

UNIVERZITET U BEOGRADU
SAOBRAĆAJNI FAKULTET

Dušan TEODOROVIĆ
Milica ŠELMIĆ

**RAČUNARSKA
INTELIGENCIJA
U SAOBRAĆAJU**

BEOGRAD
2019.

Recenzenti:	dr Jovan Popović dr Katarina Vukadinović
Za izdavača:	dekan, dr Nebojša Bojović
Glavni i odgovorni urednik:	dr Marijana Petrović
Tehnički urednik:	Gordana Marjanović
Dizajn korica:	Jpon Design Studio
Izdavač:	Univerzitet u Beogradu – Saobraćajni fakultet, Vojvode Stepe 305, telefon: 3976–017 fax: 3096–704 http://www.sf.bg.ac.rs
Priprema:	Izdavačka delatnost Saobraćajnog fakulteta telefon: 3091–344 e-mail: izdavacka_delatnost@sf.bg.ac.rs
Štampa:	Pekograf d.o.o., 11080 Zemun, Vojni put 258/d telefon/fax: 3149–166; e-mail: pekograf@sbb.rs http://www.pekograf.com
Tiraž:	150 primeraka

ISBN 978–86–7395–295–6

Na osnovu odluke Uređivačkog odbora Saobraćajnog fakulteta Univerziteta u Beogradu broj 268/2 od 19. marta 2019. godine, odobrava se za upotrebu u nastavi kao osnovni udžbenik za predmete "Računarska inteligencija u saobraćaju" na osnovnim studijama, "Meki račun i primene u saobraćaju" na master studijama i "Fazi sistemi sa primenama u saobraćaju i transportu" na doktorskim studijama.

SADRŽAJ

PREDGOVOR	1
UVOD	3
1. FAZI SKUPOVI I FAZI SISTEMI	5
1.1. Pojam fazi skupa.....	5
1.2. Teorija fazi skupova i teorija verovatnoće.....	11
1.3. Fazi skupovi kao tačke u hiper kocki.....	13
1.4. Operacije nad fazi skupovima.....	15
1.5. Fazi aritmetika.....	24
1.6. Lingvističke promenljive, lingvistički modifikatori i računanje rečima.....	44
1.7. Fazi relacije.....	49
2. FAZI LOGIKA	65
2.1. Osnovni elementi fazi sistema.....	65
2.2. Grafička interpretacija fazi logičkog zaključivanja.....	75
2.3.1. Određivanje funkcija pripadnosti.....	77
2.4. Wang Mendelov metod za generisanje fazi pravila na osnovu numeričkih podataka i lingvističkih informacija... ..	81
2.5. Primer kreiranja fazi logičkog sistema sa aplikacijom u Matlabu.....	93
2.6. Zadaci za vežbanje.....	99
3. PRIMENA FAZI LOGIKE	101
3.1. Upravljanje izolovanom signalisanom raskrscnicom primenom fazi logike.....	101
3.2. Rešavanje problema izbora rute primenom fazi logike.....	103
3.3. Upravljanje radom rečne flote primenom fazi logike.....	108

4. EVOLUCIONO RAČUNANJE	115
4.1. Uvod	115
4.2. Računarska složenost i kvalitet algoritama	117
4.3. Metaheuristički algoritmi	120
4.3.1. Genetski algoritmi	120
4.4. Zadaci za vežbanje	127
5. INTELIGENCIJA GRUPE	131
5.1. Inteligencija roja, jata i krda	132
5.2. Optimizacija kolonijom mrava	135
5.3. Fazi mravlji sistem	140
5.4. Optimizacija kolonijom pčela	142
5.4.1. Algoritmi inspirisani ponašanjem pčela u prirodi	143
5.4.2. BCO algoritam	145
5.5. Optimizacija grupom čestica	154
5.6. Zadaci za vežbanje	156
6. NEURONSKE MREŽE	157
6.1. Osnovni elementi veštačkih neuronskih mreža	157
6.2. Biološki neuroni	158
6.3. Veštački neuroni	159
6.3.1. McCulloch-Pitts-ov neuron	161
6.4. Karakteristike veštačkih neuronskih mreža	162
6.4.1. Arhitektura neuronske mreže	163
6.4.2. Načini obučavanja veštačkih neuronskih mreža	166
6.5. Klasifikacija veštačkih neuronskih mreža	167
6.6. Perceptron	168
6.7. Adaline	170
6.7.1. Delta pravilo	171
6.8. Višeslojna neuronska mreža sa prostiranjem unapred	172
6.9. Obučavanje veštačkih neuronskih mreža primenom metaheurističkih algoritama	174
6.10. Primene veštačkih neuronskih mreža na rešavanju saobraćajnih i transportnih problema	176
6.11. Demonstracija primene veštačkih neuronskih mreža u Matlabu	187
LITERATURA	195
SPISAK POJMOVA	205
BELEŠKA O AUTORIMA	209

PREDGOVOR

Knjiga “Računarska inteligencija u saobraćaju” je namenjena studentima akademskih, master i doktorskih studija Saobraćajnog fakulteta, kao i inženjerima koji se svakodnevno susreću sa složenim saobraćajnim, transportnim i logističkim problemima. Knjiga je nastala na osnovu predavanja koje je prvi autor držao na redovnim i poslediplomskim studijama na Saobraćajnom fakultetu i američkom Univerzitetu Virginia Polytechnic Institute and State University.

Najtoplije se zahvaljujemo recenzentima knjige prof. dr Jovanu Popoviću i prof. dr Katarini Vukadinović na korisnim primedbama i sugestijama.

Beograd, 2011. godine

Dušan Teodorović
Milica Šelmić

CIP – КАТАЛОГИЗАЦИЈА У ПУБЛИКАЦИЈИ
Народна библиотека Србије, Београд

656:004.8(075.8)

ТЕОДОРОВИЋ, Душан, 1951-

 Računarska inteligencija u saobraćaju / Dušan Teodorović, Milica Šelmić. - 2. izd. - Beograd : Univerzitet, Saobraćajni fakultet, 2019 (Zemun : Pekograf). - 210 str. : ilustr. ; 25 cm

Tiraž 150. - Beleška o autorima: str. 209-210. - Bibliografija: str. 195-204.

ISBN 978-86-7395-295-6

1. Шелмић, Милица, 1981- [аутор]

а) Саобраћај – Вештачка интелигенција
COBISS.SR-ID 274931212