

Dr Vladimir Brtka

Meko računarstvo

FAZI LOGIKA I FAZI INFERENTNI SISTEMI
VEŠTAČKE NEURONSKE MREŽE

UNIVERZITET U NOVOM SADU
Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin



Biblioteka
Udžbenici
175
- 2013 -



UNIVERZITET U NOVOM SADU

Tehnički fakultet “*Mihajlo Pupin*”, Zrenjanin

Dr Vladimir Brtko

M E K O R A Č U N A R S T V O

Fazi logika i fazi inferentni sistemi
Veštačke neuronske mreže

Zrenjanin 2013

Dr Vladimir Brtka

MEKO RAČUNARSTVO

Fazi logika i fazi inferentni sistemi, veštačke neuronske mreže

Recenzenti:

Prof. dr Ivana Berković, redovni profesor

Prof. dr Momčilo Bjelica, redovni profesor

Izdavač:

Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, Đure Đakovića bb.

Za izdavača:

Prof. dr Milan Pavlović, dekan Tehničkog fakulteta "Mihajlo Pupin" u Zrenjaninu.

Tehnička priprema: Dr Vladimir Brtka

CIP - Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

519.714(075.8)
004.6:510.64(075.8)
004.89(075.8)

БРТКА, Владимир

Meko računarstvo : fazi logika i fazi inferentni sistemi
: veštačke neuronske mreže / Brtka Vladimir. - Zrenjanin :
Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", 2013 (Zrenjanin :
Diginet). - 146 str. : ilustr. ; 24 cm. - (Biblioteka
Udžbenici / Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin ;
175)

Tiraž 100. - Bibliografija.

ISBN: 978-86-7672-198-6

a) Математичка кибернетика b) Базе података - Фази
логика c) Вештачка интелигенција
COBISS.SR-ID 278137095

Odlukom Naučno-nastavnog veća Tehničkog fakulteta "Mihajlo Pupin" u Zrenjaninu od 27.02.2013. godine, odobreno je štampanje i korišćenje ove knjige kao udžbenika.

Sadržaj

Predgovor	3
Deo 1. FAZI LOGIKA I FAZI INFERENTNI SISTEMI	5
Glava 1. FAZI SKUPOVI	7
1.1. Definicija fazi skupa	8
1.2. Funkcija pripadnosti fazi skupa	10
1.3. Osnove osobine fazi skupova	12
1.4. Osnove operacije nad fazi skupovima	16
1.5. T-norma i t-konorma (s-norma)	21
Glava 2. FAZI LOGIKA	27
2.1. Lingvističke promenljive i lingvističke vrednosti	27
2.2. Fazi propozicija i logički veznici	31
2.3. Fazi relacije	33
2.4. Fazi broj i princip proširenja	38
Glava 3. FAZI INFERENTNI SISTEMI	43
3.1. Fazi implikacija	44
3.2. Metoda odsecanja	46
3.3. Zaključivanje zasnovano na projekciji	52
Glava 4. FAZI KONTROLERI I PRIMENE	57
4.1. Mamdani tip fazi kontrolera	58
4.2. Sugeno tip fazi kontrolera	69
4.3. Primene fazi kontrolera	71
Deo 2. VEŠTAČKE NEURONSKE MREŽE	79
Glava 5. Nastanak i razvoj veštačkih neuronskih mreža	81
5.1. Od biološke do veštačke neuronske mreže	82
5.2. Obučavanje neuronskih mreža	91

Glava 6. Značajne neuronske mreže	97
6.1. Perceptron	97
6.2. Adaptivni linearni element ADALINE	105
6.3. Hopfield-ova mreža	112
Glava 7. Višeslojne neuronske mreže	115
7.1. Obučavanje tipa Backpropagation	116
7.2. Matrični prilaz Backpropagation algoritmu	118
7.3. Kompetitivno obučavanje	128
7.4. Primene veštačkih neuronskih mreža	131
Glava 8. Ostale oblasti mekog računarstva	135
8.1. Genetski algoritmi	135
8.2. Teorija grubih skupova	137
Bibliografija	143

Predgovor

Ovaj udžbenik zadrži prikaz osnovnih ideja, tehnika i metoda multidisciplinarne oblasti koja je poznata pod nazivom *Soft Computing* ili *Meko računarstvo*. Za razliku od dobro poznatih i duže korišćenih metoda i tehnika iz domena *računarske inteligencije* koje su bazirane na *Bulovskoj logici*, prilazi problemu donošenja zaključaka prezentovani u ovom udžbeniku bazirani su na primeni *Fazi logike*, odnosno *fazi zaključivanja*. Osnov razumevanja fazi logike, koja je generalizacija klasične Bulovske logike su *fazi skupovi*; stoga je pre svega prezentovana oblast fazi skupova. Opisane su metode fazi zaključivanja koje se koristi pri izradi *fazi inferentnih sistema* i *fazi kontrolera*. *Veštačke neuronske mreže* su nezaobilazni element oblasti mekog računarstva. Model bioloških neuronskih mreža poslužio je kao osnov razvoja posebnih hardverskih i softverskih računarskih sistema. Razumevanje paradigme neuronske mreže omogućuje razvoj računarskih sistema koji imaju osobinu obučavanja. Kratko su opisani *genetski algoritmi* u sklopu oblasti *evolutivnog računarstva* i tehnike bazirane na primeni alternativne teorije skupova pod nazivom: *teorija grubih skupova*.

Udžbenik je pre svega namenjen studentima Tehničkog fakulteta “*Mihajlo Pupin*” u Zrenjaninu, u sastavu univerziteta u Novom Sadu, ali je moguće da bude korišćen na srodnim tehničkim fakultetima. Sadržaji su napisani na osnovu literaturnih izvora koji su navedeni u poglavlju Bibliografija. Sadržaj knjige ulazi u nekoliko nastavnih programa na Tehničkom fakultetu “*Mihajlo Pupin*” u Zrenjaninu, pre svega: *Meko računarstvo*, *Fazi sistemi*, *Neuronske mreže*, ali i *Ekspertni sistemi*, *Sistemi bazirani na znanju*, *Inteligentni agenti* i *Logički sistemi u tehnicima*. Prevažodna namena udžbenika je da bude korišćen u sprezi sa usmenim izlaganjima u sklopu nastavnog procesa, iako je moguće da bude korišćen samostalno, od strane studenata i svih ostalih koji su zainteresovani za oblast mekog računarstva. Materija je izložena na egzaktan način bez ulaženja u nepotrebne detalje. Tekstualni opisi praćeni su brojnim graficima, slikama, tabelama i primerima koji doprinose jasnoći izlaganja.

Eventualne kritike, sugestije i predloge čitalaca prihvaćiću sa zahvalnošću. Napokon, zahvaljujem se svima koji su na neki način doprineli objavljivanju ovog udžbenika.

U Zrenjaninu, februara 2013. godine.

Autor