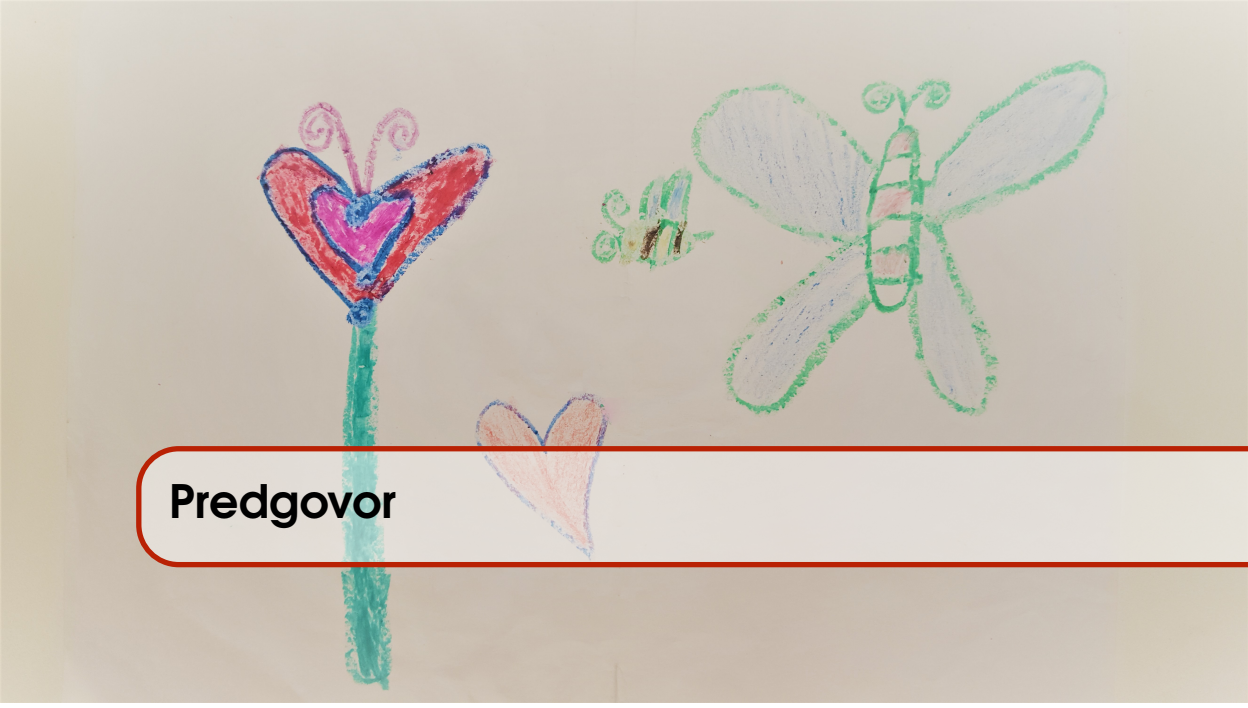


Predgovor

Poštovani čitaoci,

pred vama je knjiga *Osnove progrmairanja 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

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

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, 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.

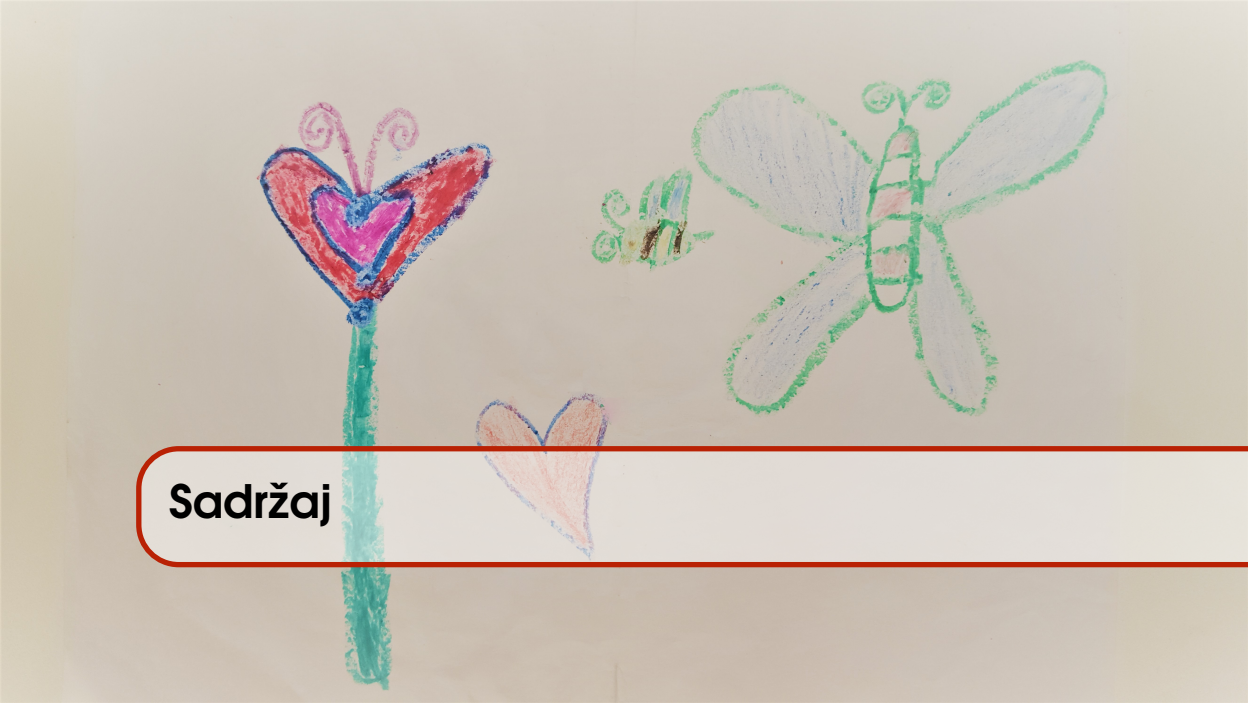
Programiranje se najbolje uči na primerima. Knjiga sadrži priličan broj ilustrativnih problema čija rešenja su detaljno objašnjena, a rad pridruženih programa ilustrovan na pogodan način. Čitaoci se ohrabruju da ih sve *obavezno* prostudiraju jer se u okviru njihovih rešenja ilustruju različiti teoretski 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. Ova odluka učinjena je svesno, kako bi se pažnja usmerila na *osnovne tehnike* koje se primenjuju u svim oblastima računarstva. Po savladavanju ovde 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.

Srećno!

Beograd, oktobar 2017. *Autor*



Sadržaj

1 **Algoritmi i programski jezici** 7

1.1 Programiranje i svet oko nas **7**

1.1.1 Sistemi, modeli i procesi 8

1.1.2 Informacije 9

1.2 Model računara **10**

1.3 Algoritmi i heuristike **12**

1.3.1 Algoritmi 12

1.3.2 Heuristike 15

1.4 Programski jezici **16**

1.4.1 Mašinski i asemblerski jezik 17

1.4.2 Viši programski jezik - prevođenje i interpretacija 17

1.4.3 Tipovi programskih jezika 19

1.5 Zašto Pajton? **21**

2 Objekti, tipovi i operacije 25
2.1 Interaktivni rad u razvojnom okruženju IDLE 25
2.2 Koliko je težak prvi Pajton program 28
2.2.1 Od oblasti problema do algoritma 28
2.2.2 Testiranje programa u IDLE okruženju 29
2.2.3 Analiza programa 29
2.2.4 Sintaksne i semantičke greške 31
2.3 Predstavljanje podataka i osnovne operacije 32
2.3.1 Objekti 32
2.3.2 Izrazi i promenljive, dodela vrednosti 35
2.3.3 Aritmetičko-logičke operacije i poređenja 39
2.3.4 Konstruktori osnovnih tipova 42
2.3.5 Promenljivost objekata 43
3 Kontrola toka. Iterativni algoritmi 45
3.1 Kontrola toka 45
3.1.1 Grananja 47
3.1.2 Petlje 50
3.2 Iterativni algoritmi 58
3.2.1 Metoda uzastopne aproksimacije 58
3.2.2 Metoda iterativne konstrukcije 60
3.2.3 Iterativna pretraga u prostoru rešenja 64
4 Funkcije i moduli. Rekurzivni algoritmi 73
4.1 Korisničke funkcije 74
4.1.1 Definisanje funkcije 74
4.1.2 Povratne vrednosti 78
4.1.3 Imenovani i opcioni parametri 83
4.1.4 Imenski prostori. Opseg važenja promenljivih 84
4.2 Organizacija izvornog koda 90
4.2.1 Moduli 90

4.2.2 Paketi . . . 93
4.2.3 Funkcije i moduli kao objekti . . . 94
4.3 Rekurzivni algoritmi 96
4.3.1 Rekurzija na delu . . . 96
4.3.2 Prednosti i mane rekurzivnog pristupa . . . 103

5 Kolekcije objekata: sekvence, skupovi i mape . . . 107
5.1 Sekvence 108
5.1.1 Tekst - tip `str` . . . 109
5.1.2 Objekti i metode. Metode za rad sa tekstom . . . 118
5.1.3 Liste - tip `list` . . . 121
5.1.4 Tekstualne metode i liste . . . 130
5.1.5 Torke - tip `tuple` . . . 133
5.2 Skupovi i mape 136
5.2.1 Skupovi - tip `set` . . . 136
5.2.2 Rečnici - tip `dict` . . . 141
5.3 Kombinatorne strukture objekata iz kolekcije 148
5.3.1 Kombinacije . . . 148
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 Klijent-server model . . . 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 253
9.4.1 Parsiranje CSV datoteke 255
9.4.2 Upisivanje tabelarnih podataka 257

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

Bibliografija 317
Spisak slika 319
Spisak tabela 323
Indeks problema 325
Indeks pojmova 327