

Rezumat

Facultatea de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
Departamentul de Comunicații

Teză de abilitare

Complexitatea în Sisteme Adaptive

autor: Marcel Cremene, conf.dr.ing.

Teza prezintă activitatea de cercetare a autorului după momentul finalizării doctoratului în 2005. Tematica abordată este prezentată dintr-o perspectivă interdisciplinară, unificată, care pune în centru problema *complexității* sistemelor adaptive.

Subiectul tezei se situează la intersecția mai multor domenii cum ar fi: *Ingineria Programării (Software Engineering)*, *Teoria Optimizării (Optimization Theory)*, *Meta-euristici*, *Calcul Evolutiv (Evolutionary Computing)* și *Teoria Jocurilor (Game Theory)*.

Adaptarea serviciilor - subiectul central al tezei - reprezintă o problemă de mare importanță în *Ingineria Programării*. Gestiunea automată a complexității este o provocare extrem de actuală și importantă în multe domenii, cum ar fi *Calculul Autonom (Autonomic Computing)* și *Rețelele cu Auto-Organizare (Self-Organizing Networks)*. Algoritmii meta-euristici reprezintă instrumente eficiente de abordare a problemelor de adaptare modelate ca probleme de căutare/optimizare. Sistemele multi-agent au proprietăți utile în abordarea problemelor de adaptare autonomă. De exemplu, emergența poate reprezenta o soluție pentru a aborda problema gestiunii complexității.

Patru direcții principale sunt investigate: a) proiectarea unui model general pentru problema adaptării serviciilor într-o abordare de tip control centralizat, b) propunerea de modele și algoritmi pentru sisteme complexe distribuite într-o abordare de tip control descentralizat (sisteme multi-agent), c) investigarea perspectivelor multiple în ceea ce privește maniera de a descompune/recompune un sistem, respectiv d) includerea elementului uman și social în cadrul sistemelor tehnice.

Complexitatea este considerată aici ca un aspect transversal. Termenul *complexitate* este utilizat în două sensuri. Primul sens se referă la complexitatea/dificultatea computațională, așa cum este aceasta definită în domeniul *Informaticii Teoretice*. A doua semnificație este legată de sistemele distribuite complexe formate din agenți autonomi care acționează independent (*Complex Adaptive Systems*). Sunt discutate diferite definiții, proprietăți, metrici și probleme legate de complexitate.

Cele mai importante contribuții ale autorului discutate în această teză sunt:

- O viziune interdisciplinară asupra sistemelor adaptive complexe formate din servicii care include și elementul uman/social.
- O abordare originală în ceea ce privește adaptarea serviciilor, care transformă problema adaptării într-o problemă de optimizare. Ideea propusă se bazează pe un concept numit *distanță serviciu-context* ce include setul de funcții pe care un algoritm de căutare/optimizare trebuie să le minimizeze sau maximizeze în scopul adaptării.
- O analiză comparativă cu diferiți algoritmi de optimizare evolutivi testați pe problema maximizării calității serviciilor (QoS).
- O abordare pentru maximizarea parametrilor QoS bazată pe optimizare multi-criterială și algoritmi de decizie.
- Un algoritm adaptiv care reglează automat parametri unui algoritm de căutare în scopul maximizării performanței.
- O soluție de optimizare pentru servicii web medicale, care include și costurile de transport.
- Două soluții pentru compunerea automată a serviciilor web pornind de la o cerere exprimată în limbaj natural.
- Un model de arhitectură pentru sisteme de servicii adaptive distribuite ce include servicii și agenți.
- Scenarii de simulare și modelări bazate pe jocul Bertrand pentru domeniul *Cognitive Radio*.
- Un cadru de lucru pentru dezvoltarea de protocoale de securitate personalizate destinate aplicațiilor *Mobile-Cloud*.
- Un model bazat pe jocuri care descrie o situație în care diferite servicii ce oferă funcții similare și rezidă în *Cloud* concurează pe o piață comună.
- Două abordări bazate pe algoritmi adaptivi pentru aplicații mobile din domeniul *Calculului Afectiv (Affective Computing)*, bazate pe ontologii și rețele neuronale.
- Un model computațional numit *Cascade Computing* care rezolvă în mod eficient (timp și spațiu liniare) problema clasică NP-completă *subset-sum*. Ideea a fost patentată la OSIM.
- Un modul numit *combinor-egalizor* care ilustrează principiul tratării unificate a unor prelucrări de semnal care sunt în mod uzual analizate/tratate separat. Această idee a fost de asemenea patentată la OSIM.
- Un model de joc social numit ”Social Honesty” utilizat pentru analiza interacțiunilor sociale în sisteme socio-tehnice.

Viziunea propusă de această teză se bazează pe conceptul de dezvoltare tehnologică *ecologică* și *holistică*. Este vizată continuarea direcțiilor prezentate în teză cu privire la aplicarea instrumentelor de *Inteligență Computațională* (în particular *Teoria Jocurilor*) la probleme din domeniile *Ingineriei Programării* și *Telecomunicațiilor*. Sistemele adaptive complexe prezintă încă multe provocări dificile care merită investigate.

Printre direcțiile concrete de dezvoltare viitoare se află următoarele:

- Investigarea unei abordări hibride bazate atât pe funcții cât și pe reguli de adaptare.
- Analizarea unor scenarii de adaptare complexe, în care intervine un număr mare de parametri și distanțe serviciu-context.

- Utilizarea modelului serviciu-context în configurații multi-agent.
- Efectuarea de analize comparative cu algoritmi distribuiți aplicați în sisteme adaptive.
- Continuarea dezvoltării protocolului de securitate adaptiv propus pentru aplicații *Mobile-Cloud*.
- Implementarea modelului care descrie piața dinamică de servicii instalate în *Cloud* și studiul impactului diferitelor modele de cost.
- Propunerea unei metode generale de proiectare a algoritmilor distribuiți pornind de la echilibrele detectate în jocuri.
- Efectuarea de noi experimente cu dispozitivele de tip *SmartRadio* din dotare.
- Continuarea experimentelor cu modelul jocului social propus (Social Honesty).
- Continuarea proiectelor în curs care vizează dezvoltarea de aplicații mobile pentru psihoterapie.
- Analizarea în mai mare profunzime a interacțiunilor socio-tehnice și propunerea de noi modele bazate pe jocuri.

În teză este inclusă și o listă a tezelor de doctorat pentru care autorul a fost co-îndrumător (*Anexa A*). De asemenea, autorul a pus bazele *Laboratorului Interdisciplinar Sisteme Adaptive*. În finalul Tezei (*Anexa B*) este prezentat planul de dezvoltare propus, bazat pe principiile gândirii critice și creative precum și pe un tip de învățare personalizat.