

Rețele neuronale/nelineare celulare cu aplicații în prelucrări de imagini și la navigația roboților mobili

Rezumat

În cadrul tezei de abilitare sunt prezentate principalele realizări personale obținute în cercetarea științifică, activitatea didactică și academică, după susținerea publică a tezei și obținerea titlului de doctor al Universității Politehnica din Timișoara (2001).

Teza de abilitare este structurată pe trei părți:

- rezumatul, ce cuprinde sinteza tezei de abilitare redactat atât în limba română cât și în limba engleză;
- partea a doua, care se referă la realizările științifice, profesionale și academice, respectiv la planuri de evoluție și dezvoltare a carierei de cercetare și didactice;
- referințele bibliografice.

În cele de mai jos se descrie cea de a doua parte, care la rândul ei include trei capitole.

În primul capitol sunt prezentate succint principalele rezultate obținute în activitatea de cercetare științifică, didactică și academică: cursuri predate, discipline noi introduse în planul de învățământ și contribuțiile la dezvoltarea planurilor de învățământ, activitatea de îndrumare a proiectelor de diplomă și disertație, lista de lucrări și granturi/proiecte, dotare laboratoare, profesor invitat, inițierea de colaborări academice internaționale, activități de management, etc. În perioada 2001-2016 am publicat 79 de articole în reviste și la manifestări științifice naționale și internaționale, dintre care 27 de lucrări sunt indexate ISI și alte 24 de lucrări sunt indexate BDI, am elaborat 6 cărți și 4 îndrumătoare de laborator în domenii conexe prezentei teze, am participat în cadrul a 12 granturi/proiecte de cercetare câștigate prin competiție (la 5 dintre ele fiind și director de proiect) și la 4 contracte de cercetare cu mediul socio-economic.

Capitolul doi se referă la descrierea tehnică a contribuțiilor științifice rezultate în cele patru direcții de cercetare care au fost abordate de autor în perioada mai sus amintită:

- *Prelucrări de imagini bazate pe calcul variațional și utilizarea rețelelor neuronale/nelineare celulare.* Alături de alte procedee clasice, ca structuri de calcul paralel, rețelele neuronale/nelineare celulare (CNN - Cellular Neural/Nonlinear Networks) oferă soluții complementare de realizare în timp real a unor aplicații în domeniul prelucrării semnalelor. Este prezentată o modalitate originală de proiectare a unor template-uri, bazată pe calcul variațional, cu ajutorul cărora se pot efectua anumite procesări spațio-temporale ale imaginilor. Folosind template-uri dimensionate în acest mod, s-a analizat eficiența unor metode CNN în reconstrucția unei imagini deteriorate sau cunoscută parțial și s-a elaborat un algoritm CNN omogen de estimare și compensare a mișcării.
- *Prelucrarea unor imagini medicale.* Implementarea CNN a unor metode de prelucrare a imaginilor medicale nu este un scop în sine, astfel rezultă soluții pentru integrarea acestora într-un sistem de asistare în timp real a diagnozei medicale și/sau la urmărirea tratamentului. Sunt prezentate metode CNN originale de îmbunătățire adaptivă a contrastului, de filtrare a zgomotului, de segmentare a imaginilor medicale, în particular imagini computer tomografice (CT), care oferă creșterea vizibilității componentelor

imaginii în scopul interpretării acesteia cât mai ușoare de către expert. De asemenea, sunt descrise rezultatele studiului utilizării filtrelor de tip Gabor în clasificarea automată a țesuturilor mamare de tip normal, benign și malign. Pentru reducerea dimensiunii datelor s-a utilizat descompunerea în componente principale (*PCA - Principal Component Analysis*), iar ca și clasificator s-a folosit metoda vectorilor suport de tip proximal (*Proximal Support Vector Machines*).

▫ *Utilizarea tehnologiei rețelelor neuronale celulare pentru navigația roboților mobili autonomi.* Prin utilizarea tehnologiei CNN la comanda unui robot mobil, cu reacție vizuală bazată pe imagini, se asigură reducerea timpului de procesare a semnalelor și astfel, se poate obține o creștere a vitezei de deplasare. Algoritmul CNN pentru planificarea traiectoriei unui robot mobil furnizează acestuia, într-un mediu de lucru cu obstacole, traiectoria optimă din punct de vedere al lungimii și a numărului de viraje, între poziția de start și poziția țintei. Metoda propusă poate fi extinsă și pentru cazul navigației simultane a doi roboți mobili dar și la coordonarea deplasării unei colectivități de roboți mobili. Astfel, fiecare robot ocolește obstacolele întâlnite în cale precum și pe celălalt robot, dacă este necesar. În final, se prezintă un sistem integrat pentru deplasarea autonomă efectivă a unui robot mobil, într-un mediu real nestructurat. Pentru navigația robotului se propune o metodă hibridă care are în vedere combinarea optimă a celor două tipuri de navigații complementare, metoda globală și metoda locală.

▫ *Sistem integrat pentru asistarea persoanelor cu deficiențe de vedere.* Bazată pe evoluția spectaculoasă a tehnologiei electronice, prin dezvoltarea unui nou sistem integrat pentru asistarea persoanelor cu deficiențe de vedere se urmărește extinderea și îmbunătățirea performanțelor simultan cu creșterea preciziei și scăderea timpului de procesare. Pentru creșterea eficienței acestui sistem, se propune un algoritm CNN de calcul al corelației dintre două imagini. Acest algoritm a fost implementat, într-o variantă semi-paralelă, pe o platformă FPGA de emulare digitală a CNN-UM (*CNN Universal Machine*). Varianta propusă, de implementare semi-paralelă, conduce la obținerea unui raport optim între viteza de procesare și resursele hardware necesare.

De menționat că majoritatea subiectelor, grupate în cele patru direcții de cercetare, au fost abordate în cadrul unor granturi/proiecte de cercetare, naționale sau internaționale, la care am participat, în calitate de director sau membru. Principalele rezultate obținute, în legătură cu aceste direcții de cercetare, au fost publicate în peste 60 de articole, dintre care 25 de lucrări sunt indexate ISI și alte 20 de lucrări sunt indexate BDI.

În ultima secțiune se prezintă planurile de evoluție și dezvoltare în ceea ce privește cariera profesională, științifică și academică, precum și modalitățile avute în vedere pentru atingerea efectivă a acestor obiective. Sub deviza "sisteme electronice aplicate", direcția principală de cercetare se referă la elaborarea unor metode de analiză și prelucrare a semnalelor biomedicale și implementarea lor efectivă într-un sistem de asistare în timp real a diagnozei medicale și/sau la urmărirea tratamentului. Se va continua investigarea unor imagini CT și imagini mamografice, studiind, alături de *cellular wave computing*, și alte soluții noi de implementare.