



MINISTERUL EDUCAȚIEI
Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București
Blvd. Splaiul Independenței, nr. 313, sector 6, București

TEZĂ DE ABILITARE
REZUMAT

*Soluții bazate pe tehnologia informației
pentru problemele actuale ale societății*

HABILITATION THESIS
ABSTRACT

*Information technology based solutions for
nowadays societal challenges*

În domeniul: Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale

AUTOR
conf.dr.ing. Henri-George COANDĂ

Web of Science ResearcherID: AAN-5918-2021 & JSC-5947-2023

Scopus Author Identifier 24342889100

ORCID number: 0000-0003-0238-3247

UEF –ID uefiscdi.gov.ro: U-1700-029K-4960

iunie 2024

Rezumat

Teza de abilitare vine la 20 de ani după teza de doctorat, teză susținută în 2004 la Universitatea Politehnică din București. Acești 20 de ani au fost petrecuți în cariera didactică și de cercetare, în Universitatea “Valahia” din Târgoviște (UVT). Activând într-o universitate tânără, în continuă și rapidă dezvoltare, cu un corp profesoral format preponderent din absolvenți ai UVT, pentru care încercările au fost, de cele mai multe ori, de două ori mai dificile decât în universitățile tradiționale, multitudinea activităților ce trebuiau gestionate m-au condus la abordarea unor aplicații diverse.

Teza de abilitare debutează cu prezentarea rezultatelor obținute într-un proiect de cercetare pentru Ministerul Comunicațiilor și Societății Informaționale, în perioada 2019 – 2021, cu privire la *tehnologii și arhitecturi de comunicații pentru Smart City*. Subiectul este extrem de actual, iar dezvoltările standardelor pentru diferite niveluri ale modelului de referință pentru infrastructura unui oraș inteligent sunt remarcabile.

Teza continuă cu *soluțiile ICT pentru aplicații biomedicale*. Sunt prezentate prototipuri hardware și software pentru monitorizarea posturii și mobilității vârstnicilor, dar și *soluții performante pentru aparate auditive* pentru care cercetările s-au îndreptat spre *algoritmi adaptivi, controlul activ al zgomotului și reducerea artefactelor* acestor aparate auditive. Dacă în primul caz rezultatele au condus la realizarea unui produs având la bază unități de măsurare inerțiale și algoritmi de detectare și analiză a mersului, în al doilea caz s-au proiectat spre exemplu algoritmi adaptivi noi, cu performanțe îmbunătățite și complexitate suplimentară minimă.

Următorul capitol prezintă contribuții la dezvoltarea algoritmilor și aplicațiilor *inserției reversibile de date (reversible data hiding, reversible watermarking)*. Acest domeniu nou este bine reprezentat în universitatea noastră. Teza prezintă cercetări originale. Menționez *inserția informației stereoscopice în imagini color* care conduce la reducerea volumului de date la stocare și/sau transmisie, *fuziunea imaginilor* obținute prin tehnici complementare de microscopie prin marcarea reversibilă, *inserția reversibilă cu module multiple de expandare* care rămâne algoritmul cu cel mai mare debit de inserție publicat până în prezent. Nu în ultimul rând, trebuie menționată metoda de îmbunătățire reversibilă a contrastului publicată recent. Spre deosebire de toate celelalte metode care abordează îmbunătățirea indirect, prin modificarea algoritmilor de inserție reversibilă a datelor pentru a etala histograma imaginii pe întreaga scală a nivelurilor de gri, metoda noastră este prima metoda care abordează îmbunătățirea contrastului prin specificarea histogramei, cea mai populară tehnică de îmbunătățire a contrastului.

Prima parte a tezei, prezentarea cercetărilor la care am participat, se încheie cu un capitol dedicat comunicației de date pentru aplicații distribuite. Industria 3.0 este matură, industria 4.0 se desfășoară iar revoluția 5.0 urmează să fie implementată. Dacă *electronica, sistemele IT, producția automatizată* având la bază PLC-uri prezintă încă oportunități în cercetare, *robotica și inteligența artificială, bazele largi de date, calculele în sisteme distribuite și internetul obiectelor* cărora li se adaugă *bionica și componentele de sustenabilitate* reprezintă marile provocări ale prezentului și viitorului și desigur subiecte actuale pentru teze de doctorat.

În ultimii 10 ani am fost aproape de grupul de cercetare al UVT pentru procese de producție și linii flexibile de fabricație astfel încât teza prezintă câteva dintre cercetările pe care le-am desfășurat împreună cu colegii mei în zona *sistemelor robotice autonome destinate deservirii unor procese industriale*. Totodată, sunt prezentate cercetări originale cu privire la sisteme pentru comunicații de date în autovehicule, transmisiile pe magistralele CAN, LIN, MOST și interconectarea diverselor protocoale de comunicații oferind subiecte active în cercetare.

Toate aplicațiile abordate în teză sunt de fapt soluții pentru provocările actuale ale societății, soluții bazate pe tehnologia informației. În același timp, *provocările societale* reprezintă și *provocări personale*, cât timp ele au marcat dezvoltarea competențelor mele profesionale. Subiectele tratate au în spate multe ore de scriere de cod pentru aplicații cu microcontrolere, DSP-uri, FPGA-uri, PLC-uri, multe ore de proiectare pentru o diversitate de scheme electronice, multe ore de testare pentru echipamente de comunicații și aplicațiile software dezvoltate.

În această perioadă am coordonat, în calitate de responsabil local, 6 proiecte de cercetare naționale (CEEX, MCSI) și am fost membru în alte 15 proiecte de cercetare câștigate prin competiție dintre care unul internațional (CEEX, PN-II, PN-III, MCSI, POC, H2020). Există, în acest moment, alte două proiecte în evaluare în cadrul competițiilor organizate de UEFISCDI. Rezultatele în cercetare au fost validate și diseminate în circa 40 de publicații științifice, 8 fiind articole în reviste, dintre care 4 în reviste Q1/Q2, reprezentative pentru domeniu. De asemenea, la finalul anului 2023, au fost depuse la OSIM două cereri pentru brevete de invenție, acestea fiind acum în evaluare.

Partea a doua a tezei prezintă parcursul profesional, activitățile desfășurate în universitate, conexiunile realizate cu alte centre universitare și cu agenți economici. Sunt detaliate și activitățile desfășurate cu doctoranzii UVT și sunt menționate participările în comisiile de doctorat la UVT sau UPB.

Partea a treia prezintă direcțiile de cercetare pe care mi le propun pentru următorii ani și care sper să contribuie la creșterea vizibilității universității. Îmi propun, de asemenea, să contribuie la motivarea, susținerea și afirmarea resursei umane tinere, la dezvoltarea laboratoarelor în parteneriat public - privat, curriculei, colaborărilor naționale/internaționale, programelor de studii în universitatea în care îmi desfășor activitatea. Un scop imediat după obținerea abilitării este înființarea la UVT a domeniului de doctorat Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale.

Abstract

The habilitation thesis comes 20 years after my doctoral thesis, which I defended in 2004 at the Politehnica University of Bucharest. These 20 years have been spent in a teaching and research career at “Valahia” University of Târgoviște (UVT). Working in a young, rapidly developing university with a faculty predominantly comprised of UVT graduates, where challenges were often twice as difficult as in traditional universities, the multitude of activities that needed to be managed led me to tackle diverse applications.

The habilitation thesis begins with the presentation of results obtained from a research project for the Ministry of Communications and Information Society, carried out between 2019 and 2021, regarding communication technologies and architectures for Smart City. The subject is extremely current, and the development of standards for various levels of the reference model for the infrastructure of a smart city is remarkable.

The thesis continues with ICT solutions for biomedical applications. It presents hardware and software prototypes for monitoring the posture and mobility of the elderly, as well as advanced solutions for hearing aids, focusing on adaptive algorithms, active noise control, and artifact reduction in these devices. In the first case, the results led to the creation of a product based on inertial measurement units and gait detection and analysis algorithms. In the second case, for example, new adaptive algorithms were designed with improved performance and minimal additional complexity.

The next chapter presents contributions to the development of reversible data hiding and reversible watermarking algorithms and applications. This new field is well-represented at our university. The thesis presents original research, including the insertion of stereoscopic information into color images to reduce data volume for storage and/or transmission, image fusion obtained through complementary microscopy techniques with reversible marking, reversible insertion with multiple expansion modules, which remains the algorithm with the highest insertion rate published to date, and a recently published reversible contrast enhancement method. Unlike all other methods that indirectly address enhancement by modifying reversible data insertion algorithms to spread the image histogram over the full grayscale range, our method is the first to approach contrast enhancement through histogram specification, the most popular contrast enhancement technique.

The first part of the thesis, presenting the research I participated in, concludes with a chapter dedicated to data communication for distributed applications. Industry 3.0 is mature, Industry 4.0 is underway, and the 5.0 revolution is yet to be implemented. While electronics, IT systems, automated production based on PLCs still present research opportunities, robotics and artificial intelligence, large databases, distributed computing systems, and the Internet of Things, along with bionics and sustainability components, represent the great challenges of the present and future and, of course, relevant topics for doctoral theses.

In the past 10 years, I have been closely associated with UVT's research group for production processes and flexible manufacturing lines, so the thesis presents some of the research conducted with my colleagues in the area of autonomous robotic systems for industrial processes. Additionally, it presents original research on data communication systems in vehicles, transmissions on CAN, LIN, MOST buses, and the interconnection of various communication protocols, offering active research topics.

All applications addressed in the thesis are solutions to current societal challenges, based on information technology. At the same time, societal challenges represent personal challenges as they have marked the development of my professional skills. The topics addressed are backed by many hours of code writing for applications with microcontrollers, DSPs, FPGAs, PLCs, many hours of designing various electronic schematics, and many hours of testing communication equipment and developed software applications.

During this period, I coordinated, as a local leader, six national research projects (CEEX, MCSI) and participated in 15 other research projects won through competition, including one international project (CEEX, PN-II, PN-III, MCSI, POC, H2020). Currently, two other projects are under evaluation in competitions organized by UEFISCDI. Research results have been validated and disseminated in about 40 scientific publications, eight of which are journal articles, with four in Q1/Q2 journals, representative of the field. Additionally, at the end of 2023, two patent applications were submitted to OSIM, currently under evaluation.

The second part of the thesis presents my professional journey, the activities carried out at the university, the connections made with other university centers and economic agents. It also details the activities carried out with UVT doctoral students and mentions my participation in doctoral committees at UVT and UPB.

The third part presents the research directions I propose for the coming years, which I hope will contribute to increasing the university's visibility. I also aim to motivate, support, and affirm young human resources, develop laboratories in public-private partnerships, curricula, national/international collaborations, and study programs at the university where I work. An immediate goal after obtaining habilitation is to establish a doctoral program in Electronic Engineering, Telecommunications, and Information Technologies at UVT.