

2. Contextul

1. Introducere

3. Temelia

BOLDUR-EUGEN * BĂRBAT

5. Sisteme multiagent
SISTEME INTELIGENTE

6. Universul comunicării

7. Inteligența ieșirii în față
ORIENTATE SPRE AGENT

8. Ingineria programării
orientate spre agent

9. Instrumente. Aplicare pe
componente și subdomenii

10. Studii de caz



EDITURA ACADEMIEI ROMÂNE

Boldur-Eugen Bărbat

**SISTEME INTELIGENTE
ORIENTATE SPRE AGENT**



EDITURA ACADEMIEI ROMÂNE

București, 2002

245.086 15

*Când munca s-a sfârșit și toate verigile au
fost prinse în lanțul de neînfrânt, am văzut
că eu eram cel prins în propriul meu lanț.*
RABINDRANATH TAGORE, „Gitanjali”

CUPRINS

Prefață	13
1. Introducere	15
1.1. <i>Despre carte</i>	15
1.1.1. Ținte	15
1.1.2. Intenții	16
1.1.3. Alcătuire	17
1.1.4. Îndatorințe	20
1.2. <i>Abrevieri și acronime</i>	21
1.3. <i>Glosar</i>	23
2. Contextul	38
2.1. <i>Infrastructura tehnologică. Domeniile confluează</i>	38
2.1.1. Electronică. În mod continuu, tot mai discret	38
2.1.2. Comunicații. Informații oriunde și oricând	40
2.1.3. Calculatoare. Dinamica raportului preț-performanță	42
2.1.4. Rețele. Internet, temelia tehnică a ciberspățiului	43
2.2. <i>Informatica. De la monolit la arabesc</i>	45
2.2.1. „Informatică” și „tehnologia informației”. Sinonimie sau evoluție?.....	45
2.2.2. De la unealtă de calcul la prestator de servicii.....	47
2.2.3. De la centralizat/secvențial la distribuit/paralel. „E-aplicațiile”	49
2.2.4. De la liniar la neliniar (oare, exponențial?). Teama de avalanșă.....	51
2.3. <i>Economia. Paradigmele întreprinderii moderne</i>	53
2.3.1. (R)evoluția: Piața informațională, esență și impact.....	53
2.3.2. Distribuire: întreprinderea extinsă, virtuală, tip rețea.....	55
2.3.3. Autoorganizare: întreprinderea holonică, fractală, bionică, instruibilă	56
2.3.4. Reinginerie. Adaptare și risc.....	58
2.4. <i>Omul multiplicat, în satul global</i>	59
2.4.1. Revoluția informațională și calitatea vieții	60
2.4.2. Vecinătatea electronică și sătenii urbani	62
2.4.3. Netățeanul.....	63
2.4.4. Sisteme om-mașină. Omul, veriga cea mai slabă? Și da și nu	65
3. Temelia	67
3.1. <i>Inteligența artificială: concept, domeniu, instrument</i>	67
3.1.1. Conceptul. Antichitatea unei idei ultramoderne.....	68
3.1.2. Domeniul. Informatica și automatizarea comportării inteligente.....	69
3.1.3. Instrumentul. Tehnologii, aplicații, obiecte inteligente.....	70

3.1.4. Controversa. Există inteligență artificială? Este ea de dorit?.....	72
3.2. <i>Titlul privit de aproape</i>	73
3.2.1. SISTEMUL. între conceptul uzual și cel teoretic	74
3.2.2. Ce înseamnă comportament INTELIGENT? Testul Turing, reținere.....	75
3.2.3. Deosebirea între ORIENTARE (spre) și bazare (pe).....	76
3.2.4. AGENTUL: celulă de bază, aspirație sau (încă) slogan?.....	77
3.3. <i>Paradigmele inteligenței (naturale sau artificiale)</i>	78
3.3.1. Paradigme și paliere. De unde izvorăște inteligența?.....	79
3.3.2. Rațiunea. Paradigma simbolică.....	80
3.3.3. Instinctul. Paradigma conexiunilor.....	82
3.3.4. Experiența. Paradigma memoriei episodice.....	85
3.3.5. Percepția. Paradigma etologică a temeiului fizic	87
3.4. <i>Implementările lor convenționale</i>	90
3.4.1. Sisteme expert	90
3.4.2. Rețele neurale artificiale.....	91
3.4.3. Algoritmi evolutivi.....	93
3.4.4. Baze de cazuri.....	96
3.4.5. Implementări combinate. Mineritul datelor	98
3.5. <i>Terminologie. Noțiuni vechi cu conotații noi</i>	99
3.5.1. Informație, date, cunoștințe, înțelepciune. Ce prelucrăm de fapt?	100
3.5.2. Metafora în tehnologie. Esență, rol, limite.....	103
3.5.3. Antropocentrismul, ieri și azi.....	104
3.5.4. Clasificarea Dennett: mecanic, funcțional, intențional	105
3.5.5. Arhitectură, structură, finalitate	107
4. <i>Agentul</i>	109
4.1. <i>Ce merge rău în sistemele de azi? Racile și nevoi</i>	109
4.1.1. Principalele manifestări (perspectiva utilizatorului)	109
4.1.2. Complexitate (arhitecturală, cognitivă, structurală).....	111
4.1.3. Falsa inteligență.....	112
4.1.4. Critica abordărilor convenționale, din perspectiva aplicațiilor	113
4.2. <i>Agentitate</i>	114
4.2.1. Noțiunea de „agent”, dinspre limbajul comun spre metaforă.....	114
4.2.2. Caracteristicile slabe (în general, acceptate).....	116
4.2.3. Caracteristicile tari (subiect de controverse).....	117
4.2.4. Caracteristicile biomimetice (între amăgiri și dezamăgiri)	119
4.2.5. Agentul ca sistem intențional. Aliajul trăsăturilor	120
4.3. <i>Formalismele logice de descriere</i>	121
4.3.1. Intențional și intensional.....	122
4.3.2. Logicile modale și modelul lumilor posibile	124
4.3.3. Modele alternative pentru rezolvarea „omniscienței logice”	125
4.3.4. Teoriile agentității	126
4.4. <i>Arhitecturi</i>	128
4.4.1. Anticipare, plan, inițiativă. Arhitecturi cu model simbolic.....	128
4.4.2. Reacție, promptitudine, adevăr. Arhitecturi reactive.....	130
4.4.3. Polivalență, adaptare, priorități. Arhitecturi hibride	131
4.4.4. Convingeri, dorințe, intenții. Arhitecturi BDI.....	133
4.5. <i>Agentul în arhitectura aplicațiilor</i>	134
4.5.1. Noul statut al mașinii virtuale.....	134
4.5.2. Rolul arhitectonic al agentului.....	136
4.5.3. Algoritmul: un idol (re)devine instrument	137

4.5.4. Stratul de mijloc din rețele cere inteligență distribuită.....	139
4.5.5. Aplicații cu „interfață intensivă”.....	140
5. Sisteme multiagent	143
5.1. <i>Dincolo de indivizi apare echipa. De ce?</i>	143
5.1.1. Sinergia (preterminologică), între Aristotel și Haken.....	144
5.1.2. Sinergetica. Principii și metafore.....	145
5.1.3. Sinergie, paradigme și paralelism.....	146
5.1.4. Echipe mai organizate. Holoni și holarhii.....	148
5.1.5. Sinergie, agenți și echipe.....	150
5.2. <i>Nedeterminism și incertitudine, în era agenților</i>	152
5.2.1. Concepte. Rădăcini comune, nuanțe și perspective diferite.....	153
5.2.2. Nedeterminism. Implicații tehnologice.....	154
5.2.3. Incertitudine. Implicații epistemice.....	157
5.2.4. Limitări: tehnologice, cognitive, entropice.....	158
5.2.5. (In)certitudine în rezolvarea de probleme: deducție, abducție, inducție.....	160
5.3. <i>Necunoscutul în formule. Cum descriem ce nu cunoaștem?</i>	163
5.3.1. Admiterea incertitudinii în împărăția logicii.....	163
5.3.2. Teorii de cuantificare a ignoranței. Probabilități sau posibilități?.....	165
5.3.3. Teorii de cuantificare a opiniilor. Credal sau pignistic?.....	167
5.3.4. Apodictic și retractabil. Logici nemonotone.....	169
5.3.5. Printre noile logici ale incertului. Logica posibilistă și logica fuzzy.....	172
5.4. <i>Dimensiunea temporală</i>	174
5.4.1. Timpul pentru oameni. între Newton și Bergson.....	174
5.4.2. Timpul pentru agenți. Polisemia conceptului de „timp (real)”.....	176
5.4.3. Există și „cibertimp”? Se naște un „continuum minkovskian virtual”?.....	178
5.4.4. Modelarea. Timp (ne)monoton, (ne)ramificat, (in)finit, (dis)continuu?.....	180
5.4.5. Reflectarea în formalisme. Logici temporale.....	182
5.5. <i>Arhitecturi, domeniul pilot, tendințe</i>	183
5.5.1. Oameni și agenți. Analogiile sporesc, deosebirile se estompează.....	184
5.5.2. Marile bancuri de probă: câmpuri de luptă virtuale și echipe de fotbal.....	187
5.5.3. Coordonare stigmerică.....	188
5.5.4. Anticipare bazată pe observație.....	190
5.5.5. Liberul arbitru și legile lui Asimov.....	192
6. Universul comunicării	195
6.1. <i>Problema</i>	195
6.1.1. Triada semiotică a lui Peirce. Noi valențe.....	196
6.1.2. Granularitate, ambiguitate, relevanță.....	197
6.1.3. Explicit și implicit. Raționament entimematic: domeniu vid.....	199
6.1.4. Ce înseamnă a comunica? A „împărtăși” sau a „da de veste”?.....	201
6.1.5. Limitări. Volum, viteză, fidelitate și taină.....	203
6.2. <i>Reflectarea în tehnologia informației</i>	204
6.2.1. Tehnologiile converg, perspectivele diverg.....	205
6.2.2. Calitate. Suporturi, canale, capacitate, perturbații.....	207
6.2.3. Nevoia de coerență. Sincronizare.....	208
6.2.4. Parteneri, momente, modalități de comunicare.....	210
6.2.5. Informația (liberă și legată) și principiul conservării.....	212
6.3. <i>Comunicarea în societatea de oameni și agenți</i>	214
6.3.1. Comunicare „interspecifică”. De ce sporește exigența.....	214
6.3.2. De la limbă la limbaj(e). Actele de vorbire.....	215

6.3.3. Comunicarea interumană mijlocită de agenți.....	217
6.3.4. Comunicarea dintre om și agent	219
6.3.5. Ontologii. „Cultura generală” comună a societății.....	220
6.4. Dreptul (și accesul) netățeanilor la informație	222
6.4.1. Ce vrea netățeanul? Relevanță, viteză, robustețe, convivialitate.....	223
6.4.2. Solicitantul. Diversitate, polivalență, evoluție	224
6.4.3. Cererea (vagă), căutarea (euristică) și răspunsul (filtrat și adaptat)	225
6.4.4. Motoarele de căutare	227
6.5. Comunicarea între agenți. Limbaje și convenții.....	229
6.5.1. Un paradox: deși au „lingua franca”, agenții sunt poligloți	230
6.5.2. Limba maternă. Expresivitate și simplitate. KQML	231
6.5.3. Limbaje de specialitate și ontolimbaje. KIF, OIL.....	233
6.5.4. Limbaje de prezentare. LARKS.....	235
7. Inteligența iese la interfață	237
7.1. Omul în fața mașinii.....	238
7.1.1. Interfețe naturale. Partea leului: canalul vizual.....	238
7.1.2. Canalul auditiv. Funcționarea „prin excepții”.....	240
7.1.3. Canalul haptic. Interșanjabilitate și lățime de bandă perceptuală.....	241
7.1.4. Memoria. În câte feluri ținem minte?.....	243
7.1.5. Eternul omenesc: limite, greșeli, îngăduință.....	246
7.2. Mașina ca interactiv. Potențial și preferințe	247
7.2.1. Cuvintele se preferă în scris.....	248
7.2.2. Maturitatea interfețelor grafice	250
7.2.3. Textul înfrânt de multimedia	251
7.2.4. Interfațare (cât mai) firească. Natura este multimodală	253
7.2.5. Infrastructura tehnologică a percepției artificiale.....	255
7.3. Interfața centrată pe om, vis sau pleonasm?	257
7.3.1. Antropocentrism și interfață. Îngustarea faliei.....	258
7.3.2. Atenție la noxe. Ergonomia ca antidot.....	259
7.3.3. Împăcarea cu mediul (îmblânzit)	260
7.3.4. Lupta cu complexitatea (neîmblânzită).....	262
7.3.5. Interfețe în limbaj natural. Pro și contra	264
7.4. Oameni și agenți față în (inter)față	267
7.4.1. Inteligența în (inter)acțiune. Tropism, întruchipări, evoluții.....	268
7.4.2. Agenții ajung asistenți personali. Adaptabilitate și adaptivitate.....	270
7.4.3. Agenții de legătură (negociere interumană).....	272
7.4.4. Ipostaza de avatar. Cum se poartă natural o persoană artificială?.....	274
7.4.5. Cum se poartă (natural?) omul cu un avatar? Dialogul postliterar.....	275
7.5. Inteligența risipită în interfețe perceptuale	277
7.5.1. O nouă generație de interfețe. Perceptual și perceptiv	278
7.5.2. Inteligență ambientală. Interfețe invizibile	280
7.5.3. Tehnologia la purtător. Interfețe eudemonice	282
7.5.4. Realitate virtuală și avatari ca alter ego. Interfețe suprasenzoriale	284
8. Ingineria programării orientate spre agent	289
8.1. Motivații și abordări	289
8.1.1. Încă o ramură a ingineriei programării?.....	290
8.1.2. Dezvoltarea de agenți și cele cinci grade de ignoranță	292
8.1.3. Aplicațiile orientate spre agent nu sunt produse, ci cunoaștere activă	293
8.1.4. Drumul de la meșteșug la industrie este pavat cu sinergie.....	295
8.2. În loc de metodologie	296

8.2.1. Temeiul: ingineria programării în timp real.....	297
8.2.2. Idoneitate și adhocrație. Din excepție, schimbarea devine regulă.....	299
8.2.3. Generalitate sau specializare? Rezolvare prin „meta...”.....	301
8.2.4. Simbioza paradigmelor.....	303
8.2.5. Zestrea valorificabilă. Timpul real și orientarea spre agent.....	304
8.3. <i>Strategii</i>	308
8.3.1. Strategii de învățare. Sunt bineveniți autodidacții?.....	308
8.3.2. Strategii de comportament. Rivalitate sau cooperare?.....	311
8.3.3. Strategii de negociere. Dialectica și arta compromisului.....	313
8.3.4. Strategii de dezvoltare. Implicarea utilizatorului.....	315
8.4. <i>Arhitecturi</i>	317
8.4.1. Trăsăturile (macro)arhitectonice de bază.....	317
8.4.2. Arhitecturi generice. Spațiul de proiectare: dimensiuni și exprimări.....	319
8.4.3. Protecția. Cum supraviețuiește un agent în jungla Internet?.....	321
8.4.4. Palicre arhitecturale. Agenți, sisteme multiagent sau holarhii?.....	323
8.4.5. Entitățile dinamice. Holon, agent și fir.....	326
8.5. <i>Arsenal</i>	328
8.5.1. Concepte tehnologice cu valoare semantică. Paralelism și euristică.....	329
8.5.2. Timpul de execuție, monedă (aproape) convertibilă. Cine plătește?.....	330
8.5.3. Un obiect pus la locul lui. Alianța obiect-agent, de la iluzie la oximoron.....	332
8.5.4. Hibridizare prin calcul maleabil.....	335
8.5.5. În căutarea haosului. Sisteme dinamice neliniare.....	339
9. Instrumente. Aplicarea lor în cercetare și proiectare	343
9.1. <i>Valențe arhitectonice (noi) pentru concepte tehnologice (vechi)</i>	343
9.1.1. Reactivitate prin excepții. Răspuns prompt la stimulii asincroni.....	344
9.1.2. Polimorfism prin clonare. Copiile sunt intenționat imperfecte.....	346
9.1.3. Flexibilitate prin priorități dinamice. Acordul fin al trăsăturilor.....	348
9.1.4. Robustețe prin intrări analogice. Alt rol al barei de defilare.....	349
9.2. <i>Mecanisme realizate prin sinergia unor tehnici uzuale</i>	352
9.2.1. Intensionalitate prin procrastinație. Legarea târzie a variabilelor.....	353
9.2.2. Euristică dirijată de utilizator. Căutare bazată pe priorități.....	354
9.2.3. Acces nemijlocit la funcțiile API ale sistemelor de operare avansate.....	356
9.2.4. Eficacitate prin sinergie. Tehnici interdisciplinare.....	357
9.3. <i>Limbaje și medii. Parlog, april, sau ... exemple?</i>	359
9.3.1. De ce au clădit oamenii un Turn Babel și pentru agenți?.....	359
9.3.2. Puterea logicii (Visual Prolog și programarea concurrentă).....	361
9.3.3. Puterea obișnuinței (Java și extensiile sale).....	363
9.3.4. Tendințe. Telescript, numai „script” sau nici un fel de limbaj?.....	365
9.3.5. Și totuși, apar limbaje orientate agent: de la Agent0 la METATEM.....	368
9.4. <i>Cercetare. O nișă nouă: captologie orientată spre agent</i>	371
9.4.1. Concepte, motivații, criterii.....	371
9.4.2. Abordare. Microcontinuitate și interdisciplinaritate.....	373
9.4.3. Tehnologie și etică. Avem voie să convingem oricum?.....	374
9.4.4. Spațiul de proiectare al agenților persuasivi.....	377
9.4.5. Instanțiere. Dimensiunea emotivității la agenții patematici.....	381
9.5. <i>Proiectare. O componentă cheie: interfața antropocentrică</i>	384
9.5.1. Radiografia unui concept banal: utilizabilitatea.....	385
9.5.2. Utilizatorul – caleidoscop și cameleon – față cu interfața.....	387
9.5.3. Modele, contexte, stiluri.....	390
9.5.4. Premise, criterii și etape de proiectare.....	392
9.5.5. Evaluare. Cum măsurăm centrarea pe om?.....	396

10. Studii de caz.....	401
10.1. Cazurile.....	401
10.1.1. Abordare. Criterii de alegere	402
10.1.2. Terapeutică. Agenți hipocratici cu personalități distincte	404
10.1.3. E-aplicație. Agenți polimorfi pentru profilare în comerț electronic.....	406
10.1.4. Holoni și fotbal (robotic). Agenți antrenați pe teren	408
10.2. Spații de proiectare	410
10.2.1. Dimensiuni comune.....	411
10.2.2. Dimensiunile psihologice ale agentului persuasiv	413
10.2.3. Agenți care caută profil și relevanță	415
10.2.4. Sistem multiagent în mediu complex.....	417
10.3. Trăsături dominante și interfețe	419
10.3.1. Emoție și timp, în interfețele multimodale persuasive.....	419
10.3.2. O cale posibilă de la întrebare (in)coerentă spre răspuns relevant	422
10.3.3. În culisele fotbalului robotic.....	424
10.3.4. Șantierul unci fabrici de agenți. Poate fi agentul crescut ca modul?.....	426
10.4. Evaluări. Neîmpliniri și intenții.....	429
10.4.1. Acceptanță. Cine decide?.....	430
10.4.2. Totul depinde de profiluri – până și neîmplinirile.....	432
10.4.3. Verificare pe teren	433
10.4.4. Validare	435
Bibliografie.....	437
Referirile nemijlocite	437
Temeiuri ale ideilor.....	454
Contents	462