

Miloš A. Kovačević

OSNOVE PROGRAMIRANJA

u Pajtonu

Akademска мисао
Београд 2017.

Miloš A. Kovačević
OSNOVE PROGRAMIRANJA U PAJTONU

Recenzenti:

Dr Jelica Protić
Dr Mladen Nikolić

Izdavači:

Univerzitet u Beogradu – Građevinski fakultet, Beograd
Akademska misao, Beograd

Štampač

Akademska misao, Beograd

Tiraž

60 primeraka

Dizajn naslovne strane

Autor

Ilustracija na koricama

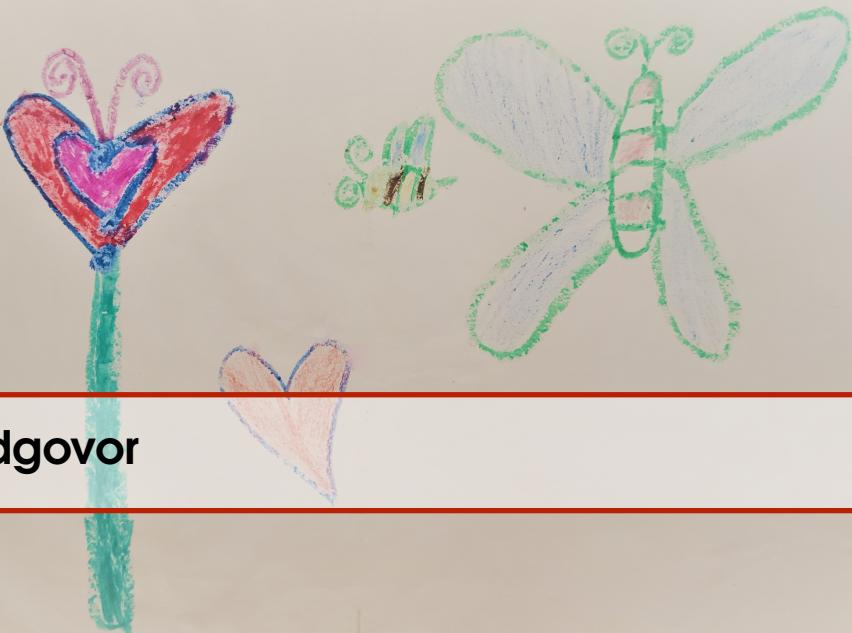
Luka Kovačević – *Igra*

Ilustracija u knjizi

Andjela Kovačević – *Cvetić, srce i leptirić*

ISBN 978-86-7466-709-5

*majci Ružici i ocu Andelku,
bez dobrog temelja, kuća je klimava.*



Predgovor

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 podu 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 programskega 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 ekspertskega 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 nuda da će čitaoci tako steći neophodnu inženjersku veština 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 prvo bitnu verziju knjige.

Srećno!

Beograd, oktobar 2017.

Autor



Sadržaj

1	Algoritmi i programske 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 asemblerijski jezik	17
1.4.2	Vivijski programski jezik - prevodenje 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 poredenja	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	Granaњa	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 <code>str</code>	109
5.1.2	Objekti i metode. Metode za rad sa tekstrom	118
5.1.3	Liste - tip <code>list</code>	121
5.1.4	Tekstualne metode i liste	130
5.1.5	Torke - tip <code>tuple</code>	133
5.2	Skupovi i mape	136
5.2.1	Skupovi - tip <code>set</code>	136
5.2.2	Rečnici - tip <code>dict</code>	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 dogadaja 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 prosledjivanje 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