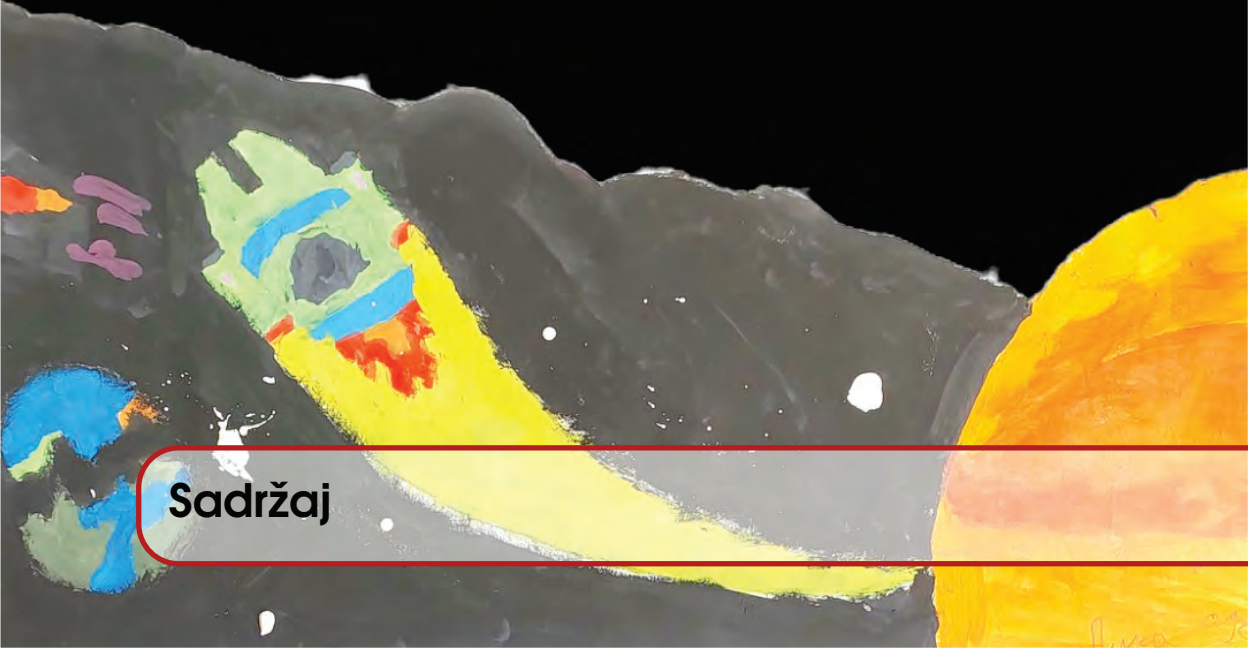


Sadržaj

Predgovor i

1 Algoritmi i programski jezici 1

1.1 Programiranje i svet oko nas 1

1.1.1 Sistemi, modeli i procesi 2

1.1.2 Informacije 3

1.2 Model računara 4

1.3 Algoritmi i heuristike 6

1.3.1 Algoritmi 6

1.3.2 Heuristike 9

1.4 Programski jezici 10

1.4.1 Mašinski i asemblerski jezik 11

1.4.2 Viši programski jezik - prevođenje i interpretacija 11

1.4.3 Tipovi programskih jezika 13

1.5 Zašto Pajton? 15

2 Objekti, tipovi i operacije 19

2.1 Interaktivni rad u razvojnom okruženju IDLE 19

2.2 Koliko je težak prvi Pajton program 22

2.2.1 Od oblasti problema do algoritma 22

2.2.2 Testiranje programa u IDLE okruženju 23

2.2.3 Analiza programa 23

2.2.4 Sintaksne i semantičke greške 25

2.3 Predstavljanje podataka i osnovne operacije 26

2.3.1 Objekti 26

2.3.2 Izrazi i promenljive, dodela vrednosti 29

2.3.3 Aritmetičko-logičke operacije i poređenja 33

2.3.4 Konstruktori osnovnih tipova 36

2.3.5 Promenljivost objekata 37

3 Kontrola toka. Iterativni algoritmi 39

3.1 Kontrola toka 39

3.1.1 Grananja 41

3.1.2 Petlje 45

3.2 Iterativni algoritmi 52

3.2.1 Metoda uzastopne aproksimacije 53

3.2.2 Metoda iterativne konstrukcije 54

3.2.3 Iterativna pretraga u prostoru rešenja 59

4 Funkcije i moduli. Rekurzivni algoritmi 69

4.1 Korisničke funkcije 70

4.1.1 Definisanje funkcije 70

4.1.2 Povratne vrednosti 74

4.1.3 Imenovani i opcioni parametri 79

4.1.4 Imenski prostori. Opseg važenja promenljivih 80

4.2 Organizacija izvornog koda 86
4.2.1 Moduli . . . 86
4.2.2 Paketi . . . 89
4.2.3 Funkcije i moduli kao objekti . . . 89
4.3 Rekurzivni algoritmi 91
4.3.1 Rekurzija na delu . . . 92
4.3.2 Prednosti i mane rekurzivnog pristupa . . . 98

5 Kolekcije objekata: sekvence, skupovi i rečnici . . . 103
5.1 Sekvence 104
5.1.1 Tekst - tip `str` . . . 105
5.1.2 Objekti i metode. Metode za rad sa tekstom . . . 114
5.1.3 Liste - tip `list` . . . 117
5.1.4 Tekstualne metode i liste . . . 126
5.1.5 Torke - tip `tuple` . . . 129
5.2 Skupovi i rečnici 133
5.2.1 Skupovi - tip `set` . . . 133
5.2.2 Rečnici - tip `dict` . . . 138
5.3 Kolekcije i kombinatorne strukture 148
5.3.1 Kombinacije . . . 149
5.3.2 Permutacije i varijacije . . . 155

6 Algoritmi zasnovani na slučajnim brojevima . . . 163
6.1 Pseudoslučajni brojevi 164
6.2 Funkcije za slučajni odabir i mešanje 167
6.3 Probabilistički algoritmi 170
6.3.1 Verovatnoća događaja i slučajne promenljive . . . 170
6.3.2 Monte Karlo simulacija . . . 173

7 Složenost algoritma. Pretraživanje i sortiranje . . . 181
7.1 Merenje vremena 182

7.2 Analiza složenosti algoritma 186
7.2.1 Funkcija vremenske složenosti 186
7.2.2 Asimptotske notacije 188
7.3 Pretraživanje 190
7.3.1 Linearno pretraživanje 191
7.3.2 Binarno pretraživanje 194
7.4 Algoritmi sortiranja 197
7.4.1 Counting sort 197
7.4.2 Selection sort 200
7.4.3 Merge sort 203
7.4.4 Quick sort 207
7.5 Redovi složenosti predefinisanih operacija nad kolekcijama 210
7.5.1 Složenost u radu sa listama 212
7.5.2 Složenost u radu sa rečnicima 213

8 Obrada grešaka u programu 217
8.1 Trag i tipovi grešaka 217
8.2 Defanzivno programiranje 220
8.2.1 Provera korektnosti ulaznih podataka 220
8.2.2 Model klijent-server 222
8.2.3 Informacija o stanju obrade u klijent-server modelu 223
8.3 Greške kao izuzeci 225
8.3.1 Kritična sekcija. Kontrolna struktura `try - except` 226
8.3.2 Eksplicitno prosleđivanje izuzetaka. Naredba `raise` 229
8.3.3 Bezuslovno izvršavanje pri obradi izuzetaka. Naredba `finally` . . . 232

9 Tekstualne datoteke 235
9.1 Pojam i interpretacija 235
9.2 Sistem datoteka 236

9.3 Ulazno-izlazne operacije sa tekstualnim datotekama 244
9.3.1 Čitanje iz tekstualne datoteke . . . 244
9.3.2 Upisivanje u tekstualnu datoteku . . . 246
9.4 Tekstualne datoteke u CSV formatu 254
9.4.1 Parsiranje CSV datoteke . . . 255
9.4.2 Upisivanje tabelarnih podataka . . . 256

10 Apstraktni tipovi podataka - klase . . . 263
10.1 Apstrahovanje realnog sveta - objekti i klase 264
10.1.1 Enkapsulacija - atributi i metode . . . 265
10.1.2 Definisanje klase . . . 267
10.1.3 Magične metode i preopterećenje operatora . . . 271
10.1.4 Klasni atributi i statičke metode . . . 279
10.1.5 Sakrivanje informacija . . . 283
10.2 Kompozicija i agregacija 293
10.3 Nasleđivanje 303
10.3.1 Pretraga metoda pri pozivu. Prepisivanje metode . . . 307
10.3.2 Red i stek - primeri nasleđivanja . . . 308

11 Pajton za inženjere: NumPy i Matplotlib . . . 317
11.1 Procesiranje višedimenzionalnih nizova brojeva - NumPy 317
11.1.1 Kreiranje matrice . . . 322
11.1.2 Pristup elementima matrice - osnovno indeksiranje . . . 326
11.1.3 Matrične funkcije i operacije . . . 338
11.1.4 Poređenje, logičke operacije i napredno indeksiranje . . . 350
11.1.5 Spajanje i razdvajanje matrica i rearanžiranje elemenata . . . 359
11.2 Grafičko predstavljanje podataka - Matplotlib 371
11.2.1 Linijski dijagram i osnovni elementi grafičkog prikaza . . . 371
11.2.2 Pravougaoni i kružni dijagram. Histogram . . . 377
11.2.3 Dijagram površi - grafik realne funkcije dve promenljive . . . 380

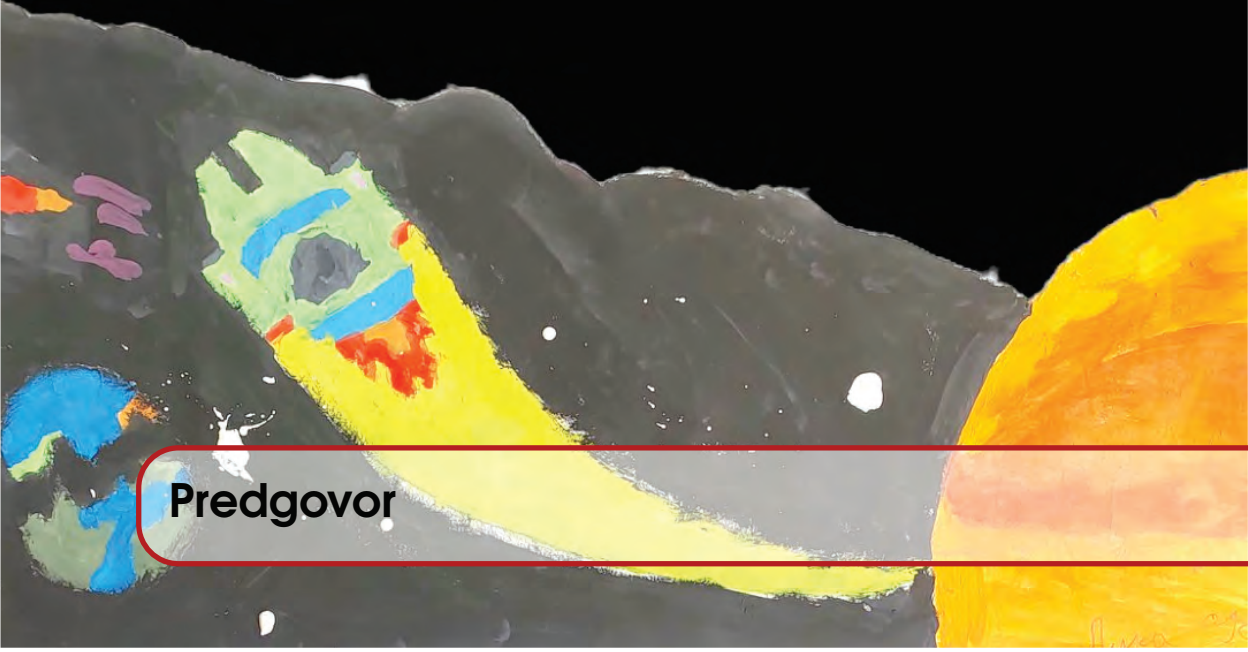
Bibliografija 387

Spisak slika 389

Spisak tabela 393

Indeks problema 395

Indeks pojmova 397



Predgovor

Predgovor drugom dopunjenom izdanju

Poštovani čitaoci,

pred vama je drugo dopunjeno izdanje knjige *Osnove programiranja u Pajtonu*. Zahvaljujući ubrzanom razvoju veštačke inteligencije, kao i sve većem značaju nauke o podacima, programski jezik Pajton je, u prethodnih pet godina, povećao svoju popularnost i predstavlja prvi izbor za jezik u kome se izučavaju osnovni koncepti programiranja. Zbog toga sam se odlučio da poboljšam tekst prethodnog izdanja, uklonim uočene greške i dodam glavu koja se bavi programskim paketima *NumPy* i *Matplotlib*. Ovi paketi objedinjavaju neophodne alate za sve one koji se bave kreiranjem i analizom matematičkih modela realnih sistema i analizom numeričkih podataka. NumPy se bavi matričnim izračunavanjima, dok Matplotlib predstavlja skup alata za grafičko predstavljanje podataka.

Pored teksta nove glave, koja nosi ime *Pajton za inženjere: NumPy i Matplotlib*, u okviru ovog izdanja dodati su i delovi teksta vezani za sledeće mogućnosti jezika:

- uslovni izrazi - glava 3,
- oblikovanje teksta pomoću formatirajućeg stringa - glava 5,
- operatori raspakivanja - glava 5,
- slučajno uzorkovanje pomoću odabira sa ponavljanjem - glava 6.

Nadam se da će učinjene izmene pomoći čitaocima da lakše savladaju neophodne tehnike programiranja.

Na kraju, zahvaljujem se kolegi Mladenu Nikoliću, kao i recenzentima Jelici Protić, Milu Tomaševiću i Branislavu Bajatu, koji su svojim vrednim komentarima pomogli da se tekst drugog izdanja što više poboljša. Posebno se zahvaljujem gospodinu Aleksandru Bakoču i kompaniji Daran Group, koji su omogućili štampanje kompletnog tiraža drugog izdanja.

Srećno!

Beograd, decembar 2023. *Autor*

Predgovor prvom izdanju

Poštovani čitaoci,

pred vama je knjiga *Osnove programiranja u Pajtonu*, namenjena kako studentima prve godine Građevinskog fakulteta u Beogradu, tako i svima onima koji žele da pođu na ne tako lak, ali izazovan put ovladavanja veštinom programiranja. Kao i svaka druga veština, programiranje zahteva od početnika *strpljenje* i *upornost*. Olakšavajuća okolnost u procesu učenja ogleda se u mogućnosti da se uloženi rad vrlo brzo testira, tako što se novonastali program izvrši na računaru. Računar će, za razliku od čoveka, uvek izvršiti samo ono što mu se naredi. To često neće biti ono što se želelo, ali problem nije do računara već do programera koji svoje želje nije uspeo da pretoči u ispravan niz naredbi. Zato se u knjizi, pored programskog jezika, naglasak stavlja na osnovne tehnike za rešavanje pojedinih tipova problema.

Algoritmi, koji predstavljaju precizno definisane postupke za rešavanje problema na računaru, ilustrovani su putem kratkih programa realizovanih u Pajtonu. Jezik Pajton izabran je kako zbog svoje jednostavnosti, tako i zbog svoje otvorenosti i opšte prisutnosti, naročito u naučnoj i inženjerskoj zajednici. U knjizi se ne razmatraju sve mogućnosti i specifičnosti Pajtona. Za tu svrhu može se koristiti brojna literatura koja se bavi detaljnom specifikacijom jezika.[1] Slično, rešenja pojedinih problema ne koriste uvek pristup svojstven stilu ekspertskog programiranja u Pajtonu. Ovo je učinjeno kako bi se naglasila opšta ideja nekog postupka rešavanja primenjiva i u drugim modernim jezicima. Algoritamski pristup zahteva i izvesno poznavanje srednjoškolske matematike, što ne bi trebalo da predstavlja nepremostivu prepreku. Pojedini matematički problemi pružaju dobru podlogu za objašnjenje često korišćenih tehnika u inženjerskom programiranju. Jedostavan matematički aparat koristi se i prilikom analize složenosti pojedinih algoritama.

U Pajtonu se *svi* podaci, počevši od broja jedan pa do samog programa, predstavljaju objektima odgovarajućeg tipa. Objektima se mogu pridodati i željena ponašanja pa se uz njihovu pomoć mogu simulirati različiti realni sistemi. Zbog toga, knjiga pored *proceduralnog*, promoviše i *objektno orijentisani* pristup koji u centar rešavanja problema stavlja objekte kao apstrakcije podataka ili delove složenih sistema. Autor se nada da će čitaoci tako steći neophodnu inženjersku veštinu sagledavanja problema (sistema) kroz njegove jednostavnije potprobleme (podsisteme) i uočavanja veza između njih.

Programiranje se najbolje uči na primerima. Knjiga sadrži priličan broj ilustrativnih problema čija rešenja su detaljno objašnjena, a rad pridruženih programa ilustrovan na pogodan način. Čitaoci se ohrabruju da ih sve *obavezno* prostudiraju jer se u okviru njihovih rešenja ilustruju različiti teoretski i praktični koncepti.

Knjiga se ne bavi elementima programiranja koji se odnose na izgradnju korisničkog interfejsa, rad sa bazama podataka i drugim tehnikama za kreiranje poslovnih aplikacija.

[1] Preporučuje se dokumentacija na adresi `http://docs.python.org/reference/` .

Ova odluka učinjena je u nameri da se pažnja čitaoca usmeri na *osnovne tehnike* koje se primenjuju u svim oblastima računarstva. Po savladavanju izložene materije biće daleko jednostavnije upustiti se u dublje programerske vode.

Na kraju, zahvaljujem se asistentima Dušanu Isailoviću i Mariji Petronijević na pomoći pri izradi slika, recenzentima Jelici Protić i Mladenu Nikoliću na uočenim nedostacima i korisnim predlozima u pogledu izložene materije, kao i Milosavi Mijović i Radmili Žeželj Ralić na lekturi i korekturi teksta. Njihovo zalaganje značajno je poboljšalo prvobitnu verziju knjige. Posebno se zahvaljujem Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, koje je obezbedilo sredstva za štampanje knjige u okviru projekta "Adaptacija master studija geoinformatike u skladu sa savremenim potrebama privrede i tržišta rada".

Srećno!

Beograd, decembar 2017. *Autor*



1. Algoritmi i programski jezici

Poznata knjiga iz oblasti popularne psihologije, *Put kojim se ređe ide*, autora Skota Peka, počinje rečenicom "Život je težak!". Verovatno bi se većina složila sa ovim iskazom, ne umanjujući time božansku lepotu i duboki smisao života. Pitajući se zašto je to tako, mnogi bi odgovorili da je to zbog velikog broja problema koji se u životu pojavljuju i koje treba rešavati, često u neželjeno vreme i pod ograničavajućim okolnostima. Uspešno rešavanje različitih problema koji se pojavljuju na životnom putu čini život tako očaravajućim iskustvom i vodi ka duhovnom i materijalnom napretku. U nauci i inženjerskim disciplinama, bez izuzetka, rešavanje problema je u osnovi svake uspešne aktivnosti. Ova knjiga bavi se izučavanjem osnovnih metoda programiranja za različite inženjerske potrebe. U tu svrhu izučava se programski jezik Pajton[1], ali se naglasak, pored jezika, stavlja na puteve rešavanja problema uz pomoć kreativnog razmišljanja.

1.1 Programiranje i svet oko nas

Programiranje predstavlja moćan alat kojim se, putem računara, modeluje kako realni, tako i kreira virtuelni svet. U tu svrhu razmatra se kontekst ove mlade, ali dinamične i sveprisutne naučne discipline.

[1] Engl. *Python*.