



**Universitatea
Transilvania
din Braşov**

TEZĂ DE ABILITARE

REZUMAT

Titlu: Cercetări în vederea integrării sistemelor de calcul si comunicații

Domeniul: Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale

Autor: Conf. Dr. Ing. Titus Constantin BĂLAN

Universitatea Transilvania - Braşov

BRAȘOV, 2023

Teza de abilitare intitulată "Cercetări în vederea integrării sistemelor de calcul și comunicații" prezintă realizările științifice ale autorului după obținerea titlului științific de doctor în domeniul ingineriei electronice și telecomunicațiilor (2011) cu focus pe elementele de cercetare implementate în perioada în care autorul a activat în cadrul Facultății de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor.

În partea (B-i), teza de abilitare abordează o temă de cercetare în domeniul Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale ce se referă la integrarea între sistemele de calcul și comunicații. De la primele rețele de telecomunicații GSM, cu ajutorul elementului unificator reprezentat de comutația de pachete ("all-IP"), sistemele au evoluat spre platforme integrate complexe, distribuite și cu necesități de mobilitate ridicate, capabile să deservească o paletă extinsă de servicii de comunicații. Evoluția complexității și a tipurilor de servicii de comunicații, construite pe baza noilor tehnologiilor, a presupus și implementarea de noi metode pentru managementul mobilității, pentru orchestrarea automată de infrastructură reală/virtualizată/emulată și elemente de testare/instrumentație, precum și modalități pentru crearea și integrarea de servicii de comunicații. Integrarea la nivel de platforme hardware-software generice, evoluția tehnologiile de virtualizare și migrarea înspre Cloud și spre funcții de rețea implementate în software au adus noi provocări și cerințe la nivelul soluțiilor de securitate cibernetică. O altă dezvoltare a sistemelor de calcul și comunicații e reprezentată de introducerea de algoritmi de învățare automată (machine learning), cu roluri de la automatizare/orchestrare, suport al deciziei, metode de analiză comportamentală, până la algoritmi complecși de inteligență artificială.

Realizările științifice care fac obiectul tezei de abilitare au fost publicate în 11 articole de jurnal ISI (dintre care 8 în Q1 și Q2), 25 de articole indexate ISI și 12 articole în alte baze de date internaționale recunoscute.

Capitolul 1, intitulat "*Soluții pentru integrarea sistemelor de calcul și comunicații*" este dedicat elementului integrativ cu cel mai mare impact: orientarea spre soluții și servicii *software*. De aceea tehnologiile considerate disruptive în zona de integrare între elemente de calcul și comunicații sunt numite „*software-defined*”, adică definite software (unde termenul "*definite*" include accepțiunile „*create, configure, modelate, orchestrate*”) și lângă ele se alătură termeni ce definesc zona de rețea unde se aplică tehnologiile software:

- Pentru zona de *Rețea de Acces (Radio Access)* avem conceptul de *Software Defined Radio (SDR)*
- Pentru zona de *Rețea de Bază (Core Network)* avem conceptul de *Software Defined Network (SDN)*

„Software defined” înseamnă reconfigurabil, ușor de integrat și rulat în sisteme virtualizate și în Cloud, ușor de migrat și scalat, folosind de cele mai multe ori interfețe API deschise, deci încurajând inovația și testarea la scară largă. Sunt astfel urmărite două subcapitole ce prezintă cercetări în domeniu: unul dedicat rețelei de bază ce include concepte SDN și unul dedicat rețelei de acces ce include concepte SDR.

Capitolul 2, intitulat "*Securitatea cibernetică a soluțiilor și serviciilor de calcul și comunicații*" prezintă soluții de securitatea cibernetică din două perspective ale activității profesionale a autorului: perspectiva didactică și de dezvoltare continuă prezenta o serie de contribuții din perspectiva de fondator și coordonator al programului de masterat în limba engleză "Cybersecurity", ce include și etapele de construire a unui laborator de securitate cibernetică reconfigurabil și versatil, precum și coagularea unei inițiative locale de tip hub tehnologic numită

“Braşov CyberHub” și perspectiva implementării unor soluții inovative pentru securizarea soluțiilor și serviciilor de calcul și comunicații – ce reprezintă o serie de implementări HW/SW, unele dintre ele pe bază de soluții cu sursă deschisă. Capitolul prezintă o serie de contribuții urmând principiile conceputului de apărare stratificată “Defence in Depth”, ce urmărește aplicarea metodelor de securizare la nivele diferite, de la utilizator și terminal până la elementele de comunicații și rețea periferică. Soluțiile prezentate includ și diverse metode de evaluare/auditare a vulnerabilităților unui sistem, de prevenire a unor posibile atacuri cibernetice, gestionarea și răspunsul la incidente de securitate cibernetică, precum și investigarea criminalistică a incidentelor.

Capitolul 3, intitulat „*Integrarea de elemente de inteligență artificială în sisteme de calcul și comunicații*” prezintă implementări în care aportul inteligenței artificiale produce o evoluție pentru sistemele de calcul și comunicații cu complexitate crescută pentru a face față cerințelor ridicate de procesare și de securitate. Inteligența artificială poate fi integrată la diverse nivele decizionale în sistemele de calcul și comunicații, observându-se în timp migrarea puterii de procesare din modele centralizate (Cloud) spre elemente de la periferie (Edge) sau spre suportul unor elemente IoT distribuite.

Astfel, capitolul debutează cu descrierea unei implementări realizate în cadrul proiectului european H2020 SARMENTI, având ca scop integrarea unor elemente de comunicații și inteligență IoT pentru eAgricultură sau agricultură asistată, cu focus în zona de implementare a sistemului de analiză și sprijin decizional.

Inteligența artificială asigură optimizarea proceselor și pot aduce un aport esențial în cadrul eficientizării serviciilor critice și de urgență, precum sisteme 112. O asemenea implementare este cea din proiectul ODIN112 finanțat prin mecanismul UEFISCDI Soluții, ale cărui detalii de implementare sunt prezentate.

O altă cercetare descrie implementarea unui sistem care identifică modularea semnalelor radio complexe. Acest lucru este realizat folosind un model de inteligență artificială dezvoltat, instruit și integrat în Cloud-ul Microsoft Azure.

Studiul de caz asupra unei configurații instrumentale complexe în jurul unui stand de testare a motoarelor Diesel prezintă abordarea dispozitivelor inteligente bazată pe *controlul prin stare*, extinsă la ECU (unități de control electronic – Electronic Control Units) dotate cu capacități de diagnosticare în *timp real și decizie optimală*. *Parametrizarea* (instanțierea) poate fi *adaptivă* (mai ales prin ANN), iar toate tranzițiile necesare pentru controlul prin stare (la nivelul mașinilor algoritmice de stare, ASM – Algorithmic State Machine) pot fi decise cu *clasificatori* și alte mijloace de inteligență artificială.

Partea (B-ii) prezintă evoluția și realizările la nivel profesional ale autorului (academic, didactic și cercetare-dezvoltare) și planul de dezvoltare academică profesională, cu definirea de obiective de cercetare în domeniul comunicațiilor și al securității cibernetice și obiective didactice.