

National University of Science and Technology POLITEHNICA BUCHAREST

Faculty of Automatic Control and Computers

Doctoral School of Automatic Control and Computers



HABILITATION THESIS

in Computers and Information Technology

Title:

**Innovative Computer-based Systems to Support Evolving
Learning Paradigms**

Authored by Maria-Iuliana DASCĂLU, PhD

Bucharest, 2023

Summary

Education, innovation, and technology are the driving forces for economic growth and well-being. Therefore, I consider the subject of modelling, designing, and developing innovative computer-based systems to sustain evolving learning paradigms is not only useful for today's society, but has a sustainable importance in the future as well. The current habilitation thesis contains my research results related to computer-based learning (CBL) from the perspective of Computers and Information Technology domain, results that were obtained after finishing my PhD, while working in collaboration with many capable colleagues, from Romania and abroad.

The habilitation thesis presents the scientific, professional, and academic work done by me as a member of the Department of Engineering in Foreign Languages, Faculty of Engineering in Foreign Languages, National University of Science and Technology POLITEHNICA Bucharest. During this part of my professional and research career, I had the opportunity of pursuing a postdoctoral stage in computer-supported collaborative learning at University POLITEHNICA of Bucharest (UPB), I participated in 15 international or national projects and I was a director/ responsible for 3 of them. In this respect, I developed MobSem – UPB, the semantic interoperability research lab, where all the 3 projects took place. I was always interested in increasing the efficiency of learning processes and immediately realized that this efficiency can be enhanced through learning analytics and reflects in finding a proper job. Thus, all the projects for which I was director/ responsible are related to connecting the dots between learning and labour market, by bringing education closer to employment and career development domain. I had a decisive role in START-SoPI international project, funded through Danube Region Project Fund, being the promoter of the project and UPB responsible. The project had the objective to develop the model of a pan-European social platform to support lifelong learning and employability and verify its feasibility. LeProVE was a small project from UPB funding, which focused on building and exploiting user profiles in virtual learning environments (VLEs). CareProfSys, funded through Young Teams national funds, aimed at developing a smart career profiler based on a semantic data fusion framework. My leadership skills and scientific excellence were acknowledged by 5 awards, the most important one being the Danubius Young Scientist European Award 2016, given with the intention to honor persons with extraordinary achievements in their scientific activity and output in relation to the Danube Region. As a result of this award, I was invited by the European Union to a working visit to the Joint Research Center in Ispra, Italy. My international visibility is proven by 360 citations in ISI papers and many others in other scientific databases. I have written 13 book chapters in national and international books, 12 of them on the topic of the current thesis. I co-authored 2 manuals and 4 books, one being a research evaluation standard, applied world-wide and promoted by International Project Management Association (IPMA). I have published 171 scientific papers, 103 in ISI journals or proceedings, 11 in high-ranked journals. I was actively involved in organizing scientific conferences and workshops as chair, member in program committees and reviewer for scientific journals in the field of CBL. As a recognition of my research capacities, I was a member of various national and international award committees, invited as keynote speaker or guest lecturer in Serbia, Russia, Spain, Portugal. Before joining the academia, I worked as a programmer, so I have a strong focus on validating my models of complex systems for CBL via implementation and users' feedback. My academic career is based on continuous update of didactic materials, and modernization of my teaching methods, demonstrating the applicability of what I teach through collaboration with industry and involvement in professional competitions in

the field of ICT, coordination and attracting students in research activities from my projects, with international visibility.

In current thesis, I grouped my research results in models, architectures, and algorithms for four types of computer-based systems: (1) for self-regulated learning and formative assessment, (2) for collaborative learning, (3) for experiential learning and (4) to support lifelong learning and employability. All the systems are based on either only on one cutting-edge technology or on integrating several of such technologies: semantic technology (ontology), virtual reality (VR), machine learning. Also, well-known algorithms (such as Computer Adaptive Testing, Particle Swarm Optimization) were adapted and applied in the context of CBL. In the future, I will continue researching on CBL with the aid of emerging technologies, with a focus on connecting education and labour market via performant career path profiling systems, mixing generative artificial intelligence and VR, implementing automation with Robot Process Automation (RPA), improving effectiveness of CBL via learning analytics and designing and developing VLEs for specific domains, such as the medical field. I consider that intelligent systems to support process automation and digital transformation or to improve quality of life are also connected to my main research topic, so I plan to explore them also. I believe that my research in CBL so far is relevant to the community and useful to society and I want to continue to expand it.

Rezumat

Educația, inovația și tehnologia sunt forțele motrice ale creșterii economice și ale bunăstării. Prin urmare, consider că subiectul modelării, proiectării și dezvoltării sistemelor inovatoare bazate pe calculator pentru a susține paradigmele de învățare în continuă schimbare nu este util doar pentru societatea actuală, ci are o importanță durabilă și în viitor. Actuala teză de abilitare conține rezultatele cercetării mele legate de învățarea bazată pe calculator (IBC) din perspectiva domeniului Calculatoare și Tehnologia Informației (CTI), rezultate care au fost obținute după doctorat, în timpul colaborării cu mulți colegi capabili din România și din străinătate.

Teza de abilitare prezintă activitatea științifică, profesională și academică realizată în calitate de membru al Departamentului de Inginerie în Limbi Străine, Facultatea de Inginerie în Limbi Străine, Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București. În această perioadă a carierei mele profesionale și de cercetare, am avut oportunitatea de a urma un program postdoctoral în învățarea colaborativă asistată de calculator la Universitatea POLITEHNICA din București (UPB), am participat la 15 proiecte internaționale sau naționale și am fost director/responsabil la 3 dintre ei. În acest sens, am dezvoltat MobSem – UPB, laboratorul de cercetare pentru interoperabilitate semantică, unde au avut loc toate cele 3 proiecte. Am fost mereu interesată de creșterea eficienței proceselor de învățare și mi-am dat seama imediat că această eficiență poate fi îmbunătățită prin analiza învățării și se reflectă în găsirea unui loc de muncă adecvat. Astfel, toate proiectele pentru care am fost director/responsabil sunt legate de conectarea învățării cu piața muncii, prin apropierea educației de domeniul angajabilității și dezvoltării în carieră. Am avut un rol decisiv în proiectul internațional START-SoPI, finanțat prin Fondul European de Proiecte pentru Regiunea Danubiană, fiind promotorul proiectului și responsabil UPB. Proiectul a avut ca obiectiv dezvoltarea unui model pentru o platformă socială paneuropeană care să susțină învățarea pe tot parcursul vieții și angajabilitatea și să verifice fezabilitatea acesteia. LeProVE a fost proiect de mici dimensiuni finanțat de UPB, care s-a concentrat pe construirea și exploatarea profilurilor de utilizator în medii virtuale de învățare. CareProfSys, finanțat prin fondurile naționale Tinere echipe, a avut ca scop dezvoltarea unui sistem inteligent de profil de carieră bazat pe o platformă de fuziune semantică a datelor. Abilitățile mele de leadership în cercetare și excelența științifică au fost recunoscute prin 5 premii, cel mai important fiind premiul european Danubius Young Scientist 2016, acordat cu scopul să onoreze persoanele cu realizări extraordinare în activitatea lor științifică și rezultate cu relevanță pentru Regiunea Danubiană. Ca urmare a acestui premiu, am fost invitată de Uniunea Europeană la o vizită de lucru la Centrul Comun de Cercetare din Ispra, Italia. Vizibilitatea mea internațională este dovedită de 360 de citări în lucrări ISI și multe altele în alte baze de date științifice. Am scris 13 capitole de carte în cărți naționale și internaționale, 12 dintre ele pe tema tezei curente. Am fost coautor a 2 manuale și 4 cărți, una fiind un standard de evaluare a cercetării, aplicat la nivel mondial și promovat de Asociația Internațională de Management de Proiect (IPMA). Am publicat 171 de lucrări științifice, 103 în reviste sau conferințe ISI, 11 în reviste de rang înalt. Am fost implicată activ în organizarea de conferințe și workshop-uri științifice în calitate de președinte, membru în comitete de program și recenzor pentru reviste științifice din domeniul IBC. Ca o recunoaștere a capacităților mele de

cercetare, am fost membru al diferitelor jurii naționale și internaționale. Înainte de a intra în mediul academic, am lucrat ca programator, așa că mă concentrez puternic pe validarea modelelor mele de sisteme complexe pentru IBC prin implementare și feedback-ul utilizatorilor. Cariera mea academică se bazează pe actualizarea continuă a materialelor didactice și modernizarea metodelor de predare, demonstrând aplicabilitatea a ceea ce predau prin colaborarea cu industria și implicarea în competiții profesionale în domeniul CTI, coordonarea și atragerea studenților în activități de cercetare din proiectele mele, cu vizibilitate internațională.

În teza actuală, am grupat rezultatele cercetării de până acum în modele și arhitecturi pentru patru tipuri de sisteme bazate pe calculator: (1) pentru învățarea autoreglată și evaluarea formativă, (2) pentru învățarea colaborativă, (3) pentru învățarea experiențială și (4) pentru a sprijini învățarea pe tot parcursul vieții și angajabilitatea. Toate sistemele se bazează fie pe o singură tehnologie de ultimă oră, fie pe integrarea mai multor astfel de tehnologii: tehnologie semantică (ontologie), realitate virtuală (RV), învățare automată. De asemenea, algoritmi cunoscuți (cum ar fi testarea adaptivă pe calculator, optimizarea roiului de particule) au fost adaptați și aplicați în contextul IBC. În viitor, voi continua să cercetez IBC cu ajutorul tehnologiilor emergente, cu accent pe conectarea educației și mediului de afaceri prin sisteme performante de profilare a carierei, mixând inteligența artificială generativă și RV, implementând automatizarea cu procese robotizate, îmbunătățind eficacitatea IBC prin analiza învățării și prin proiectarea și dezvoltarea mediilor virtuale de învățare pentru domenii specifice, cum ar fi domeniul medical. Consider că sistemele inteligente pentru a sprijini automatizarea proceselor și transformarea digitală sau pentru a îmbunătăți calitatea vieții sunt, de asemenea, legate de subiectul meu principal de cercetare, așa că plănuiesc să le explorez și pe acestea. Consider că cercetările mele în IBC de până acum sunt relevante pentru comunitate și utile societății și imi doresc să le extind.