

From Classical Control to Cognitive Control (teză de abilitare)

Rezumat

Teza de abilitare prezintă realizările științifice și academice în care am avut șansa să fiu implicată în calitate de membru al Departamentului Calculatoare, din cadrul Facultății de Automatică și Calculatoare a Universității Politehnica din București.

„Algoritmii de control” reprezintă elementul esențial al definiției mele ca cercetător și formare academică, fiind implicat constant în proiecte care sunt centrate pe arhitecturi de control VLSI, control al roboților hiperredunțați, control fuzzy, control FPGA, control cognitiv sau control inteligent al unor sisteme integrate. Acest subiect a fost principalul obiectiv al activității mele de cercetare, începând de la studiile mele de doctorat până acum. Fiind un domeniu foarte dinamic și complet provocator, activitatea mea de cercetare s-a desfășurat în contextul proiectelor naționale în care am participat ca membru sau în calitate de coordonator. Principalele direcții de cercetare în care sunt implicat pot fi rezumate ca: *implementarea modelelor fuzzy pentru controlul sistemelor complexe; implementarea algoritmilor de control; arhitecturi de control VLSI; algoritmi pentru implementarea sistemelor integrate; implementarea algoritmilor de control pentru dispozitivele medicale; integrarea sistemelor complexe dedicate reabilitării pacienților; sisteme și servicii de E-Guvernare.*

Ingineria controlului este dedicată implementării unor sisteme de conducere care să permită obținerea unor performanțe impuse atât în ceea ce privește calitatea evoluției în timp a procesului cât și satisfacerea unor criterii particulare de tipul: energie consumată minimă, timp de evoluție minim etc. Strategia conducerii și tehnicile de realizare depind în mare măsură de tipul procesului condus, procese clasice de tip chimic, mecanic sau electric sau sisteme moderne bazate pe structuri robotice avansate, sisteme complexe de conducere a traficului sau sisteme neuro-cibernetice. În majoritatea acestor cazuri, mărimile ce intervin în procesul de conducere sunt de tip analogic și procesarea lor în formă digitală impune introducerea unor convertoare analog-numeric și numeric-analogice care să permită implementarea unor algoritmi de tip numeric. Propriu-zis, tehnicile de implementare se bazează pe utilizarea unor controlere digitale a căror configurație asigură performanțele dorite. Totuși, în conducerea unor procese moderne complexe, cerințele legate de complexitatea algoritmilor de conducere și restricțiile impuse de timpii de comutare impun condiții extrem de severe care în mare măsură nu sunt satisfăcute de performanțele microprocesoarelor clasice. De exemplu conducerea sistemelor robotice controlate video impune bucle de conducere multiple a căror implementare prin microcontrolerele convenționale este extrem de dificilă sub raportul performanțelor, vitezei de procesare și fiabilității. În aceste condiții, utilizarea unor tehnici VLSI ce oferă ca suport tehnologic un singur chip, cu o arhitectură și aritmetică dedicată, îmbunătățește calitatea implementării datorită vitezei mari de procesare de tip paralel a operațiilor aritmetice, fiabilității sporite, reducerii efectelor perturbațiilor determinate de zgomot, sensibilității mai mari și prețului de cost mai mic. Toate aceste elemente determină o creștere substanțială a ponderii controlerelor digitale implementate prin tehnologii VLSI. Teza mea de abilitare prezintă și subliniază toate aceste aspecte accentuând preocuparea mea pentru acest domeniu.

Roboții hiper-redundanți ocupă, de asemenea, un loc special în cercetarea mea. În acest context, teza de habilitare prezintă realizările mele în găsirea unor soluții robuste în proiectarea, modelarea și controlul brațelor robotice aparținând clasei de roboți tentaculari. Ei reprezintă unul dintre cele mai atractive domenii ale roboticii în ultimele decenii. Brațele hiper-redundante sunt o clasă aparte pentru că pot avea orice poziție și orientare în spațiul 3D. Astfel sunt prezentate aici contribuțiile mele de cercetare și unele soluții propuse, care stau la baza articolelor publicate, teza subliniind totodată și impactul acestora.

Un alt aspect al activității mele de cercetare se referă la soluții și servicii de e-guvernare, implementate datorită unor proiecte dezvoltate împreună cu Institutul Fraunhofer din Berlin. Teza prezintă astfel rezultatele unor proiecte precum “*E-CAESAR nPA Connector*”, “*E-CAESAR SETUP*”, “*Extension EU Service Directive (EUSDRO)*”, “*E-CAESAR PrO*”, “*eCAESAR eSafe POC*” realizat cu Institutul Fokus din Berlin, în care am fost coordonator sau m-am implicat activ ca membru în echipele de cercetare.

În cadrul direcției “algoritmilor de control pentru aplicații medicalu”, am inclus o soluție de control cognitivă pentru o mână robotică inteligentă haptică pentru pacienții care au suferit un accident vascular cerebral. Soluția este foarte robustă și face parte din rezultatele unui proiect național privind robotica medicală de reabilitare.

Ar trebui să menționez că principala mea preocupare va fi formarea unei echipe puternice de cercetare pentru un laborator dedicat soluțiilor inteligente securizate și implementarea în hardware a algoritmilor criptografici, precum și dezvoltarea unor noi tehnici pentru securitatea SoC. Scopul acestei echipe ar trebui să fie dezvoltarea unor sisteme reconfigurabile inovatoare dedicate interoperabilității securizate a diferitelor dispozitive. Sper și doresc ca ideile și contribuțiile prezentate în această teză să fie continuate cu altele noi, deoarece pasiunea mea pentru cercetare este o poveste care nu se termină niciodată.

Decebal Popescu