MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII

UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA

Domeniu Fundamental: Inginerie
Specializare: Calculatoare și Tehnologia Informației

TEZĂ DE ABILITARE

– REZUMAT –

Modele Avansate de Detecție, Segmentare și Recunoaștere pentru Date Imagistice Statice și Temporale

Conf. Dr. Ing. Raluca Didona BREHAR
Faculatatea de Automatică și Calculatoare
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

– Cluj-Napoca –
2026

str. Memorandumului nr. 28, 400114 Cluj-Napoca, România
tel. +40-264-401200, fax +40-264-592055, secretariat tel. +40-264-202209, fax +40-264-202280
www.utcluj.ro

În această teză este prezentată o privire de ansamblu asupra parcursului meu de cercetare și a carierei academice, evidențiind evoluția intereselor mele științifice și obiectivele care îmi ghidează activitatea. Am prezentat principalele realizări din ultimii ani începând din 2015, după susținerea tezei de doctorat. Activitatea mea academică și de cercetare este centrată pe mai multe domenii inter-disciplinare care cuprind: inteligență artificială, viziune artificială, procesare de imagini și știința datelor.

Această teză de abilitare este structurată pe mai multe părți și începe cu descrierea realizărilor științifice și profesionale. Capitolul 1 oferă o prezentare generală a acestor realizări științifice axate pe două direcții de cercetare și aplicative: (i) percepția și analiza imaginilor care suprind traficul urban și (ii) procesarea imaginilor medicale.

Pentru analiza scenelor de trafic din imagini, cercetarea mea este focalizată pe dezvoltarea de modele care procesează imagini infraroșu și color dar și secvențe de astfel de imagini. În acest context am dezvoltat numeroase metode pentru detecția și segmentarea în timp real a pietonilor și am construit un model care identifică pietonii atât în imagini color cât și infraroșu aliniate temporal.

O altă direcție de cercetare cuprinde dezvoltarea unor modele temporale pentru recunoașterea acțiunii participanților la trafic, în special traversarea străzii în secvențe de trafic cu imagini infraroșu. Modelele propuse utilizează rețele neuronale recurente combinate cu diferite tipuri de trăsături cum ar fi puncte cheie pentru estimarea posturii, poziția pietonilor în raport cu strada, distanța în raport cu mașina care captează secvențele. Tot in domeniul modelelor temporale am adus contribuții prin dezvoltarea unor metode care estimează gradul de risc al unei situații de trafic din analiza secvențelor de imagini color. O a treia direcție de cercetare constă în realizarea unor modele care estimează nivelul de atenție al șoferilor în timpul condusului și recunosc acțiunile pe care le fac aceștia prin analiza gesturilor făcute cu mâna și a poziției capului în raport cu un punct de referință de pe oglinda retrovizoare. O a patra direcție de cercetare a constat în analiza siguranței bicicliștilor în trafic prin dezvoltarea unei metode care cuprinde estimarea distanței de la o cameră mono, detecția și segmentarea obiectelor din imagine, urmărirea lor și construirea unui mecanism de avertizare atunci când nu este păstrată distanța de siguranță față de bicicliști.

În domeniul analizei imaginilor medicale am construit metode și modele care se adresează imaginilor ecografice ale ficatului și au rolul de a diferenția între zonele cu carcinom hepatic (HCC) și parenchim cirotic. Am implementat si modele care analizează imagini CT abdominale și detectează zona de rinichi, tumorile de pe rinichi si gradul tumorii. O alta direcție de cercetare a constat în analiza imaginilor de tip OCT pentru a segmenta straturile retinei si a determina zonele cu diferite tipuri de fluide din retină. Pe baza acestor zone s-au extras și diferiți biomarkeri care ajută la urmărirea evoluției bolilor ochiului cum ar fi degenerescență maculară legată de vârstă.

Toate metodele si modelele dezvoltate au fost validate prin intermediul mai multor publicații în jurnale și conferințe internaționale. O parte din aceste publicații au ca si co-autori studenți doctoranzi, masteranzi sau studenți de la licență pe care i-am coordonat si cu care am colaborat. Cel puțin zece lucrări au fost scrise in colaborare cu studenti la master, licenta sau colegi de la doctorat. Acest lucru atestă capacitatea de a coordona cercetători tineri si de a obține rezultate valoroase recunoscute de comunitatea științifică.

Pe parcursul anilor am fost implicată în diverse activități profesionale care demonstrează aplicarea și transferul cunoștințelor în afara mediului academic. Am participat în mai multe proiecte de cercetare cu mediul academic dar și cu parteneri din industrie. Caracterul meu profesional a fost sculptat de participarea ca membru în echipa de cercetare la 12 proiecte internaționale și 16 proiecte naționale cât și în echipa grupului de cercetare Image Processing and

Pattern Recognition Research Centre din cadrul departamentului de calclatoare al Universității Tehnice din Cluj-Napoca.

Al doilea capitol al acestei teze prezintă realizările academice. Am contribuit activ la partea de predare, mentorat și dezvoltare a curriculei în domeniul calculatoarelor în special la discipline legate de algoritmică, viziune artificială, procesare de imagini, programare. Am predat cursuri, laboratoare, semnarii la discipline precum: Structuri de Date și Algoritmi, Programare Orientată pe Obiecte, Sisteme de Recunoaștere a Formelor, Procesarea Imaginilor, Învățare Automată, Viziune Artificială. Am încercat să ajut studenții să se dezvolte atât din punct de vedere tehnic cât și academic, sa ajungă la un nivel ridicat de maturitate academică și științifică. În ultimii ani am supervizat peste 100 de lucrări de licență, peste 50 de lucrări de disertație și am făcut parte din comitetul de supervizare a 5 teze de doctorat. Totodata am fost și consilier de an pentru studenții de anul 1 și acum sunt pentru studenții de anul 3.

Al treilea capitol al tezei de abilitare descrie obiectivele viitoare. Pe plan științific țintesc spre dezvoltarea de noi metode de viziune artificială pentru probleme cu aplicații reale în domeniul imagisticii medicale. As dori să adresez provocările oferite de diferite modalități în imagistica mediclă cu date din CT, RMN, Ecografie, imagini multi-spectrale. Planuiesc să dezvolt tehnici care să aibă o acuratețe crescută si relevanță clinică atât pentru date medicale bidimensionale cât și pentru date 3D. Plănuiesc să dezvolt modele de recunoaștere și diagnoză pentru structuri anatomice mari cum ar fi organele abdominale dar și pentru structuri mai provocatoare cum sunt vasele de sânge sau neuronii.

Detecția obiectelor și întelegerea scenelor de trafic din imagini și secvențe video captate în diferite condiții de luminozitate și de vreme, cuprinzând date infraroșu și color – va reprezenta un al doile plan de dezvoltare. Considerând experiența acumulată în cadrul proiectelor pe care le-am coordonat, doresc să îmbunătățesc performanța sistemelor de detecție prin integrarea datelor multi-spectrale. Modelarea temporală și urmărirea obiectelor vor augmenta metodele de detecție si înțelegere a scenelor. Strategia mea de dezvoltare urmărește participarea în proiecte interdisciplinare atât pe plan European cât și național.

În paralel cu activitățile de cercetare, planul de dezvoltare academică continuă să fie o prioritate. Intenționez să acualizez cursurile și lucrările de laborator în conformitate cu evoluția academică internațională. Voi continua să dezvolt lucrări de laborator, cursuri actualizate cu noțiuni adaptate la contextul academic internațional. Doresc să îmi îmbunătățesc continuu metodele de predare.

Pe plan profesional voi continua să construiesc expertiză în ceea ce privește coordonarea proiectelor de cercetare. Doresc să încurajez colaborarea interdisciplinară și transferul de cunoștințe. Cred că metodele și modelele științifice inovatoare pot fi adoptate cu succes în societate, in mediul industrial dar și în educație.