

PROGRAM DE CERCETARE 2022

a) Denumirea Programului:

ABORDĂRI NOI ÎN INTELIGENȚA COMPUTAȚIONALĂ

b) Coordonatori:

CS I dr. H.N. Teodorescu
CS I dr. Dan Cristea
CS I dr. Gabriel Ciobanu
CS I dr. Tudor Barbu
CS II dr. Silviu Bejinariu
CS II dr. Monica Fira
CS III dr. Marius-Dan Zbancioc

c) Programul conține următoarele proiecte:

Proiect 1. “ Procesarea limbajului natural și analiza prozodiei în limba română”
Proiect 2. “ Analiza și recunoașterea semnalelor. Fuziunea informațiilor”
Proiect 3. “ Modelarea și analiza sistemelor concurente”
Proiect Fundamental: „Atlase Lingvistice. Sisteme informatice pentru editarea asistată de calculator și publicarea planșelor atlaselor lingvistice”

d) Scopul programului:

Programul își propune să contribuie la: dezvoltarea de algoritmi, metode și resurse lingvistice pentru prelucrarea limbajului natural; dezvoltarea de algoritmi și metode de analiză a semnalului vocal cu aplicații în modelarea elementelor prozodice și identificarea emoțiilor transmise prin voce; dezvoltarea de modele și metode formale pentru sisteme concurente și distribuite, agenți mobili, calcul reversibil; dezvoltarea de metode, algoritmi și tehnici de analiza, prelucrare, filtrare, segmentare și comprimare a imaginilor și a semnalelor; dezvoltarea de metode și algoritmi pentru analiza mișcării și analiza structurală a secvențelor video dintr-o scenă; dezvoltarea de algoritmi și metode pentru editarea atlaselor lingvistice și a textelor dialectale.

Temele de cercetare și rapoartele de cercetare pentru anul 2022

Proiect 1. “ Procesarea Limbajului Natural și analiza prozodiei în limba română”

1. Modele și tehnici de prelucrare a limbajului natural aplicate limbii române moderne și în diacronie; dezvoltarea de resurse ale limbii române

Etapa 1. *Dezvoltări și colaborări post- și inter-proiecte (eDTLR, RoWN, DRuKoLa, CoRoLa, ReTeRom, DeLORo).*

Etapa 2. *Studiul computațional al limbii române din perspectivă diacronică și sincronică.*

2. Instrumente software și metode de analiză voce, prozodie și emoție transmisă prin voce

Etapa 1: Dezvoltarea de instrumente software și metode pentru analiza de voce, prozodie și emoție transmisă prin voce.

Etapa 2: Dezvoltarea de instrumente software și metode alternative pentru analiza de voce, prozodie și emoție transmisă prin voce.

Proiect 2. “ Analiza și recunoașterea semnalelor. Fuziunea informațiilor”

1. Metode ale inteligenței artificiale în analiza imaginilor.

Etapa 1. Metode ale inteligenței artificiale în analiza, clasificarea și analiza mișcării în imagini și secvențe video.

Etapa 2. Experimente privind analiza, clasificarea și analiza mișcării în imagini și secvențe video folosind metode ale inteligenței artificiale.

2. Tehnici de procesare și analiză pentru imagini digitale și secvențe video.

Etapa 1. Tehnici avansate de învățare automată, bazate pe rețele convolutive și teoria grafurilor, aplicate în analiza imaginilor statice și video

Etapa 2. Tehnici de detecție și urmărire în imagini și secvențe video utilizând rețele de învățare profundă

3. Metode de prelucrare neliniară a semnalelor cu aplicații în recunoașterea formelor.

Etapa 1. Analiza selecției trăsăturilor și selecției proiecțiilor în reducerea dimensionalității semnalelor

Etapa 2. Influența parametrilor în reducerea dimensionalității semnalelor și clasificarea acestora

Proiect 3. “Modelarea și analiza sistemelor concurente”

Etapa 1. Studiarea proprietăților sistemelor concurente

Etapa 2. Formalizarea sistemelor concurente

Proiect fundamental: “Atlase Lingvistice. Sisteme informatice pentru editarea asistată de calculator și publicarea planșelor atlaselor lingvistice.”

Etapa 1. Proiectarea de sisteme informatice pentru colectarea datelor și publicarea Atlaselor Lingvistice în format tipărit și on-line

Etapa 2. Implementarea sistemelor informatice proiectate pentru colectarea datelor și publicarea Atlaselor Lingvistice în format tipărit și on-line. Primele variante funcționale.

e) Rezultate scontate:

Modele, metode, algoritmi, tehnici de procesare a informațiilor, instrumente software, în conformitate cu secțiunea „rezultate scontate” din cadrul proiectelor de cercetare.

f) Colectivul de cercetare:

Acad. Horia Nicolai Teodorescu - ½ normă

CS I Dan Cristea - ½ normă

CS.I dr. Gabriel Ciobanu

CS I dr. habl. Tudor Barbu

CS II dr. Silviu-Ioan Bejinariu

CS II dr. Bogdan Aman

CS II dr. Cătălina-Monica Fira

CS II dr. Alexandru Andrei

CS III dr. Doina Jitcă

CS III dr. Mihaela Luca

CS III dr. Monica-Silvia Feraru

CS III Ioan Păvăloi

CS III dr. în concurs - ½ normă

CS III dr. Daniela Gîfu - ½ normă

CS III dr. Carmen Grigoraș	- ½ normă
CS III dr. Marius-Dan Zbancioc	- ½ normă
CS dr. Radu-Cezar Matei	- ½ normă
CS. dr. Mihaela Onofrei-Plamadă	
CS.drd. Ramona Luca	
CS. Adrian Ciobanu	
CS Cecilia Bolea	
CS. Camelia Lazăr	
CS Cristina-Diana Niță	
AsC. dr. Andrei Scutelnicu	
AsC. Laura Pistol	
AsC drd. Cristian Pădurariu	- ½ normă

g)Modul de valorificare a rezultatelor:

Rezultatele vor fi valorificate prin :

- Articole publicate în reviste de specialitate cu vizibilitate internațională;
- Comunicări la conferințe științifice naționale și internaționale;
- Cărți, studii de specialitate;
- Instrumente de cercetare dezvoltate pentru IIT și institutele partenere ;
- Rapoarte de cercetare;

Director,

Dr. Vasile Apopei

Proiect de cercetare nr. 1/2022

1. Denumire: "Procesarea limbajului natural și analiza semnalului vocal în limba română"

Teme de cercetare

- I. **Modele și tehnici de prelucrare a limbajului natural aplicate limbii române moderne și în diacronie; dezvoltarea continuă de resurse ale limbii române**
- II. **Instrumente software și metode de analiză voce, prozodie și emoție transmisă prin voce.**

2. **Colectiv de coordonare:** Dan Cristea, Doina Jitcă, Maris Zbancioc

3. Colectivul de cercetare

CS I	dr. Dan Cristea (DC)	coordonare	– tema I (1/2 normă)
CS III	dr. Daniela Gîfu (DG)		– tema I (1/2 normă)
CS	Cecilia Bolea (CB)		– tema I
CS	dr. Mihaela Plămadă-Onofrei (MP)		– tema I
AsC.	Laura Pistol (LP)		– tema I
AsC.	Drd. Andrei Scutelnicu (AS)		– tema I
AsC	Drd. Cristian Pădurariu (CP)		– tema I (1/2 normă)
CS I.	Horia Nicolai Teodorescu		–tema II (1/2 normă)
CS. III	dr. Doina Jitcă (în echipa de coordonare)		– tema II
CS. III	dr. Monica Feraru		– tema II
C.S III	dr. Marius Zbancioc (în echipa de coordonare)		– tema II (1/2 normă)
C.S.	drd. Ramona Luca		– tema II. (1/8 normă)

Colaboratori externi:

- Dr. în filologie Cătălina Măranduc, drd. la Facultatea de Informatică, UAIC (CM)
- Drd. Petru Rebeja - Facultatea de Informatică, UAIC (PR)
- Drd. Șerban Paul Boghiu - Facultatea de Informatică, UAIC (ȘB)
- Colectivul de lexicologie - lexicografie de la ARFI-IFRI (IFRI)
- Prof. dr. Eugen Munteanu - Facultatea de Litere, UAIC (EM)
- Lector dr. Roxana Vieru - Facultatea de Litere, UAIC (RV)
- Un colectiv de la Institutul de Studii Interdisciplinare în Științe Sociale și Umanioare, UAIC (ISISSU)

4. Rapoarte și termene de realizare pe 2022:

- I. **Modele, resurse și tehnici de prelucrare a limbajului natural utilizate în studierea limbii române moderne și în diacronie; dezvoltarea continuă de resurse ale limbii române**

Etapă I: Dezvoltări și colaborări post- și inter-proiecte (eDTLR, RoWN, DRuKoLa, CoRoLa, ReTeRom, DeLORo)

Termen de realizare: 15.06.2022

Etapă II: Studiul computațional al limbii române din perspectivă diacronică și sincronică

Termen de realizare: 31.12.2022

II. Instrumente software și metode de analiză voce, prozodie și emoție transmisă prin voce.

Etapa I: Dezvoltarea de instrumente software și metode pentru analiza de voce, prozodie și emoție transmisă prin voce

Termen de realizare: 15.06.2022

Colectiv de cercetare: M. Zbancioc, M. Feraru, R. Luca, D.Jitcă, HN Teodorescu

Etapa II: Dezvoltarea de instrumente software și metode alternative pentru analiza de voce, prozodie și emoție transmisă prin voce

Termen de realizare: 31.12.2022

Colectiv de cercetare: M. Zbancioc, M. Feraru, R. Luca, D.Jitcă, HN Teodorescu

Tema I. Modele și tehnici de prelucrare a limbajului natural aplicate limbii române moderne și în diacronie; dezvoltarea de resurse ale limbii române

I.1 Structura planului

Tema este constituită din 3 secțiuni:

Secțiunea A. Tehnici moderne utilizate în prelucrarea limbajului natural

Subtema A.1 Modernizarea spațiului virtual de lucru al colectivului de limbaj natural

Activitatea A.1.a. Întreținerea și dezvoltarea Platformei LSPLR@ARFI (*Laboratorul de Stocare și Prelucrare a Limbii Române @ Academia Română Filiala Iași*)

Se vor ține la zi și dezvolta structura și conținutul Platformei. Se vor adăuga noi resurse.

Se vor organiza acțiuni de diseminare a Platformei pe canale ale evenimentelor științifice și sociale.

Se vor actualiza licențele care trebuie să însoțească fiecare componentă de tip resursă lingvistică, model sau tehnologie creată în colectiv sau la crearea cărora au contribuit membrii colectivului.

Implicare: AS, CP, PR, DC

Perioadă: semestrul I și semestrul II 2022

Activitatea A.1.b. Îmbogățirea continuă a metodelor și tehnologiilor utile în PLN - activitate permanentă

Se vor mări colecțiile de fișe tehnologice utilizabile în prelucrarea limbajului natural (și prelucrării de imagini care au legătură cu limbajul).

Implicare: toți membrii colectivului și colaboratorii externi

Perioadă: semestrul I și semestrul II 2022

Secțiunea B. Resurse electronice și tehnologii ale limbii române: studii computaționale asupra limbii române contemporane și din perspective diacronică și sincronică

Subtema B.1 Întreținerea, dezvoltarea și sofisticarea colecțiilor de date lingvistice ale limbii române contemporane

Activitatea B.1.a. Completarea continuă a Corpusului CoRoLa cu noi contribuții textuale și de vorbire.

Continuarea preocupărilor de achiziționare de noi resurse vocal-textuale, o componentă constantă a colectivului. Asigurarea compatibilității cu Platforma CoBiLiRo.

Implicare: CB, MO, DG, LP

Perioadă: permanent

Activitatea B.1.b. Menținerea compatibilității corpusului CoRoLa cu noile facilități ale interfeței de acces KorAP.

Se va continua modernizarea bazei de date a corpusului CoRoLa care să-i asigure compatibilitatea cu noile dezvoltări ale bibliotecilor KorAP-API, care permit adresarea de interogări la corpus pe multiple niveluri. Se vor avea în vedere ideile provenite din proiectul EuRoCo (v. și conferința invitată a lui Marc Kupietz la ConsILR-2021: "Providing staged corpus access at multiple levels").

Implicare: AS, CM, CB, LP, MO

Perioadă: semestrul I și semestrul II 2022

Activitatea B.1.c Dezvoltarea de colecții de date numerice rezultate din corpusuri textuale românești

Se va continua activitatea de generare de date statistice, vectoriale, neuronale care să concentreze informații conținute în marile colecții de date lexicale la crearea cărora a contribuit colectivul nostru. Exemple ar putea fi:

- eDTLR: reprezentări word2vec culese din definiții și citate, pe perioade istorice; date vectoriale pentru recunoașterea sensurilor cuvintelor în context;
- CoRoLa: preantrenări de rețele DL care să preceadă aplicarea de tehnici de învățare prin transfer (*transfer learning*);
- treebank-urile de gramatici de dependență: modele de antrenare parțială a parserelor (MALT), ulterior specializate pe varietăți de limbă română;
- ROCC (*Romanian Old Chirillic Corpus*): rafinarea fazelor de identificare a obiectelor și recunoaștere a caracterelor prin modelul învățare prin transfer;
- ReTeRom: antrenarea parțială a tehnicilor de recunoaștere a vorbiri implementate ca DL, care să preceadă faze de rafinare a învățării prin modelul învățare prin transfer.

Se va studia posibilitatea de a aplica tehnici de *transfer learning* la antrenarea "instantanee" a RNR pe date culese din spațiul public, cu memorarea "traseelor" urmate în antrenare în vederea asigurării reproductibilității experimentelor de antrenare.

Implicare: DC, CP, AS, CM, IFRI, PR, DG

Perioadă: semestrul I și semestrul II 2022

Subtema B.2 Dezvoltarea colecțiilor de date lingvistice ale limbii române în diacronie

Activitatea B.2.a. Cercetări corelate cu proiectul DeLORo

Utilizând structura de metadate proiectată și realizată în DeLORo, se vor implementa tipurile de interogări și acces spre imagini de pagină proiectate în activitățile B2.a, B2.b și B2.c din proiectul pe anul 2021.

Se vor continua generarea de statistici asupra conținutului corpusului ROCC, în evoluție diacronică și repartizare sincronică.

Implicare: CP, AS, PR, DC, MO, IFRI

Perioadă: semestrul I și semestrul II 2022

Activitatea B.2.b. Modernizarea structurii și accesului la conținutul eDTLR

Motivată de mai multe aspecte acumulate în ultimii ani (din care amintim: finalizarea proiectului CLRE¹, progrese în tehnologia de PLN, inventarea de noi metode și tehnici de procesări lexicografice și lingvistice), care se suprapun peste tăierea a mai mult de jumătate din fondurile contractate în proiectul inițial eDTLR (derulat între anii 2007-2010), proiect niciodată încă reluat, credem oportună continuarea, în strânsă colaborare cu membrii colectivului de Lexicologie-lexicografie de la ARFI-IFRI, a unor cercetări de transpunere în digital a marelui Dicționar Tezaur al Limbii Române (DA + DLR). În acest sens, avem în vedere:

- proiectarea de tehnici și euristici de detectare a erorilor de structură în eDTLR, și corectarea lor de către specialiști;

¹ clre.solirom.ro

- refacerea interfeței de acces online, cu includerea de noi criterii de căutare și de afișare a rezultatelor (alfabetic, pe bază de derivate lexicale, după criterii semantice etc.);
- studierea posibilității de implementare a unor tehnici de regăsire în dicționar a unui cuvânt de interes, inspirate parțial din soluțiile propuse pentru problema tip-of-the-tongue (v. [Scutelnicu, 2021]).

Implicare: DC, AS, PR, IFRI

Perioadă: semestrul I și semestrul II 2022, continuat în viitor

Activitatea B.2.c. Legarea eDTLR cu alte resurse lexicale

Interfața de acces la eDTLR va trebui să facă posibilă migrarea:

- în el însuși (de pe un cuvânt aflat definiții sau exemple spre intrarea corespunzătoare lui) - v. proiectul de acest gen realizat în activitatea B.2.d din Raportul din noiembrie 2020 și în teza de doctorat [Scutelnicu, 2021];

- în colecția de dicționare ale proiectului CLRE, realizat la ARFI-IFRI;

- eventual alte resurse lexical-semantice.

Implicare: DC, CP, CB, MO, PR, IFRI

Perioadă: semestrul II 2022, continuat în viitor

Activitatea B.2.d. Abordări vectoriale și neuronale în recuperarea morfologiei în diacronia limbii române

Se vor continua studiile de recuperare a morfologiei limbii române și de creare a unui lematizator/analizor morfologic, care să acopere flexiunile cuvintelor limbii române pe perioade istorice și regiuni, prin aplicarea de modele vectoriale și de învățare de profunzime asupra colecțiilor lexicale acumulate din varii surse (documentele ROCC [Cristea et al., 2020], indexul *Monumenta linguae Dacoromanorum - Biblia 1688*², indexul ediției critice a Ms.45 [Munteanu et al., 2016]) etc.

Activitatea va fi derulată în colaborare cu membrii colectivului de lexicografie-lexicologie de la ARFI-IFRI, ai colectivului Bibliei de la Departamentul de Cercetări Interdisciplinare în Științe Sociale și Umanitare din cadrul Universității „Alexandru Ioan Cuza” din Iași și un colectiv de la Facultatea de Litere a UAIC condus de prof.dr. Eugen Munteanu.

Implicare: PR, DC, EM, RV, IFRI, ISSU

Perioadă: semestrul I și semestrul II 2022, continuat în viitor

Secțiunea C. Studii de analiza sentimentelor în limbajul științific, beletristic și din mediul social

Subtema C.1 Cercetări de identificare a știrilor false (*fake news*)

Activitatea C.1.a. Continuarea studiilor de acumulare de resurse și dezvoltare de modele pentru clasificarea automată a știrilor în <fals> vs. <non-fals>

Se va continua dezvoltarea corpusului cu articole de presă din domeniul financiar-bancar și comentarii de pe rețelele din media socială, care să ajute la implementarea unor instrumente de luare a deciziilor de afaceri pentru companii și de elaborare a previziunilor social-politice. Se vor aplica metode de învățare automată, cu precădere învățare profundă.

Implicare: DG

Perioadă: semestrul I și semestrul II 2022

Subtema C.2 Cercetări de evaluare automată a producțiilor științifice

Activitatea C.2.a. Identificarea gradului de încredere pe care un autor îl are în propria producție științifică

² Iași, tom. I-XXIV, 1988-2014. coordonatori ai proiectului: Vasile Arvinte, Alexandru Andriescu, Paul Miron, Eugen Munteanu

Se va continua elaborarea unui set de patternuri ce au în vedere identificarea gradului de încredere al autorului în scrierile proprii și va continua procesul de elaborare de aplicații de învățare automată și profundă în depistarea încrederii autorului.

Implicare: MO

Perioadă: semestrul I și semestrul II 2022

Subtema C.3. Metode de segmentare automată a textului în analiza operelor literare

Activitatea C.3.a. Adnotarea și segmentarea la temporalitate a operelor beletristice

Se va continua linia de cercetări care abordează tehnici de *deep learning* în adnotarea la temporalitate și segmentarea textelor beletristice, care sa permită identificarea traseelor discursive (*time tracks*) ale personajelor.

Implicare: DC, SB, DG

Perioadă: semestrul I și semestrul II 2022

Activitatea C.3.b Utilizarea indicilor stilometrici în segmentarea automată a operelor beletristice

Se va continua linia de cercetări care propune rafinări ale metodei de utilizare a indicilor stilometrici în segmentarea operelor literare.

Algoritmul va fi testat pe o operă/un volum literar, va fi îmbunătățit prin adăugarea unor noi indici stilometrici, în final se va face o comparație a rezultatelor pentru toate operele analizate.

Implicare: CB, HNT

Perioadă: semestrul I și semestrul II 2022

Referințe

Andriescu, A., Arvinte, V., Caproșu, I., Florea, I., Luder, E., Miron, P. (1994). Monumenta Linguae Dacoromanorum. Biblia 1688, Pars IV, Numeri, Ed. Universității „Alexandru Ioan Cuza” din Iași.

Cristea, D., Pădurariu, C., Rebeja, P., Onofrei, M. (2020). From Scan to Text. Methodology, Solutions and Perspectives of Deciphering Old Cyrillic Romanian Documents into the Latin Script. În: Knowledge, Language, Models, Volume în Honour of Prof. Galia Angelova on Her 65th Birthday. Milena Slavcheva, editor. INCOMA Ltd. Shoumen, BULGARIA. ISBN 978-954-452-062-5, pp. 38-56.

Munteanu, E. (coord.), Gînsac, A.-M., Minuț, A.-M., Munteanu, L.-G., Ungureanu, M. (2021). Vechiul Testament Septuaginta. Versiunea lui Nicolae Spătarul Milescu (Ms. \$5 de la Biblioteca Filialei Cluj a Academiei Române), Ed. Universității “Alexandru Ioan Cuza” din Iași.

Tema II: Instrumente software și metode de analiză voce, prozodie și emoție transmisă prin voce.

Scopul temei: Tema de cercetare urmărește dezvoltarea unor instrumente și metode alternative pentru analiză de voce, prozodie și identificarea emoțiilor transmise prin voce. În domeniul identificării emoțiilor transmise prin voce vizăm analiza unor tipuri recente de arhitecturi neuronale de tip „deep learning” în recunoașterea automată a emoțiilor pentru limba română, aplicabile corpusului emoțional SROL (<http://iit.academiaromana-is.ro/srol/>). Se va urmări identificarea seturilor relevante de trăsături pentru acest tip de clasificatori, analiza unor arhitecturi cu număr diferit de neuroni, straturi, funcții de activare etc. care să furnizeze rezultate bune în recunoașterea emoțiilor, pentru limba română.

Cercetările în domeniul descrierii elementelor prozodice se desfășoară în cadrul teoretic al fonologiei autosegmental-metrice (J. Goldsmith 1990) dar introduce perspectiva ierarhică a modelului psiholingvistic de împachetare a informației conform căruia contururile intonaționale conțin partiții binare organizate ierarhic. Ca urmare urmărim divizarea secvențelor de evenimente

fonologice mai mari de două accente de pitch într-o ierarhie de perechi de evenimente și analizarea acestor evenimente la nivelul fiecărei partiții binare. Folosirea acestui cadru nou pentru analiza fonologică a conturului intonațional va fi apoi folosită pentru a corela rezultatele (evenimentele fonologice) cu descrierea partiției la nivelul structurii de informație. Revizuirea definițiilor categoriilor fonologice propusă în cadrul cercetării pe anul 2019 are drept scop introducerea de criterii obiective de identificare a unei categorii fonologice unui eveniment prozodic și astfel reducerea subiectivității descrierilor fonologice. Aceasta va avea ca rezultat și la interpretarea corectă a mărcilor funcționale ale cuvintelor în cadrul împachetării informației într-o rostire.

Subiecte abordate în cadrul temei:

- Instrumente software și metode de analiză a semnalului vocal.
- Instrumente software și metode de analiză a emoției transmise prin voce. Dezvoltarea corpusului de voce SROL.
- Analiza comparativă inter-lingvistică și inter-dialectală a conturilor interogațiilor totale din baza de date a cărții „Intonation în Romance” din perspectivă fonologică și cognitivă pe baza modelului psiholingvistic al structurii de informație dezvoltat în cadrul institutului.

Etapa I. Dezvoltarea de instrumente software și metode pentru analiza de voce, prozodie și emoție transmisă prin voce

Termen de realizare: 15.06.2022

Colectiv de cercetare: HN Teodorescu, M. Zbancioc, M. Feraru, D. Jitcă, R. Luca,

Obiectiv 1.1: Analiza recunoașterii automate a emoțiilor pentru limba română utilizând rețele neuronale de tip „deep learning”, folosind imagini MFSC de rezoluție crescută

Context: În cadrul acestui obiectiv se urmărește analiza performanțelor, în recunoașterea automată a stărilor emoționale din corpusul emoțional SROL, utilizând o rețea neuronală de tip „deep learning”. Antrenarea rețelei DL se va face cu imagini MFSC de rezoluție mare în care se va păstra anvelopa spectrală.

Relevanța: Analiza performanțelor furnizate de imaginile MFSC cu anvelope spectrale de rezoluție mare pentru limba română. Compararea rezultatelor cu cele obținute anterior.

Rezultate majore urmărite: Validarea instrumentelor de clasificare utilizate prin compararea cu rezultatele obținute de alte colective de cercetare și îmbunătățirea ratei de recunoaștere a emoțiilor.

Indici de realizare:

- Realizarea unor înregistrări noi în corpusul emoțional SROL și adnotarea acestora;
- Extragerea coeficienților MFSC (mel-frequency spectral coefficients) din înregistrările corpusului emoțional SROL, netezirea acestor imagini cu păstrarea unei anvelope spectrale;
- Creșterea rezoluției imaginilor MFSC prin generarea unor anvelope spectrale mărite artificial (prin creșterea numărului de puncte pentru care se aplică FFT în fiecare frame și printr-un algoritm de interpolare);
- Schimbarea arhitecturilor DL-CNN în vederea creșterii performanțelor de recunoaștere a emoțiilor pentru corpusul emoțional SROL;
- Valorificarea rezultatelor prin trimiterea unei lucrări la o revistă BDI / conferință internațională IEEE;

Obiectiv 1.2: Cercetarea modului de realizare a evenimentelor semantice de structură a informației, de tip focus și topic, la nivelul conturului intonațional, cu identificarea unor situații problematice din perspectiva asocierii acestora cu o proeminență acustică

Context: Identificarea de trăsături care să se coreleze cu fenomenul de focus semantic reprezintă un subiect de interes în vederea identificării automate în cadrul conturilor intonaționale, de multe

ori făcându-se asocierea cu o proeminență acustică. De aceea unele cercetări au vizat găsirea de trăsături fonetice care să se coreleze cu această “proeminență” acustică dar care de fapt, nici nu este prezentă în toate cazurile de focus. Atunci (Vander Klok et al. 2017) își propune să cerceteze două potențiale cauze a variației cross-lingvistice în marcarea focusului: i. “fie focusul nu e marcat prosodic”; ii. Fie alte proprietăți decât proeminența marchează focusul. El constată că în engleză accentul de pitch cu înălțime semnificativă este o modalitate de marcarea a focusului. În schimb în limbi cum este franceza, accentul cu înălțime tonală se găsește pe începutul frazei iar focusul/accentul principal este pe final unde nu există proeminențe de felul celor din engleză. În final autorul validează cea de-a doua ipoteză lăsând drum deschis cercetării spre găsirea de alți corelatori ai focusului în afară de proeminența acustică. Pe un astfel de drum se înscrie și cercetarea de la această temă urmărind asocierea evenimentelor de tip focus și topic cu elemente funcționale la nivel cognitiv care vor fi valabile pentru orice limbă. Faptul că uneori nu proeminența acustică marchează focusul duce la concluzia formulată de (Tonhauser 2017) “...the phonetic and phonological properties of utterances are not only implicated în conveying focus”. Cu alte cuvinte, contururile intonaționale sunt implicate nu numai în exprimarea focusului, iar noi adăugăm că în primul rând evenimentele fonetice/fonologice exprimă relații cognitive între obiectele auditive care au precedat generarea rostirii.

Relevanța: Această modalitate de a trata evenimentele de focus pune în legătură evenimentele lingvistice (semantice) cu cele pre-lingvistice și nu face o conexiune directă între evenimentul semantic și evenimentul de pitch (cu sau fără proeminență acustică).

Rezultate majore urmărite: Descrieri fonologice și cognitive pentru mai multe tipuri de evenimente semantice de tip topic sau focus, în rostiri paralele din limbile engleză și română.

Indici de realizare:

- Documentarea asupra diferitelor tipuri de focus și topic. Selectarea unor propoziții care au fost discutate în literatura de specialitate.
- Realizarea unei baze de date cu rostiri de propoziții cu anumite contexte semantice în limba engleză și a traducerilor acestora în limba română.
- Publicare de lucrări științifice.

Obiectiv 1.3. Contributii la analiza vocii în aplicatii medicale de diagnostic si tratament (H.N. Teodorescu; colaboratori externi)

Activități:

- analiza bibliometrica a reflectarii în literatura IEEE a analizei vocii în aplicatii medicale de diagnostic si tratament
- Analiza primara a fricativelor la 5 subiecti xerostomici sau cu alterari ale salivatiei

Indici de realizare:

- Contributie la raportul de cercetare al IIT
- Publicarea unei lucrări științifice.

Etapa II: Dezvoltarea de instrumente software și metode alternative pentru analiza de voce, prozodie și emoție transmisă prin voce

Termen de realizare: 31.12.2022

Colectiv de cercetare: HN Teodorescu, M. Zbancioc, M. Feraru, R. Luca, D. Jitcă

Obiectiv 2.1: Studiu asupra impactului VAD (Voice Activity Detection) în procesarea semnalului vocal. Implementarea unui algoritm VAD cu scopul de a fi integrat în instrumentele de recunoaștere a emoțiilor

Context: Tema de cercetare urmărește îmbunătățirea instrumentelor realizate pentru procesarea semnalului vocal și pentru recunoașterea automată a stărilor emoționale. Se va proiecta un algoritm pentru detecția VAD folosind contururile intonaționale.

Relevanța: Analiza efectului algoritmului VAD ce folosește conturi intonaționale, în generarea de imagini MFSC și a ratei de recunoaștere a emoțiilor pentru limba română.

Rezultate majore urmărite: Identificarea seturilor de trăsături 2D relevante pentru algoritmi de tip „deep learning”, în recunoașterea emoțiilor pentru limba română.

Indici de realizare:

- Adăugarea la corpusul SRoL a unor înregistrări noi și adnotarea acestora;
- Elaborarea unui algoritm VAD (Voice Activity Detection) și integrarea acestuia în instrumentele de procesare a semnalului vocal aferente corpusului SRoL;
- Construirea de imagini MFSC, având metoda VAD inclusă, pe baza cărora se vor genera seturile de antrenare și de testare ale rețelelor neuronale;
- Analiza performanțelor în recunoașterea stărilor emoționale din limba română folosind rețele neuronale de tip „deep learning”;
- Compararea rezultatelor preliminare cu cele obținute de alte colective pentru corpusuri emoționale internaționale;
- Valorificarea rezultatelor prin trimiterea unei lucrări la o revistă BDI / conferință internațională IEEE;
- Actualizarea sitului SRoL - "Realizarea paginii de raportare de modificări și aduceri la zi ale sitului"

Obiectiv 2.2. Analiza corelată a evenimentelor semantice de structură a informației (focus, topic) și a structurii cognitive a frazelor prozodice, folosind modelul cognitiv dezvoltat în cadrul institutului, în interpretarea contururilor intonaționale

Context: În cadrul acestui obiectiv contururile bazei de date cu rostiri ce conțin realizări de evenimente de tip focus sau topic, se adnotează la nivelul structurii cognitive de informație, incluzând poziția nucleului dedusă pe baza regulilor modelului cognitiv. Acest aspect teoretic al poziției nucleului din perspectiva modelului cognitiv al structurii de informație modifică ideea modelului Focus-to-Accent (FTA) de a identifica un accent implicit al frazei (accentul normal), pe bază fonologică, în contextul unei intonații de tip *broad focus*, și de a relaționa accentul frazei cu accentul cuvântului focusat, în contextul unei intonații de tip *narrow focus*. Cu alte cuvinte, structura cognitivă a frazelor și accentul nuclear sunt aspecte intrinseci ale frazelor și vor fi adnotate atât în contururile intonaționale de tip *broad focus* cât și *narrow focus*. Se va arăta că între elementul nuclear și elementul focusat există o relație cognitivă când pozițiile lor în frază nu coincid.

Relevanța: Această modalitate de a trata evenimentele de focus pune în legătură evenimentele lingvistice (semantice) cu cele pre-lingvistice și nu face o conexiune directă între evenimentul semantic și evenimentul de pitch (cu sau fără proeminență acustică).

Rezultate majore urmărite: Realizarea de descrieri cognitive ale contururilor intonaționale ce includ evenimente semantice de focus și topic. Pe baza lor se va putea explica marcarea lor, mai ales în cazurile în care marcarea lor pare problematică (de ex. când cuvântul focusat este a doua oară rostit în frază).

Indici de realizare:

- Adnotarea contururilor din baza de date realizată în etapa din iunie cu trăsături cognitive din perspectiva modelului cognitiv al structurii de informație.
- Caracterizarea realizării fiecărui tip de eveniment semantic prin asocierea de trăsături la nivel cognitiv.
- Publicare de lucrări științifice.

Obiectiv 2.3. Contributii la analiza vocii în aplicatii medicale de diagnostic si tratament (H.N. Teodorescu, colaboratori externi)

Activități:

- Analiza comparativa a fricativelor la 10 subiecti cu alterari ale salivatiei si deducerea unor

concluzii asupra afectarii functiei fonatorii la asemenea subiecti

Indici de realizare:

- Contributii la raport IIT, comunicarea sau publicarea unei lucrări științifice.

Publicațiile membrilor colectivului:

- [1] H.N. Teodorescu, How much are formants correlated and what that means? Proc. 14-th International Symposium on Signals, Circuits and Systems. ISSCS 2019 IEEE, Iasi, Romania, July 11-12, 2019. DOI: 10.1109/ISSCS.2019.8801758.
- [2] H.N. Teodorescu, Using local variance, Allan- and Hadamard variances în speech analysis – Pitch analysis. Proc. 14-th International Symposium on Signals, Circuits and Systems. ISSCS - IEEE 2019, Iasi, Romania, July 11-12, 2019. DOI: 10.1109/ISSCS.2019.8801757.
- [3] H.N. Teodorescu, Chirps for radar based on reciprocal time, essential discontinuities and chaotic generators. 24th International Conference Applied Electronics 2019, 10-11 Sept. 2019, Pilsen, Czech Republic. DOI: 10.23919/AE.2019.8867007, <https://ieeexplore.ieee.org/document/8867007>.
- [4] H.N. Teodorescu, Victor Cojocaru, Alexei Katashev, Multi-Criterial Assessment of the Uniformity of the Electrical Potential of Micro-Films. 24th International Conference Applied Electronics 2019, Pilsen, Czech Republic. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8867010>. DOI: 10.23919/AE.2019.8867010.
- [5] H.N. Teodorescu, How Central European countries fare în speech and language technology research? The 10th Conference on Speech Technology and Human-Computer Dialogue, “SpeD 2019”, Timișoara, Romania, October 10-12, 2019.
- [6] H.N. Teodorescu, C.S. Bolea, Text Sectioning based on Stylometric Distances. The 10th Conference on Speech Technology and Human-Computer Dialogue, “SpeD 2019”, Timișoara, Romania, October 10-12, 2019.
- [7] H.N. Teodorescu, Allan and Hadamard Variance Analysis of Formants during Sustained Pronunciations with Applications. The 10th Conference on Speech Technology and Human-Computer Dialogue, “SpeD 2019”, Timișoara, Romania, October 10-12, 2019.
- [8] M. Zbancioc, M. Feraru, Deep Learning Neural Architecture în Emotion Recognition for Romanian Language, ISSCS 2019, July 11-12, Iasi, Romania
- [9] M. Feraru, M. Zbancioc, Noisy Speech Emotion Recognition în Romanian Language, ISSCS 2019, July 11-12, Iasi, Romania
- [10] Zbancioc Marius Dan, Feraru Silvia Monica, Emotion Recognition Extracted Contextually, 10th International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering - EPE 2018, Iasi, Romania
- [11] S.M. Feraru, M.D. Zbancioc, “Emotion recognition for disgust and boredom states, 13-th International Symposium on Signals, Circuits and Systems. ISSCS 2017, July 13-14, Iasi, Romania
- [12] M.D. Zbancioc, S.M. Feraru, Recognition of Positive and Negative Emotions for Romanian Language, The 6th IEEE Int. Conference on E-Health and Bioengineering - EHB 2017, June 22-24, Sinaia, Romania
- [13] M.D. Zbancioc, S.M. Feraru, „A Study about the Automatic Recognition of the Anxiety Emotional State using Emo-DB”, 5-th edition of the International Conference on e-Health and Bioengineering, (EHB 2015), Iași, România, ISBN: 978-1-4673-7545-0/15 (Indexare BDI IEEEExplore)
- [14] M.S. Feraru, M.D. Zbancioc, Comparative analysis between SROL - Romanian database and Emo - German database, Proc of IEEE International Symposium on Signals, Circuits and Systems (ISSCS 2015), Iași, România, ISBN 978-1-4673-7487-3, 2015
- [15] H.N. Teodorescu, M. Zbancioc, M. Feraru, Statistical characteristics of the formants of the Romanian vowels în emotional states, International Conference on Speech Technology and Human Computer Dialogue SPeD 2011, Romania, <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/mostRecentIssue.jsp?punumber=5929232>
- [16] S.M. Feraru H.N. Teodorescu M.D. Zbancioc, SRoL - Web-based Resources for Languages and Language Technology e-Learning, International Journal of Computers, Communications & Control, Vol. V (2010), No. 3, pp. 301-313, (http://www.journal.univagora.ro/?page=article_list&volume=V&nr=3)
- [17] M. Zbancioc, H.N. Teodorescu, Fuzzy methods for automatic extraction of speech formants, The 3rd International Conference on Telecommunication, Electronics and Informatics – ICTEI 2010, May 20-23, Chișinău, Republica Moldova, Proceedings Volume II, ISBN 978-9975-45-136-9, pp.57-62
- [18] S.M. Feraru, A study of speech on SRoL Database Compared with Russian Database, International Conference Electronics, Computers and Artificial Intelligence, ECAI 2011, Vol. 4-No.6/2011, ISSN 1843-2115, pp. 17-22
- [19] S.M. Feraru, Emotional expressiveness în the Romanian and German language, International Conference on e-Health and Bioengineering, Iasi, 2011, pp. 61-65,
- [20] S.M. Feraru, Emotional expressiveness în Romanian language, WSEAS/INEEE International Conferences, Rovaniemi, Finland, 2012, ISBN: 978-1-61804-085-5, pp. 208-212
- [21] S.M. Feraru, Emotional Speech Classification for Romanian Language - Preliminary Results, 11th International Conference on Development and Application System, Suceava, Romania, 17-19 mai 2012, ISSN: 1844-5020, pp. 158-161
- [22] M. Zbancioc, M. Feraru, “Integrated System for Prosodic Features Detection from Speech”, Proc of 8th IEEE

- International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering – EPE 2014, Iași, România, pp. 114-117, ISSN: 978-1-4799-5848-1 (apărută pe Thompson Reuters în 2015).
- [23] M. Zbancioc, M. Feraru, A Study about MFCC Relevance în Emotion Classification for SROL Database, Proceedings of 4th International Symposium on Electrical and Electronics Engineering, ISEEE 2013, October, 11-13, Galați, România, USB, ISBN 978-1-4799-2441-7, 2013
- [24] M. Feraru, M. Zbancioc, Emotion Recognition în Romanian Language using LPC Features, The 4th IEEE Int. Conference on E-Health and Bioengineering - EHB 2013, Grigore T. Popa University of Medicine and Pharmacy, Iași, Romania, November 21-23, 2013, ISBN: 978-1-4799-2373-1/13, 2013
- [25] S. Feraru, D. Schuller, and B. Schuller, “Cross-Language Acoustic Emotion Recognition: An Overview and Some Tendencies”, în Proc. 6th biannual Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII 2015), (Xi'an, P. R. China), pp. 125–131, AAAC, IEEE, September 2015. (acceptance rate oral: 28 %)) (Indexare BDI IEEEExplore)
- [26] M. Feraru, Dan, Zbancioc Marius, M. Fira, „A new emotional corpus for the Romanian Language”, International Conference on Development and Application Systems (DAS 2016), 19-21 mai 2016, Suceava, Romania, Publisher IEEE, 345 E 47TH ST, New York, NY 10017 USA, pp 260-263,
- [27] Jitcă, D., An Information Packaging view on Romanian Intonational Contours, IEEE Proceedings of the 10th Conference on Speech Technology and Human-Computer Dialogue (SpeD 2019), Timișoara, Romania, October 10-12, 2019.
- [28] D. Jitcă, V. Apopei, O. Păduraru and S. Marușca, “Transcription of Romanian intonation” în Sonia Frota & Pilar Prieto (eds), Intonational în Romance: Oxford University Press, pp. 284-316, 2015.
- [29] Jitcă, D., Prosodic Phrases and Contrast Units în Intonation, the 9th conference of Speech Technology and Human Dialogue, Bucharest, 6-7 July, 2017.
- [30] Jitcă, D., From ToBI phonological events to functional melodic forms at the communicative level, în Prosodic variation (with)în languages: Intonation, phrasing and segments, Equinox Publishing House, to appear.
- [31] V. Apopei, D. Jitcă, O. Păduraru, Utilizarea conturului frecvenței F0, și a proeminențelor spectro-temporale pentru frazarea prozodică automată, Simpozionul “Sisteme inteligente și aplicații” din cadrul Zilelor Academice Iașene, 13 oct. 2017
- [32] Jitcă, D., Introducerea structurii de informație în interpretarea intonației limbii române, Workshop în cadrul proiectului The Contrastive Analysis of Romanian and Spanish Intonation. A Sociolinguistic Approach (SoRoEs), 21-22 octombrie 2016, Iași
- [33] V. Apopei, O. Paduraru, The Transcription of Romanian Corpora Between What Is Spoken and the Grammatically Correct Writing, Proceedings of the 12th International Conference on Linguistic Resources And Tools For Processing The Romanian Language – ConsILR, Mălini-Suceava, 27-29 october 2016, „Alexandru Ioan Cuza” University Publishing House, pages 93-100
- [34] D., Jitcă, „Information Structures în Romanian Utterances with Contrast Relations”, Proc. 8th Conf. Speech Technology and Human - Computer Dialogue (SPED 2015), Bucharest, Romania, Oct 14-16, 2015, IEEE
- [35] V. Apopei, O. Paduraru (2015), Towards Prosodic Phrasing of Spontaneous and Read Speech for Romanian Corpora, Proc. 8th Conf. Speech Technology and Human - Computer Dialogue (SPED 2015), Bucharest, Romania, Oct 14-16, 2015, IEEE
- [36] V. Apopei, L. Hoarță Cărașu, D. Jitcă, Aspects of the speech transcription within the spoken language component of the COROLA corpus, CONSILR 2015, Iasi, Romania, 2015.
- [37] D. Jitcă, From ToBI Phonological events to Functional Melodic Forms at the Information Structure Level, în „Prosodic variation (with)în languages: Intonation, phrasing and segments”, Equinox, London, 2021.
- [38] D. Jitca. A Cognitive View on Romance Yes-No Question Contours. în volumul Current Approaches to Romanian and Spanish Intonation, eds. Bibiri A. & Bleorțu C., Editura Onomazein, Santiago de Chile, Chile, 2022.
- [39] D. Jitca, Structura de informație la nivel cognitiv a rostirilor de propoziții negative, Anuarul de Lingvistică și Istorie Literară (ALIL) al Institutului de Filologie Română “Alexandru Philippide”, 2021.
- [40] Jitcă, D., An Information Packaging view on Romanian Intonational Contours, IEEE Proceedings of the 10th Conference on Speech Technology and Human-Computer Dialogue (SpeD 2019), Timișoara, Romania, October 10-12, 2019.
- [41] Jitcă, D., Realizarea structurilor sintactice cu unități coordonate și subordonate la nivelul structurii de informație, Editura Academiei Romane, 2018.

Stadiul actual al cunoștințelor în domeniu

- Cunoștințele actuale despre limba română vorbită, la nivel de analiză acustică și prozodie, sunt extrem de reduse;
- Din câte știm suntem singurul colectiv care dezvoltă instrumente de analiză acustică pentru recunoașterea emoțiilor și descriere prozodie, pentru limba română;

- Abordările propuse nu se regăsesc decât în mică măsură (la nivel de elemente generale și scopuri) în cercetarea internațională actuală.

Experiența colectivului în domeniu:

H.N. Teodorescu,

- experiență în domeniul prelucrării semnalelor;
- experiență în domeniul tehnologiei semnalului vocal

Marius Zbancioc, dr. C.S. III

- experiență în domeniul prelucrării semnalelor;
- doctorat în domeniul procesării de imagini, inteligență artificială și sisteme fuzzy.

Monica Feraru, dr. C.S III

- doctorat în inginerie electronică și telecomunicații;
- experiență în domeniul prelucrării semnalelor vocale.

Doina Jitcă, dr. C.S. III

- experiență în domeniul analizei elementelor prozodice și sinteză vocală;
- doctorat în domeniul procesării semnalelor vocale.

Ramona Luca, drd. C.S

- experiență în programare în tehnologii web (HTML, PHP, MySql, etc);
- experiență în domeniul prelucrării imaginilor.

Bibliografie

- [1] Hasim Sak, Oriol Vinyals, Georg Heigold, Andrew Senior, Erik McDermott, Rajat Monga, and Mark Mao, "Sequence discriminative distributed training of long short-term memory recurrent neural networks," *entropy*, vol. 15, no. 16, pp. 17–18, 2014.
- [2] K. Sreenivasa Rao et al., *Emotion Recognition from Speech*, (IJCSIT) International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 3 (2) , pp. 3603-3607, 2012
- [3] B. Schuller , B. Vlasenko, F. Eyben, G. Rigoll, A. Wendemuth, "Acoustic Emotion Recognition: A Benchmark Comparison of Performances", *Proc. of ASRU*, ISBN: 978-1-4244-5479-2 , pp. 552-527, 2009
- [4] F. Burkhardt, A. Paeschke, M. Rolfes, W. Sendlmeier, B. Weiss, *A Database of German Emotional Speech*, *Proc. Interspeech*. Lisbon, pp. 1517–1520, 2005
- [5] Shashidhar G. Koolagudi, K. Sreenivasa Rao "Emotion recognition from speech: a review" *Int Journal of Speech Technol*, 2012
- [6] Tom Sercu, Christian Puhresch, Brian Kingsbury, and Yann LeCun, "Very deep multilingual convolutional neural networks for IvcSr," in *Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 2016 IEEE International Conference on, March 2016, pp. 4955–4959.
- [7] Tara N. Sainath, Brian Kingsbury, George Saon, Hagen Soltau, Abdel rahman Mohamed, George Dahl, and Bhuvana Ramabhadran, "Deep convolutional neural networks for large-scale speech tasks," *Neural Networks*, vol. 64, no. 0, pp. 39–48, 2015, Special Issue on Deep Learning of Representations.
- [8] Hasim Sak, Andrew W Senior, and Franc,oise Beaufays, "Long short-term memory recurrent neural network architectures for large scale acoustic modeling,," in *INTERSPEECH*, 2014, pp. 338–342.
- [9] Christian Szegedy, Wei Liu, Yangqing Jia, Pierre Sermanet, Scott Reed, Dragomir Anguelov, Dumitru Erhan, Vincent Vanhoucke, and Andrew Rabinovich, "Going deeper with convolutions," *CoRR*, vol. abs/1409.4842, 2014.
- [10] Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, and Jian Sun, "Delving deep into rectifiers: Surpassing humanlevel performance on imagenet classification,," in *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision*, 2015, pp. 1026–1034.
- [11] Sonia Frota & Pilar Prieto (eds), *Intonational în Romance*: Oxford University Press, 2015.
- [12] Goldsmith J. (1990), *Autosegmental and metrical phonology*. Oxford: Basil Blackwell.
- [13] Pierrehumbert J. (1980). *The phonology and phonetics of English intonation*. Ph.D. Dissertation, MIT.
- [14] Beckman M., Pierrehumbert J. (1986). *Intonational structure în Japanese and English*. *Phonology Yearbook*, 3, pp. 255–309.
- [15] Selkirk E. (2005), *Comments on intonational phrasing în English*, În *Prosodies: With Special Reference to Iberian Languages*, S. Frota, M. Vigarío, and M.J. Freitas (eds.), Berlin: Mouton de Gruyter, pp. 11-58.
- [16] Bocci, G., Bianchi, V., & Cruschina, S. (2020), *Focus în wh-questions: Evidence from Italian*, *Natural Language and Linguistic Theory*,
- [17] Ladd, D. Robert. 1996. *Intonational phonology*. Cambridge: Cambridge University Press. Ladd, D. Robert. 1996. *Intonational phonology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [18] Noam Chomsky and Morris Halle, *The Sound Pattern of English*, Harper and Row ,1968
- [19] Daniel Buring, *Syntax, Information Structure and Prosody*, în Marcel den Dikken (ed), *The Cambridge Handbook*

Materiale și metode de lucru

Rezultate scontate: Contribuții la (cunoștințe noi despre)

- exprimarea, la nivel acustic, a emoțiilor în vorbire în limba română;
- îmbunătățirea ratei de recunoaștere emoțională, pentru limba română vorbită;
- optimizarea metodelor de clasificare automată a stărilor emoționale, având la baza semnalul vocal.

Valorificarea rezultatelor

- lucrări științifice publicate în reviste de specialitate, la conferințe naționale și internaționale;
- punerea rezultatelor pe sit-ul "Sunetele Limbii Române", <http://iit.academiaromana-is.ro/srol/index.html>
- rapoarte de cercetare.

Colaborări în țară și străinătate

- Centrul de cercetare "CERFS" din cadrul Universității Tehnice "Gheorghe Asachi" din Iași (centru de excelență acreditat CNCSIS);
- Facultatea de Electronică, București - Laboratorul de procesarea vorbirii (Prof. C. Burileanu);
- Facultatea de Electronică, Comunicații și Calculatoare, Universitatea din Pitești;
- Facultatea de Automatică, Calculatoare, Inginerie Electrică și Electronică, Universitatea Dunărea de Jos Galați
- Școala de Studii Doctorale a Facultății de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași.

Buget minimal solicitat

- Fond de salarii conform statului de funcții,
- Cheltuieli pentru consumabile,
- Cheltuieli pentru deplasări și cheltuieli materiale diverse.

Director,

CS II dr.Vasile Apopei

Întocmit,
pe baza materialelor elaborate
de responsabilii temelor de cercetare
CS dr. Mihaela Onofrei-Plamadă,

PROIECT DE CERCETARE NR. 2 / 2022

a. Denumire: Analiza și recunoașterea semnalelor. Fuziunea informațiilor.

b. Coordonatori

CS I dr. habil. Tudor Barbu, CS II dr. Monica Fira, CS II dr. Silviu-Ioan Bejinariu

c. Colectivul de cercetare

CS I Acad.	Horia-Nicolai Teodorescu	(½ normă)
CS I dr. habil.	Tudor Barbu	
CS III Prof. dr.	Liviu Goraș	(½ normă)
CS II dr.	Monica Fira	
CS II dr.	Silviu-Ioan Bejinariu	
CS III dr.	Mihaela Luca	
CS III ș.l.dr.	Carmen Grigoraș	(½ normă)
CS III	Ioan Păvăloi	
CS dr.	Radu Cezar Matei	(½ normă)
CS drd.	Ramona Luca	
CS	Adrian Ciobanu	
CS	Cristina Diana Niță	
CS	Luminița-Camelia Lazăr	
CS III	Post în concurs	(½ normă)

d. Termene de realizare

Tema 1: Metode ale inteligenței artificiale în analiza imaginilor

Etapa 1: Metode ale inteligenței artificiale în analiza, clasificarea și analiza mișcării în imagini și secvențe video. 15.06.2022

Etapa 2: Experimente privind analiza, clasificarea și analiza mișcării în imagini și secvențe video folosind metode ale inteligenței artificiale. 31.12.2022

Tema 2: Tehnici de procesare și analiză pentru imagini digitale și secvențe video

Etapa 1: Tehnici avansate de învățare automată, bazate pe rețele convolutive și teoria grafurilor, aplicate în analiza imaginilor statice și video 15.06.2022

Etapa 2: Tehnici de detecție și urmărire în imagini și secvențe video utilizând rețele de învățare profundă 31.12.2022

Tema 3: Metode de prelucrare neliniară a semnalelor cu aplicații în recunoașterea formelor

Etapa 1: Analiza selecției trăsăturilor și selecției proiecțiilor în reducerea dimensionalității semnalelor 15.06.2022

Etapa 2: Influența parametrilor în reducerea dimensionalității semnalelor și clasificarea acestora 31.12.2022

e. Subteme și obiective propuse

Tema 1 Metode ale inteligenței artificiale în analiza imaginilor.

Etapa 1: Metode ale inteligenței artificiale în analiza, clasificarea și analiza mișcării în imagini și secvențe video.

Secțiunea 1.1 Analiza și clasificarea mișcării în secvențe video.

Colectiv cercetare: Silviu-Ioan Bejinariu, Ramona Luca, CS III $\frac{1}{2}$ normă (*post în concurs*).

Secțiunea 1.2 Analiza, clasificarea și regăsirea imaginilor în colecții.

Colectiv cercetare: H.-N. Teodorescu, Ioan Păvăloi, Radu Cezar Matei, Cristina Diana Niță, Camelia-Luminița Lazăr.

Etapa 2: Experimente privind analiza, clasificarea și analiza mișcării în imagini și secvențe video folosind metode ale inteligenței artificiale.

Secțiunea 2.1 Analiza și clasificarea mișcării în secvențe video. Implementări software.

Colectiv cercetare: Silviu-Ioan Bejinariu, Ramona Luca, CS III $\frac{1}{2}$ normă (*post în concurs*).

Secțiunea 2.2 Analiza, clasificarea și regăsirea imaginilor în colecții. Implementări software.

Colectiv cercetare: H.-N. Teodorescu, Ioan Păvăloi, Radu Cezar Matei, Cristina Diana Niță, Camelia-Luminița Lazăr.

Tema 2 Tehnici de procesare și analiză pentru imagini digitale și secvențe video

Etapa 1. Tehnici avansate de învățare automată, bazate pe rețele convolutive și teoria grafurilor, aplicate în analiza imaginilor statice și video

Obiectiv 1.1 Metode de analiză imagistică bazate pe algoritmi de recunoaștere automată utilizând extragerea caracteristicilor de nivel ridicat și clusterizarea grafurilor

Colectiv de cercetare: Tudor Barbu

Obiectiv 1.2 Baza de date extinsă structurată pentru estimarea calității colonoscoپیilor prin intermediul rețelelor de învățare profundă

Colectiv de cercetare: Mihaela Luca, Adrian Ciobanu

Etapa 2. Tehnici de detecție și urmărire în imagini și secvențe video utilizând rețele de învățare profundă

Obiectiv 2.1 Algoritmi de detecție și urmărire a anumitor tipuri de obiecte imagistice și video, bazați pe rețele neurale convolutive și analiza multiscalară utilizând modele de difuzie anizotropică

Colectiv de cercetare: Tudor Barbu

Obiectiv 2.2 Îmbunătățirea antrenării rețelei de învățare profundă de detecție în timp real a obiectelor de interes din cadrul unor secvențe video colonoscopice

Colectiv de cercetare: Mihaela Luca, Adrian Ciobanu

Tema 3 Metode de prelucrare neliniară a semnalelor cu aplicații în recunoașterea formelor

Etapa I: Analiza selecției trăsăturilor și selecției proiecțiilor în reducerea dimensionalității semnalelor

Colectiv cercetare: Monica Fira, Liviu Goraș, Carmen Grigoraș,

Etapa II: Influența parametrilor în reducerea dimensionalității semnalelor și clasificarea acestora

Colectiv cercetare: Monica Fira, Liviu Goraș, Carmen Grigoraș.

f. Relevanța științifică a temei în contextul științific și tehnic internațional

Tema 1 Metode ale inteligenței artificiale în analiza imaginilor.

Secțiunile 1.1 și 2.1:

Tema a fost propusă în ideea dezvoltării și implementării unor tehnici de analiză automată a mișcării subiecților umani dar și a animalelor de laborator care să acopere cât mai mult din gama tuturor mișcărilor specifice de interes din secvențe video.

Nevoia de comunicare a utilizatorilor online și accesul la dispozitive electronice performante mobile are ca rezultat creșterea continuă a conținutului video pe internet. Deși tehnologiile actuale avansate facilitează capturarea, stocarea și comunicarea unei cantități imense de conținut video, există un număr limitat de instrumente și aplicații pentru a descrie, organiza și gestiona aceste colecții video. Câteva domenii de cercetare care au la bază analiza video sunt: analiza semantică și regăsirea conținutului video; recunoașterea acțiunilor umane din secvențe video în computer vision; recunoașterea mișcărilor patologice pentru diagnosticare în domeniul medical; în sport analiza biomecanicii umane pentru reabilitare; pentru sistemele autonome în planificarea traseului. Cercetările din domeniul biomecanicii corpului uman și al reprezentării cunoștințelor mișcării umane din secvențe video sunt importante în aplicații cum ar fi supravegherea video a spațiilor publice, industria jocurilor video, sisteme robotice, reabilitare medicală, sport, dans. Proiectarea de sisteme autonome, roboți care să se deplaseze în mediile aglomerate este una dintre preocupările actuale în cercetare. Deplasarea sistemelor autonome necesită studierea dinamicii elementelor prezente în scenă. Pentru a se deplasa discret, fără a influența comportamentul elementelor din scenă, este necesară estimarea traiectoriei subiecților umani și stabilirea unei traiectorii optime a sistemului autonom. Aceasta presupune modelarea și analiza mișcării subiecților umani din scenă.

Secțiunile 1.2 și 2.2:

În vremurile noastre, tehnologia modernă este prezentă aproape peste tot în viața de zi cu zi. Multe dintre aceste aplicații necesită un proces de autentificare. Una dintre cele mai ușor de utilizat metode de identificare este cea care utilizează caracteristicile biometrice ale amprentelor palmare. Metodele uzuale utilizate pentru rezolvarea problemei de recunoaștere a amprentei palmare au fost adaptate în funcție de tipul de imagine disponibil. În general imaginile palmelor sunt obținute folosind diferite categorii de dispozitive. Aceste dispozitive au produs imagini fără contact sau bazate pe contact, imagini de înaltă rezoluție sau de joasă rezoluție, imagini 2D sau 3D sau imagini achiziționate cu mai multe tipuri de instrumente. Ne propunem să experimentăm metodele utilizate anterior în clasificarea și regăsirea imaginilor de iriși pentru colecții de amprente palmare, scop pentru care vom utiliza cinci colecții binecunoscute, și anume: CASIA, CASIA Multi Spectral, GPDS, IITD și PolyU.

Un mediu este izotrop dacă proprietățile sale fizice sunt identice în toate direcțiile, sau dacă proprietățile (macroscopice) ale unui sistem sunt invariante în raport cu o anumită direcție, prin urmare, niciuna dintre aceste proprietăți nu depinde direcțional. Dacă una dintre proprietățile sale este direcțională, sistemul este anizotrop. De asemenea, se poate spune că o măsură fizică este anizotropă sau izotropă dacă este sau nu dependentă de direcția în care este măsurată. În sens restrâns al termenilor, anizotropia este o proprietate al corpurilor sau ansamblurilor macroscopice. Extinderea conceptului de anizotropie din fizică la imagini poate fi neclar dacă nu se face distincția între anizotropie și asimetrie. Anizotropia poate fi considerată a fi rezultatul unei aranjări asimetrice a structurilor sau a topografiilor asimetrice a suprafețelor. Anizotropia se referă la orientările în spațiu, la diferențele care apar din dependențele direcționale care sunt părți constitutive ale structurării unui sistem. Nodurile și axele, „gradientii” și asimetriile sunt semne de

anizotropie. Pot fi considerate două tipuri de anizotropie: anizotropie dependentă de direcție și anizotropie dependentă de orientare. Anizotropia dependentă de direcție este definită de-a lungul diferitelor direcții, adică unghiuri diferite (în plan). Anizotropia poate furniza informații unice. Din punct de vedere al aplicațiilor, anizotropia poate fi utilizată ca și instrument de diagnostic pentru identificarea defectelor structurilor analizate. De exemplu, analiza anizotropiei texturii în imagini medicale este deosebit de importantă pentru înregistrarea imaginilor medicale și diagnostic de patologie, în timp ce în geologie, analiza anizotropiei poate duce la identificarea rezervelor de hidrocarburi. Filtrarea anizotropă este o metodă aplicată în domeniul graficii computerizate, pentru îmbunătățirea calității imaginii texturii unei suprafețe îndepărtate și înclinată în raport cu axa de vizualizare. Problema anizotropiei constituie astăzi un punct important de plecare în evaluarea informației obținute prin analiza geometrică sau a dinamicii procesului de generare și evoluției a diferite fenomene.

Tema 2 Tehnici de procesare și analiză pentru imagini digitale și secvențe video

Sub-temele considerate pentru anul 2022 și obiectivele acestora sunt în prim planul contextului tehnico-științific internațional, abordând domenii de mare interes, precum analiza imaginilor digitale și secvențelor video colonoscopice prin intermediul unor tehnici avansate de învățare automată, sau detecția și urmărirea anumitor entități de interes în imaginile video utilizând rețele de învățare profundă.

În cadrul primului obiectiv al Etapei I, vom aborda analiza avansată a imaginilor digitale prin intermediul unor tehnici bazate pe teoria grafurilor și extragerea caracteristicilor de nivel ridicat. Astfel, vom dezvolta tehnici de segmentare a imaginilor digitale și respectiv de indexare și regăsire a acestora, aplicând metode avansate de extragere a caracteristicilor de conținut de nivel înalt, precum cele bazate pe rețele neurale convolutive, și respectiv de clusterizare automată a vectorilor de trăsături, precum algoritmi de clasificare nesupervizată bazați pe teoria grafurilor.

În cadrul celui de-al doilea obiectiv al primei etape, vom realiza o bază de imagini extinsă (de ordinul miilor de imagini), cu cadre special adnotate. Adnotarea se va face pe o bază de imagini medicale colonoscopice în concordanță cu opinia experților în domeniu. În vederea evidențierii criteriului urmărit, a extragerii caracteristicilor de nivel ridicat utile în calculul unui calificativ global, se vor încerca mai multe metode de adnotare folosind sistemul Jetson Xavier NX cu software adaptat în Python.

În cadrul primului obiectiv al Etapei II vom construi tehnici avansate de detecție a anumitor obiecte de interes, precum persoane, autovehicule, animale, cladiri etc., în imaginile digitale dar și algoritmi de urmărire a acestora în secvențele video. Localizarea obiectelor imagistice de interes se va efectua prin intermediul unor rețele de învățare profundă de tip CNN, dar vor fi avute în vedere și tehnici bazate pe segmentarea imaginilor digitale utilizând modele geometrice și parametrice variaționale.

Urmărirea video va presupune o detecție a obiectelor de interes pe cuprinsul cadrelor, prin intermediul tehnicilor menționate anterior, urmată de o extragere a caracteristicilor de nivel ridicat pentru sub-imaginile reprezentând aceste obiecte, prin aplicarea unor tehnici multi-scalare utilizând scheme de difuzie anizotropică, și o stabilire a corespondențelor dintre obiectele identificate în cadre video succesive.

În cadrul celui de-al doilea obiectiv al Etapei II, vom analiza imagini digitale complexe prin intermediul unor tehnici de segmentare și învățare automată pentru a decela aspectele necesare evaluării globale a unui video și acordării unui calificativ. În vederea calculului calificativului care se poate acorda, se va utiliza tot sistemul Jetson Xavier NX.

Tema 3 Metode de prelucrare neliniară a semnalelor cu aplicații în recunoașterea formelor

În anul 2022 etapele și obiectivele temei propuse vor continua cercetările efectuate în anii anteriori, și anume, reducerea dimensionalității semnalelor, acordând o atenție deosebită extragerii și selecției trăsăturilor și clasificării noilor semnale cu dimensionalitate redusă.

În Etapa 1, selecția trăsăturilor este abordată atât ca o metodă de reducere a dimensionalității semnalului cât și ca un prim pas în orice problemă de clasificare. Se vor analiza semnalele pentru a înțelege dacă există direcții prioritare sau aranjări spațiale locale sau globale ale datelor în spațiul inițial. De asemenea, se va analiza posibilitatea reducerii spațiului etapizat. Cercetarea vizată este sugerată de reprezentările 3D ale electrocardiogramelor din baza de date utilizată în subspații corespunzătoare unor varietăți de mici dimensiuni. Intenționăm să investigăm relația dintre spațiul inițial al semnalelor biomedicale analizate și proprietățile varietăților de ordin 1, 2, 3 eventual mai mari. O idee care va fi verificată este aceea a oportunității combinării între tehnicile de clasificare din spațiul inițial și cele din

spațiile de dimensiuni reduse. Ne propunem să analizăm efectul utilizării unor metrici asociate unor produse scalare cu pondere sau generalizate în definirea nucleului Gaussian implicat în reducerea dimensionalității. Vom continua analiza determinării trăsăturilor optime în legătura cu reducerea dimensionalității și o eventuală ponderare a acestor trăsături în procesul de reducere a dimensionalității. Metodele de învățare multiple sunt una dintre cele mai interesante evoluții în învățarea automată din ultimii ani. Ideea centrală care stă la baza acestor metode este că, deși datele naturale sunt de obicei reprezentate în spații cu dimensiuni foarte ridicate, procesul care generează datele este adesea considerat a avea relativ puține grade de libertate. O caracterizare matematică naturală a acestei intuiții este modelarea datelor care se află pe un manifold. Recent, învățarea multiplă a fost aplicată în utilizarea atât a datelor etichetate, cât și a celor neetichetate pentru clasificare, adică a învățării semi-supravegheate. De asemenea, ne propunem să investigăm oportunitatea utilizării rezultatelor de clasificare pe varietăți împreună cu clasificarea în spațiul inițial. Ideea este generată de observația că există situații când rezultatele de clasificare în spațiul redus sunt superioare celor din spațiul inițial.

În Etapa 2 se va analiza importanța parametrilor tehnicilor de reducere a spațiului. Astfel, vor fi analizate diferite metode de construcție de matrice de vecinătăți. Se vor folosi diferite tipuri de distanțe cât și posibilitatea ponderării acestora după diferite criterii. O altă direcție de cercetare abordată va fi aceea a utilizării unor arhitecturi speciale de rețele neuronale cât și a posibilității găsirii parametrilor optimi ai rețelei neuronale în probleme de clasificare a datelor atât în spațiul inițial cât și în spațiul redus. Astfel, ne propunem să studiem dacă este utilă determinarea vecinătăților pe baza unor distanțe generate de produse scalare cu pondere și/sau de matrice pozitiv sau semipozitiv definite. Contăm pe faptul că pot exista variații ale numărului de elemente din vecinătate în funcție de matricea aleasă pentru definirea distanței maxime care definește vecinătatea. Aceeași distanță va fi utilizată și în nucleul Gauss. Optimizarea hiperparametrilor este în prezent una din cele mai explorate direcții din domeniul învățării automate. Atât numărul de parametri pentru algoritmi recent introduși - în special în zona învățării profunde - cât și cantitatea de date disponibile sunt în continuă creștere. Timpul de antrenare necesar și numărul mare de configurații posibile fac ca problema optimizării hiperparametrilor să fie una foarte dificil de rezolvat, însă cu rezultate mult îmbunătățite atât în ratele de clasificare cât și în timpul de calcul. Acesta este motivul pentru care ne vom axa în cercetările noastre pe utilizarea optimizării hiperparametrilor în clasificarea semnalelor atât pe spațiile inițiale cât și a noilor semnale în spații reduse. De asemenea, vom continua investigațiile legate de optimalitatea nucleelor utilizate în reducerea dimensionalității, cu precădere a celui Gaussian, vizând și o eventuală introducere a unor neliniarități în definirea acestora. Se vor continua investigațiile legate de dinamica unor arhitecturi bazate pe grafuri cu moduri spațiale instabile generate de celule de ordin superior. Se va studia, de asemenea, posibilitatea sintezei unor rețele de tip graf cu dinamică instabilă impusă și eventuala legătură cu conceptul de memorie asociativă.

g. Relevanța temelor pentru AR

Tema 1 Metode ale inteligenței artificiale în analiza imaginilor.

Numeroase colective de cercetare din țară și străinătate lucrează în direcția dezvoltării de metode și algoritmi de clasificare și recunoaștere a formelor având ca scop principal crearea unor sisteme inteligente, care într-o primă fază să asiste omul în luarea deciziilor, care apoi să devină independente, să fie capabile de luarea de decizii fără a fi asistate de operator uman. Utilizarea rețelelor neuronale, algoritmilor evolutivi și de inspirație biologică, raționamentului aproximativ, teoria grafurilor etc. oferă instrumente puternice necesare dezvoltării aplicațiilor în domeniu. Gama acestora se dovedește a fi atât de largă iar problemele atât de complexe, încât problematica de cercetare este departe de a fi epuizată. Fiecare aplicație presupune probleme noi și necesită îmbunătățirea și dezvoltarea metodelor menționate, inclusiv pe calea unificării în scopul definirii unor proceduri din ce în ce mai complexe.

Tema „Metode ale inteligenței artificiale în analiza imaginilor” propune consolidarea unor domenii de competență ridicată care să permită obținerea unor avantaje reale din punct de vedere socio-economic în contextul în care răspund unor nevoi concrete, cu un profund caracter interdisciplinar. Tema propusă, dedicată procesării imaginilor și secvențelor video pentru urmărire, clasificarea mișcării și a posturilor umane, regăsirii imaginilor în baze de date, cu aplicații în domeniul bio-medical corespunde unei direcții de acțiune din Strategia CDI și anume sănătatea, care este un domeniu cu impact puternic asupra calității vieții.

Tema 2 Tehnici de procesare și analiză pentru imagini digitale și secvențe video

Misiunea Academiei Române constă în coordonarea și realizarea activității de cercetare în domeniile fundamentale ale științei și culturii. Sub-temele și obiectivele colectivului nostru de cercetare propuse pentru anul 2022, care reprezintă și o continuare a cercetării abordate de acest colectiv în anii precedenți, se încadrează în două domenii fundamentale ale științei, și anume Științele Exacte și Științele Inginerești.

Tematica propusă se situează la intersecția a trei domenii deosebit de importante pentru Academia Română: Informatica, Matematica și Ingineria Electronică, primele două aparținând primului domeniu fundamental și al treilea celui de-al doilea. Astfel, obiectivele considerate presupun construirea de noi algoritmi, modele matematice și tehnici de procesare și analiză a semnalelor de imagine dar și dezvoltarea unor aplicații ingineresti ale inteligenței artificiale în domenii și sub-domenii conexe de real interes (științele vieții, medicina).

Cercetările efectuate de echipa noastră în domeniile considerate au un caracter avansat. Atât analiza secvențelor video colonoscopice cât și analiza imaginilor statice și video pe care o avem în vedere sunt bazate pe tehnici cu caracter avansat care implică utilizarea rețelelor neurale de învățare profundă (deep learning) și respectiv a metodelor de analiză multi-scalare și multi-rezoluție.

Temele și obiectivele propuse sunt relevante pentru instituție (AR-FI) deoarece abordează domenii de interes pentru aceasta dar și pentru societate, urmând a fi dezvoltate numeroase tehnici noi și utile în aceste domenii sau în sub-domenii conexe.

Tema 3 Metode de prelucrare neliniară a semnalelor cu aplicații în recunoașterea formelor

Procesarea semnalelor, extragerea și selecția trăsăturilor, reducerea dimensiunii datelor, clasificarea semnalelor și rețelele neuronale artificiale continuă să rămână un domeniu intens studiat. Cercetările anterioare au vizat studiul reducerii datelor, rezultatele fiind foarte bune, anul acesta continuând aceste cercetări însă mergând mult mai în detaliu în analiza noastră. Al doilea domeniu investigat în cadrul proiectului respectiv studiul unor noi arhitecturi de rețea neuronală este important ținând seama de interesul acordat în ultimul timp tehnicilor bazate pe rețele neuronale în recunoașterea și clasificarea semnalelor și imaginilor. Investigarea conexiunilor între diferitele tehnici de clasificare și studiul particularităților acestora este un demers care se dorește a fi relevant. Cercetarea propusă conține o combinație de aspecte teoretice și aplicative astfel încât se încadrează în specificul AR.

h. Motivația continuării în cazul în care se continuă teme anterioare

Tema 1 Metode ale inteligenței artificiale în analiza imaginilor.

Secțiunile 1.1 și 2.1:

În etapele anterioare ale temei au fost abordate probleme legate de reprezentarea cunoștințelor despre locomoția umană și identificarea și clasificarea unor tipuri de mișcare umană din secvențe video. De asemenea, în cursul anului 2021 au fost abordate și probleme legate de clasificarea acțiunilor umane și de identificarea persoanei care execută o anumită acțiune folosind informațiile obținute cu ajutorul unui accelerometru plasat pe corpul celui ce execută acțiunea. Au fost utilizate în acest scop metode de clasificare, tehnici de clusterizare în spațiul parametrilor statistici, dar și metode de tip învățare profundă. Toate aceste tehnici au aplicații atât în domeniul sănătății (analiza mișcării cu aplicații în recuperarea unor deficiențe locomotorii) dar și în securitate (prin dezvoltarea de sisteme autonome capabile să se deplaseze în mediile aglomerate). A fost abordat de asemenea și studiul comportamentului animalelor de laborator sau din captivitate. Acestea sunt utilizate în cercetarea medicală pentru analiza comportamentului în condiții specifice determinate de administrarea unor medicamente sau de inducerea unor factori de stres. Astfel, au fost abordate în etapele anterioare: analizei mișcării unui cobai pentru evaluarea efectelor unor medicamente; analiza automată a înregistrărilor unor experimente cu animale efectuate în studii neuroscience; studiul mișcării animalelor în captivitate, într-o grădină zoologică în vederea identificării stărilor de stres. Analiza și clasificarea mișcării umane din secvențe video va fi continuată cu proiectarea și implementarea unor metode de determinare automată a posturilor umane, cu aplicații în recuperarea medicală. A fost abordată deja într-o lucrare din acest an evaluarea nivelului de recuperare locomotorie prin evaluarea variației unghiurilor formate de segmentele membrelor inferioare în cursul deplasării.

Secțiunile 1.2 și 2.2:

În etapele anterioare cercetările au avut în vedere dezvoltarea, testarea și validarea unor metode de clasificare și regăsire a imaginilor în baze de date de imagini conținând iriși utilizând descriptorii SIFT și SURF. Ținând cont de rezultatele foarte bune obținute în recunoașterea irisului, avem în vedere continuarea cercetărilor și a experimentelor pentru colecții de imagini conținând amprente palmare. Urmărim de asemenea atât includerea unor noi imagini în colecția ODITS precum și realizarea de noi experimente de regăsire a detaliilor.

În cadrul cercetărilor din anii anteriori a fost aplicată o metodă de determinare a asimetriei / anizotropiei bazată pe compararea proiecțiilor nivelelor de gri pe două axe ortogonale și s-au realizat o serie de măsurări manuale și automate asupra unui set de imagini de samare (semințe de carpen). De asemenea, a fost implementată o procedură pentru detectarea automată a celor 4 puncte caracteristice cu ajutorul unui algoritm și ulterior calcularea distanțelor între acestea și a unghiurilor aferente. De asemenea, a fost implementată și publicată pe Web, o bază de date sistematizată și documentată cu informațiile colectate și rezultate în urma analizei de detaliu a samarelor. Cercetările vor fi continuate prin realizarea unei baze de date în formatul Morpho 1.1 al bazelor de imagini destinată ecologiei și biologiei și publicarea ei.

Tema 2 Tehnici de procesare și analiză pentru imagini digitale și secvențe video

În anul 2022 acest colectiv va continua cercetările din anii anteriori la un alt nivel, abordând și câteva direcții noi de cercetare.

Astfel, în domeniul analizei imaginilor digitale, se continuă la un nivel superior cercetările referitoare la segmentarea și clusterizarea imaginilor digitale, fiind implicate de această dată rețelele deep learning de tip CNN și algoritmi din teoria grafurilor, dar și alte tipuri de rețele (optimizate). Rețelele de învățare automată profundă de tip convolutiv vor fi utilizate și în cadrul tehnicilor noi de detecție și urmărire a obiectelor imagistice și video pe care intenționăm să le dezvoltăm.

De asemenea, cercetarea în domeniul modelelor bazate pe ecuații cu derivate parțiale (PDE) va fi continuată și în anul care urmează, urmând a fi construite modele variaționale pentru segmentarea imaginii și detecția obiectelor de interes, precum și spații scalare și multi-rezoluție pentru analiza imaginii.

Dacă în temele de cercetare anterioare am testat modul de lucru și puterea de calcul a sistemului Jetson Xavier NX pe o bază de imagini proprii de dimensiuni medii, adnotată în proporție majoritară de un singur utilizator, anul acesta vom extinde baza de imagini colonoscopice adnotată profesional de experți, cu scopul de a ajunge într-o etapă efectiv lucrativă. În măsura în care se va reuși încheierea unui protocol cu colaboratorii de la UMF, se va încerca realizarea unei baze adnotate care la cerere, să se poată pune, la dispoziția întregii comunități științifice.

Intrucât colaboratorii medici au nevoie de un criteriu obiectiv de apreciere a unui video, vom aborda această problemă în ideea de a ajunge la o modalitate efectivă de apreciere a acestui act medical prin evaluarea automată, cu tehnici de învățare automată, a unei secvențe video colonoscopice.

Sistemul pe care îl deținem este versatil și aplicabil și celorlalte domenii care se studiază în institut, deci vom încerca să extindem colaborările cu celelalte colective.

Tema 3 Metode de prelucrare neliniară a semnalelor cu aplicații în recunoașterea formelor

Investigația propusă în cadrul ambelor etape este o continuare a rezultatelor anterioare obținute în cadrul colectivului privitoare la reducerea dimensionalității semnalelor și determinarea performanțelor acestora pe diferite baze de date și unor aspecte de particularitate specifice fiecărei metode în parte. Se va studia și influența parametrilor din algoritmi testați în rezultatele de clasificare. O continuitate în cercetare îl constituie și studiul unor noi arhitecturi de rețele neuronale speciale, cu mențiunea că se urmărește dezvoltarea cercetării cu noi abordări față de anii precedenți. Rezultatele concrete, vizibile și utilizabile de comunitatea științifică obținute de echipa în anii anteriori pe ambele direcții de cercetare ne motivează să continuăm cercetarea cu noi abordări pe aceste direcții.

i. Corelarea temelor și obiectivelor cu alte teme din IIT, ARFI sau AR

Tema 1 Metode ale inteligenței artificiale în analiza imaginilor.

Tema propusă permite valorificarea experienței obținute în anii anteriori, atât la nivelul colectivului cât și a celorlalte colective din laboratorul de prelucrare a imaginilor, care au abordat teme legate de: analiza și recunoașterea locomoției umane, analiza acțiunilor animalelor de laborator, dezvoltarea de algoritmi hibridi de inspirație biologică pentru analiza, clasificarea și fuziunea imaginilor; segmentarea automată utilizând analiza texturii, reconstrucția imaginilor degradate prin intermediul tehnicilor variaționale, metode de prelucrare neliniară a semnalelor cu aplicații în recunoașterea formelor.

Tema 2 Tehnici de procesare și analiză pentru imagini digitale și secvențe video

Tematica colectivului nostru de cercetare se corelează în diverse grade cu alte teme abordate în cadrul institutului. Grade mai mari de corelare există în raport cu tematicile considerate de către celelalte echipe ale colectivului de Procesare și Analiză a Imaginilor, dar tehnicile abordate în Deep Learning și sistemul Jetson Xavier NX de care dispunem pot fi utilizate și în temele abordate de celelalte colective de procesări imagistice, pentru procesarea semnalelor medicale EKG, pentru lingvistică, etc. Noul dispozitiv are capacitatea de a învăța și de a detecta obiectele care au fost adnotate, singura problemă constituind-o doar modul în care aceste date sunt structurate și furnizate sistemului de DL.

Astfel, obiectivele propuse de noi referitoare la analiza înregistrărilor video, precum și cele referitoare la detecția și urmărirea în imagini statice și video se încadrează în domeniul viziunii computerizate și sunt perfect corelabile cu obiectivele echipei de cercetare care se ocupă cu dezvoltarea unor tehnici ale inteligenței artificiale în analiza imaginilor.

j. Rezultatele concrete propuse, vizibile și utilizabile de comunitatea științifică

Tema 1 Metode ale inteligenței artificiale în analiza imaginilor.

- rapoarte de cercetare;
- cel puțin 6 lucrări la reviste indexate BDI sau conferințe internaționale (IEEE sau echivalente) și 2 comunicări;
- implementări software pentru simularea metodelor și algoritmilor dezvoltați în cadrul cercetărilor;

Etapa 1. Metode ale inteligenței artificiale în analiza, clasificarea și analiza mișcării în imagini și secvențe video.	
Secțiunea 1.1. Analiza și clasificarea mișcării în secvențe video. Obiectiv 1. Metode de învățare profundă pentru urmărire și clasificare în secvențe video, cu aplicații în recuperarea medicală.	- Secțiune în raportul de cercetare, - Cel puțin o lucrare la conferință sau revistă BDI.
Secțiunea 1.2. Analiza, clasificarea și regăsirea imaginilor în colecții. Obiectiv 1. Realizarea unei baze de date în formatul Morpho 1.1 al bazelor de imagini destinată ecologiei și biologiei și publicarea ei. Obiectiv 2. Clasificarea și regăsirea imaginilor palmare utilizând descriptori SIFT.	- Secțiune în raportul de cercetare, - Cel puțin două lucrări la conferință sau revistă BDI.
Etapa 2. Experimente privind analiza, clasificarea și analiza mișcării în imagini și secvențe video folosind metode ale inteligenței artificiale.	
Secțiunea 2.1. Analiza și clasificarea mișcării în secvențe video. Implementări software. Obiectiv 1. Experimente privind urmărirea corpului uman în secvențe video prin metode de învățare profundă, cu aplicații în recuperarea medicală.	- Secțiune în raportul de cercetare, - Cel puțin o lucrare la conferință sau revistă BDI.

Secțiunea 2.2. Analiza, clasificarea și regăsirea imaginilor în colecții. Implementări software.		- Secțiune în raportul de cercetare, - Cel puțin două lucrări la conferință sau revistă BDI.
Obiectiv 1.	Extinderea bazei de date în formatul Morpho 1.1 al bazelor de imagini, destinată ecologiei și biologiei și publicarea ei.	
Obiectiv 2.	Clasificarea și regăsirea imaginilor palmare utilizând trăsături de textură, descriptori SIFT și SURF. Adăugare și adnotare imagini în baza de date cu imagini ODIDS, experimente.	

Implicarea cercetătorilor în realizarea obiectivelor

Etapă	Secțiune	Obiectiv	HNT (%)	SB	CS III (%)	IP	RL	RM (%)	CN	CL
I	1.1	1		*	*		*			
	1.2	1	*					*	*	
		2				*			*	*
II	2.1	1		*	*		*			
	2.2	1	*					*	*	
		2				*			*	*

În anul 2022, următorii cercetători sunt implicați și în alte teme / proiecte de cercetare, motiv pentru care, pentru această temă au o alocare parțială a normei de cercetare, după cum urmează:

- HNT – 5% în fiecare dintre etapele I și II,
- SB – 50% în fiecare dintre etapele I și II,
- RL – 75% în fiecare dintre etapele I și II.

Tema 2 Tehnici de procesare și analiză pentru imagini digitale și secvențe video

- Raport de cercetare;
- cel puțin 4 lucrări la reviste ISI cu factor de impact sau indexate BDI sau conferințe internaționale recunoscute (IEEE sau echivalente)
- Implementări soft ale metodelor și algoritmilor dezvoltați în cadrul cercetărilor

Etapă 1: Tehnici avansate de învățare automată, bazate pe rețele convolutive și teoria grafurilor, aplicate în analiza imaginilor statice și video	
Obiectiv 1.1. Metode de analiză imagistică bazate pe algoritmi de recunoaștere automată utilizând extragerea caracteristicilor de nivel ridicat și clusterizarea grafurilor - Dezvoltarea unor tehnici de extragere a caracteristicilor de conținut de nivel ridicat, utilizând descriptori invarianți și rețele CNN - Construirea unor noi tehnici de clasificare nesupervizată bazate pe clusterizarea grafurilor	- Secțiune în raportul de cercetare, - Cel puțin o lucrare la conferință internațională sau revistă ISI/BDI.
Obiectiv 1.2. Baza de date extinsă structurată pentru estimarea calității colonoscoپیilor prin intermediul rețelelor de învățare profundă - Alcătuirea unei baze de imagini extinse cu cadre colonoscopice adnotate special - Adnotarea supervizată a bazei de imagini în concordanță cu opinia unor experți în colonoscopie. - Evaluarea comparativă a metodei de adnotare	- Secțiune în raportul de cercetare, - Cel puțin o lucrare la conferință internațională sau revistă ISI/BDI.
Etapă 2. Tehnici de detecție și urmărire în imagini și secvențe video utilizând rețele de învățare profundă	

Obiectiv 2.1 Algoritmi de detecție și urmărire a anumitor tipuri de obiecte imagistice și video, bazați pe rețele neurale convolutive și analiza multiscalară utilizând modele de difuzie anizotropică - Detecția obiectelor de interes prin intermediul rețelelor neuroonale convolutive și a modelelor variaționale parametrice și geometrice - Extragerea caracteristicilor de conținut a obiectelor detectate, prin intermediul analizei multi-scalare, și stabilirea corespondenței pentru stările obiectelor video - Scheme de aproximare numerică consistente cu modelele PDE propuse și investigarea matematică a acestor modele	- Secțiune în raportul de cercetare, - Cel puțin o lucrare la conferință internațională sau revistă ISI/BDI.
Obiectiv 2.2. Îmbunătățirea antrenării rețelei de învățare profundă pentru detecție în timp real a elementelor de interes din cadrul unor secvențe video colonoscopice - Identificarea unor obiecte de interes în cadrul unei secvențe video colonoscopice - Tehnici adaptate la marimea obiectului adnotat pentru învățare profundă - Evaluarea rezultatelor detecției obiectelor prin învățare automată	- Secțiune în raportul de cercetare, - Cel puțin o lucrare la conferință internațională sau revistă ISI/BDI.

Tema 3 Metode de prelucrare neliniară a semnalelor cu aplicații în recunoașterea formelor

- rapoarte de cercetare;
- cel puțin 4 lucrări la conferințe / reviste BDI;

Etapă 1: Analiza selecției trăsăturilor și selecției proiecțiilor în reducerea dimensionalității semnalelor	
- Selecția trăsăturilor și selecția proiecțiilor pentru optimizarea reducerii dimensionalității semnalelor și clasificării acestora - Învățarea automată (Manifold Learning) pentru reducerea dimensionalității - Analiza sistemelor cu ordin crescut vizând generarea semnalelor cu o complexitate statistică ridicată. - Investigarea posibilității de reducere a ordinului sistemelor compuse analog/discrete prin variația valorilor coeficienților ecuațiilor de stare.	- Raport de activitate - Trimiterea a două lucrări la conferințe / reviste BDI
Etapă 2: Influența parametrilor în reducerea dimensionalității semnalelor și clasificarea acestora	
- Utilizarea diferitelor tipuri de distanțe și ponderi în definirea vecinătăților în algoritmi de reducere a dimensionalității - Analiza hiperparametrilor în clasificarea semnalelor biomedicale - Studiul unor comportări ale rețelelor neuronale cu arhitecturi speciale - Analiza posibilității de sincronizare haotică sistemelor compuse analog/discrete - Evidențierea influenței variației valorilor coeficienților ecuațiilor de stare a sistemelor haotice compuse.	- Raport de activitate - Trimiterea a două lucrări la conferințe / reviste BDI

k. Bibliografie

Tema 1 Metode ale inteligenței artificiale în analiza imaginilor.

- [Cao,2017] Z. Cao, T. Simon, S. Wei and Y. Sheikh, "Realtime Multi-person 2D Pose Estimation Using Part Affinity Fields," 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), pp. 1302-1310, 2017, doi: 10.1109/CVPR.2017.143.
- [Cao,2021] Z. Cao, G. Hidalgo, T. Simon, S. -E. Wei and Y. Sheikh, "OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation Using Part Affinity Fields," in IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 43(1), pp. 172-186, 2021, doi: 10.1109/TPAMI.2019.2929257.

- [Chalangari,2020] P. Chalangari, T. Fevens and H. Rivaz, "3D Human Knee Flexion Angle Estimation Using Deep Convolutional Neural Networks," 2020 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC), pp. 5424-5427, 2020, doi: 10.1109/EMBC44109.2020.9176012.
- [Chen,2020] Y. Chen, Y. Tian, M. He, "Monocular human pose estimation: A survey of deep learning-based methods", Computer Vision and Image Understanding 192, 102897, 2020, doi: 10.1016/j.cviu.2019.102897.
- [Colyer,2018] S.L. Colyer, M. Evans, S.P. Cosker, et al., "A Review of the Evolution of Vision-Based Motion Analysis and the Integration of Advanced Computer Vision Methods Towards Developing a Markerless System", Sports Medicine - Open 4, 24, pp. 1-15, 2018, doi: 10.1186/s40798-018-0139-y.
- [Desmarais,2021] Y. Desmarais, D. Mottet, P. Slangen, P. Montesinos, "A review of 3D human pose estimation algorithms for markerless motion capture", Computer Vision and Image Understanding, 212, 103275, 2021, doi: 10.1016/j.cviu.2021.103275.
- [Guo,2021] Y. Guo, L. Ma, Z. Li, X. Wang, F. Wang, "Monocular 3D multi-person pose estimation via predicting factorized correction factors", Computer Vision and Image Understanding, 213, 103278, 2021, doi: 10.1016/j.cviu.2021.103278.
- [Gupta,2018] V. Gupta, "Deep Learning based Human Pose Estimation using OpenCV", <https://learnopencv.com/deep-learning-based-human-pose-estimation-using-opencv-cpp-python/>.
- [Mehta,2017] D. Mehta, et al., "VNect: Real-time 3D Human Pose Estimation with a Single RGB Camera", ACM Transactions on Graphics, 36(4), 44, pp 1–14, 2017, doi: 10.1145/3072959.3073596.
- [Sarsfield,2019] J. Sarsfield, et al., "Clinical assessment of depth sensor based pose estimation algorithms for technology supervised rehabilitation applications", International Journal of Medical Informatics, 121, pp. 30-38, 2019, doi: 10.1016/j.ijmedinf.2018.11.001.
- [Simoni,2020] L. Simoni, A. Scarton, F. Gerli, et al., "Testing the Performance of an Innovative Markerless Technique for Quantitative and Qualitative Gait Analysis", Sensors, MDPI, pp. 1-11, 2020, doi: 10.3390/s20226654.
- [Ty,2014] Lin Ty, et al. (2014) "Microsoft COCO: Common Objects in Context" In: Fleet D., Pajdla T., Schiele B., Tuytelaars T. (eds) Computer Vision – ECCV 2014 Lecture Notes in Computer Science, 8693. Springer, Cham, doi: 10.1007/978-3-319-10602-1_48.
- [Sardaru,2021] D.-P. Sardaru, I. Onu, D.-V. Matei, Evaluation of joint amplitudes, Grigore T. Popa Publ. House, Iasi, Romania, 2021, ISBN 978-606-544-745-5 (in Romanian).
- [Bhure, 2017] Bhure K, Dhande JD, "Image Processing using SIFT", *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, pp. 980-983, 2017.
- [Karami,2017] Karami, Ebrahim, Mohamed S. Shehata and Andrew J J Smith. "Image Identification Using SIFT Algorithm: Performance Analysis against Different Image Deformations." CoRR abs/1710.02728, 2017.
- [Lowe, 2004] David Lowe, "Distinctive image features from scale-invariant keypoints", International Journal of Computer Vision, 2004.
- [Ouyang, 2014] W. Ouyang, X. Chu, X. Wang, Multi-source deep learning for human pose estimation, in: 2014 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2014, pp. 2337–2344.
- [Papp, 2017] Papp, D., Mogyorósi, F. and Szűcs, G., "Image matching for individual recognition with SIFT, RANSAC and MCL", Working Notes of CLEF, 2017.
- [Shivakanth, 2014] Shivakanth, Archana Mane, "Object Recognition using SIFT", *International Journal of Scientific Research Engineering & Technology (IJSRET)*, vol.1, no. 4, pp. 378-381, June 2014.
- [Kass, 1987] Kass, M., Witkin, A., Analyzing oriented patterns, Computer Vision, Graphics, and Image Processing, 1987, 37 (3), 362-385.
- [Brunet, 2005] B. Brunet-Imbault, G. Lemineur, C. Chappard, R. Harba, Benhamou C.-L., A new anisotropy index on trabecular bone radiographic images using the fast Fourier transform, BMC Medical Imaging, 2005, 5 (4).
- [Lehoucq, 2015] Lehoucq, R. Weiss, J., Dubrulle, B., Amon, A., Le Bouil, A., Crassous, J., Amitrano, D., Graner, F. Analysis of image vs. position, scale and direction reveals pattern texture anisotropy, Front. Phys., 2015, 2 (84), 1-15.
- [Nguyen, 2011] Nguyen, T.S., Begot, S., Duculty, F., Avila, M. Free-form anisotropy: A new method for crack detection on pavement surface images, 18th IEEE Int. Conf. Image Processing, Bruxelles, Belgium, Sept. 2011.
- [Teodorescu, 2016] Teodorescu, H. -N., Dascalescu L., Statistical characterization of images – Anisotropy, in Applied Electronics (AE), 2016 International Conference, IEEE, 2016, 269-272.
- [Teodorescu, 2019a] H.N. Teodorescu, Yopa Prawatya, Thami Zeghloul, Lucian Dascalescu, Anisotropy of the triboelectric effects in polymeric slabs. Tribology International, 2019, Vol. 136, Aug 2019, pp. 496-507
- [Teodorescu, 2019b] H.N. Teodorescu, Victor Cojocaru, Alexei Katashev, Multi-Criterial Assessment of the Uniformity of the Electrical Potential of Micro-Films. 24th International Conference Applied Electronics 2019, Pilsen, Czech Republic. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8867010>. DOI: 10.23919/AE.2019.8867010.
- [Wirjadi,2019] Wirjadi, O., Schladitz, K., Rack, A., Breuel, T., Applications of anisotropic image filters for computing 2d and 3d-fiber orientations. Stereology and image analysis, ECS10 – Proc. 10th Eur. Congress ISS, (V. Capasso et al., Eds.), MIRIAM Project Series, ESCULAPIO Pub. Co., Bologna, Italy, 2009.

Tema 2 Tehnici de procesare și analiză pentru imagini digitale și secvențe video

1. P. Perona, J. Malik, "Scale-space and edge detection using anisotropic diffusion", *Proc. of IEEE Computer Society Workshop on Computer Vision*, pp. 16–22, 1987.
2. L. Rudin, S. Osher and E. Fatemi, "Nonlinear total variation based noise removal algorithms", *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 60 (1), pp. 259-268, 1992.
3. Y. L. You, M. Kaveh, "Fourth-order partial differential equations for noise removal", *IEEE Transactions on Image Processing*, 9, pp. 1723–1730, 2000.
4. T. Barbu, Automatic Edge Detection Solution using Anisotropic Diffusion-based Multi-scale Image Analysis and Fine-to-coarse Tracking, *Proceedings of the Romanian Academy, Series A: Mathematics, Physics, Technical Sciences, Information Science*, Volume 22, Issue 3, pp. 267-274, July-September 2021.
5. T. Barbu, Automatic Unsupervised Texture Recognition Framework Using Anisotropic Diffusion-Based Multi-Scale Analysis and Weight-Connected Graph Clustering, *Symmetry*, 13, 925, May 2021.
6. T. Barbu, Parametric and geometric PDE-based models for automatic image segmentation, *Applied Sciences*, Volume 24, 2022.
7. T. Barbu, Variational Image Denoising Approach with Diffusion Porous Media Flow, *Abstract and Applied Analysis*, Volume 2013, Article ID 856876, 8 pages, Hindawi Publishing Corporation, 2013.
8. T. Barbu, A. Favini, Rigorous mathematical investigation of a nonlinear anisotropic diffusion-based image restoration model, *Electronic Journal of Differential Equations*, Vol. 2014, No. 129, pp. 1-9, 2014.
9. S. Lefkimmiatis, G. Papandreou, P. Maragos, Poisson-Haar Transform: A nonlinear multiscale representation for photon-limited image denoising, *16th IEEE Intern. Conf. on Image Processing, ICIP 2009*, pp. 3853-3856, 2009, IEEE.

10. P. Johnson, *Finite Difference for PDEs*, School of Mathematics, University of Manchester, Semester I, 2008.
11. A. Ciobanu, M. Luca, V. Drug, V. Tulceanu: „Steps Towards Computer-Assisted Classification of Colonoscopy Video Frames”, The 6th IEEE Intern. Conf. on E-Health and Bioengineering - EHB 2017, Sinaia, Romania, June 22-24, 2017.
12. Manivannan, S., Ruixuan W., Trucco, E., Hood, A, Automatic normal-abnormal video frame classification for colonoscopy, 2013 IEEE 10th Intern. Symp. on Biomed. Imaging (ISBI), 7-11 April 2013.
13. Shunren Xia; Dingfei Ge; Mo, Weirong; Zanchao Zhang, A Content-Based Retrieval System for Endoscopic Images, International Journal of Information Technology Vol.11, No. 12, 2005.
14. <https://github.com/dusty-nv/jetson-inference>
15. G. Kylberg, I. Sintorn, On the influence of interpolation method on rotation invariance in texture recognition, J Image Video Proc.2016,17, 2016, <https://doi.org/10.1186/s13640-016-0117-6>
16. R. Porter, N. Canagarajah, Gabor filters for rotation invariant texture classification, IEEE International Symposium on Circuits and Systems, Hong Kong, pp. 1193-1196, June 9-12, 1997.
17. F. Murtagh, J.-L. Starck, A. Bijaoui, Image restoration with noise suppression using a multiresolution support, Astron. Astrophys. Supplement Series, vol. 112, 1995, pp. 179-189.
18. T. Barbu, Segmentation-Based Non-Texture Image Compression Framework Using Anisotropic Diffusion Models, *Proceedings of the Romanian Academy*, Series A: Mathematics, Physics, Technical Sciences, Information Science, Volume 20, Issue 2, pp. 122-130, April - June 2019.
19. M. Luca, A. Ciobanu, V. Drug, Deep Learning and Automatic Polyp Detection in Colonoscopies: a Review of Recent Contributions and Future Outlook, The 7th IEEE International Conference on E-Health and Bioengineering - EHB 2019, Grigore T. Popa University of Medicine and Pharmacy, Iasi, Romania, November 21-23, 2019.
20. Ian Goodfellow Yoshua Bengio Aaron Courville, *Deep Learning*, MIT Press, 2016.
21. Andrew Ng, *Machine Learning Yearning*, free book <https://www.deeplearning.ai/machine-learning-yearning/>
22. Zhong-Qiu Zhao, Shou-tao Xu, Object Detection with Deep Learning: A Review, IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, on-line, april, 2019.
23. M. F. Byrne, N. Chapados, F. Soudan, et al., Real-time differentiation of adenomatous and hyperplastic diminutive colorectal polyps during analysis of unaltered videos of standard colonoscopy using a deep learning model. Gut 2019; 68: pp. 94-100. <https://gut.bmj.com/content/gutjnl/68/1/94.full.pdf>
24. H. Sung, J. Ferlay, R.L. Siegel, et al., “GLOBOCAN, Global Cancer Statistics 2020: Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries”, <https://acsjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.3322/caac.21660>,
25. R. Pannala, K. Krishnan, J. Melson, et al., “Artificial intelligence in gastrointestinal endoscopy”, VideoGIE, Vol. 5, No. 12, Dec. 2020, pp. 598-613.
26. A. Repici, C. Hassan, “Artificial intelligence for colonoscopy: the new Silk Road”, Referring to Barua I et al. p. 277-284, Editorial, Endoscopy 2021; 53: pp. 285-287, Thieme, 2021.
27. C. Hassan, M.B. Wallace, P. Sharma, et al., “New artificial intelligence system: first validation study versus experienced endoscopists for colorectal polyp detection”, Gut 2020; 69: pp. 799-800.
28. M. Luca, T. Barbu, A. Ciobanu, “An overview on computer processing for endoscopy and colonoscopy videos”, in: V. Balas, L. Jain, M. Balas, S. Shabazova, (eds.), *Soft Computing Applications*, First online 18 Aug. 2020, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 1222. Springer, Cham.
29. ARGUS Technology to Support Polyp Detection & Sizing www.argusml.com
30. ENDO-AID, EvisX1, Olympus, Fierce Biotech, Medtech, <https://www.fiercebiotech.com/medtech/olympus-to-roll-out-colonoscopy-ai-for-spotting-lesions-polyps-real-time>
31. M. F. Byrne, N. Chapados, F. Soudan, et al., Real-time differentiation of adenomatous and hyperplastic diminutive colorectal polyps during analysis of unaltered videos of standard colonoscopy using a deep learning model. Gut 2019; 68: pp. 94-100. <https://gut.bmj.com/content/gutjnl/68/1/94.full.pdf>
32. Michael Nelson, *Neural Networks and Deep Learning*, <http://neuralnetworksanddeeplearning.com/>
33. <https://www.nvidia.com/en-us/autonomous-machines/embedded-systems/jetson-xavier-nx/>
34. GI Genius™ Intelligent Endoscopy Module - Medtronic, <https://www.medtronic.com/covidien/en-us/products/gastrointestinal-artificial-intelligence/gi-genius-intelligent-endoscopy.html>, (accessed Dec. 2020).
35. D. Gong, L. Wu, J. Zhang, et al., “Detection of colorectal adenomas with a real-time computer-aided system (ENDOANGEL): a randomized controlled study”, *Lancet Gastroenterol Hepatol*, 2020; 5: pp. 352-361.
36. A. Ciobanu, M. Luca, V. Drug, V. Tulceanu, “Steps towards computer-assisted classification of colonoscopy video frames”, 6th IEEE International Conference on E-health and Bioengineering – EHB Sinaia, Romania, 2017.
37. M. Luca, A. Ciobanu, V. Drug, “Colonoscopy videos: towards automatic assessing of the bowels cleansing degree”, in *Engineering for Sustainable Future*, Book Series: Lecture Notes in Networks and Systems, Ed. A. R. Várkonyi-Kóczy, Springer Intern. Publ., Springer Professional "Technik", 2020.
38. M. Luca, A. Ciobanu, “Polyp detection in video colonoscopy using deep learning”, to appear in *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems* in 2021.
39. M. Luca, A. Ciobanu, V. Drug, “LAB Automatic evaluation of colon cleansing”, ESGE Days 2019, ePP50, abstract volume, pp. 145.
40. M. Luca, A. Ciobanu, T. Barbu, V. Drug, “Artificial intelligence and deep learning, important tools in assisting gastroenterologists”, in *Handbook of Artificial Intelligence in Healthcare*, Springer Nature Switzerland AG. Part of Springer Nature. *Intelligent Systems Reference Library* Vol. 211 Series Editors Janusz Kacprzyk, Lakshmi C. Jain, 2021, Chapter 8, pages 197-213.
41. A. Ciobanu, M. Luca, V. Drug, “Objective method for colon cleansing evaluation using color CIELAB features”, in *International Conference on e-Health and Bioengineering (EHB)*, Iași, 29-30 Oct. 2020.
42. Luca M., Ciobanu A., Barbu T., Drug V. (2022) Artificial Intelligence and Deep Learning, Important Tools in Assisting Gastroenterologists. In: Lim CP., Vaidya A., Jain K., Mahorkar V.U., Jain L.C. (eds) *Handbook of Artificial Intelligence in Healthcare*. Intelligent Systems Reference Library, vol 211. Chapter 8, pages 197-214, Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-79161-2_8, Volume ISSN 1868-4394, ISSN 1868-4408 (eln), ISBN: 978-3-030-79161-2 (e-book), <https://doi.org/10.1007/978-3-030-79161-2>, First Online: 18 September 2021.
43. A. Ciobanu, M. Luca, T. Barbu, V. Drug, A. Olteanu, R. Vulpoi, Experimental Deep Learning Object Detection in Real-time Colonoscopies, The 9th IEEE International Conference on E-Health and Bioengineering – EHB 2021, Web Conference, Romania, 18 – 19 noiembrie 2021. IEEE

44. Jetson Xavier NX, <https://developer.nvidia.com/embedded/jetson-xavier-nx-devkit> (accessed October 2021).
45. <https://github.com/dusty-nv/jetson-inference> (accessed September 2021).
46. <https://github.com/tzutalin/labelImg> (accessed September 2021).

Tema 3 Metode de prelucrare neliniară a semnalelor cu aplicații în recunoașterea formelor

Publicațiile colectivului în anul 2021 pe tematica propusă:

Articole publicat în reviste cotate de Web of Science (Thomson Reuters)

1. Monica Fira, Hariton-Nicolae Costin, Liviu Goras, On the Classification of ECG and EEG Signals with Various Degrees of Dimensionality Reduction, Biosensors 2021, 11(5), 161; <https://doi.org/10.3390/bios11050161>, (IF = 5,519 încadrata în Q1 = zona roșie)
2. D.Matei, C.Gricoras, D.Cuciureanu, V.Constantinescu, The circadian rhythm of arterial blood pressure in Alzheimer's disease and vascular dementia, Acta Neurologica Belgica (IF 1.989 – 2019), 2021, DOI: 10.1007/s13760-021-01664-8
3. C.Grigoras, V.Grigoras, Discrete implementation of chaotic encryption system, Proceedings of the Romanian Academy, 22(1) 2021: 99 – 106 (IF 1.294/2019)

Lucrări prezentată la manifestări științifice internaționale, publicată integral într-un volum editat într-o editură consacrată, inclusiv electronic

1. Monica Fira, Liviu Goras, On the influence of feature selection with Laplacian Score in ECG signals classification, ISSCS 2021, Iasi, Romania (conferința Indexata IEEE și WOS)
2. Monica Fira, Liviu Goras, Improving multiclass classification accuracy for ECG signals belonging to imbalanced databases, ISSCS 2021, Iasi, Romania (conferința Indexata IEEE și WOS)
3. V.Grigoras, C.Grigoras, Multiple scroll hysteretic system, ISSCS 2021, Iasi, Romania (conferința Indexata IEEE și WOS)
4. Liviu Goras, Paul Ungureanu, Monica Fira, On Pattern Formation in a Class of Graph Neural Networks, ISSCS 2021 (conferința Indexata IEEE și WOS)
5. Roxana-Daniela Florescu, Liviu Goras, On Sensitivity Functions and Sensitivity Points – A Case Study for a DC-DC Buck Converter Model, ISSCS 2021 (conferința Indexata IEEE și WOS)
6. Carmen Grigoras, Victor Grigoras, Hyperchaotic Non-homogeneous Neural Network, ISSCS 2021 (conferința Indexata IEEE și WOS)

Lucrări publicate în reviste BDI:

1. V. Grigoras, C. Grigoras, Hyperchaotic Modulation for Secure Biomedical Signal Transmission, Buletinul Institutului Politehnic din Iasi, Electrotehnica, Energetica, Electronica, articol acceptat pentru publicare în vol. 67 (71), 2021 (indexat BDI: Index Copernicus, Ulrich's, CNKI Scholar)

I. Buget minimal solicitat

- Fond de salarii conform statului de funcții,
- Cheltuieli pentru consumabile,
- Cheltuieli pentru deplasări și cheltuieli materiale diverse.
- Microsistem Jetson Xavier NX de la NVIDIA, monitor HDMI, set tastatură-mouse fără fir, unitate de stocare SSD 256 GB.

Director,

CS II dr. Vasile Apopei

Întocmit pe baza materialelor elaborate
de responsabilii temelor de cercetare,

CS II dr. Silviu-Ioan Bejinariu

**INSTITUTUL DE INFORMATICĂ TEORETICĂ
ACADEMIA ROMÂNĂ, FILIALA IAȘI**

PROIECT DE CERCETARE nr. 3 / 2022

a) Denumire temă: Modelarea și analiza sistemelor concurente

b) Coordonator:

CS I dr. Gabriel Ciobanu

c) Colectiv de cercetare:

- CS II dr. Bogdan Aman
- CS II dr. Andrei Alexandru

d) Colaboratori:

- Conf. dr. Dănuț Rusu (Univ. "Al.I. Cuza" Iași, RO)
- Prof. dr. Eneia Nicolae Todoran (Univ. Tehnică Cluj, RO)
- Conf. dr. Ross Horne (Univ. Luxemburg)

e) Termene de realizare:

- Etapa I: **Studierea proprietăților sistemelor concurente**
Raport de cercetare 30.06.2022
- Etapa II: **Formalizarea sistemelor concurente**
Raport de cercetare 31.12.2022

Stadiul Actual

Preocupările grupului nostru din ultimii ani se leagă de modelările interacțiunilor în cadrul sistemelor concurente care apar în informatică.

Am introdus și studiat algebra de procese TiMo, care reprezintă un model formal pentru procesele ce migrează între locațiile unor sisteme distribuite și care primesc și transmit date; mai mult, toate aceste acțiuni pot fi controlate prin mecanisme de măsurat timpul. Am definit o translatare a TiMo în limbajul de rescriere real-time Maude pentru a putea analiza sistemele multiagent cu migrare și comunicare restricționate în timp. De asemenea, pornind de la aceasta algebră de procese TiMo, am definit o nouă algebră de procese pTiMo în care migrația și interacțiunile în sistemele complexe depind de probabilități, precum și cTiMo în care costul de execuție al acțiunilor precum și costul de staționare al agenților mobili în locațiile sistemului distribuit sunt considerate. Semantica acestei noi algebre de procese este prezentată în termeni de lanțuri Markov. Logicile și instrumentele software cantitative (e.g., PRISM) nu suportă în mod explicit verificarea proprietăților care depind de ceasuri locale, multiseturi de tranziții maxime și locații explicite care apar în pTiMo. Pentru a putea verifica asemenea proprietăți, am definit o logică temporal-probabilistică PTLM pentru pTiMo. În plus am propus un algoritm de

verificare a proprietăților PLTM, analizându-i totodată și complexitatea temporală.

Am studiat anumite proprietăți ale sistemelor de rescriere multiset (sisteme membranare cu structură celulară sau neuronală) folosind tehnici specifice și simulatoare software avansate (coloured Petri nets, (priced) Maude). Am caracterizat unele subclase ale acestor sisteme în care diverse proprietăți calitative (accesibilitate, vivacitate) și proprietăți cantitative (mărginire) sunt decidabile.

Am definit noțiunea de sincronizare în contextul sistemelor membranare în care aplicarea regulilor dintr-un multiset de reguli este condiționată de aplicarea cel puțin o dată a fiecărei reguli. Am demonstrat că sistemele care folosesc sincronizarea regulilor au puterea de calcul a mașinilor Turing; de asemenea am arătat că această sincronizare crește eficiența sistemelor de a rezolva probleme NP-complete în timp polinomial.

Am definit și studiat mai multe semantici denotaționale în contextul sistemelor membranare, precum și legăturile lor cu semanticile operaționale corespondente. Înțelegerea acestor semantici matematice ne poate ajuta să subliniem în mod adecvat esența formală în abordările inspirate din biologia moleculară. Am introdus și studiat metodologia bazată pe continuări pentru concurență (CSC). Am definit o semantică denotațională pentru un limbaj simplu concurent derivat din algebra CCS a lui Milner extinsă cu interacțiuni sincrone multipartite. Am introdus noțiunea de „weak abstract” ca o versiune mai puțin restrictivă pentru „full abstract”; am demonstrat apoi că modelul nostru denotațional este „weak abstract” în acord cu o semantică operațională corespondentă. Semanticile denotaționale au fost construite folosind spații metrice și continuări pentru concurență. Tehnica utilizată poate fi folosită pentru a descrie comportamentul complex al sistemelor concurente într-o manieră abstractă.

Am prezentat o abordare în cadrul teoriei mulțimilor pentru fundamentele teoriei structurilor atomice finit suportate, cadru de lucru care permite oferirea unei reprezentări discrete/computabile a structurilor infinite. Astfel o structură infinită este suficient de bine caracterizată de o familie finită de elemente care formează „suportul ei finit”, în vreme ce restul elementelor au proprietăți similare. Ideea unei astfel de abordări provine din lambda-calcul, unde un lambda-term este pe deplin caracterizat de variabilele libere (care formează suportul acelui term), în vreme ce variabilele legate pot fi renumite fără a afecta proprietățile lambda-termului. Am analizat, la nivel meta-teoretic, dacă un rezultat clasic poate fi reformulat în mod adecvat prin înlocuirea conceptului „structură non-atomică” cu „structură atomică, finit suportată”. De asemenea, am prezentat mai multe proprietăți specifice de finitudine, de cardinalitate, de conectivitate, de punct fix, de infinitate, de uniformitate a structurilor atomice finit suportate, care nu au corespondent non-atomic.

În cadrul mulțimilor finit suportate, s-a analizat consistența diferitelor forme de alegere și a rezultatelor conexe, reușind să se elimine paradoxuri provenite din axioma alegerii. Am introdus și studiat noțiunea de „cardinalitate” prin prezentarea diferitelor proprietăți de ordine și aritmetice ale cardinalilor mulțimilor finit suportate. Am studiat mulțimile parțial ordonate finit suportate, laticile și conexiunile Galois finit suportate, am prezentat noi proprietăți de punct fix, calculabilitate, stabilitate și aproximare pentru funcțiile definite peste aceste structuri și rezultate de aproximare în sens Pawlak pentru mulțimile finit suportate. În particular am demonstrat validitatea în noul cadru a mai multor teoreme clasice de punct fix din cadrul Zermelo-Fraenkel, cum ar fi teorema Tarski, teorema Bourbaki-Witt, teorema Scott și teorema Tarski-

Kantorovitch. De asemenea, am prezentat mai multe proprietăți specifice de punct fix în cadrul structurilor algebrice finit suportate, rezultate care nu sunt reformulări ale unor rezultate Zermelo-Fraenkel corespunzătoare. Adicional am studiat și laticelul complete finit suportate și mulțimile inductive finit suportate. Am subliniat aplicațiile teoremelor de punct fix prin prezentarea a numeroase exemple de structuriordonate finit suportate pentru care aceste teoreme pot fi utilizate: spre exemplu, am studiat mulțimile L -fuzzy finit suportate peste un univers de discurs infinit și subgrupurile fuzzy finit suportate ale unui grup infinit dar finit suportat. În acest fel am oferit o reprezentare discretă a mulțimilor fuzzy peste universuri infinite.

Am analizat mulțimile uniform suportate și am prezentat anumite proprietăți surprinzătoare de relativă finititudine pentru spații de funcții aparent largi, putând astfel reprezenta discret exponențialele cardinalilor infiniti. Mulțimile uniform suportate sunt de interes deoarece implică proprietăți de mărginire a suporturilor, ceea ce înseamnă că suportul fiecărui element dintr-o mulțime uniform suportată este conținut în același set finit de atomi; în acest fel, toți indivizii dintr-o familie infinită uniform suportată pot fi caracterizați prin implicarea doar a acelorași caracteristici (acestea fiind într-un număr finit). Am demonstrat proprietăți de punct fix și stabilitate pentru funcții finit suportate definite pe mulțimi invariante (nul-suportate) care nu conțin submulțimi infinite uniform suportate, inclusiv proprietăți de calculabilitate (reprezentare iterativă) pentru punctele fixe. Am arătat că funcțiile monotone sau progresive, finit suportate, definite pe mulțimea părților finite și, respectiv, pe mulțimea părților uniforme al unei mulțimi care nu conține submulțimi infinite uniform suportate, au puncte fixe. În particular funcțiile finit suportate, definite pe mulțimea părților finite ale mulțimii tuturor atomilor au o infinitate de puncte fixe clar caracterizabile dacă îndeplinesc anumite proprietăți particulare cum ar fi monotonia strictă, progresivitatea, injectivitatea sau surjectivitatea. Pentru funcțiile finit suportate definite pe mulțimea părților finite ale mulțimii tuturor atomilor sau pe mulțimea tuturor atomilor, injectivitatea este echivalentă cu surjectivitatea. Mai mult, am oferit o generalizare a teoremei de punct fix de tip Tarski arătând că existența punctelor fixe ale unei funcții monotone finit suportate, definită pe o mulțime finit suportată, poate fi dovedită dacă impunem condiția de existență a supremumului doar pentru submulțimile uniform suportate ale domeniului de definiție și nu pentru toate submulțimile finit suportate ale domeniului de definiție. Am corelat noțiunea de uniformă suportare cu noțiunea de Dedekind finititudine și am prezentat o lungă serie de proprietăți de concetivitate, finititudine și alegere pentru mulțimi atomice infinite.

De asemenea, am discutat unele variații ale axiomei de suport finit. Astfel am introdus mulțimile P_A care sunt definite ca mulțimi clasice echipate cu acțiuni ale grupului tuturor bijecțiilor unei mulțimii amorfe A . Acestea sunt construite în același mod ca mulțimile S_A (mulțimi echipate cu acțiuni permutative) din teoria structurilor finit suportate (unde A reprezintă mulțimea tuturor atomilor), cu excepția faptului că, pentru definirea mulțimilor P_A , luăm în considerare toate bijecțiile lui A , nu numai pe cele finite. Am demonstrat că mulțimile P_A au unele proprietăți similare cu cele ale mulțimilor invariante (nul-suportate). În particular, am dovedit că grupul P_A este local finit (orice subgrup finit generat este finit), deși axioma de suportare nu mai este impusă. De asemenea, am obținut o serie de proprietăți de stabilitate și punct fix în noul cadru. Am descris două rafinări ale teoriei mulțimilor Fraenkel Mostowski, cum ar fi Matematica Finit-Cofinită și teoria mulțimilor relaxate Fraenkel Mostowski și am comparat aceste cadre cu teoria mulțimilor finit suportate.

Scopul proiectului

Temele abordate de grupul nostru au un grad mare de actualitate științifică, concretizat prin publicarea rezultatelor la nivel internațional și prin stabilirea de colaborări cu parteneri interesați de rezultatele cercetării noastre. Aceste teme reprezintă o continuare a activității de cercetare pe direcțiile abordate anterior în planurile de cercetare ale grupului, incluzând însă și elemente noi originale care să permită accesarea în publicații și conferințe vizibile internațional. Atingerea obiectivelor propuse în cadrul acestui proiect de cercetare va fi realizată prin desfășurarea de activități de cercetare științifică fundamentală și aplicată.

În prima etapă cercetările echipei vor avea următoarele obiective:

- Proprietăți ale interacțiunii structurilor concurente.
- Proprietăți legate de cardinalitate în structuri cu suport finit.

În a doua etapă cercetările echipei vor fi orientate spre obiectivele:

- Modele pentru teoria mulțimilor cu atomi.
- Modele pentru interacțiuni concurente.

Andrei Alexandru se va ocupa de matematicile finit suportate, Bogdan Aman de studierea interacțiunilor în sistemele concurente, iar Gabriel Ciobanu va continua cercetările în cadrul formalismului TiMo și va coordona activitatea echipei pentru a duce la îndeplinire obiectivele propuse.

Rezultate scontate

- cel puțin 3 lucrări publicate în reviste bine cotate internațional sau în volume ale unor conferințe internaționale;
- prezentări ale rezultatelor în cadrul unor conferințe (în măsura în care este susținută participarea);
- realizarea și adaptarea unor produse software legate de studiile teoretice în domeniile cercetate.

Valorificarea Rezultatelor

- publicarea rezultatelor la nivel internațional;
- colaborări cu posibili parteneri interesați de rezultatele cercetării;
- atenționarea cercetătorilor și a finanțatorilor asupra domeniilor studiate;
- atragerea tinerilor în aceste domenii și studii de perspectivă.

Colaborări (în țară):

- Universitatea "Al. I. Cuza", Iași, Facultatea de Informatică
- Universitatea "Al. I. Cuza", Iași, Facultatea de Matematică
- Universitatea Tehnică Cluj-Napoca.

Buget solicitat:

- Cheltuieli pentru consumabile (toner Q2612A, hartie): 1500 RON,
- Cheltuieli pentru taxe articole: 12000 RON.

Director,

Întocmit,

CS II dr. Vasile Apopei

CS I dr. Gabriel Ciobanu, MAE

ACADEMIA ROMÂNĂ – FILIALA IAȘI
INSTITUTUL DE INFORMATICĂ TEORETICĂ
Str. T. Codrescu nr.2, Iași, România, 700481
Tel. +40332.106 555
e-mail: secretariat@iit.academiaromana-is.ro
<http://iit.academiaromana-is.ro/>
Nr. iit 233/12.11.2021

ACADEMIA ROMÂNĂ, FILIALA – IAȘI
INSTITUTUL DE FILOLOGIE ROMÂNĂ „A. PHILIPPIDE”
Str. Codrescu, nr. 2, Iași, România, 700481
Telefon: +40332 106 508
e-mail: secretariat_philippide@yahoo.com
<http://www.philippide.ro/>

Nr. iFR 227/12.11.2021

Acord de parteneriat în cercetare științifică

Institutul de Informatică Teoretică, situat în Str. T. Codrescu nr.2, Iași, tel. +40332.106 555, email: secretariat@iit.academiaromana-is.ro, reprezentat prin Directorul institutului, CS II dr. Vasile Apopei, pe de o parte,

și

Institutul de Filologie Română "A. Philippide", situat în Str. Codrescu, nr. 2, Iași, tel. +40332 106 508, e-mail: secretariat_philippide@yahoo.com, reprezentată prin Directorul institutului, prof. univ. dr. Bogdan Crețu, pe de altă parte,

denumite în continuare «**parteneri**», au convenit să încheie prezentul Acord de parteneriat, având următoarele clauze:

Art. 1. Obiectul acordului

1.1. Obiectul acordului de parteneriat îl constituie stabilirea condițiilor cadru ale cooperării partenerilor.

1.2. Obiectivele parteneriatului, pe perioada acordului, constau în principal din următoarele:

- realizarea de cercetări și proiecte comune de cercetare în cadrul unor programe europene, naționale și programe de cercetare ale Academiei Române;
- participarea în parteneriat a celor două institute la organizarea de conferințe științifice, simpozioane, seminarii, ateliere de lucru (workshopuri) etc.;
- cooperari la reviste publicate sau editate de parteneri;
- editarea de lucrări științifice și volume în parteneriat, după caz.

1.3. Partenerii sunt de acord să coopereze în cadrul următoarelor domenii de cercetare comună:

- dezvoltarea de resurse electronice lexicografice și textuale;
- procesarea limbajului natural pentru limba română;
- proiectul fundamental Atlase Lingvistice al Academiei Române: Noul Atlas lingvistic român pe regiuni. Moldova și Bucovina - Resurse dialectale în format online;
- proiectul prioritar eDTLR. Dicționarul Tezaur al Academiei Române în format electronic, etapa a II-a: corectare de structură și aliniere cu CLRE. Corpus lexicografic românesc electronic, din cadrul programului Tezaurul lexical al limbii române al Academiei Române.

Art. 2. Durata acordului

2.1. Acordul de parteneriat se încheie pentru o perioadă de 5 ani de la data semnării acestuia de către ambii parteneri și poate fi prelungit prin încheierea unui act adițional, cu acordul scris al partenerilor.

Art. 3 Responsabilitățile partenerilor

3.1. Prezentul acord de parteneriat nu implică nicio obligație financiară pentru parteneri.

3.2. Rezultatele cercetărilor științifice obținute pe baza derulării prezentului acord aparțin partenerilor, iar drepturile de proprietate intelectuală aferente se vor repartiza între aceștia în funcție de contribuția fiecăruia, în conformitate cu legislația aplicabilă în vigoare.

3.3. Partenerii contribuie la buna desfășurare a proiectelor științifice și culturale comune, în funcție de propriile resurse materiale, umane și de infrastructură.

Art. 4. Protecția datelor cu caracter personal

4.1. Prelucrarea datelor ce constituie obiectul prezentului acord intră sub incidența Regulamentului (UE) 679/2016 al Parlamentului European și al Consiliului privind protecția persoanelor fizice în ceea ce privește prelucrarea datelor cu caracter personal și libera circulație a acestor date.

4.2. Datele cu caracter personal vor fi utilizate exclusiv pentru realizarea obiectului prevăzut la art. 1 din prezentul acord, cu respectarea legislației în vigoare.

4.3. Prelucrarea datelor se face cu respectarea confidențialității și securității datelor; în acest sens, părțile se obligă să aplice măsurile tehnice și organizatorice adecvate pentru protejarea datelor cu caracter personal împotriva distrugerii accidentale sau ilegale, pierderii, modificării, dezvăluirii sau accesului neautorizat, precum și împotriva oricărei altei forme de prelucrare ilegală. Respectivă măsură trebuie să asigure un nivel de securitate adecvat în ceea ce privește riscurile pe care le reprezintă prelucrarea, raportat la natura datelor care trebuie protejate și la tehnologia utilizată în procesul de prelucrare.

Art. 5. Rezilierea și încetarea acordului

5.1. Nerespectarea obligațiilor asumate prin prezentul acord de către unul dintre parteneri dă dreptul celuilalt de a rezilia acordul.

5.2. Încetarea prezentului acord intervine în următoarele situații:

- a) la expirarea duratei pentru care a fost încheiat;
- b) la o dată anterioară celei pentru care a fost încheiat, oricare dintre parteneri având dreptul a denunța unilateral prezentul acord în termen de 30 de zile după expedierea unei notificări scrise celuilalt partener, caz în care încetarea acordului nu va atrage răspunderi pentru niciuna din părți.
- c) în cazul în care operează rezilierea.

Art. 6 Dispoziții finale

6.1. Persoanele responsabile pentru derularea colaborării potrivit prezentului acord sunt:

a) pentru Institutul de Informatică Teoretică: CS II dr. Vasile Apopei, director, vasile.apopei@iit.academiaromana-is.ro; prof. dr. Dan Cristea m.c., danu.cristea@gmail.com; CS II dr. Silviu Ioan Bejinariu, silviu.bejinariu@iit.academiaromana-is.ro;

b) pentru Institutul de Filologie Română „A. Philippide”: prof. dr. Bogdan Crețu, director, bogdancretu1978@gmail.com; CS I dr. Gabriela Haja, gabihaja@gmail.com; CS I dr. Florin-Teodor Olariu, olariuft@yahoo.com.

6.2. Prezentul acord poate fi modificat sau completat, prin act adițional, cu acordul partenerilor, oricând interesele lor cer acest lucru sau când aceste circumstanțe au loc și nu au putut fi prevăzute în momentul în care s-a încheiat acordul.

6.3. Orice divergență privind prezentul acord de parteneriat se va rezolva pe cale amiabilă între cei doi parteneri.

6.4. Orice comunicare între parteneri în legătură cu prezentul acord se va face în scris. Orice document scris trebuie înregistrat atât la transmitere cât și la primire. Comunicările între parteneri

care nu se referă la datele și informațiile confidențiale se vor face de asemenea prin telefon, fax sau e-mail, cu condiția ca primirea comunicării să fie confirmată și să poată fi dovedită.

6.5. Prezentului acord i se va aplica și va fi interpretat în conformitate cu legea română.

Prezentul acord de parteneriat fost încheiat astăzi, 12/11/2021 în 4 (patru) exemplare originale, câte două pentru fiecare parteneri.

Institutul de Informatică Teoretică

Director,

CS II Dr. Vasile Apopei

Responsabili acord,

Prof. dr. Dan Cristea m.c.

CS II dr. Silviu Ioan Bejinariu

Institutul de Filologie Română „A. Philippide”

Director,

Prof. univ. dr. Bogdan Crețu

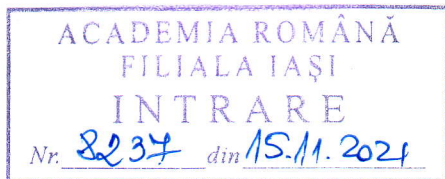
Responsabili acord,

CS I dr. Gabriela Haja

CS I dr. Florin-Teodor Olariu

ACADEMIA ROMÂNĂ – FILIALA IAȘI
INSTITUTUL DE INFORMATICĂ TEORETICĂ
Str. T. Codrescu nr.2, Iași, România
Tel. +40 332 106 555
email: secretariat@iit.academiaromana-is.ro
<http://iit.academiaromana-is.ro/>
IIT nr. 236/15.11.2021

INSTITUTUL DE LINGVISTICĂ AL ACADEMIEI ROMÂNE
„IORGU IORDAN – ALEXANDRU ROSETTI”
Casa Academiei, Calea 13 Septembrie nr.13, Sector 5, București
Tel./Fax: +40 21.318.24.52; +40 21-318.81.06/2290
e-mail: inst@lingv.ro
<https://lingv.ro/>
Nr. 255/15.11.2021



Acord de colaborare științifică

Academia Română - Filiala Iași, prin **Institutul de Informatică Teoretică**, cu sediul în Iași, B-dul Carol I, nr. 8, C.U.I. 4540917, tel./fax 0232/211.150, e-mail: secretariat@acadiasi.ro, reprezentată prin Președinte Acad. Viorel Barbu și Director institut dr. Vasile Apopei, pe de o parte

și

Institutul de Lingvistică al Academiei Române „Iorgu Iordan – Alexandru Rosetti” cu sediul în București, Casa Academiei, Calea 13 Septembrie nr.13, Sector 5, C.U.I. 5300548, tel./fax 021.318.24.52; 021.318.81.06/2290, e-mail: inst@lingv.ro, reprezentată prin Director conf. univ. dr. Adina Dragomirescu, pe de altă parte,

denumite în continuare «**părțile**», convin să încheie prezentul Acord de colaborare științifică care continuă relațiile de colaborare stipulate prin acordurile din anii 2016, 2017 și 2019, având următoarele clauze:

Art. 1 Obiectul acordului

1.1. Obiectul acordului de colaborare îl constituie stabilirea condițiilor cadru ale cooperării părților.

1.2. Obiectivele cooperării constau în principal din următoarele:

- realizarea de cercetări și proiecte comune de cercetare în cadrul unor programe europene, naționale și programe fundamentale ale Academiei Române;
- participarea în parteneriat a celor două institute la organizarea de conferințe științifice, simpozioane, seminarii, ateliere de lucru (workshopuri) etc.;
- colaborări la reviste publicate sau editate de părți;
- editarea de lucrări științifice și volume în colaborare, după caz.

1.3. Părțile sunt de acord să continue colaborarea în cadrul următoarelor domenii de cercetare comună:

- Proiectarea și implementarea de sisteme informatice pentru Proiectului fundamental „Atlase Lingvistice” al Academiei Române.
- Proiectarea și implementarea de instrumente de cercetare în dialectologie,
- Optimizări și implementare de noi facilități ale sistemelor informatice realizate în cadrul colaborărilor anterioare pentru editarea asistată de calculator și publicarea:
 - Atlasul Limbilor Europene – Atlas Linguarum Europae (ALE),
 - Atlasului lingvistic al dialectului aromân (ALAR),
 - Atlase sociolingvistice. Editarea textelor dialectale.

Art. 2 Durata acordului

2.1. Acordul de colaborare se încheie pentru o perioadă de 3 ani de la data semnării acestuia de către ambele părți și poate fi prelungit prin încheierea unui act adițional, cu acordul scris al părților.

Art. 3 Responsabilitățile părților

3.1. Prezentul acord de colaborare nu implică nici o obligație financiară pentru vreuna dintre părți.

3.2. Rezultatele cercetărilor științifice obținute pe baza derulării prezentului acord aparțin părților, iar drepturile de proprietate intelectuală aferente se vor repartiza între părți în funcție de contribuția fiecăreia, în conformitate cu legislația aplicabilă în vigoare.

3.3. Părțile contribuie la buna desfășurare a proiectelor științifice și culturale comune, în funcție de propriile resurse materiale, umane și de infrastructură.

Art. 4. Protecția datelor cu caracter personal

4.1. Prelucrarea datelor ce constituie obiectul prezentului acord intră sub incidența Regulamentului (UE) 679/2016 al Parlamentului European și al Consiliului privind protecția persoanelor fizice în ceea ce privește prelucrarea datelor cu caracter personal și libera circulație a acestor date.

4.2. Datele cu caracter personal vor fi utilizate exclusiv pentru realizarea obiectului prevăzut la art. 1 din prezentul acord, cu respectarea legislației în vigoare.

4.3. Prelucrarea datelor se face cu respectarea confidențialității și securității datelor; în acest sens, părțile se obligă să aplice măsurile tehnice și organizatorice adecvate pentru protejarea datelor cu caracter personal împotriva distrugerii accidentale sau ilegale, pierderii, modificării, dezvăluirii sau accesului neautorizat, precum și împotriva oricărei altei forme de prelucrare ilegală. Respectivul nivel de securitate trebuie să asigure un nivel de securitate adecvat în ceea ce privește riscurile pe care le reprezintă prelucrarea, raportat la natura datelor care trebuie protejate și la tehnologia utilizată în procesul de prelucrare.

Art. 5. Rezilierea și încetarea acordului

5.1. Nerespectarea obligațiilor asumate prin prezentul acord de către una dintre părți dă dreptul celeilalte părți de a rezilia acordul.

5.2. Încetarea prezentului acord intervine în următoarele situații:

- a) la expirarea duratei pentru care a fost încheiat;
- b) la o dată anterioară celei pentru care a fost încheiat, oricare dintre părți având dreptul a denunța unilateral prezentul acord în termen de 30 de zile după expedierea unei notificări scrise celeilalte părți, caz în care încetarea acordului nu va atrage răspunderi pentru niciuna din părți.
- c) în cazul în care operează rezilierea.

Art. 6 Dispoziții finale

6.1. Persoanele responsabile pentru derularea colaborării potrivit prezentului acord sunt:

- a) pentru Academia Română – Filiala Iași, Institutul de Informatică Teoretică: CS II dr. Silviu-Ioan Bejinariu, silviu.bejinariu@iit.academiaromana-is.ro;
- b) Institutul de Lingvistică al Academiei Române „Iorgu Iordan – Alexandru Rosetti”: Prof. Dr. Nicolae Saramandu m.c.A.R. email: nsaramandu@yahoo.com, CS I Dr. Habil. Manuela Nevaci, email: elanevaci@yahoo.com.

6.2. Prezentul acord poate fi modificat sau completat, prin act adițional, cu acordul ambelor părți semnatare, oricând interesele lor cer acest lucru sau când aceste circumstanțe au loc și nu au putut fi prevăzute în momentul în care s-a încheiat acordul.

6.3. Orice divergență privind prezentul acord de colaborare se va rezolva pe cale amiabilă între cele două părți. În cazul nesoluționării lor în acest mod, litigiile vor fi supuse instanțelor judecătorești competente din municipiul Iași.

6.4. Orice comunicare între părți în legătură cu prezentul acord se va face în scris. Orice document scris trebuie înregistrat atât la transmitere cât și la primire. Comunicările între părți care nu se referă la datele și informațiile confidențiale se vor face de asemenea prin telefon, fax sau e-mail, cu condiția ca primirea comunicării să fie confirmată și să poată fi dovedită.

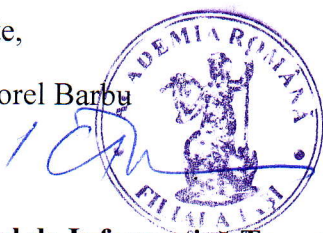
6.5. Prezentului acord i se va aplica și va fi interpretat în conformitate cu legea română.

Prezentul acord de colaborare a fost încheiat astăzi, 15/11/2021, în 4 (patru) exemplare originale, câte două pentru fiecare parte.

Academia Română – Filiala Iași

Președinte,

Acad. Viorel Barbu



Institutul de Informatică Teoretică

Responsabil acord,

CS II Dr. Silviu-Ioan Bejinariu

A blue ink signature of CS II Dr. Silviu-Ioan Bejinariu.

Director,

CS II Dr. Vasile Apopei

A blue ink signature of CS II Dr. Vasile Apopei.

Avizat juridic,

.....
PINA OLARU A
354/16.11.2021

**Institutul de Lingvistică al Academiei Române
„Iorgu Iordan – Alexandru Rosetti”**

Responsabili acord,

Prof. Dr. Nicolae Saramandu m.c.A.R.

CS I Dr. Habil. Manuela Nevaci

Director,

Conf. univ. Dr. Adina Dragomirescu



PROIECT FUNDAMENTAL DE CERCETARE

Componentă a Programului Fundamental al Academiei Române „Atlase Lingvistice”

a) Denumire

Atlase Lingvistice. Sisteme informatice pentru editarea asistată de calculator și publicarea planșelor atlaselor lingvistice.

b) Coordonator: CS II dr. Silviu-Ioan Bejinariu

Participanți la realizarea proiectului

1. Institutul de Informatică Teoretică al Academiei Române (IIT) – Coordonator în cadrul Academiei Române,
2. Institutului de Lingvistică „Iorgu Iordan - Alexandru Rosetti” al Academiei Române (ILIR),
3. Institutul de Filologie Română „A. Philippide”, Academia Română Filiala Iași (IFR).

c) Colectivul de cercetare din Institutul de Informatică Teoretică

- CS II dr. Silviu-Ioan Bejinariu
- CS dr. Florin Iftene
- CS drd. Ramona Luca

d) Termene de realizare

Etapa 1. Proiectarea de sisteme informatice pentru colectarea datelor și publicarea Atlaselor Lingvistice în format tipărit și on-line.

Termen: **15 iunie 2022**

Etapa 2. Implementarea sistemelor informatice proiectate pentru colectarea datelor și publicarea Atlaselor Lingvistice în format tipărit și on-line. Primele variante funcționale.

Termen: **31 decembrie 2022**

e) Experiența și stadiul actual al cunoștințelor în domeniu

Începând din anul 2000, în cadrul colaborării interdisciplinare a *Institutului de Informatică Teoretică* cu *Institutul de Filologie Română "Al. Philippide"* și *Universitatea "Al. I. Cuza" Iași* s-au pus bazele sistemului software pentru realizarea transcrierilor fonetice specifice limbii române, utilizate la editarea textelor dialectale și pregătirea pentru publicare a planșelor lingvistice din Atlasele Lingvistice. Cercetările desfășurate în cadrul proiectelor prioritare ale Academiei Române au condus la dezvoltarea de metode și modele informatice

care să ajute la studiul foneticii și fonologiei limbii române, editarea transcrierilor fonetice și implementarea unui software integrat care a fost utilizat de cercetătorii de la Institutul de Filologie Română "Al. Philippide" la editarea și publicarea volumelor III și IV ale *Noului Atlas Lingvistic Român pe Regiuni Moldova și Bucovina* (NALR-MB). Sistemul este utilizat și în prezent de cercetătorii IFR pentru pregătirea planșelor din volumul V al NALR-MB. De asemenea, colectivele IIT și IFR au mai colaborat și în cadrul altor proiecte ale Academiei Române sau cu finanțare extrabugetară.

Din anul 2017, în cadrul colaborării cu *Institutul de Lingvistică „Iorgu Iordan-Al. Rosetti” al Academiei Române*, a fost realizată o nouă versiune a sistemului care permite publicarea planșelor Atlasului Lingvistic al Dialectului Aromân (ALAR). Datorită modificărilor apărute în evoluția tehnologiilor informatice și al sistemelor de operare a fost necesară: reproiectarea structurilor de date utilizate de sistem; implementarea componentelor pentru generarea automată, editarea, consultarea și tipărirea hărților ALAR; proiectarea modului pentru generarea automată a listelor cu material lingvistic (ne)cartografiat. Noul sistem software, *AlrMaps* a fost deja utilizat de cercetătorii de la Institutul de Lingvistică „Iorgu Iordan-Al. Rosetti” pentru editarea planșelor volumului al II-lea al ALAR publicat la Editura Academiei Române. De asemenea, în 2019 - 2021 au fost proiectate și implementate: sistemul *AlrLibrary* pentru editarea textelor dialectale din Atlasul Sociolingvistic al Dialectului Aromân și componenta *ALR_Word_AddIn* ce permite editarea de texte în transcriere fonetică folosind Microsoft Word.

f) Scopul proiectului

Continuarea colaborării științifice dintre Institutul de Informatică Teoretică, Institutul de Lingvistică „Iorgu Iordan-Al. Rosetti” și Institutul de Filologie Română „A. Philippide” în cadrul proiectului fundamental „Atlase lingvistice” al Academiei Române, pentru implementarea de instrumente de cercetare în dialectologie și instrumente software pentru editarea asistată de calculator și publicarea în format tipărit și online a următoarelor atlase lingvistice:

- a. Atlasul Lingvistic Român pe Regiuni. Sinteză (ALR.Sinteză) – ILIR.
- b. Atlasul Lingvistic al Dialectului Aromân (ALAR) – ILIR;
- c. Atlase Sociolingvistice. Editarea textelor dialectale – ILIR, IFR.
- d. Atlasul Lingvistic Român pe Regiuni. Moldova și Bucovina (NALR-MB) – IFR.

g) Materiale și metode de lucru, alocare timp de cercetare

- Conform acordurilor de colaborare anexate și semnate de reprezentanții participanților;
- Deoarece în cursul anului 2022 membrii colectivului de cercetare din cadrul IIT sunt implicați și în alte proiecte de cercetare, pentru această temă vor avea o alocare parțială a normei de cercetare, după cum urmează:
 - CS II dr. Silviu-Ioan Bejinariu – 50% în fiecare dintre etapele 1 și 2,
 - CS drd. Ramona Luca – 25% în fiecare dintre etapele 1 și 2.

h) Obiective și valorificarea rezultatelor

Etapa 1. Proiectarea de sisteme informatice pentru colectarea datelor și publicarea Atlaselor Lingvistice în format tipărit și on-line.

Obiectiv 1. Proiectarea bazei de date lingvistice și a bazei de date geografice - șablonul hărții Atlasului Lingvistic Român pe Regiuni – Sinteză. **Colaborare ILIR.**

Obiectiv 2. Proiectarea bazei de date lingvistice și a bazei de date geografice, pentru publicarea online a resurselor dialectale din Noul Atlas Lingvistic Român pe Regiuni – Moldova și Bucovina. **Colaborare IFR.**

Etapa 2. Implementarea sistemelor informatice proiectate pentru colectarea datelor și publicarea Atlaselor Lingvistice în format tipărit și on-line. Primele variante funcționale.

Obiectiv 1. Implementarea aplicației desktop pentru generarea hărților Atlasului Lingvistic Român pe Regiuni – Sinteză. **Colaborare ILIR.**

Obiectiv 2. Implementarea aplicației web pentru publicarea online a resurselor dialectale din Noul Atlas Lingvistic Român pe Regiuni – Moldova și Bucovina. **Colaborare IFR.**

Rezultatele cercetărilor vor fi valorificate prin:

- rapoarte de cercetare,
- lucrări științifice publicate în reviste de specialitate sau conferințe,
- implementări software ce vor fi utilizate de ILIR și IFR pentru publicarea atlaselor lingvistice menționate anterior.

i) Rezultate concrete scontate

În anul 2022 institutele partenere în proiect (IIT, ILIR și IFR) vor colabora la realizarea următoarelor rezultate concrete:

- Perfecționarea și optimizarea sistemelor *AlrMaps* pentru editarea asistată de calculator a planșelor ALAR și *AlrLibrary* pentru editarea textelor dialectale;
- Perfecționarea și optimizarea componentei *ALR_Word_AddIn* pentru editarea textelor dialectale în Microsoft Word;
- Proiectarea și implementarea aplicației desktop *ALRS_MapGen* pentru managementul bazei de date cu informații dialectale și generarea hărților Atlasului Lingvistic Român pe Regiuni – Sinteză.
- Implementarea aplicației web pentru managementul bazei de date și publicarea online a resurselor dialectale din Noul Atlas Lingvistic Român pe Regiuni – Moldova și Bucovina.

j) Responsabilitățile participanților la proiect

Responsabilitățile participanților la proiect sunt cuprinse în cele două Acorduri de colaborare semnate de reprezentanții participanților și anexat la această propunere de proiect.

k) Colaborări

Institutul de Lingvistică „Iorgu Iordan – Al. Rosetti” al Academiei Române,

– Prof. dr. Nicolae Saramandu m.c.A.R.

– CS I dr. habil. Manuela Nevaci

Institutul de Filologie Română „A. Philippide”, Academia Română Filiala Iași.

– CS I dr. Florin-Teodor Olariu

Director,

CS II dr. Vasile Apopei

Întocmit,

CS II dr. Silviu-Ioan Bejinariu