

# Achievements and New Research Trends in Evolutionary Computation

## Teză de abilitare

### - Rezumat-

Oliviu matei, PhD

Această teză de abilitare prezintă realizările științifice, manageriale și didactice ale candidatului, după acordarea titlului de doctor în 2012.

Partea I a tezei subliniază realizările generale. Șapte articole au fost publicate după susținerea tezei de doctorat, unele dintre ele în cele mai bune jurnale de profil, ca *Neurocomputing* (factor de impact 2.005), *Optimization* (factor de impact 2.158) și *Applied Mathematical Modelling* (factor de impact 0.771).

Candidatul a coordonat 6 echipe în cadrul unor proiecte finanțate din fonduri europene, însumând 25 de persoane și un buget total de peste 500.000 EUR (vezi secțiunea 1.2). Proiectele au fost finanțate prin FP7 (la nivel european), respectiv prin UEFISCDI și POR la nivelul României.

Un alt proiect de cercetare semnificativ este în derulare pentru Electrolux, care este cel mai important producător de electrocasnice din lume. În anul 2013, candidatul a negociat un contract cadru de între Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca (UT Cluj) și Electrolux Italia. A fost punctul de început pentru o foarte bună colaborare. Acel contract a fost extins cu un altul, pe minim 3 ani, în baza căruia Electrolux va deschide un centru de cercetare la UT Cluj.

Cariera academică a fost rapidă și totuși bine fundamentată. Candidatul a devenit asistent universitar în anul 2009. În 2012 a susținut teza de doctorat cu titlul "*Theoretical and practical applications of evolutionary computation in solving combinatorial optimization problems*", iar în 2013 a devenit șef lucrări, urmând ca doar după un an să ajungă conferențiar universitar. Întreaga carieră este axată pe inteligența artificială. Este responsabilul cursurilor "Inteligență artificială" și "Sisteme inteligente", ambele bazate pe experiența din cercetare.

Partea a II-a a tezei prezintă realizările științifice. Pe scurt, au fost publicate 12 articole ISI, dintre care 6 în jurnale și 6 la conferințe, cu proceeding-uri apărute în *Lecture Note in Artificial Intelligence*, *Lecture Notes in Computer Science* și *Hybrid Artificial Intelligence Systems* (toate editate de Springer). Alte 19 articole au fost publicate în jurnale BDI. Activitățile de cercetare aplicativă au condus la un brevet internațional și trei brevete naționale. Google Scholar confirmă 95 de citări, dintre care 23 sunt în reviste și conferințe ISI. În plus, trei articole au fost premiate de UEFISCDI în 2013, respectiv în 2014 (în cadrul programului "Premierea rezultatelor cercetării").

Rezultatele acestor activități de cercetare sunt sumarizate în cadrul acestei teze, care debutează cu două lucrări foarte bine acceptate de comunitatea științifică, fiind publicate în jurnale cu factor de impact semnificativ. Capitolul 3 prezintă un algoritm memetic pentru rezolvarea problemei partițiilor multiple multidimensionale. Rezultatele au apărut în *Applied Mathematical Modelling*. Următorul pas a fost utilizarea calculului evolutiv pentru minimizarea lățimii de bandă într-o matrice rară, iar rezultatele au fost publicate în *Optimization*.

Pe baza întregii experiențe în calculul evolutiv, am ajuns la o concluzie importantă: algoritmi genetici nu sunt capabili de unii singuri să rezolve probleme complexe de optimizare. Astfel că este nevoie de integrarea cu alte tehnici. Am investigat influența inserării de imigranți în populația care evoluează, ceea ce duce la diversitate. Sigur, pe de altă parte, convergența este mai lentă, dar soluțiile sunt mai bune. Rezultatele, sumarizate în capitolul 5, au fost publicate în *Neurocomputing*.

Ca parte a inteligenței subsimbolice, calculul evolutiv este o tehnică de optimizare foarte puternică, dar îi lipsește expresivitatea și semantica. Astfel că l-am combinat cu ontologiile, ceea ce a dus la un concept

cu totul nou, anume *ontologiile evolutive (OE)*, descrise în capitolul 6. Datorită particularităților lor, OE necesită operatori specifici, ca recombinația și mutația, detaliați în capitolul 7. Mai mult, noi operatori genetici, în special la nivelul relațional (ca reuniunea, intersecția și compoziția), sunt introduși în capitolul 8. Astfel de operatori sunt reuniunea, intersecția și compoziția.

În final, partea a III-a prezintă planul de dezvoltare al candidatului, pe aceleași trei coordonate: cercetare, management de proiect și educație. Numărul de publicații este semnificativ, dată fiind perioada redusă de la finalizarea doctoratului, de numai trei ani. Pe baza cercetărilor noastre, am identificat două aspecte:

- Algoritmii evolutivi nu găsesc totdeauna optimum optimorum. Am investigat posibilitatea de a utiliza imigranți pentru diversificarea populației, iar rezultatele au fost deja diseminate în *Neurocomputing*. Alte tehnici care necesită a fi aprofundate sunt:
  - Algoritmii genetici bicromozimiali, care înseamnă că indivizii sunt purtători a două soluții în loc de una. În acest fel, cantitatea de informație într-o populație este dublă față de algoritmi clasici. În acest lucru este o bună premiză pentru diversificare.
  - Evitarea consanguinității, care înseamnă că operatorii genetici binari (d.e. recombinația) sunt aplicați doar atunci când indivizii diferă suficient de mult.
  - Secluziunea, care înseamnă gruparea unor gene cu rezultate deosebite. Aceste grupuri nu le sunt aplicați operatorii genetici, ci sunt păstrate ca atare.
- Algoritmii genetici duc lipsă de expresivitate. Am introdus conceptul de ontologii evolutive, care au fost explorate doar puțin. Intenționăm să aprofundăm acest domeniu, încă nou.

Proiectele deja implementate ne-au permis parteneriate cu importanți jucători din industrie, ca Electrolux, Volkswagen, IBM, Siemens, Citroen, Airbus and Open Group. Dorim să dezvoltăm aceste relații pentru alte proiecte de cercetare, atât finanțate de Comisia Europeană (d.e. prin programul Orizont 2020), cât și finanțate de companii, așa cum este cazul Electrolux, care a investit deja în patru proiecte cu Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca.

Din punct de vedere didactic, scopul este de a forma și dezvolta grupuri didactice (și de cercetare), în special axate pe calculul evolutiv. Desigur, o realizare importantă ar fi conducerea de doctorate.