

**WEST UNIVERSITY OF TIMIȘOARA  
DOMAIN: COMPUTER SCIENCE**

**Novel Optimized Models of Machine Learning for Real-world  
Scenarios: from Support Vector Machines to Deep Learning**

**ABSTRACT IN ROMANIAN**

**CANDIDATE:**

Stoian Ruxandra  
Associate Professor  
Department of Computer Science  
University of Craiova

2022

Capacitățile învățării automate (ML) de a ajuta experții umani în rezolvarea sarcinilor cruciale au devenit treptat mai valoroase și mai impresionante în ultimii ani. Modelele de rețele neuronale (NN) și mașinile de suport vector (SVM) au fost două preferințe constante ale comunității ML atunci când este în joc o precizie ridicată. Și, în prezent, învățarea profundă (DL) conduce cursa în performanță și autonomie.

Cu toate acestea, când vine vorba de modelarea unor astfel de sarcini din domeniile din lumea reală, nu se poate numi un model de lucru standard și nu este simplu să selectezi o arhitectură sau o combinație cu cea mai bună performanță. Acest lucru se datorează faptului că modelele sunt ghidate de un număr mare de parametri și, în plus, au nevoie de mult timp de calcul pentru a ajunge la soluție. Prin urmare, tehnicile de optimizare joacă un rol cheie în reglarea hiperparametrică a acestor reprezentanți ML care controlează întregul proces de învățare.

Pe de altă parte, aceste modele foarte performante sunt numite cutie neagră sau opace, deoarece nu posedă o ieșire explicită a modului în care au obținut aceste rezultate, adică ce tipare interioare au condus la decizie. Prin urmare, utilizatorii finali nu sunt de obicei atât de încrezători în rezultat, din cauza incapacității de a obține o indicație inteligibilă a rațiunii. De exemplu, într-un domeniu precum medicina, este absolut vital să știm și ce a condus la diagnosticul respectiv, deoarece tratamentul va fi ales în consecință și va face diferența între viață și moarte.

### **Contribuții personale la cercetare**

În acest context, interesele științifice personale s-au concentrat asupra acestor abordări ML cutie neagră, fie tradiționale (SVM-uri, NN-uri), fie moderne (DL), în scopul lor de clasificare, regresie, segmentare și restaurare semantică pentru date numerice și imagini, și a cuprins mai multe direcții (interdisciplinare) legate de trei sarcini (uneori împletite): (1) rezolvarea problemei interne de optimizare, (2) eliminarea opacității și (3) stabilirea unei arhitecturi optime.

Pe scurt, contribuțiile noi au fost următoarele:

1. Crearea unui nou cadru generalizat al unei abordări cu algoritmi evolutivi (EA) pentru rezolvarea problemei de optimizare primară SVM pentru clasificarea datelor continue;
2. Dezvoltarea unui model tandem original, performant și încă foarte ușor de înțeles de învățare SVM, urmat de extragerea regulilor de decizie printr-o tehnică coevolutivă cooperativă pentru generarea de populații de prototipuri de clasă (pentru date continue);

3. Investigarea design-urilor evolutive alternative pentru descoperirea prototipurilor de clasă: reprezentare care conține toate prototipurile de clasă pentru clasificarea atât a datelor continue, cât și a datelor discrete, și performanța acestora din perspectiva generatoarelor de reguli - împreună cu arbori de decizie (DT) - într-un set de clasificatoare care conțin modele de predicție cutie neagră (SVM-uri, NN-uri), de asemenea;
4. Includerea unor componente suplimentare importante pentru potrivirea clasificatorului tradițional în testarea din lumea reală: eficacitatea timpului de răspuns prin selecția suplimentară simultană a caracteristicilor, creșterea rigurozității explicațiilor pentru diagnosticarea computațională atinsă și gestionarea alegerilor și răspunsurilor multiple ale clasificatorului;
5. O abordare nouă a reglajului hiperparametric al arhitecturilor DL pentru clasificare prin intermediul algoritmilor evolutivi atât în ceea ce privește optimalitatea cât și timpul de rulare;
6. Personalizarea modelelor DL pentru clasificare, regresie, segmentare semantică, restaure semantică, pentru a aduce inovație în interpretarea seturilor de date din lumea reală din medicină, chimie și patrimoniu, ca parte a două proiecte UEFISCDI recent conduse în calitate de director: unul experimental- demonstrativ și unul de cercetare exploratorie.
7. Investigarea unor noi mijloace pentru selecția variabilelor hibride și regresie SVM pentru optimizarea senzorilor de gaz în industria auto, cu doctoranda Margarita Rebolledo la TH Köln, Germania;
8. Crearea de noi abordări hibridizate pentru clasificarea seriilor de timp electrooculografice în ataxia spinocerebeloasă de tip 2, cu doctorandul Roberto Becerra-Garcia, Universitatea din Malaga.
9. Explorarea diverselor posibilități noi ML și DL pentru utilizarea semnalelor electromagnetice de frecvență extrem de joasă pentru caracterizarea ionosferei, cu doctorandul Carlos Cano, Universitatea din Almeria, Spania.
10. Construirea de algoritmi avansați DL pentru un management eficient al surselor de energie regenerabilă, în cadrul co-supervizării doctorale a studentei ecuadoriane Myriam Cumbajin în cadrul Programului de doctorat interuniversitar "Sisteme de energie electrică" de la Universitatea din Malaga, Spania.

În afară de rezultatele cercetării independente (de exemplu, [103]), în lucrările mele, am colaborat cu 33 de oameni de știință străini, de pe 4 continente și din 12 țări. În lucrările evidențiate în această teză, contribuția personală a variat de la cel puțin 30% la 70%, așa cum va fi detaliat în mod explicit mai departe. În plus, am lucrat cu 4 doctoranzi străini din 3 țări. Din 2019, co-supervizez un doctorand din Ecuador ca și conducător de doctorat în cadrul Universității din Malaga.

În ultimii doi ani mi-am propus în calitate de director două teme inovatoare de cercetare, una spre o țintă experimental-demonstrativă, iar cealaltă de cercetare exploratorie, ambele fiind finanțate de Unitatea Executivă pentru Finanțarea Învățământului Superior, Cercetare, Dezvoltare și Inovare. (UEFISCDI).

La momentul redactării acestui document, indicii mei Hirsch sunt următorii: Clarivate Web of Science - 13, Scopus - 16, Google Scholar - 19.

### **Realizări profesionale și academice**

În ceea ce privește traseele profesionale și academice, realizările personale pot fi rezumate în următoarele rânduri, referitor la posturile mele academice și de cercetare, conducere de doctorat în afara României, direcția proiectelor cu finanțare națională și apartenența la granturi europene, beneficiar al burselor acordate de asociații europene și universități, discuții invitate la universități europene prestigioase, activități de recenzie, organizare de sesiuni speciale, speaker invitat la conferințe internaționale, editor pentru reviste Web of Science, sarcini de expert evaluator și premii și distincții.

În ceea ce privește latura mea academică, din 2014, sunt conferențiar la Departamentul de Informatică, Facultatea de Științe, Universitatea din Craiova. Am predat cursurile de Logică computațională, Programare non-procedurală pentru licență și Învățare automată (Machine learning) la nivel de Master. Am condus lucrări de licență și de master în Inteligență Artificială.

Din 2019, sunt co-conducător al tezei de doctorat intitulată "Sistema de gestión de energía basado en Aprendizaje Automático con alta presencia fiable de energías renovables a la red Eléctrica Ecuatoriana" a studentei Myriam Cumbajin (Ecuador), în cadrul Programului de doctorat interuniversitar "Sisteme de energie electrică" de la Universitatea din Málaga, Spania, cu prof. Jose Aguado. Aceasta este o teză de doctorat multidisciplinară și eu conduc partea legată de învățarea automată, și anume rețelele neuronale.

În ceea ce privește pozițiile mele de cercetare, din 2017, sunt Membru Extern în Grupul de Ingineria Sistemelor Integrate, Universitatea din Malaga, Spania. Din 2020, sunt Investigator Principal în cadrul Departamentului de Applied Machine Learning, Institutul Român de Știință și Tehnologie,

Cluj-Napoca, România. Din 2021, sunt Colaborator - Conferențiar Adjunct Cercetare la Institutul STAR-UBB, Cluj-Napoca, România.

În perioada iulie 2017 - decembrie 2017, am fost director al cecului de inovare, 99CI/2017, PN-III-P2-2.1-CI-2017-0469, "Predicția automată a tendinței valorilor stocurilor pentru clienții unei companii de Servicii Financiare și Investiții"<sup>1</sup>, cu doi studenți postdoctoranzi în echipă. În perioada noiembrie 2020-noiembrie 2022, am fost directorul grantului UEFISCDI PNCDI III, 408PED/2020, PN-III-P2-2.1-PED-2019-2227, "Learning deep architectures for the Interpretation of Fetal Echocardiography" (LIFE)<sup>2</sup>, 2020-2022, unde am condus o echipă care a implicat un doctorand. Începând cu ianuarie 2021, am fost directorul grantului UEFISCDI PNCDI III 178PCE/2021, PN-III-P4-ID-PCE-2020-0788, "Object PERception and Reconstruction with deep neuronal Architectures" (OPERA)<sup>3</sup>, 2021-2023, iar echipa pe care o conduc include un alt doctorand. În perioada 2018-2020, am fost membru în proiectul TIN2017-88728-C2-1-R, "Avances en el diseño y adaptación de algoritmos de aprendizaje profundo para su aplicación a problemas en las áreas de biomedicina y contaminación atmosférica", finanțat de MINECO Spania.

În 2009, am obținut un stagiul de cercetare DAAD (Deutscher Akademischer Austausch Dienst) în cadrul competiției internaționale sponsorizate de asociație și am petrecut două luni la Universitatea Tehnică din Dortmund (TU Dortmund), Germania, și o lună la Universitatea de Științe Aplicate (TH Köln), Germania pe tema "Investigation of a Support Vector Machine-based Approach for Parameter Setting in Metaheuristics". În 2016 am fost invitată pentru un stagiul de cercetare de două săptămâni la TH Köln, timp în care am fost, de asemenea, implicată în discuții cu doctoranzi și masteranzi. În 2017, am obținut o bursă de cercetare de 2 luni "Ayuda para estancias de investigadores de reconocido prestigio en la UMA", pe tema "Deep Learning for Histopathological Image Processing", oferită de Universitatea din Malaga, Spania. În 2022, am primit un stagiul de cercetare de o lună susținut de Universitatea din Malaga, pe tema "Deep learning for semantic segmentation and inpainting".

Din 2008 și până în prezent, am susținut mai multe prezentări pe tema mașinilor cu suport vectorial, optimizare evolutivă și învățare profundă la universități renumite în lume. În 2008, am avut o prezentare la Harrow School of Computer Science, Londra, Marea Britanie. În 2009, am mai avut una la TH Köln, Germania. În 2015, am ținut o conferință la TU Dortmund, Germania. O a doua prezentare a avut loc tot în 2015 la TH Köln, Ger-

---

<sup>1</sup><https://sites.google.com/site/innopassproject/home>

<sup>2</sup><https://sites.google.com/view/ped-life/>

<sup>3</sup><https://sites.google.com/view/pce-opera/>

mania, în cadrul seminarului doctoral al laboratorului SPOTSeven. În 2016, am avut o altă conferință la TH Köln , Germania, și o conferință invitată la Universitatea din Malaga, Spania. În 2017, am susținut o prezentare la Universitatea din Ulster, Marea Britanie. În 2018 am avut o conferință invitată la Universitatea din Malaga. În 2019 am fost invitată să susțin un tutorial despre arhitecturi DL pentru cercetători și doctoranzi la Universitatea din Malaga. În 2022, am fost susținută de Universitatea din Malaga pentru încă o conferință invitată. De asemenea, în iulie 2022, am făcut parte din echipa coordonată de Universitatea din Holguin (Cuba) - Universitatea din Malaga (Spania) care a susținut seminarul de rețele neuronale artificiale pentru studenții de masterat de la Universitatea din Holguin și Universitatea Tehnică din Manabi (Ecuador)<sup>4</sup>.

Am fost recenzor pentru peste 20 de reviste indexate de Clarivate Web of Science și pentru Zentralblatt MATH și membru în comitetul de program a peste 15 conferințe internaționale cu un rang de cel puțin C în lista ERA. Am condus patru sesiuni speciale despre învățare automată pentru medicină: la 26th European Symposium on Artificial Neural Networks, Computational Intelligence and Machine Learning (ESANN 2018) și la a 14-a, 15-a și 16-a International Work-Conference on Artificial Neural Networks, în 2017, 2019 și 2021. Am fost speaker invitat la conferința II Congreso de Ciencia de la Computación, Electrónica e Industrial (CSEI 2020), 26-30 octombrie, Ambato, Ecuador, cu prezentarea ”Deep learning for image and signal analysis in medicine”. Din 2018, sunt editor academic pentru jurnalul PLOS One. De asemenea, am coeditat colecția specială PLOS IWANN 2019, ”Deep Learning Models in Healthcare and Biomedicine”<sup>5</sup> în același jurnal.

Sunt expert evaluator pentru următoarele organizații de cercetare științifică:

- Agenția Executivă pentru Finanțarea Învățământului Superior, Cercetării, Dezvoltării și Inovării (UEFISCDI)
- Programul de finanțare doctorală ”Mathilde von Mevissen” la TH Köln , Germania
- Agenția Centrală de Finanțare și Contractare, Letonia
- Comisia Europeană - Agenția Executivă Europeană pentru Sănătate și Digitalizare (HADEA): unitățile A1. Inovație și excelență în robotică și inteligență artificială, A3. Cercetare în sănătate și B2. Digitalizare
- Agenția Executivă Europeană pentru Cercetare (REA), Unitatea A2. Burse postdoctorale europene Marie Skłodowska-Curie

---

<sup>4</sup>[http://master-siet-eii.uma.es/?page\\_id=416](http://master-siet-eii.uma.es/?page_id=416)

<sup>5</sup><https://collectionsblog.plos.org/iwann-2019/>

În decembrie 2008, am primit Premiul Grigore Moisil al Academiei Române ca parte a unui grup de cercetare pe tehnici de optimizare evolutivă. În 2018, am fost inclusă în volumul "O sută de autori români în informatică teoretică", publicat de Academia Română.

### **Obiective științifice și profesionale viitoare**

Cursul științific în viitorul apropiat este planificat să urmărească mai multe linii de lucru.

Două căi teoretice vor fi explorate către robustețea sistemelor de învățare profundă dezvoltate. Cuantificarea incertitudinii și explicabilitatea vor fi incluse în arhitecturile construite, cu scopul unei decizii mai fiabile și mai inteligibile. Un al treilea traseu teoretic are în vedere dezvoltarea unor abordări de deep learning pentru reconstrucția 3D a obiectelor.

Vor fi urmate și două noi direcții concrete în sensul cercetării aplicate interdisciplinare. Prima se referă la crearea unui cadru inovator de învățare profundă pentru o evaluare neinvazivă a travaliului bazată pe ultrasunete, pe baza analizei imaginilor, colectate ca serie temporală. Al doilea este legat de folosirea arhitecturilor profunde pentru un management eficient al energiei din perspectiva datelor senzorilor și optimizarea variabilelor intrinseci, mai ales în contextul crizei actuale.

Pe baza realizărilor anterioare și în lumina noilor posibilități declanșate de obținerea titlului de abilitare, evoluția personală viitoare pe latura profesională și academică este de așteptat să se concretizeze prin mai multe etape.

Ritmul actual de publicare în reviste cu factor de impact ridicat Web of Science (Q1) și conferințe de top ERA va fi menținut în mod natural și chiar îmbunătățit. De asemenea, voi păstra colaborarea cu cercetătorii din diferitele domenii de aplicabilitate - medicină, patrimoniu cultural, inginerie. Se va continua și colaborarea cu informaticienii români și străini. Un astfel de parteneriat (interdisciplinar) este important pentru direcții și publicații comune de cercetare, propuneri comune de granturi ale Comisiei Europene și organizarea de workshop-uri, sesiuni speciale în linia comună de lucru la conferințe de renume internațional sau numere speciale în reviste cu impact ridicat.

Voi păstra o regularitate ridicată în depunerea propunerilor de granturi finanțate de organisme naționale și internaționale. Viitorii doctoranzi (precum și cercetători postdoctoranzi) vor fi implicați în propunerile depuse, pentru a îi atrage către o viitoare carieră de cercetare sau academică.

Voi lucra alături de masteranzi și doctoranzi pentru a găsi noi direcții pentru primii lor pași în cercetare și către o teză de doctorat. Mai multe subiecte pentru viitorii doctoranzi pot fi gândite imediat în liniile de analiză

seriilor video de timp, restaurarea semantică a obiectelor 3D, explicabilitatea prin XR, modelarea datelor senzorilor cuantici și framework-uri profunde multimodale. Supervizarea comună pentru unii dintre potențialii doctoranzi cu colegii mei din străinătate este, de asemenea, prevăzută, în cadrul diferitelor opțiuni de finanțare pentru burse predoctorale. De asemenea, sper ca următorul doctorand pe care îl supervizez să fie afiliat la o universitate din România.