

“GHEORGHE ASACHI” TECHNICAL UNIVERSITY OF IAȘI
Faculty of Automatic Control and Computer Engineering

Habilitation Thesis
in the Domain of Computer Science and Information Technology

**Secure Distributed Processing Methods and Architectures
Integrating Blockchain, Artificial Intelligence and Internet of
Things**

Assoc. Prof. Dr. Eng. Adrian Alexandrescu

Abstract

This habilitation thesis presents a comprehensive overview of the scientific, academic, and professional achievements that define my career, demonstrating a sustained and multifaceted contribution to the fields of computer science and engineering. The body of work detailed herein is unified by a consistent focus on the architecture of secure, scalable, and intelligent distributed systems, with a particular emphasis on decentralization, cloud computing, Internet of Things, and web technologies. The thesis argues that a synergistic relationship between cutting-edge research, industry-aligned didactic innovation, and strategic institutional development is essential for advancing the field and preparing the next generation of engineers. The presented achievements are organized into three core pillars: scientific contributions, academic and teaching activities, and professional accomplishments.

The scientific contributions are centered on designing and analyzing novel architectures for decentralized systems. My research provides architectural blueprints for platforms that address critical societal and technical challenges. This includes my work on FiDisD (an anti-disinformation platform), DIDSSI (a decentralized identity system), my role as Project Director for SPARK-IT (a Horizon-funded initiative for building a trusted network for innovation), and my leadership of the research contract with “Claritate și Colaborare” on production planning optimization, conducted within the European Digital Innovation Hub (eDIH-DIZ). The novelty of these systems lies in their use of hybrid intelligence models combining AI and crowd wisdom, dual-token economies for incentivization, and verifiable, privacy-preserving credentials. Further contributions include the development of DARS, an open-source software for decentralized article retrieval, and novel parallel algorithms for optimizing real-time sensor data processing. This research has been disseminated through publications in high-impact, Web of Science-indexed journals, and is now being formalized through my role as a co-promoter of the new Cybersecurity and Decentralized Systems (CDS) research group.

My academic and teaching career is characterized by a commitment to modernizing the curriculum and fostering student excellence. I have strategically evolved the web technology curriculum into a complete, multi-year sequence covering Web Programming, Web Application Design, and

Web Security. At the Master's level, I developed and introduced an advanced course in Cloud Computing and enhanced the High-Performance Computing course. My pedagogical approach emphasizes immersive, hands-on learning, supported by the modernization of laboratory infrastructure with industry-standard tools. This is exemplified by capstone projects and competitive exercises such as the "Red Team vs. Blue Team" simulation in the Web Security course. This didactic work is consolidated in two specialist books, and my dedication to mentorship—evidenced by the supervision of over 70 student theses and numerous joint publications—has culminated in student success at national competitions and a Gold Medal at the 2024 International Blockchain Olympiad (IBCOL).

The professional achievements section details my impact on institutional development and my standing within the academic and professional communities. I have assumed key leadership and governance roles, including Vice-Dean for Didactic Activity and member of the Faculty Council, where I guide academic policy and quality assurance. A central contribution has been my role as a key architect of the university's digital transformation, where I designed and led the implementation of foundational systems for admissions, Moodle automation, and the university-wide Identity Processing System (IPS). This work has been recognized externally through two ANIS Scholarships and a prestigious Fulbright award. My expertise is further leveraged through consultative roles in major European projects like INGENIUM and national training programs like INFOSEC.

In synthesis, this thesis documents a career driven by the interplay between research, education, and institutional service. The challenges encountered in building scalable digital infrastructure for the university have directly inspired new research questions, while the results of this research have been integrated back into the curriculum to provide students with a modern, industry-aligned education. The consistent positive reception from students, the success of my mentored teams, and the recognition from national and international bodies validate this holistic approach.

My career development plan is to build directly upon this foundation. Through the newly established Cybersecurity and Decentralized Systems (CDS) research group, I will lead research into scalable DLT protocols, privacy-preserving cryptography using Zero-Knowledge Proofs, and AI-driven cybersecurity systems. Didactically, the outcomes of this research will be integrated into advanced Master's and PhD courses, and the group will serve as a hub for mentoring student projects toward high-impact publications. Professionally, I will continue to contribute to the university's strategic development through my leadership roles and by fostering deeper collaborations with international partners and industry, ensuring our academic community remains at the forefront of technological innovation.

UNIVERSITATEA TEHNICĂ “GHEORGHE ASACHI” DIN IAȘI
Facultatea de Automatică și Calculatoare

Teză de abilitare
în domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației

**Metode și arhitecturi sigure de procesare distribuită integrate cu
tehnologiile Blockchain, Inteligență Artificială și Internet of
Things**

Conf. univ. dr. ing. Adrian Alexandrescu

Rezumat

Prezenta teză de abilitare oferă o imagine de ansamblu cuprinzătoare a realizărilor științifice, academice și profesionale care îmi definesc cariera, demonstrând o contribuție susținută și multifacetată în domeniile informaticii și ingineriei calculatoarelor. Corpusul de lucrări detaliat în teză este unificat de o orientare constantă către arhitectura sistemelor distribuite sigure, scalabile și inteligente, cu un accent deosebit pe descentralizare, cloud computing, Internet of Things și tehnologii web. Teza susține că o relație de interdependență între cercetarea de vârf, inovația didactică aliniată la nevoile industriei și dezvoltarea instituțională strategică este esențială pentru progresul domeniului și pentru pregătirea următoarei generații de ingineri. Realizările prezentate sunt organizate pe trei piloni centrali: contribuții științifice, activități academice și didactice și realizări profesionale.

Contribuțiile științifice sunt centrate pe proiectarea și analiza unor arhitecturi noi pentru sisteme descentralizate. Cercetarea mea oferă planuri arhitecturale pentru platforme care abordează provocări critice la nivel social și tehnic. Acestea includ activitatea mea în cadrul proiectelor Fi-DisD (o platformă anti-dezinformare), DIDSSI (un sistem de identitate descentralizată), rolul meu de Director de proiect pentru SPARK-IT (o inițiativă finanțată prin programul Horizon pentru construirea unei rețele de încredere pentru inovare și mentorat) și conducerea contractului de cercetare cu "Claritate și Colaborare" pe tema optimizării planificării producției, desfășurat în cadrul Centrului European de Inovare Digitală (eDIH-DIZ). Noutatea acestor sisteme constă în utilizarea unor modele de inteligență hibridă care combină inteligența artificială cu înțelepciunea mulțimii, economii duale bazate pe tokenuri pentru incentivare și credențiale verificabile care protejează confidențialitatea. Alte contribuții includ dezvoltarea DARS, un software open-source pentru extragerea descentralizată a articolelor, și algoritmi paraleli inovatori pentru optimizarea procesării în timp real a datelor de la senzori. Aceste cercetări au fost diseminate prin publicații în jurnale de mare impact, indexate Web of Science, și sunt acum formalizate prin rolul meu de co-promotor al noului grup de cercetare în Securitate Cibernetică și Sisteme Descentralizate (CDS).

Cariera mea academică și didactică este caracterizată de un angajament pentru modernizarea curriculumului și pentru susținerea excelenței studentești. Am evoluat strategic curriculumul de

tehnologii web, transformându-l dintr-un singur curs într-o secvență completă, multianuală, care acoperă Programare Web, Proiectarea Aplicațiilor Web și Securitate Web. La nivel de masterat, am dezvoltat și introdus un curs avansat de Cloud Computing și am modernizat cursul de Calcul de Înaltă Performanță. Abordarea mea pedagogică pune accent pe învățarea practică, imersivă (hands-on), susținută de modernizarea infrastructurii de laborator cu unelte standard în industrie. Această muncă didactică este consolidată în două cărți de specialitate. Devotamentul meu pentru mentorat este evidențiat de îndrumarea a peste 70 de lucrări de licență și disertație și de pregătirea echipelor de studenți care au obținut succese la concursuri naționale și internaționale, culminând cu obținerea Medaliei de Aur la Olimpiada Internațională de Blockchain (IBCOL) din 2024.

Capitolul de realizări profesionale detaliază impactul meu asupra dezvoltării instituționale și statutul meu în cadrul comunităților academice și profesionale. Mi-am asumat roluri cheie de conducere și guvernanta, incluzând cel de Prodecan cu activitatea didactică și membru în Consiliul Facultății, de unde ghidez politica academică și asigurarea calității. O contribuție centrală a fost rolul de arhitect principal al transformării digitale a universității, conducând proiectarea și implementarea unor platforme de importanță critică. Această activitate a fost recunoscută extern prin două Burse ANIS din partea industriei de tehnologie din România pentru excelență didactică și un prestigios premiu Fulbright. Expertiza mea este, de asemenea, valorificată prin roluri de consultanță în proiecte europene majore precum INGENIUM și programe naționale de formare precum INFOSEC.

În sinteză, această teză documentează o carieră determinată de o interacțiune de interdependență între cercetare, educație și serviciul instituțional. Provocările întâmpinate în construirea infrastructurii digitale scalabile a universității au inspirat direct noi direcții de cercetare, în timp ce rezultatele acestor cercetări au fost integrate înapoi în curriculum pentru a oferi studenților o educație modernă, aliniată la nevoile industriei. Recepția pozitivă constantă din partea studenților, succesul echipelor îndrumate și recunoașterea din partea organismelor naționale și internaționale validează această abordare holistică.

Planul meu de dezvoltare a carierei se bazează direct pe această fundație. Prin intermediul noului grup de cercetare în Securitate Cibernetică și Sisteme Descentralizate (CDS), voi conduce cercetări în domeniul protocoalelor DLT scalabile, al criptografiei care protejează confidențialitatea prin Zero-Knowledge Proofs și al sistemelor de securitate cibernetică bazate pe IA. Din punct de vedere didactic, rezultatele acestor cercetări vor fi integrate în cursuri avansate de masterat și doctorat, iar grupul va servi ca un centru pentru îndrumarea proiectelor studențești către publicații de mare impact. Pe plan profesional, voi continua să contribui la dezvoltarea strategică a universității prin rolurile mele de conducere și prin promovarea unor colaborări mai profunde cu parteneri internaționali și cu industria, asigurând că comunitatea noastră academică rămâne în avangarda inovației tehnologice.