

**Universitatea de Medicină, Farmacie, Științe și Tehnologie
din Târgu Mureș**

**Contribuții la Sistemele Inteligente Bazate de
Agenți și Măsurarea Inteligenței Sistemelor**

Rezumatul Tezei de Abilitare

Conf. univ. Dr. László Barna IANTOVICS

Târgu Mureș, 2019

Contribuții la Sistemele Inteligente Bazate de Agenți și Măsurarea Inteligenței Sistemelor

László Barna IANTOVICS

Rezumat

Această teză de abilitare prezintă o parte a rezultatelor cercetării obținute de candidat după ce a susținut teza de doctorat la Universitatea Babeș-Bolyai din Cluj-Napoca în anul 2007. Sunt prezentate câteva dintre rezultatele științifice care pot fi considerate relevante pentru cariera sa științifică, profesională și academică, acestea fiind un argument pentru dezvoltarea viitoare a carierei sale de cercetare și predare.

Candidatul a contribuit la o serie de proiecte de cercetare în calitate de cercetător și/sau director în același timp. Ca un exemplu notabil în acest sens se poate menționa proiectul postdoctoral intitulat *Communication and Cooperation in Intelligent Systems* realizat în cadrul proiectului POSDRU/89/1.5/S/63663 de studii postdoctorale.

Proiectele internaționale la care candidatul a contribuit în calitate de director de proiect sunt următoarele: *Electronic Health Records for the Next Generation Medical Decision Support in Romanian and Bulgarian National Healthcare Systems (NextGenElectroMedSupport)*, 461CB/23.10.2010, de doi ani, care a implicat Universitatea "Petru Maior" din Târgu Mureș, Universitatea Tehnică din Sofia, Universitatea de Medicină și Farmacie din Târgu Mureș, Institutul de Cercetări ICECHIM din București și Universitatea "Lucian Blaga" din Sibiu; și *Hybrid Medical Complex Systems (ComplexMediSys)*, 476/07.03.11, de doi ani, care a implicat Universitatea "Petru Maior" din Târgu Mureș și Institutul de Informatică al Academiei de Științe din Slovacia. Merită menționat, recentul proiect internațional de 3 ani, intitulat *Social Network of Machines (SOON)*, a cărei implementare este în curs de derulare, în care candidatul contribuie în calitate de director la nivel instituțional. În proiect sunt implicate Universitatea de Medicină, Farmacie, Științe și Tehnologie din Târgu Mureș, Universitatea de Științe Aplicate Elveția de Vest din Elveția, Institutul de Informatică al Academiei de Științe Slovace din Slovacia, Universitatea din Oviedo din Spania și partenerii industriali Tornos SA (CH), MAT-obaly (SK) și ArcelorMittal Innovación Investigación e Inversiones S.L. (ES). De asemenea, se poate sublinia contribuția candidatului la următoarele Acțiuni COST în calitate de membru în comitetul de management și cercetător în același timp: Acțiunea IS1408 intitulată *Industrially Contaminated Sites and Health Network (ICSHNet)* și Acțiunea CA17124 intitulată *Digital forensics: evidence analysis via intelligent systems and practices (DigForAsp)*.

Începând cu luna noiembrie 2014, candidatul este directorul Centrului de Cercetare *Advanced Computational Technologies (AdvCompTech)* din cadrul universității.

Printre jurnalele de prestigiu unde sunt publicate lucrări ale candidatului se numără: *International Journal of Intelligent Systems*, *Journal of Environmental Informatics*, *Symmetry*, *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, *Epidemiologia and Prevenzione*, *Applied Intelligence*, *Science China Information Sciences*, *Cognitive Systems Research* și altele. Printre conferințele de prestigiu în care au fost difuzate rezultate obținute se numără: *ICONIP*, *CEC*, *KES*, *PSIVT*, *SYNASC*, *SOFA* și altele.

Candidatul a făcut parte din comitetul științific a numeroase conferințe internaționale; în colectivul editorial al unor jurnale de prestigiu, cum ar fi *Complex Adaptive Systems Modeling*, din cadrul editurii Springer și acționează ca referent științific al unor reviste de prestigiu, cum ar fi: *IEEE Computational Intelligence Magazine*, *Expert Systems with Applications*, *IEEE Fuzzy systems*, *Neurocomputing*, *Neural Computing and Applications*, *Measurement*, *Soft Computing*, *IEEE Systems* și multe altele.

Merită de menționat contribuția sa ca organizator științific principal și președinte al următoarelor conferințe de succes: *CANS'08*, *BICS'08*, *UICS'09*, *MedDecSup'11*, *MedDecSup'12* și *AdvMed'12*.

Printre cărțile tematice editate publicate la edituri prestigioase se numără: *Advanced Intelligent Computational Technologies and Decision Support Systems* și *Advances in Intelligent Analysis of Medical Data and Decision Support Systems*, publicată în cadrul seriei de cărți *Studies in Computational Intelligence* ce aparține de editura Springer, și *Advanced Computational Technologies*, publicată de Editura Academiei Române din București. Candidatul a editat două volume de lucrări de conferință publicate de editurile prestigioase IEEE Computer Society Press și American Institute of Physics.

Candidatul a editat următoarele ediții speciale la reviste internaționale, axat pe câteva subiecte tematice identificate ca fiind de interes: *Complexity in Sciences and Artificial Intelligence*, *Advances in Soft Computing Techniques and Applications*, *Advances in Applied Sciences* și *Understanding Complex Systems*.

Principalele rezultate științifice ale candidatului de la susținerea tezei sale de doctorat până în prezent includ domeniile sistemelor bazate pe agenți inteligenți, măsurarea inteligenței mașinilor, rezolvarea de probleme inspirată de natură și analiza avansată a datelor. Multe probleme dificile din viața reală, inclusiv unele probleme NP-complete, sunt soluționate eficient de către sistemele bazate pe agenți inteligenți (SBAI), printre care se numără agenții inteligenți (AGI) și sistemele multiagent inteligente cooperative (SMIC). Proiectarea și dezvoltarea SBAI rămâne și în anii următori un subiect de cercetare foarte important și intens. Există un număr foarte mare de sisteme inteligente recent dezvoltate, cum ar fi drone inteligente capabile să transporte pasageri, agenți inteligenți capabili să conducă autoturisme în mod autonom, roboți umanoizi avansați și drone cooperative inteligente specializate în efectuarea de misiuni în medii

necunoscute. Unele rezultate prezentate în teză sunt legate de rezolvarea problemelor folosind sisteme inteligente bazate pe agenți.

Inspirația din natură s-a dovedit a fi de succes în rezolvarea multor tipuri de probleme în diverse domenii ale științelor. Doar pentru a numi câteva abordări, care sunt tratate în această teză, pot fi menționate problemele computațional dificile ce pot fi rezolvate folosind algoritmi genetici, rezolvarea problemelor NP-complete folosind colonii de furnici artificiale, rezolvarea problemelor de optimizare multicriterială bazate pe procesul chimic numit osmoză.

Măsurarea coeficientului de inteligență al SBAI este un subiect actual important de cercetare. Există foarte puține metrici/metode prezentate în literatura științifică de specialitate, capabile să măsoare efectiv inteligența sistemelor. Metricile propuse în literatura de specialitate se bazează pe principii/considerații diferite, acest lucru împiedică compararea efectivă a acestora. Nu există o standardizare, nici măcar o viziune unanimă despre ceea ce este inteligența mașinilor și ce ar trebui efectiv măsurat. Consider că măsurarea inteligenței mașinii trebuie abordată din punctul de vedere al rezolvării problemelor. Măsura inteligenței trebuie să permită diferențierea dintre SBAI pe baza inteligenței lor de rezolvare a problemelor. O proprietate principală care poate fi considerată ca o metrică trebuie să dispună constă în universalitate. Motivația constă în faptul că un tip de problemă dificilă poate fi rezolvată de către o mare diversitate de sisteme inteligente, a căror inteligență trebuie analizată și măsurată.

Teza este structurată în patru părți, după cum urmează.

Capitolul 1. Introducere

Capitolul 1 prezintă contextul și motivația, principalele contribuții prezentate în teză, articolele publicate ale candidatului pe care se bazează teza și structura acesteia. Este prezentată pe scurt evoluția profesională, științifică și academică, precum și contribuțiile academice ale candidatului și impactul rezultatelor.

PARTEA I. Sisteme Bazate pe Agenți Inteligenți și Măsurarea Inteligenței Sistemelor

PARTEA I cuprinde capitolele 2, 3 și 4. În capitolul 2 este studiată inteligența biologică/naturală ca sursă de inspirație pentru rezolvarea problemelor computațional-dificile. Capitolul 3 studiază SBAI. În capitolul 4 sunt studiate rezultate referitoare la măsurarea inteligenței sistemelor prezentate în literatura de specialitate. Sunt prezentate limitările metricilor de măsurare a inteligenței.

PARTEA II. Contribuții la Măsurarea Inteligenței Sistemelor

PARTEA a II-a a tezei cuprinde capitolele 5, 6, 7 și 8, în care sunt prezentate câteva rezultate obținute ce țin de măsurarea inteligenței sistemelor. Rezultatele concrete obținute includ metricile *MetrIntMeas* (capitolul 5), *MetrIntPair* (capitolul 6), *MetrIntSimil* (capitolul 7) și metoda *ExtrIntdetect* (capitolul 8). Subiectele tratate în mod

particular în această parte a tezei includ măsurarea inteligenței unui SMIC în rezolvarea problemelor dificile, compararea SMIC pe baza inteligenței, clasificarea SMIC pe baza inteligenței în clase de inteligență. Este dată o nouă definiție a sistemelor evolutive inteligente, de asemenea este prezentată posibilitatea măsurării evoluției în inteligență a unui SBAI. Alte subiecte tratate includ: variabilitatea inteligenței unui SMIC, numărul de SMIC a căror inteligență poate fi măsurată și comparată simultan și detectarea SMIC care au inteligență extremă (scăzută sau ridicată) din punct de vedere statistic într-un set de SMIC studiate.

PARTEA III. Contribuții la Dezvoltarea Sistemelor și Algoritmilor Bazați pe Natură. Rezolvarea de Probleme Dificile

PARTEA a III-a a tezei cuprinde capitolele 9, 10, 11 și 12.

În capitolul 9 este propus un sistem multiagent adaptiv evolutiv numit *ERMS*. *ERMS* utilizează cu succes un algoritm evolutiv de învățare pentru a descoperi șabloane de reorganizare emergente cu scopul rezolvării eficiente a problemelor preluate.

Capitolul 10 prezintă un studiu important privind complexitatea cognitivă a procesului de luare a deciziilor în grup. Studiul prezentat este realizat în legătură cu câțiva factori importanți, cum ar fi complexitatea spațiului problemei și creativitatea utilizatorilor.

În capitolul 11 se propune o nouă perspectivă pentru sistemele cu inteligență foarte ridicată numită *inteligentă societală*. Ideea se bazează pe o analiză specifică a *inteligenței societății umane* ce permite dezvoltarea foarte rapidă și rezolvarea problemelor deosebit de complexe.

Capitolul 12 propune un nou algoritm eficient numit *OiMo* pentru optimizarea multi-obiectiv. Algoritmul se bazează pe procesul fizico-chimic de osmoză, care constă în echilibrarea concentrației a două soluții.

În capitolul 13 se propune un nou algoritm numit *IntraClusSTSP* pentru rezolvarea eficientă a unei probleme NP-dificile, și anume Problema Comis Voiajorului. *IntraClusSTSP* oferă o generare eficientă a rutei comis voiajorului în mod incremental. Algoritmul propus poate îmbunătăți eficiența rutei ce se poate obține folosind algoritmi dezvoltați. De asemenea, este prezentată aplicarea algoritmului propus în rezolvarea problemelor de analiză a clusterului, inclusiv analiza cluster ierarhică, pentru rezolvarea problemei determinării numărului optim de clustere.

PARTEA IV. Planuri de Dezvoltare Profesionale

PARTEA a IV-a a tezei cuprinde capitolul 14. În acest capitol sunt prezentate pe scurt principalele direcții de cercetare viitoare la care candidatul va lucra în următorii ani. Sunt prezentate, de asemenea, câteva direcții de cercetare conectate cu rezultatele candidatului, care permit defalcarea unor subiecte particulare ce pot fi studiate de către studenți doctoranzi, sub formă de cercetare individuală sau cercetare efectuată în cadrul unor proiecte. Sunt prezentate pe scurt planurile generale de dezvoltare ale candidatului.