

Teză de abilitare: Information Processing in Distributed Sensor Systems

Conf.dr.ing. Grigore Stamatescu

2019

Rezumat

Noile dezvoltări din domeniul proiectării sistemelor complexe de senzori interconectați generează provocări semnificative pentru gestionarea fluxurilor de informații între niveluri ierarhice de prelucrare a datelor. Dezvoltarea unor noi algoritmi de prelucrare a datelor provenite de la senzori distribuiți reprezintă o problemă actuală, cu impact direct asupra sistemelor de monitorizare și automatizare de mari dimensiuni, care poate conduce la îmbunătățirea performanțelor buclelor de reglare prin niveluri de abstractizare bazate pe date. Nodurile senzoriale și de acționare fără fir permit implementarea unor acțiuni la scară temporală și spațială foarte redusă. Arhitectura sistemelor informatice suport care asigură operarea rutinelor de transformare a datelor din măsurătorile fizice este o componentă importantă, în special prin noi paradigme de tipul *fog computing* cu rolul de nivel intermediar de legătură în arhitecturi de automatizare comprimate, compuse din nivel de câmp/periferie inteligentă și nivel cloud/de decizie. Direcții de aplicații de referință pentru sistemele distribuite de senzori, se regăsesc în mediul construit, orașe inteligente și în industrie.

Structura tezei de abilitare este împărțită în trei secțiuni principale. Prima secțiune, Capitolul 1, prezintă experiența mea profesională recentă, acoperind o perioadă de șapte ani între 2013 și 2019, în cadrul Departamentului de Automatică și Informatică Industrială al Universității Politehnica din București, după obținerea titlului de doctor inginer. Activitatea s-a desfășurat în grupul de [Sisteme Informatice Industriale](#) dar a inclus în același timp și alte colaborări productive, interne și externe. Proiectele de cercetare pe care le-am desfășurat ca responsabil de proiect fost finanțate de către Comisia Europeană prin programul de dezvoltare a resurselor umane, Departamentul de Stat al SUA prin Comisia Fulbright Româno-Americană, Academia de Științe a Austriei, Ministerul Cercetării și Inovării și Universitatea Politehnica din București, precum și de către companii private. În această perioadă activitatea didactică a constat în cursuri și laboratoare în domeniile prelucrării informației, al sistemelor moderne de măsurare și ingineria reglării automate. Implicarea în comunitatea științifică reprezintă de asemenea un reper important al carierei mele prin organizarea unor evenimente științifice, participarea în comitete editoriale și comitete tehnice de program, activități de voluntariat în cadrul unor organizații profesionale și ca expert extern pentru entități publice și private.

Cea de-a doua parte a tezei, constând în Capitolele 2 până la 4, include un rezumat extins al principalelor realizări științifice, probate prin publicațiile recente și grupate pe trei direcții de contribuții originale. Prima direcție este reprezentată de proiectarea unor noi **algoritmi de consens dinamic pentru acord distribuit în rețelele de senzori**. În acest caz realizările constau în studiul și optimizarea topologiilor de rețea și de comunicație, raportate la sistemul fizic monitorizat, care ajută la coordonarea agenților senzoriali distribuiți pentru raportarea unor valori sau realizarea unor acțiuni de interes comun. Prin primitive superioare de agregare și de fuziune a datelor, sunt oferite semnale de intrare unor niveluri de decizie ierarhizate. **Automatizarea clădirilor inteligente**, inclusiv scheme de control predictiv și modelarea *black-box* a dinamicii clădirilor, reprezintă a doua direcție de cercetare. Utilizarea tehnicilor de inteligență computațională pe seturi de date pre-procesate colectate din clădiri, inclusiv a noilor dezvoltări cum sunt rețelele neuronale adânci pentru modelarea secvențelor de date, permite identificarea eficientă a dinamicii sistemelor. Sunt prezentate aplicații pentru energia termică și pentru consumul de energie electrică în clădiri comerciale mari. În final, proiectarea unor arhitecturi de **sisteme informatice industriale** ca suport pentru dezvoltări de nivel înalt folosind module software și hardware deschise, reprezintă o a treia direcție de contribuții. Diseminarea unor astfel de tipare de proiectare alături de seturi de date deschise, biblioteci de cod și alte resurse, reprezintă un factor de progres către o cercetare reproductibilă. Este important de menționat că multe dintre contribuțiile originale expuse au fost realizate în echipe care includ deja studenți doctoranzi și cercetători postdoctorali.

Capitolul final al tezei prezintă perspectivele de cercetare susținute de activitățile anterioare și de cele în curs de implementare. Principala direcție este anticipată a fi proiectarea unor sisteme de senzori distribuiți robuste care să gestioneze eficient resursele disponibile de calcul, comunicație și control, în cadrul paradigmatelor actuale pentru sisteme ciber-fizice (CPS) și *Industrial Internet of Things* (IIoT). Aceasta va considera și rolul în creșterea al algoritmilor de învățare statistică prin implementarea și validarea experimentală a acestora pentru detecția, predicția și optimizarea performanțelor *in situ* în automată. Planurile actuale de cercetare oferă un potențial bun de a se reflecta și în inițierea unor noi activități didactice, cu accentul pe programele de studii doctorale și de masterat și cooperare internațională.

Principalele obiective urmărite sunt rezumate după cum urmează:

- întărirea unei echipe de cercetare în domeniul prelucrării datelor de la senzori distribuiți și a algoritmilor de învățare pentru aplicații de control, cu beneficii externe economice și sociale;
- sprijinirea noilor studenți doctoranzi pentru urmărirea independentă și critică a unor teme de cercetare actuale și a unor realizări ingineresti experimentale;
- asigurarea mijloacelor și a infrastructurii necesare, ca precondiții pentru cercetări de bună calitate, impact și vizibilitate la nivel internațional și o contribuție la consolidarea prestigiului academic de care se bucură în prezent Universitatea Politehnica din București.

*Grigore Stamatescu
Viena, Martie 2019*