

Tehnici de inteligență computațională în analiza și proiectarea circuitelor și sistemelor electronice

TEZĂ DE ABILITARE

Prof.dr.ing. Gabriel OLTEAN

Rezumat

Lucrarea de față prezintă activitatea științifică, academică și profesională, începând din anul 2002 când Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca mi-a conferit titlul științific de Doctor în domeniul Inginerie electronică și telecomunicații cu distincția “Magna Cum Laudae”.

Principalele interese în cercetare au constat în investigarea și exploatarea posibilităților oferite de tehnicile de inteligență computațională (IC) precum logica fuzzy (LF), algoritmi genetici (AG) și rețele neuronale artificiale (RNA), pentru a rezolva diferite probleme/aspecte din domeniul electronicii. Realizările științifice au fost organizate pe câteva domenii de interes în secțiunea “Realizări științifice”.

Optimizarea proiectării automate a circuitelor electronice utilizând tehnici de IC

Acest domeniu este corelat cu cercetarea doctorală, unde am dezvoltat algoritmi de optimizare a proiectării circuitelor utilizând logica fuzzy. În cercetarea post-doctorală, contribuția a constat în dezvoltarea unei metode inteligente hibride pentru optimizarea proiectării modulelor analogice. Metoda combină avantajele ale LF și AG: flexibilitate în formularea funcțiilor obiectiv și cunoașterea domeniului de valori; complexitate redusă și precizie ridicată în determinarea performanțelor circuitului, utilizând sisteme fuzzy; explorare eficientă a spațiului soluțiilor, fără blocare în minime locale, utilizând AG.

Metoda a fost implementată pentru optimizare cu un singur obiectiv și pentru optimizare multiobiectiv reală, când generează soluții pe frontul Pareto. Implementarea a fost extinsă pentru evaluarea performanțelor utilizând un simulator inclus în bucla de optimizare.

Principalele rezultate au fost publicate în 4 articole, 2 fiind în baza de date ISI.

Modelarea funcțională a modulelor analogice utilizând sisteme fuzzy

Obiectivul a constat în dezvoltarea unei proceduri de modelare și a unor modele funcționale pentru module analogice de bază. Procedura se bazează pe utilizarea de sisteme cu logica fuzzy (SLF) construite automat prin instruirea supervizată și seturi de date numerice.

Modelele funcționale fuzzy descriu relația intrare - ieșire în termenii amplitudinii, frecvenței și defazajului, incluzând și efectul temperaturii. Modelele furnizează tensiunea de ieșire pentru o tensiune de intrare sinusoidală care menține amplificatorul în regiunea liniară, în întreg domeniul de frecvențe. La frecvențe joase, modelele pot furniza tensiunea de ieșire chiar dacă amplificatorul intra în regiunile neliniare.

Rezultatele au confirmat eficiența și gradul ridicat de precizie al modelelor fuzzy. Acestea pot fi foarte utile în proiectarea / verificarea sistemelor complexe la nivel de sistem, unde simularea este realizată la nivel comportamental și instrumente precum Matlab/Simulink sunt utilizate adeseori.

Cercetare a fost susținută printr-un proiect de cercetare național, la care am fost director. Principalele rezultate au fost publicate într-o carte și în 5 articole, 2 fiind în baza de date ISI.

Predicția eficientă a formelor de undă în sisteme electronice utilizând tehnici de IC

Contribuția mea a constat în dezvoltarea a două metode bazate pe date numerice pentru construirea de metamodele rapide și simplu de utilizat, dar precise, capabile să genereze forme de undă noi, în funcție de diferite valori a parametrilor sistemului. Noutatea constă în faptul ca aceasta este prima abordare sistematică de generare a semnalelor în diverse puncte ale unui sistem complex utilizând un substitut ieftin și rapid a unei simulări extensive.

Metodele utilizează caracterizarea familiei de forme de undă printr-un set redus de trăsături (coeficienții relevanți ai transformării Fourier / wavelet), instruirea unei RNA pentru a genera setul de trăsăturii și, în final generarea formei de undă, utilizând transformata inversă.

Au fost dezvoltate două tipuri de metamodele: metamodele bazate pe transformata Fourier, cu selectare simplă a coeficienților și metamodele bazate pe transformarea wavelet optimă, cu optimizare cu AG pentru găsirea transformatei wavelet optime și selecția coeficienților.

Aceste metamodele eficiente oferă proiectantului posibilitatea de a realiza în timp util analize extensive ale sistemului, teoretic pentru un număr infinit de valori a parametrilor de intrare.

Cercetarea a fost inițiată în colaborare cu Infineon Technologies, care a furnizat o serie de date industriale, din etape de simulare timpurie a unui sistem electronic. Principalele rezultate au fost incluse într-o teză de disertație și publicate în 4 articole, 2 fiind în baza de date ISI.

Alte aplicații ale tehnicilor de IC

Alte aplicații realizate prin utilizarea tehnicilor de IC au fost: recunoaștere de forme utilizând SLF și RNA, sisteme de control utilizând SLF, detecția evenimentelor alarmante bazată pe recunoașterea semnalelor audio cu RNA și sisteme de luare a deciziei bazate pe SLF.

Secțiunea „*Realizări academice și profesionale*” trece în revistă principalele activități și contribuții referitoare la componentele didactic și dezvoltare instituțională.

Principalele realizări au fost: dezvoltarea și perfecționarea disciplinelor la care sunt responsabil, introducerea unor noi discipline în planurile de învățământ, implicarea în procesul de absolvire al studenților, publicarea a 3 cărți, 7 manuale de aplicații și 3 articole în domeniul educațional (1 fiind în baza de date ISI).

Referitor la dezvoltarea instituțională sunt menționate pozițiile administrative deținute, reprezentarea în structuri naționale și colaborările cu mediul industrial.

Secțiunea „*Managementul activităților de cercetare și academice*” se referă la capacitatea de a coordona echipe de cercetare, de a organiza și gestiona activități didactice și de cercetare.

Pentru componenta academică sunt menționate: aprecierea studenților asupra activității mele didactice, conducerea de lucrări de absolvire ale studenților și coordonarea unor studenți pentru concursul SSET, precum și premiile obținute.

Referitor la managementul cercetării se menționează coordonarea activităților și echipelor de cercetare în două proiecte de cercetare naționale la care am fost director, precum și implicarea în programe doctorale, în special prin contribuția la coordonarea a 4 doctoranzi, cu care am publicat în colaborare 11 articole (6 fiind în baza de date ISI).

Planul de dezvoltare a carierei, expus în secțiunea „*Plan de dezvoltare a carierei*”, se bazează pe realizarea următoarelor scopuri: Orientarea înspre instruirea centrată pe student; Integrarea rezultatelor cercetării în activitatea didactică; Modernizarea și internaționalizarea unor discipline/programe de studiu; Contribuții la dezvoltarea cunoașterii prin cercetare; Creșterea vizibilității rezultatelor cercetării; Dezvoltarea resurselor; Dezvoltarea colaborării cu mediul industrial.

Ultima secțiune „*Bibliografie*” conține lista celor 141 referințe, 42 fiind publicații proprii în calitate de autor / coautor.