

Edícia výskumných textov
Informatiky a informačných technológií

Umelá inteligencia a kognitívna veda II

Vydané s podporou firmy Gratex International, a.s.

Táto publikácia vznikla za podpory grantovej agentúry VEGA SR v rámci grantových úloh VG1/0804/08 a VG 1/0243/10

Vladimír Kvasnička
Jiří Pospíchal
Pavol Návrat
Peter Lacko
Peter Trebatický
(editori)

Umelá inteligencia a kognitívna veda II

Slovenská technická univerzita v Bratislave, 2010

Redakčná rada série *Umelá inteligencia a kognitívna veda*

prof. RNDr. Jozef Kelemen, DrSc.
prof. Ing. Štefan Kozák, CSc.
prof. Ing. Vladimír Kvasnička, DrSc. (predseda)
prof. Ing. Pavol Návrat, CSc.
prof. RNDr. Jiří Pospíchal, DrSc.
prof. Ing. Peter Sinčák, DrSc.

PUBLIKÁCIU PODPORILO ZDRUŽENIE

GRATEX IT INŠTITÚT

v rámci fondu GraFIIT

www.gratex.com

Všetky práva vyhradené. Nijaká časť textu nesmie byť použitá na ďalšie šírenie akoukoľvek formou bez predchádzajúceho súhlasu autorov alebo vydavateľstva.

Príspevky boli recenzované redakčnou radou edície *Umelá inteligencia a kognitívna veda*.

Schválilo vedenie Fakulty informatiky a informačných technológií STU v Bratislave dňa 15.12.2009, uznesenie č. 2009.28.1

© Fakulta informatiky a informačných technológií STU v Bratislave

ISBN XXX-XX-XXX-XXXX-X

AUTORSKÝ KOLEKTÍV KNIHY

Ing. Štefan Babinec, PhD.

E-mail: stefan.babinec@stuba.sk

Ústav informatizácie, automatizácie a matematiky, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, Slovenská technická univerzita, Radlinského 9, 812 37 Bratislava

Mgr. Michal Bída

E-mail: michal.bida@gmail.com

Kabinet software a výuky informatiky, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Malostranské nám. 25, 118 00 Praha 1

RNDr. Anna Bou Ezzeddine

E-mail: anna.bou.ezzeddine@stuba.sk

Ústav informatiky a softvérového inžinierstva, Fakulta informatiky a informačných technológií Slovenská technická univerzita Ilkovičova 3, 842 16 Bratislava 4

Mgr. Cyril Brom, PhD.

E-mail: brom@ksvi.mff.cuni.cz

Kabinet software a výuky informatiky, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Malostranské nám. 25, 118 00 Praha 1

Mgr. Vladimír Dziuban

E-mail: dziuban@fmph.uniba.sk

Katedra aplikovanej informatiky, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzita Komenského, Mlynská dolina, 848 48 Bratislava

Mgr. Juraj Frank

E-mail: frank@fmph.uniba.sk

Katedra aplikovanej informatiky, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzita Komenského, Mlynská dolina, 848 48 Bratislava

Doc. PhDr. Dušan Gálik, CSc.

E-mail: Dusan.Galik@savba.sk

Filozofický ústav Slovenskej akadémie vied, Klemensova 19, 813 64 Bratislava

RNDr. Martin Homola

E-mail: martin.homola@fmph.uniba.sk

Katedra aplikovanej informatiky, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzita Komenského, Mlynská dolina, 848 48 Bratislava

Mgr. Martin Klíma

ext. spolupracovník Mgr. Broma
Kabinet software a výuky informatiky, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Malostranské nám. 25, 118 00 Praha 1

Mgr. Jakub Gemrot

E-mail: jakub.gemrot@gmail.com

Mgr. Rudolf Kadlec

E-mail: rudolf.kadlec@gmail.com

Ing. Matej Košík

E-mail: matej.kosik@fiit.stuba.sk

prof. Ing. Štefan Kozák, CSc.

E-mail: kozak@stuba.sk

prof. Ing. Vladimír Kvasnička, DrSc.

E-mail: kvasnicka@fiit.stuba.sk

doc. RNDr. Ladislav Kvasz, PhD.

E-mail: ladislav.kvasz@ku.sk

doc. Ing. Marián Mach, CSc.

E-mail: Marian.Mach@tuke.sk

doc. RNDr. Mária Markošová, PhD.

E-mail: markosova@fmph.uniba.sk

Kabinet software a výuky informatiky,
Matematicko-fyzikální fakulta,
Univerzita Karlova, Malostranské nám.
25, 118 00 Praha 1

Kabinet software a výuky informatiky,
Matematicko-fyzikální fakulta,
Univerzita Karlova, Malostranské nám.
25, 118 00 Praha 1

Ústav aplikovanej informatiky, Fakulta
informatiky a informačných technológií
Slovenská technická univerzita
Ilkovičova 3, 842 16 Bratislava 4

Ústav aplikovanej informatiky, Fakulta
informatiky a informačných technológií
Slovenská technická univerzita
Ilkovičova 3, 842 16 Bratislava 4 a

Ústav riadenia a priemyselnej
informatiky, Fakulta elektrotechniky a
informatiky, Slovenská technická
univerzita, Ilkovičova 3, 812 19
Bratislava

Ústav aplikovanej informatiky, Fakulta
informatiky a informačných technológií
Slovenská technická univerzita
Ilkovičova 3, 842 16 Bratislava 4

Katedra matematiky a didaktiky
matematiky, Ped. Fakulta Univerzity
Karlovy, 116 39 Praha a

Katedra filozofie, Filozofická Fakulta
Katolíckej Univerzity, 03 401
Ružomberok

Katedra kybernetiky a umelej
inteligencie, Fakulta elektrotechniky a
informatiky, Technická univerzita,
Letná 9, 042 00 Košice

Katedra aplikovanej informatiky,
Fakulta matematiky, fyziky a
informatiky Univerzita Komenského,
Mlynská dolina, 848 48 Bratislava

prof. Ing. Pavol Návrat, PhD.

E-mail: navrat@fiit.stuba.sk

Ústav informatiky a softvérového
inžinierstva, Fakulta informatiky a
informačných technológií Slovenská
technická univerzita Ilkovičova 3, 842
16 Bratislava 4

Bc. Radek Píbil

E-mail: black_hand@centrum.cz

Kabinet software a výuky informatiky,
Matematicko-fyzikální fakulta,
Univerzita Karlova, Malostranské nám.
25, 118 00 Praha 1

Mgr. Tomáš Plch

E-mail: tomas.plch@gmail.com

Kabinet software a výuky informatiky,
Matematicko-fyzikální fakulta,
Univerzita Karlova, Malostranské nám.
25, 118 00 Praha 1

prof. RNDr. Jiří Pospíchal, DrSc.

E-mail: pospichal@fiit.stuba.sk

Ústav aplikovanej informatiky, Fakulta
informatiky a informačných technológií
Slovenská technická univerzita
Ilkovičova 3, 842 16 Bratislava 4

Mgr. Kristína Rebrová

E-mail: kristina.rebrova@fmph.uniba.sk

Katedra aplikovanej informatiky,
Fakulta matematiky, fyziky
a informatiky Univerzita Komenského,
Mlynská dolina, 848 48 Bratislava

Doc. Ing. Lukáš Sekanina, PhD.

E-mail: sekanina@fit.vutbr.cz

Ústav počítačových systémů,
Fakulta informačních technologií,
Vysoké učení technické v Brně, 612
66 Brno

Mgr. Radovan Šikl, PhD.

E-mail: sikl@psu-cas.cz

Psychologický ústav Akademie věd ČR,
Veveří 97, 602 00 Brno

Mgr. Michal Šimeček

E-mail: michal.simecek@volny.cz

Psychologický ústav Akademie věd ČR,
Veveří 97, 602 00 Brno

Mgr. Daniel Svozil, PhD.

E-mail: daniel.svozil@gmail.com

Laboratoř informatiky a chemie,
Vysoká škola chemicko-technologická,
166 28 Praha



*Táto kniha je venovaná pamiatke zosnulého
Prof. Ing. Vladimíra Vojteka, CSc. (*1954 – † 2009)*

Predhovor

Umelá inteligencia a kognitívna veda sú už dobre inštitucionalizované vedné odbory, ktoré majú interdisciplinárne až transdisciplinárne zameranie. Dávajú rigorózne zameraným informatikom krídla fantázie, umožňujúce presah ich technickej/ prírodovednej disciplíny smerom k humanitným a behaviorálnym vedám.

Na Slovensku tieto dva odbory majú už svoje študijné programy: umelá inteligencia v Košiciach na FEI TU a kognitívna veda v Bratislave na FMFI UK. Už desať rokov sa na česko-slovenskej, alebo slovensko-českej konferencii *Kognícia a umelý život* schádzajú odborníci z rôznych vedných oblastí (informatici, matematici, filozofi, psychológovia, lekári,...), ktorých zjednocuje záujem o poznanie kognitívnych procesov, prebiehajúcich v ľudskom mozgu a o ich simuláciu metódami modernej umelej inteligencie: neurónových sietí, evolučných algoritmov a multiagentových systémov.

Edícia *Umelá inteligencia a kognitívna veda* sa zameriava na prezentáciu výsledkov tejto komunity, dosiahnutých v umelej inteligencii a v kognitívnej vede, s cieľom pomôcť študentom najmä bakalárskeho, ale aj pokročilejšieho štúdia.

Obsah predkladanej knihy *Umelá inteligencia a kognitívna veda II* dokumentuje, že tieto vedné odbory našli pevné zakotvenie tak vo filozoficky, sociálnovedne, ako aj prírodovedne a informaticky orientovanej komunite pracovníkov, v oblastiach filozofie mysle, kognitívnej psychológie, umelej inteligencie, kognitívnej vedy a umelého života.

Ďakujeme všetkým autorom, ktorí prispeli svojimi príspevkami do tejto knihy, spoločnosti Gratex International, a.s., reprezentovanej Ing. Ivanom Polášekom, PhD., za finančnú podporu vydania tejto knihy a vedeniu Fakulty informatiky a informačných technológií STU v Bratislave, menovite dekanovi fakulty prof. RNDr. Ľudovítovi Molnárovi, DrSc., za podporu vydávania tejto edície a jej zaradenie do fakultného edičného radu „Edícia výskumných textov“.

Túto knihu venujeme pamiatke zosnulého kolegu a priateľa prof. Ing. Vladimíra Vojteka, CSc. (*1954 - †2009), riaditeľa Ústavu aplikovanej informatiky FIIT STU, ktorý väčšine z nás veľmi priateľsky „šéfoval“ a mal veľké pochopenie pre naše aktivity v umelej inteligencii a kognitívnej vede.

V Bratislave, marec 2010.

Vladimír Kvasnička
Jiří Pospíchal
Pavol Návrat
Peter Lacko
Peter Trebatický
(editori)

Obsah

Predhovor

(1) Rekurentné neurónové siete s echo stavmi	1
<i>Š. Babinec</i>	
1 Úvod do Echo State neurónových sietí	1
2 Architektúra a formálny popis.....	4
3 Vzťah medzi ESN a neznámym systémom.....	5
4 Matematický náhľad	6
5 Trénovanie Echo State neurónových sietí	9
6 Krátkodobá pamäť v ESN	12
7 Podrobný popis algoritmu	14
8 Pokročilá verzia učiaceho algoritmu	19
9 Záver	20
Literatúra	20
(2) Virtuální agenti	21
<i>C. Brom, M. Bída, M. Klíma, J. Gemrot, R. Píbil, T. Plch, R. Kadlec</i>	
1 Byl jednou jeden virtuální agent	21
2 Virtuální agent je (skoro) z masa a kostí	22
3 Kde bydlí virtuální agent?	30
4 Virtuální agent chodí a ohmatává svět	33
5 Agentova kniha Předpisů	41
6 Spolupráce agentů	46
7 Závěr	47
Literatura	48
(3) Sémantický web: Niektoré aktuálne výzvy	53
<i>J. Frank, V. Dzuiban a M. Homola</i>	
1 Úvod	53
2 Technológie sémantického webu	56
3 Niektoré výzvy sémantického webu	69
4 Záver	84
Literatúra	85
(4) Teória evolúcie a filozofia	89
<i>D. Gálik</i>	
1 Úvod	89
2 Význam teórie evolúcie, jej postavenie v systéme vied	90
3 Stručný náčrt histórie teórie evolúcie	97

4 Úrovne evolučného procesu	106
5 Univerzálny darvinizmus a univerzálna teória evolúcie	110
6 Záver	118
Literatúra	119
(5) Prírodná dedukcia	125
<i>M. Košík</i>	
1 Úvod	125
2 Výroková logika	126
3 Predikátová logika	137
4 Záver	145
Literatúra	145
(6) Aplikovaná fuzzy logika	147
<i>Š. Kozák</i>	
1 Charakteristika metód výpočtovej inteligencie využívajúcich fuzzy logiku	147
2 Oblasť aplikácie fuzzy logiky	148
3 Matematické modely procesov na báze fuzzy logiky	160
4 Zovšeobecnenie použitia jednoduchých fuzzy algoritmov riadenia	170
5 Aplikácia fuzzy logiky pre modelovanie a riadenie nelineárnych systémov – demonštračné príklady	172
6 Aplikácia fuzzy logiky a genetických algoritmov	192
7 Pokročilé formy riadenia na báze fuzzy logiky	199
8 Záver	206
Literatúra	207
(7) Technika sémantických tabiel v logike	209
<i>V. Kvasnička, J. Pospíchal</i>	
1 Úvodné poznámky	209
2 Boolove funkcie	215
3 Metóda sémantických tabiel vo výrokovej logike	223
4 Sémantické tabule v predikátovej logike	239
5 Sémantické tabule v modálnej logike	246
6 Záver	260
Literatúra	260

(8) Náčrt teórie potencialít jazyka matematiky	263
<i>L. Kvasz</i>	
1 Úvod	263
2 Doplnenie potencialít re-prezentácií	265
3 Náčrt potencialít objektácií	272
4 Náčrt potencialít re-formulácií	286
Literatúra	289
(9) Riešenie problémov s ohraničeniami	291
<i>M. Mach</i>	
1 Úvod	291
2 Problémy s ohraničeniami	292
3 Algoritmické spĺňanie ohraničení	295
4 Stochastické prehľadávanie v akcii	306
5 Sila znalostného prístupu	313
6 Záver	318
Literatúra	318
(10) Dynamika sietí	321
<i>M. Markošová</i>	
1 Úvodné poznámky	321
2 Krátky pohľad do teórie grafov	323
3 Reálne siete a ich vlastnosti	330
4 Modely rastúcich sietí	337
5 Hierarchické siete	354
6 Rôzne aplikácie teórie dynamických sietí	360
7 Perspektívy ďalšieho výskumu	376
Literatúra	377
(11) Včelí úľ ako metafora riešenia problémov v umelej inteligencii	381
<i>P. Návrat, A. Bou Ezzeddine</i>	
1 Úvod	381
2 Samoorganizácia v biologických systémoch	383
3 Modely inšpirované správaním sa sociálneho hmyzu	385
4 Návrh modelu včelieho úľa	392
5 Vyhľadávanie na webe	398
6 Stochastická optimalizácia funkcií	403
7 Hierarchia včelieho úľa	406
8 Záver	407
Literatúra	407

(12) Vnímanie a pomenovávanie farieb a farebných kategórií	411
<i>K. Rebrová, M. Takáč</i>	
1 Úvod	411
2 Vnímanie farieb	412
3 Základné farebné kategórie a World Color Survey	423
4 Simulácia kategorizácie farieb	429
5 Záver	433
Literatúra	434
(13) Evoluční návrh hardware	437
<i>L. Sekanina</i>	
1 Úvod	437
2 Evoluční návrh	439
3 Příklady evolučního návrhu	442
4 Evoluce přímo v hardware	449
5 Problém implementace a evoluční návrh	456
6 Patentová ochrana výsledků získaných evolučním návrhem ..	459
7 Závěr	462
Literatura	463
(14) Jak a proč vznikají zrakové klamy	467
<i>M. Šimeček, R. Šikl</i>	
1 Úvod	467
2 Kognitivní teorie zrakových klamů	472
3 Fyziologické teorie zrakových klamů	491
4 Od fyziologie zpět ke kognici	501
5 Realita, iluze nebo podvod	505
6 Závěr	518
Literatura	519
(15) Použití vrstevnatých neuronových sítí v bioinformatice	523
<i>D. Svozil</i>	
1 Úvod do bioinformatické problematiky	523
2 Rozpoznávání vzorů	533
3 Neuronové sítě	540
4 Aplikace neuronových sítí v bioinformatice	550
5 Závěr	567
Literatura	568
Index	571