



FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
1.2 Facultatea	Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
1.3 Departamentul	Dispozitive, Circuite și Arhitecturi Electronice
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Tehnologii Multimedia în Aplicații de Biometrie și Securitatea Informației

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)				Inteligență artificială aplicată în expertiza criminalistică a vorbirii			
(en)				Artificial Intelligence Applied in Speech Forensics			
2.2 Titularul activităților de curs				Ș.L. dr. ing. Șerban MIHALACHE			
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator				Ș.L. dr. ing. Șerban MIHALACHE			
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	II	2.6 Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	DA		2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M2.O.20-04		2.10 Tipul de notare	Nota

3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	2	Din care: 3.2 curs	1.00	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	28.00	Din care: 3.5 curs	14	3.6 seminar/laborator	14
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					40
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					7
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	47.00				
3.8 Total ore pe semestru	75				
3.9 Numărul de credite	3				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcursarea următoarelor discipline: – Inteligență artificială I: sisteme clasice de învățare automată – Metodologia expertizelor criminalistice
-------------------	--



4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea următoarelor cunoștințe generale: – concepte fundamentale despre modele, tehnici, metode și metodologii de învățare automată; – cunoștințe de bază despre metodologia expertizelor criminalistice.
--------------------------------	---

5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice (acolo unde este cazul)

5.1 Curs	– Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector și computer.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	– Proiectul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: videoproiector, computer și software specific (Python).

6. Obiectiv general (*Se referă la intențiile profesorilor pentru studenți, la ceea ce studenții vor fi învățați în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului științific abordat, precum și la rolul pe care acesta îl are în cadrul specializării studiate. Vor fi descrise de o manieră generală tematicile abordate, justificarea includerii cursului în planul de învățământ al specializării studiate etc.*)

Disciplina oferă o perspectivă teoretică și practică asupra utilizării sistemelor cu inteligență artificială pentru aplicații în expertiza criminalistică a vorbirii.

– În prima parte, cursul oferă o scurtă introducere în expertiza criminalistică a vorbirii și prezintă principalele sarcini specifice domeniului și posibilitățile de automatizare ale acestora folosind sisteme cu inteligență artificială. În partea a doua a cursului, sunt studiate aplicații bazate pe recunoașterea elementelor paralingvistice ale vorbirii, precum recunoașterea emoțiilor, a stresului și a vorbirii înșelătoare (minciuni). Sunt studiate principii-cheie și provocări întâlnite în dezvoltarea bazelor de date specifice acestor aplicații. În final, este prezentat un sistem cu inteligență artificială pentru detecția automată a vorbirii înșelătoare (minciuni).

– Proiectul se desfășoară în echipe și constă în dezvoltarea, antrenarea și validarea unor modele de inteligență artificială, atât clasice, cât și bazate pe rețele neurale profunde, pentru sarcina de detecție automată a vorbirii înșelătoare (minciuni).

7. Competențe (*Capacitatea dovedită de a utiliza cunoștințe, aptitudini și abilități personale, sociale și/sau metodologice în situații de muncă sau de studiu și pentru dezvoltarea profesională și personală. Reflectă cerințele angajatorilor.*)

Specifice	<ul style="list-style-type: none">– Demonstrează că deține cunoștințe privind utilizarea conceptelor teoretice și modelelor și tehnicilor moderne de inteligență artificială și învățare automată în expertiza criminalistică a vorbirii.– Aplică în practică cunoștințele teoretice dobândite și utilizează medii de simulare pentru analiza și prelucrarea semnalului vocal pentru recunoașterea elementelor paralingvistice din vorbire, cu accent pe detecția vorbirii înșelătoare (minciuni).– Aplică metode, tehnici și metodologii standardizate, specifice domeniului inteligenței artificiale și învățării automate, pentru rezolvarea problemelor de clasificare, în funcție de natura aplicației de expertiză criminalistică a vorbirii.– Argumentează și analizează coerent și corect contextul de aplicare a cunoștințelor de bază ale domeniului inteligenței artificiale și învățării automate, utilizând concepte cheie ale disciplinei și metodologia specifică.– Comunicare orală și în scris în limba română: utilizează vocabularul științific specific domeniului studiat, în vederea comunicării eficiente și corecte, în scris și oral.– Comunicare orală și în scris într-o limbă străină (engleză): demonstrează înțelegerea și aplicarea corectă a vocabularului aferent domeniului studiat, într-o limbă străină.
-----------	---



Transversale (generale)	<ul style="list-style-type: none">– Comunică eficient, în special în timpul orelor de aplicații, coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru rezolvarea de situații problemă de complexitate medie.– Autonomie și gândire critică: abilitatea de a gândi în termeni științifici, de a căuta și analiza date în mod independent, de a identifica soluții, precum și de a desprinde și prezenta concluzii.– Capacitate de analiză și sinteză: prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică.– Respectă principiile de etică academică: în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate.– Pune în practică elemente de inteligență emoțională în gestionarea socio-emoțională adecvată a unor situații din viața academică, demonstrând stăpânire de sine și obiectivitate în luarea deciziilor sau în situații de stres.
------------------------------------	--

8. Rezultatele învățării (Sunt enunțuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învățării reflectă realizările studentului și mai puțin intențiile profesorului. Rezultatele învățării informează studenții despre ceea ce se așteaptă de la ei din punct de vedere al performanței, pentru a obține notele și creditele dorite. Sunt definite în termeni concreți, folosind verbe similare exemplurilor de mai jos și indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învățării vor fi astfel redactate încât să fie evidențiată clar relația față de competențele definite la punctul 7.)

Cunoștințe	<p><i>Rezultatul asimilării de informații prin învățare. Cunoștințele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii și practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice și/sau faptice.</i></p> <ul style="list-style-type: none">– Definește corect noțiunile relevante domeniului inteligenței artificiale și învățării automate aplicate în expertiza criminalistică a vorbirii: emoții, stres, vorbire înșelătoare (minciuni), comportament suspect etc.– Descrie în mod corespunzător conceptele și aspectele particulare legate de aplicarea modelelor de învățare automată pentru expertiza criminalistică a vorbirii.– Descrie în mod corespunzător principiile specifice și provocările legate de dezvoltarea seturilor de date pentru aplicații de recunoaștere a elementelor paralingvistice pentru expertiza criminalistică a vorbirii, cu accent pe detecția vorbirii înșelătoare (minciuni).– Evidențiază metodologiile și tehnicile de antrenare și de testare pentru modelele de învățare automată aplicate în expertiza criminalistică a vorbirii.– Definește și utilizează elementele de bază legate de analiza și prelucrarea semnalului vocal (reprezentări în domeniile timp și frecvență).– Este capabil să utilizeze corect principalele modalități de extragere a trăsăturilor semnalului vocal (în domeniul timp, spectrale și cepstrale).
Aptitudini	<p><i>Capacitatea de a aplica cunoștințe și de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini și a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive și creative) sau practice (implicând dexteritate manuală și utilizarea de metode, materiale, unelte și instrumente).</i></p> <ul style="list-style-type: none">– Selectează și grupează informații relevante într-un context dat, putând astfel să descrie corespunzător diverse aspecte teoretice sau practice ale aplicării modelelor și tehnicilor de inteligență artificială și învățare automată în expertiza criminalistică a vorbirii.– Utilizează argumentat conceptele specifice domeniului inteligenței artificiale și învățării automate, în vederea abordării corecte a unor probleme.– Verifică experimental soluțiile identificate pentru rezolvarea practică a unor aplicații legate de prelucrarea semnalului vocal pentru aplicații de expertiză criminalistică a vorbirii.– Formulează concluzii corecte asupra rezultatelor experimentele realizate.– Argumentează modul de rezolvare și soluțiile utilizate pentru rezolvarea unor probleme.



Responsabilitate și autonomie	<i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i>
	– Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează.
	– Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate.
	– Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare.
	– Manifestă colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice.
	– Demonstrează autonomie în organizarea contextului de învățare și a problemelor de rezolvat.
	– Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile care să rezolve probleme din viața socială și economică.
– Analizează oportunități de afaceri sau de dezvoltare antreprenorială, pornind de la cunoștințele dobândite în domeniul inteligenței artificiale și învățării automate aplicate în expertiza criminalistică a vorbirii.	
– Demonstrează abilități de management ale situațiilor din viața reală (de exemplu gestionarea corectă a timpului de învățare).	

9. Metode de predare (Se vor avea în vedere metode care să asigure predarea centrată pe student. Se va descrie modul în care se asigură participarea studenților la stabilirea propriului parcurs de învățare, cum se identifică eventualele rămăneri în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)

– Cursurile sunt predate într-o manieră interactivă, fiind încurajată participarea activă a studenților. Sunt folosite atât metode clasice de predare (prelegerea și expunerea), utilizând prezentări PowerPoint prin intermediul mijloacelor multimedia, cât și interactive, bazate pe întrebări – răspunsuri și feedback-ul studenților, adaptând permanent demersul pedagogic la posibilitățile de asimilare și învățare a studenților (prin repetarea suplimentară a anumitor noțiuni și concepte, dacă acest lucru se dovedește necesar).

Fiecare curs debutează cu recapitularea succintă a capitolelor anterioare, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs. Prezentările utilizează numeroase imagini și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie cât mai ușor de înțeles și asimilat. Se lucrează împreună cu studenții un număr de exerciții sau probleme.

Materialele complete de curs sunt disponibile în format electronic pe platforma Moodle a facultății.

– Predarea cunoștințelor în cadrul orelor de proiect se bazează pe comunicarea orală și explicarea detaliată a metodelor utilizate și a rezultatelor obținute, într-o manieră permanent interactivă. Studenții implementează și evaluează problemele propuse, prin utilizarea calculatorului și a mediului software. Aplicațiile realizate îi ajută pe studenți în dezvoltarea unor relații optime de comunicare într-un climat favorabil învățării prin descoperire.

Materialele de proiect sunt disponibile studenților sub formă electronică pe platforma Moodle a facultății.

10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	“Introducere în expertiza criminalistică a vorbirii” – Istorie. Concepte generale. Statut juridic	2
2	“Sarcini specifice expertizei criminalistice a vorbirii” – Identificarea genului, vârstei, tipului de vorbitor (nativ sau nu). Identificarea identității vorbitorului. Automatizarea sarcinilor folosind sisteme cu inteligență artificială	2
3	“Elemente paralingvistice și sarcini conexe pentru expertiză criminalistică” – Introducere în recunoașterea emoțiilor. Introducere în detecția stresului. Introducere în detecția vorbirii înșelătoare (minciuni), poligraful, conceptul de poligraf vocal	4



4	“Principii și provocări pentru dezvoltarea bazelor de date” – Puncte tari și puncte slabe pentru baze de date relevante folosite în cercetare. Baza de date RODECAR	2
5	“Studiu de caz: detecția automată a vorbirii înșelătoare folosind sisteme cu inteligență artificială” – Exemplu de sistem cu inteligență artificială pentru detecția automată a vorbirii înșelătoare (minciuni)	4
Total:		14

Bibliografie:

1. Ș. Mihalache, *Inteligență artificială aplicată în expertiza criminalistică a vorbirii*, suport de curs electronic pe platforma Moodle a facultății de ETTI: <https://curs.upb.ro/>
2. Ș. Mihalache, *Speech Signal Analysis and Processing Techniques for Automatic Recognition of Paralinguistic Elements, with Applications in Forensic Speech*, teză de doctorat (coordonator: D. Burileanu), Universitatea POLITEHNICA din București, 2023.
3. D. Burileanu, *Written and Spoken Language Processing Techniques with Applications in Automatic Speech Synthesis and Forensics*, teză de abilitare, Universitatea POLITEHNICA din București, 2022.
4. C.M. Bishop, *Pattern Recognition and Machine Learning*, Springer International Publishing, 2006, ISBN: 978-0387-31073-2.
5. T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, *The Elements of Statistical Learning*, 2nd Edition, Springer International Publishing, 2009, ISBN: 978-0-387-84857-0.
6. Ș. Mihalache, D. Burileanu, “Using Voice Activity Detection and Deep Neural Networks with Hybrid Speech Feature Extraction for Deceptive Speech Detection”, *Sensors*, Vol. 22, Issue 3: 1228, MDPI, Basel, Switzerland, pp. 1-21, Feb. 2022, ISSN: 1424-8220, DOI:10.3390/s22031228 (Q1, FI = 3.576).
7. Ș. Mihalache, Gh. Pop, D. Burileanu, “Introducing the RODECAR Database for Deceptive Speech Detection”, *Proc. of the 10th Intl. Conf. on Speech Technology and Human-Computer Dialogue (SpeD)*, Timișoara, pp. 1-6, Oct. 10-12, 2019, IEEE NY, ISBN: 978-1-7281-0984-8, DOI:10.1109/SPED.2019.8906542.

PROIECT

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Dezvoltarea, antrenarea și validarea unor modele de inteligență artificială, atât clasice, cât și bazate pe rețele neurale profunde, pentru sarcina de detecție automată a vorbirii înșelătoare (minciuni)	12
2	Predarea și susținerea raportului de proiect	2
Total:		14

Bibliografie:

1. Ș. Mihalache, *Inteligență artificială aplicată în expertiza criminalistică a vorbirii – Îndrumar de proiect*, disponibil în format electronic pe platforma Moodle a facultății de ETTI: <https://curs.upb.ro/>
2. ***, *scikit-learn – Machine Learning in Python*, documentație și manual de utilizare, disponibile în format electronic: <https://scikit-learn.org/stable/>
3. ***, *NumPy documentation*, documentație și manual de utilizare, disponibile în format electronic: <https://numpy.org/doc/>
4. ***, *pandas documentation*, documentație și manual de utilizare, disponibile în format electronic: <https://pandas.pydata.org/docs/>

11. Evaluare



Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Cunoașterea noțiunilor teoretice fundamentale legate de utilizarea sistemelor cu inteligență artificială pentru aplicații de expertiză criminalistică a vorbirii. Cunoașterea modului de aplicare a teoriei la rezolvarea unor probleme specifice domeniului.	Examen scris în sesiunea de examene.	50%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Înțelegerea modelelor și tehnicilor de inteligență artificială aplicate în expertiza criminalistică a vorbirii. Cunoașterea modului de simulare și de implementare practică (pe calculator) a metodelor și tehnicilor studiate, cu ajutorul unor medii de programare evolute.	Prezentarea orală a proiectului în ultima ședință alocată acestei activități.	50%
11.6 Condiții de promovare			
– Obținerea a minimum 50% din punctajul total.			

12. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților angajatorilor și asociațiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum și cu stadiul actual al cunoașterii în domeniul științific abordat și practicile în instituții de învățământ superior din Spațiul European al Învățământului Superior (SEIS)

În ultimele decenii, domeniul de inteligență artificială (IA) a înregistrat o creștere spectaculoasă, devenind o forță motrice în progresul tehnologic global. Instituții de învățământ superior din întreaga lume își revizuiesc programele de studiu pentru a incorpora cunoștințele și abilitățile necesare pentru a face față acestui trend emergent. Utilitatea profundă a domeniului de IA se reflectă în multiplele sale aplicații practice, de la sisteme de recomandare în comerțul electronic la asistență medicală, vehicule autonome, și multe altele. Studiul domeniului de IA la nivel universitar nu doar că permite studenților să obțină o înțelegere profundă a conceptelor tehnice, ci îi pregătește și pentru a fi competitivi pe piața muncii, într-un peisaj profesional în continuă schimbare.

Utilizarea sistemelor cu inteligență artificială în expertiza criminalistică a vorbirii a reprezentat o inovație semnificativă în domeniul juridic. Aceste tehnologii avansate pot analiza modelele subtile ale discursului și pot identifica indicii importante în anchetele penale. Prin analiza tonului, ritmului vorbirii și a altor caracteristici ale vocii umane, algoritmul inteligent poate identifica emoțiile ascunse și poate detecta indicii de vorbire înșelătoare (minciuni) sau manipulare. Aceste sisteme au devenit instrumente valoroase pentru detectarea fraudelor, evaluarea veridicității mărturiilor și descoperirea adevărului în cazurile complexe. Utilizarea lor în expertiza criminalistică a vorbirii a sporit eficiența investigațiilor, asigurând o abordare mai precisă și riguroasă.

Se asigură astfel absolvenților competențe adecvate cu necesitățile calificărilor actuale și o pregătire științifică și tehnică modernă, de calitate și competitivă, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, disciplina fiind perfect încadrată în politica Universității Naționale de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București, atât din punctul de vedere al conținutului și structurii, cât și din punctul de vedere al aptitudinilor și deschiderii internaționale oferite studenților. Posibili angajatori vizează atât mediul academic (profil didactic și de cercetare), cât și mediul de cercetare-dezvoltare din instituțiile de stat și private care utilizează (sau intenționează să folosească) sisteme bazate pe inteligență artificială.



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
Facultatea de Electronică, Telecomunicații și
Tehnologia Informației



Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicații
	Ș.L. dr. ing. Șerban MIHALACHE	Ș.L. dr. ing. Șerban MIHALACHE

Data avizării în departament	Director de departament
------------------------------	-------------------------

31.10.2024	Prof. Dr. Claudiu DAN
------------	-----------------------

Data aprobării în Consiliul Facultății	Decan
---	-------

01.11.2024	Prof. Dr. Mihnea Udrea
------------	------------------------