

TEZĂ DE ABILITARE

Tehnologii de comunicare in Internetul Viitorului

Autor: Conf. Marius-Constantin Vochin

Rezumat

Prezenta teză de abilitare face o trecere în revistă a principalelor contribuții ale autorului în domeniul sistemelor de comunicații, în perioada ulterioară obținerii titlului de doctor (în anul 2014). În general, teza se concentrează pe realizări recente ale autorului ce vizează diferite tehnologii de comunicații cu și fără fir: comunicații 5G cu slicing, comunicații vehiculare, comunicații IoT și aplicații maritime.

Teza cuprinde o selecție a rezultatelor activității de cercetare ale autorului, publicate sau aflate în curs de publicare. Ca tânăr cercetător, activitatea științifică a sa poate fi rezumată în peste 70 de lucrări științifice, 37 indexate ISI, publicate după cum urmează: 6 articole publicate în jurnale indexate ISI dintre care 4 articole în jurnale cotate Q1 sau Q2, 1 conferință în top Julkaisu, 31 de articole în conferințe internaționale indexate ISI obținând un factor de impact cumulativ pe publicații de 25.62 și 21 articole publicate în baze de date internaționale. În această perioadă autorul a publicat 6 cărți în limbi de circulație internațională și 2 cărți naționale. După finalizarea studiilor doctorale autorul a fost implicată în 19 proiecte de cercetare naționale și internaționale după cum urmează: un proiect internațional EEA-Norway Grant în calitate de director de proiect, 7 proiecte internaționale în care a participat ca cercetător senior, 3 proiecte naționale în care a participat în calitate de director de proiect și 8 proiecte naționale în care a participat ca cercetător senior.

Interdisciplinaritatea tezei este dată de faptul că ea conectează și integrează subiecte și tehnici diferite. Subiectele tratate se află la intersecția a două tendințe de ultimă oră în știință: comunicații 5G bazate pe slicing și comunicații IoT. Rezultatele prezentate sunt de interes atât pentru mediul academic cât și pentru sectorul industrial anticipându-se mai multe aplicații industriale potențiale.

Manuscrisul este organizat în două părți, astfel:

Prima parte abordează realizările profesionale, didactice și de cercetare principale ale autorului, în speța: Capitolul 1 conține Curriculum Vitae al candidatului (Educație, Experiență profesională, Comitete Profesionale, Cursuri specializare, Activități științifice și de cercetare, Activități didactice, Personale). Capitolul 2 prezintă Activitatea didactică a candidatului, iar Capitolul 3 prezintă activitatea de cercetare a sa (publicații științifice, participarea la comitete internaționale, conferințe internaționale și evenimente, cât și cooperarea internațională).

Capitolul 4 prezintă studenții coordonați (Proiecte de licență, Teze Master, Cercetare doctorala, Cercetare postdoctorala), iar capitolul 5 prezintă Proiectele și programele strategice (Future Internet, Smart Infrastructures, Software development, Programe strategice).

Capitolul 6 prezintă rezultatele de cercetare cele mai relevante ale autorului, corelate cu direcțiile de interes pentru cercetare și proiectele pe care acesta le-a condus.

Astfel, subcapitolul 6.1 abordează contribuțiile autorului în domeniul aplicării mecanismelor de Slicing în rețele 5G pentru Internetul Vehiculelor și Aplicații IoT Maritime.

Este introdus un algoritm pentru plasarea optimă a serviciilor cu monitorizare QoS în NFV și rețele IoT 5G porționate, diseminat la IEEE Global Communications Conference, 2021, ca o continuare a efortului de cercetare în domeniul optimizării multi-criteriale.

Algoritmii prezentați în lucrări precursore, dezvoltați pe baza multi-criteria optimization algorithms (MCDA), au fost diseminați în lucrări precum „On Multi-controller Placement Optimization in Software Defined Networking - based WANS”, 2015, „Distributed Control Plane Optimization in SDN-Fog VANET”, 2017 care au primit un număr generos de citări din partea comunității academice, cât și premii Best Paper.

În continuare, sunt revizuite ecosistemele și modelele business pentru sistemele de feliere 5G și apoi este definit Business Model pentru proiectul nou european de cercetare condus de autor, SOLID-B5G, contribuții submise în jurnalul IEEE Transactions.

Subcapitolul 6.2 abordează contribuțiile autorului în domeniul comunicațiilor vehiculare, respectiv implementarea unui sistem inteligent de asistență a navigației rutiere, destinat tuturor categoriilor de autovehicule existente, în vederea alertării asupra condițiilor de drum potențial periculoase, efort susținut de grant-ul condus (SIAN). Sunt introduse aspecte inovative la nivelul implementării software Android și embedded, optimizare, validare și evaluare de performanță.

Efortul în această direcție a fost continuat prin contribuția la definirea unei arhitecturi de infrastructură IoV bazată pe Fog-SDN, unde arhitectura stratificată este îmbogățită luând în considerare o abordare suplimentară bazată pe Fog și control distribuit SDN, diseminată în lucrarea „Internet of Vehicles Functional Architectures - Comparative Critical Study”, 2017, apreciată prin numărul de citări și premiul Best paper obținut.

Subcapitolul 6.3 prezintă contribuțiile autorului în domeniul infrastructurilor de comunicații inteligente, integrând capacități de afișare dinamică și alertare, corelate cu proiectul național SICIAD condus în perioada 2017-2019. Sunt prezentate arhitectura inovativă a sistemului, soluția de localizare în interior bazată pe algoritmul derivat din K-nearest neighbors, detalii de implementare, optimizare și validare cât și campanii de măsurători derulate.

Subcapitolul 6.4 abordează contribuțiile aduse la nivelul tehnologiilor de comunicații aplicate pentru sistemele de monitorizare inteligente, în special agro, suprapuse parțial cu proiectul condus „Sistem inteligent de monitorizare apicola”, 2018 și alte proiecte de cercetare internațională la care autorul contribuie. Contribuția SIMCA este dezvoltarea arhitecturii funcționale inovative a sistemului, implementarea și evaluarea ei, ce stă la baza efortului continuat mai târziu și în proiectele europene la care autorul ia parte – FarmSustainaBl, ERA-NET și SealedGrid, H2020, diseminat în lucrări remarcabile ca factor de impact: „DATA-DRIVEN DECISION SUPPORT IN LIVESTOCK FARMING FOR IMPROVED ANIMAL HEALTH, WELFARE AND GREENHOUSE GAS EMISSIONS: OVERVIEW AND CHALLENGES, Computers and Electronics in Agriculture”, "SealedGRID: Secure and Interoperable Platform for Smart GRID Applications" Sensors și Hybrid Platform for Assessing Air Pollutants Released from Animal Husbandry Activities for Sustainable Livestock Agriculture. Sustainability, 2021.

Partea a doua prezintă evoluția carierei profesionale a autorului și propuneri pentru dezvoltarea sa ulterioară. Aceasta discută perspectivele personale în ceea ce privește cercetarea fundamentală și aplicativă, creșterea vizibilității rezultatelor de cercetare și a impactului publicațiilor științifice, creșterea participării la proiecte internaționale și a transferului tehnologic cât și perspectivele didactice și de coordonare a cercetării.

HABILITATION THESIS

Communication technologies in the Future Internet

Author: Assoc. Prof. Marius-Constantin Vochin

Summary

This habilitation thesis makes an overview of the main contributions of the author in the field of communication systems, after obtaining the PhD title (in 2014). In general, the thesis focuses on recent achievements of the author aimed at different technologies of wired and wireless communications: 5G communications with slicing, vehicular communications, IoT communications and maritime applications.

The thesis includes a selection of the results of the author's research activity, published or in the process of being published. As a young researcher, his scientific activity can be summarized in more than 70 scientific papers, 37 ISI published as follows: 6 articles published in ISI indexed journals of which 4 articles in Q1 or Q2 rated journals, 1 top Julkaisu conference, 31 articles in international conferences indexed by ISI obtaining a cumulative impact factor on publications of 25.62 and 21 articles published in international databases. During this period the author published 6 books in languages of international circulation and 2 national books. After completing his doctoral studies, the author was involved in 19 national and international research projects as follows: one international EEA Norway grant project as project director, 7 international projects in which he participated as a senior researcher, 3 national projects in which he participated as project director and 8 national projects in which he participated as a senior researcher.

The interdisciplinarity of the thesis is given by the fact that it connects and integrates different topics and techniques. The topics covered are at the crossroads of two cutting-edge trends in science: slicing-based 5G communications and IoT communications. The results presented are of interest to both academia and the industrial sector, with some potential industrial applications anticipated.

The manuscript is organized into two sides, as follows:

The first part addresses the main professional, didactic and research achievements of the author: Chapter 1 contains the Candidate's Curriculum Vitae (Education, Professional Experience, Professional Committees, Specialization Courses, Scientific and Research Activities, Teaching Activities, Personal objectives). Chapter 2 presents the candidate's didactic activity, and Chapter 3 presents his research activity (scientific publications, participation in international committees, international conferences and events, as well as international cooperation).

Chapter 4 presents the coordinated students (Bachelor's projects, Master Theses, Doctoral research, Postdoctoral research), and chapter 5 presents strategic projects and programs (Future Internet, Smart Infrastructures, Software development, Strategic programs).

Chapter 6 presents the author's most relevant research results, correlated with the directions of interest for the research and the projects he has led.

Thus, subchapter 6.1 addresses the author's contributions in the field of applying Slicing mechanisms in 5G networks for the Internet of Vehicles and Maritime IoT Applications.

An algorithm for optimal service placement with QoS monitoring in NFV and slicing enabled 5G IoT networks is introduced, disseminated at the IEEE Global Communications Conference, 2021, as a continuation of the research effort in the field of multi-criteria

optimization. The algorithms presented in the precursor papers, developed on the basis of multi-criteria optimization algorithms (MCDA), were disseminated in papers such as "On Multi-controller Placement Optimization in Software Defined Networking - based WANs", 2015, "Distributed Control Plane Optimization in SDN-Fog VANET", 2017 that received a generous number of citations from the academic community, as well as Best Paper awards.

Next, the ecosystems and business models for 5G sliced systems are reviewed and then the Business Model is defined for the new European author-led research project, SOLID-B5G, with contributions submitted in the IEEE Transactions journal.

Sub-chapter 6.2 addresses the author's contributions in the field of vehicular communications, namely the implementation of an intelligent road navigation assistance system, intended for all categories of existing vehicles, in order to alert potentially dangerous road conditions, an effort supported by the SIAN research grant. Innovative aspects are introduced at the level of Android and embedded software implementation, optimization, validation and performance evaluation.

The effort in this direction was continued by contributing to the definition of an IoV infrastructure architecture based on Fog-SDN, where the layered architecture is enriched taking into account an additional approach based on Fog and distributed SDN control, disseminated in the paper "Internet of Vehicles Functional Architectures - Comparative Critical Study", 2017, appreciated with a significant number of citations and a Best paper award obtained.

Subchapter 6.3 presents the author's contributions in the field of intelligent communication infrastructures, integrating dynamic display and alerting capabilities, correlated with the national project SICIAD led by the author during 2017-2019. The innovative architecture of the system, the indoor localization solution based on the algorithm derived from K-nearest neighbors, implementation, optimization and validation details as well as the measurement campaigns carried out are presented.

Sub-chapter 6.4 addresses the contributions made to the level of communication technologies applied to intelligent monitoring systems, especially agro, partially overlapped with the author led project "Intelligent beekeeping monitoring system" (SIMCA), 2018 and other international research projects to which the author contributes. SIMCA's main contribution is the development of the innovative functional architecture of the system, its implementation and evaluation, which is the basis of the effort continued later in the European projects to which the author takes part – FarmSustainaBI, ERA-NET and SealedGrid, H2020, disseminated in papers with significant impact factor: "DATA-DRIVEN DECISION SUPPORT IN LIVESTOCK FARMING FOR IMPROVED ANIMAL HEALTH, WELFARE AND GREENHOUSE GAS EMISSIONS: OVERVIEW AND CHALLENGES", Computers and Electronics in Agriculture, "SealedGRID: Secure and Interoperable Platform for Smart GRID Applications", Sensors, and "Hybrid Platform for Assessing Air Pollutants Released from Animal Husbandry Activities for Sustainable Livestock Agriculture", Sustainability, 2021.

The second part presents the evolution of the author's professional career and proposals for his further development. It discusses personal perspectives in terms of fundamental and applied research, increasing the visibility of research results and the impact of scientific publications, increasing participation in international projects and technology transfer, as well as teaching and research coordination perspectives.