

Conferențiar dr. István-Gergely Czibula

Rezumat al tezei de abilitare

Contributions to Search-based Software Engineering (Contribuții în Ingineria Software bazată pe căutare)

Această teză de abilitare este parte a activității de cercetare a candidatului, efectuate după susținerea publică a tezei de doctorat în decembrie 2009, la Universitatea Babeș-Bolyai din Cluj-Napoca. Activitatea prezentată în această teză are o relevanță deosebită pentru cariera științifică și academică a candidatului, fiind un argument pentru dezvoltarea independentă a cercetărilor și carierei sale didactice viitoare.

Direcția majoră de cercetare începând cu anul 2010 este în domeniul *Ingineriei software bazate pe căutare*, continuând cercetarea începută în anul 2006 în cadrul studiilor doctorale. *Ingineria software bazată pe căutare* este un domeniu de cercetare și aplicații bazat în principal pe reformularea problemelor ingineriei software ca și probleme de căutare și aplicarea tehnicilor de căutare metaeuristică pentru rezolvarea acestora.

După finalizarea studiilor de doctorat, candidatul a continuat să abordeze probleme ale ingineriei software, scopul principal fiind dezvoltarea unor metode inovative în scopul automatizării unor activități legate de întreținerea și evoluția sistemelor software folosind tehnici ale inteligenței computaționale. Problemele abordate sunt de o importanță majoră pentru dezvoltarea sistemelor informatice și sunt complexe, motiv pentru care au fost proiectați algoritmi de inteligență computațională pentru a găsi soluții potrivite pentru problemele amintite mai sus. Deoarece problemele legate de întreținerea și evoluția sistemelor informatice sunt esențiale, există un interes crescut în automatizarea a cât mai multor procese din ciclul de viață al acestora, precum și elaborarea unor modele matematice adecvate.

Din anul 2010, candidatul a propus câteva direcții de cercetare în direcția utilizării tehnicilor de învățare automată în vederea rezolvării unor probleme practice ale ingineriei software, precum: *restructurarea sistemelor informatice*, *adaptarea comportamentală* a sistemelor software, *predicția defectelor* și *identificarea adaptivă a regulilor de asociere relaționale*. Abordările propuse sunt interdisciplinare, contribuind la cercetarea fundamentală și aplicativă din domeniile Inteligenței Computaționale Aplicate și Ingineriei Software, oferind soluții bazate pe învățare automată pentru probleme importante ale ingineriei software. Problemele abordate au o importanță practică majoră întrucât dezvoltatorii software sunt zi de zi confrunțați cu aceste probleme, din această cauză dezvoltarea unor tehnici automate care oferă soluții pentru problemele abordate ar fi deosebit de utilă în a acorda asistență programatorilor și în a contribui la dezvoltarea unor sisteme informatice corecte și cu număr redus de erori. Deoarece pentru problemele vizate sunt greu de identificat soluții directe, metodele de clasificare bazate pe învățarea automată sunt deosebit de utile pentru rezolvarea acestora. Rezultatele teoretice obținute au fost folosite în scopul dezvoltării unor interfețe software care includ tehnicile computaționale dezvoltate și sunt utile în asistarea dezvoltatorilor în fazele de întreținere și evoluție a sistemelor informatice.

Rezultatele științifice menționate anterior au fost diseminate prin publicarea a **80** articole științifice și a unei cărți în domeniul ingineriei software bazate pe căutare. Dintre aceste publicații, 39 sunt indexate în ISI Web of Knowledge (19 sunt în Science Citation Index Expanded și 20 sunt în Conference Proceedings Citation Index - Factorul de Impact

Cumulat=30.201) și 35 articole sunt indexate în baze de date internaționale de prestigiu (SCOPUS, INSPEC, IEEE, ACM, DBLP, Mathematical Reviews). Printre revistele ISI de prestigiu în care au fost diseminate rezultatele cercetării noastre, menționăm: *Information Sciences, Knowledge and Information Systems, Applied Soft Computing*.

Rezultatele științifice obținute până în prezent au avut un impact deosebit asupra cercetării fundamentale, fiind deschise direcții inovative de cercetare în domeniul ingineriei software bazate pe căutare: tehnici de învățare nesupervizată pentru identificarea refactorizărilor și a funcționalităților transversale, tehnici de învățare supervizată pentru adaptarea comportamentală a sistemelor informatice. Vizibilitatea internațională a activității de cercetare a candidatului este susținută prin peste **183** citări. Rezultatele au avut un impact academic puternic în rândul tinerilor cercetători și studenți doctoranzi din țară și din străinătate, dovedit prin citări în teze de doctorat, masterat și rapoarte tehnice recente. Toate aceste citări în reviste de prestigiu (66 citări ISI) și teze confirmă vizibilitatea internațională a activității științifice a candidatului. Printre revistele ISI de prestigiu în care au fost citate articolele, menționăm: *Information Sciences, Knowledge and Information Systems, Applied Soft Computing, Applied Intelligence, Information and Software Technology, IEEE Transactions in Software Engineering*.

Din anul 2006, candidatul a participat în șase proiecte de cercetare. A fost coordonator (director) a două proiecte naționale de cercetare, responsabil științific al unui grant național de cercetare, membru în echipa altor 2 proiecte naționale și membru al unui proiect internațional de cercetare. Toate cele șase proiecte de cercetare sunt în domeniile *ingineriei software* și a *inteligenței computaționale*.

În cadrul grupului de cercetare în inteligența computațională aplicată, candidatul a colaborat cu trei foști doctoranzi și a contribuit la finalizarea tezelor lor de doctorat. De asemenea, lucrează în prezent cu trei studenți doctoranzi, având deja publicații colective în reviste ISI de prestigiu.

Teza este structurată după cum urmează.

Capitolul 1, **Introduction** prezintă principalele realizări ale candidatului din perspectivele științifică, profesională și academică, evidențiind vizibilitatea internațională a rezultatelor sale științifice.

Capitolul 2, **Scientific achievements** prezintă principalele realizări științifice obținute începând cu anul 2010. Sunt prezentate cele mai importante contribuții originale pe care candidatul le-a avut în domeniul *ingineriei software bazate pe căutare*. Sunt patru direcții în care au fost orientate cercetările: *restructurare, adaptarea comportamentală a sistemelor informatice, detectarea defectelor software* și reguli de asociere relaționale. În direcția *restructurării* sistemelor software, au fost introduse metode bazate pe învățare nesupervizată și a fost investigată problema restructurării adaptive. Două modele bazate pe învățare supervizată pentru selectarea dinamică a celei mai potrivite structuri de date pentru implementarea unui container de date au fost propuse în direcția *adaptării comportamentale a sistemelor software*. Problema *detectării defectelor software* a fost investigată folosind reguli de asociere relaționale și *rețele cu autoorganizare* (atât *crisp*, cât și *fuzzy*). De asemenea, sunt prezentate contribuțiile originale relevante în direcția dezvoltării unor tehnici inovative bazate pe învățare automată. Este vorba despre un framework bazat pe învățare prin întărire pentru rezolvarea problemelor de optimizare, un framework pentru analizarea sistemelor orientate obiect, precum și conceptele inovative de *reguli de asociere relaționale* adaptive și fuzzy.

Planurile de dezvoltare ale candidatului din perspectivele științifică, profesională și academică, sunt prezentate în Capitolul 3, **Scientific, professional and academic future development plans**. Teza se finalizează cu o listă de referințe bibliografice utilizate de-a lungul tezei.