Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti
Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi
Tehnologia Informaţiei

FIŞA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituţia de învăţământ superior	**Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti**
1.2 Facultatea	**Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologia Informaţiei**
1.3 Departamentul	**Dispozitive, Circuite şi Arhitecturi Electronice**
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologii Informaţionale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Tehnologii Multimedia în Aplicaţii de Biometrie şi Securitatea Informaţiei

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Proiect de cercetare-dezvoltare în tehnologia vorbirii Research Project in Speech Technology			
2.2 Titularul activităţilor de curs				–			
2.3 Titularul activităţilor de seminar / laborator				Conf. dr. ing. Horia CUCU			
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	2	2.6. Tipul de evaluare	V	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei		S	2.9 Codul disciplinei	5		2.10 Tipul de notare	Nota

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	2	Din care: 3.2 curs	0.00	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învăţământ	28	Din care: 3.5 curs	0	3.6 seminar/laborator	28
Distribuţia fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie şi notiţe Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii şi eseuri					41
Tutorat					2
Examinări					4
Alte activităţi (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. Precondiţii (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcurgerea următoarelor discipline: – Tehnologii biometrice. Analiza semnalului vocal şi a semnalelor biologice – Inteligenţă artificială I: sisteme clasice de învăţare automată

4.2 de rezultate ale învăţării	Acumularea următoarelor cunoştinţe generale: – programare în limbaj Python; – cunoştinţe de bază despre analiza şi prelucrarea semnalului vocal; – concepte fundamentale despre modele şi tehnici de învăţare automată.

5. Condiţii necesare pentru desfăşurarea optimă a activităţilor didactice (acolo unde este cazul)

5.1 Curs	Nu este cazul.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	– Proiectul se va desfăşura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: videoproiector, computer, software şi dispozitive pentru achiziţia şi prelucrarea de semnal vocal.

6. Obiectiv general *(Se referă la intenţiile profesorilor pentru studenţi, la ceea ce studenţii vor fi învăţaţi în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului ştiinţific abordat, precum şi 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 învăţământ al specializării studiate etc.)*

Proiectul de cercetare are ca scop familiarizarea studenţilor cu conceptul de recunoaştere a vorbitorului, într-o manieră foarte practică: realizarea individual sau în echipe de doi studenţi a unui sistem personalizat de recunoaşterea vorbitorului. Sunt prezentate diversele scenarii de lucru (de exemplu, identificare vs. verificare, set închis vs. set deschis de vorbitori) şi este abordat unul dintre acestea. Studenţii utilizează seturi de date disponibile public, atât cu vorbire în limba română, cât şi multilingve şi arhitecturi de reţele neurale moderne. Studenţii au şi opţiunea de a-şi crea propriul set de date de vorbire înregistrată astfel încât sistemul realizat să poată recunoaşte şi vocea lor. Proiectul asigură pregătirea studenţilor în vederea formulării ipotezelor experimentale, proiectării experimentelor aferente, realizării practice a experimentelor şi raportării rezultatelor ştiinţifice.

7. Competenţe *(Capacitatea dovedită de a utiliza cunoştinţe, aptitudini şi abilităţi personale, sociale şi/sau metodologice în situaţii de muncă sau de studiu şi pentru dezvoltarea profesională şi personală. Reflectă cerinţele angajatorilor.)*

Specifice	– Demonstrează că deţine cunoştinţe de bază privind prelucrarea semnalului vocal şi învăţarea automată aplicate la realizarea sistemelor de identificare sau verificare a vorbitorului. – Aplică în practică cunoştinţele teoretice dobândite şi utilizează programe specializate pentru realizarea de experimente ştiinţifice de identificare sau verificare a vorbitorului. – Aplică metode şi instrumente standardizate, specifice domeniilor prelucrării semnalului vocal şi a limbajului natural, pentru realizarea procesului de evaluare a unei situaţii, în funcţie de problemele de rezolvat şi identifică soluţii. – Argumentează şi analizează coerent şi corect contextul de aplicare a cunoştinţelor de bază ale domeniilor prelucrării semnalului vocal şi învăţării automate, utilizând concepte cheie ale disciplinei şi metodologia specifică. – Comunicare orală şi în scris în limba română: utilizează vocabularul ştiinţific specific domeniului studiat, în vederea comunicării eficiente şi corecte, în scris şi oral. – Comunicare orală şi în scris într-o limba străină (engleză): demonstrează înţelegerea şi aplicarea corectă a vocabularului aferent domeniului studiat, într-o limbă străină.

Transversale (generale)	– Comunică eficient în timpul orelor de aplicaţii coordonându-şi eforturile cu ceilalţi pentru rezolvarea de situaţii problemă de complexitate medie. – Autonomie şi gândire critică: abilitatea de a gândi în termeni ştiinţifici, de a căuta şi analiza date în mod independent, de a identifica soluţii, precum şi de a desprinde şi prezenta concluzii. – Capacitate de analiză şi sinteză: prezintă în mod sintetic cunoştinţele 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 inteligenţă emoţională în gestionarea socio-emoţională adecvată a unor situaţii din viaţa academică, demonstrând stăpânire de sine şi obiectivitate în luarea deciziilor sau în situaţii de stres.

8. Rezultatele învăţării *(Sunt enunţuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învăţării reflectă realizările studentului şi mai puţin intenţiile profesorului. Rezultatele învăţării informează studenţii despre ceea ce se aşteaptă de la ei din punct de vedere al performanţei, pentru a obţine notele şi creditele dorite. Sunt definite în termeni concreţi, folosind verbe similare exemplelor de mai jos şi indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învăţării vor fi astfel redactate încât să fie evidenţiată clar relaţia faţă de competenţele definite la punctul 7.)*

Cunoştinţe	*Rezultatul asimilării de informaţii prin învăţare. Cunoştinţele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii şi practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice şi/sau faptice.* – Defineşte corect noţiunile de bază aferente domeniului recunoaşterii vorbitorului: parametrii de semnal vocal, tipul de recunoaştere (identificare vs. verificare), setul de vorbitori (închis vs. deschis), metricile de evaluare etc. – Defineşte şi utilizează corect, în contextul recunoaşterii vorbitorului, elementele de bază legate de prelucrarea semnalului vocal şi învăţarea automată. – Înţelege particularităţile sistemelor de recunoaşterea vorbitorului şi a metodelor de proiectare şi implementare a acestor sisteme. – Înţelege atât conceptele de bază ale domeniului învăţării automate, cât şi tehnicile moderne bazate pe reţele neurale profunde, aplicate în realizarea sistemelor de recunoaşterea vorbitorului. – Descrie coerent şi corect modul de funcţionare a sistemelor de recunoaşterea vorbitorului şi sursele de eroare ce pot apărea în funcţionarea acestora. – Evidenţiază modalităţile de evaluare şi metricile de performanţă pentru sistemele de recunoaşterea vorbitorului.
Aptitudini	*Capacitatea de a aplica cunoştinţe şi de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini şi a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive şi creative) sau practice (implicând dexteritate manuală şi utilizarea de metode, materiale, unelte şi instrumente).* – Selectează şi grupează informaţii relevante într-un context dat, putând să descrie corespunzător diverse aspecte teoretice sau practice ale sistemelor de recunoaştere a vorbitorului. – Utilizează argumentat conceptele specifice domeniului, în vederea abordării corecte a unor probleme. – Verifică experimental soluţiile identificate pentru problemele apărute în timpul dezvoltării sistemelor de recunoaştere a vorbitorului. – Formulează concluzii corecte asupra rezultatelor experimentele realizate. – Argumentează modul de rezolvare şi soluţiile utilizate pentru rezolvarea unor probleme.

Responsabilitate şi autonomie	*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom şi responsabil cunoştinţele şi aptitudinile sale.* – Selectează surse bibliografice potrivite şi le analizează. – Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate. – Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învăţare. – Manifestă colaborare cu ceilalţi colegi şi cadre didactice în desfăşurarea activităţilor didactice. – Demonstrează autonomie în organizarea contextului de învăţare şi a problemelor de rezolvat. – Conştientizează valoarea contribuţiei sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluţii viabile care să rezolve probleme din viaţa socială şi economică. – Analizează oportunităţi de afaceri sau de dezvoltare antreprenorială, pornind de la cunoştinţele dobândite în domeniul interfeţelor de comunicare prin voce cu sisteme inteligente. – Demonstrează abilităţi de management ale situaţiilor din viaţa reală (de exemplu gestionarea corectă a timpului de învăţare).

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 studenţilor la stabilirea propriului parcurs de învăţare, cum se identifică eventualele rămâneri în urmă şi ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)*

Activităţile asistate prevăd (i) prezentarea succintă a conceptelor fundamentale cu care se va opera în şedinţa respectivă, (ii) explicarea detaliată a metodelor utilizate şi a rezultatelor ce se doresc a fi obţinute şi (iii) realizarea, individual sau în echipe de doi studenţi, a paşilor necesari proiectării, implementării sau evaluării sistemelor de recunoaştere a vorbitorului, după caz. În prima etapă, eminamente interactivă, sunt folosite metode clasice de predare (prelegerea şi expunerea), având ca material suport prezentări electronice, materiale audio şi/sau video. Sunt încurajate în permanenţă interacţiunile verbale cu studenţii, întrebările, răspunsurile astfel încât demersul pedagogic să poată fi adaptat la posibilităţile de asimilare şi învăţare a studenţilor. În etapa a doua sunt explicaţi paşii practici pe care urmează să-i realizeze studenţii şi sunt descrise uneltele hardware şi software şi metodele ştiinţifice pe care aceştia trebuie să le utilizeze. În a treia etapă studenţii implementează şi evaluează independent problemele de studiu prin utilizarea calculatorului, a mediului software şi a echipamentelor dedicate (atunci când este cazul).
Etapa a treia se extinde şi în afara orelor propriu-zise, presupunând cel puţin 60% lucru individual suplimentar faţă de activităţile asistate. Aplicaţiile realizate îi ajută pe studenţi în dezvoltarea unor relaţii optime de comunicare într-un climat favorabil învăţării prin descoperire. Materialele de proiect sunt disponibile studenţilor sub formă electronică pe platforma Moodle a facultăţii.

10. Conţinuturi

PROIECT		
Nr. crt.	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	Introducere în recunoaşterea vorbitorului	4
2	Seturi de date pentru recunoaşterea vorbitorului	4
3	Trăsături vocale obţinute cu modele de învăţare profundă preantrenate. Comparaţii, analize şi evaluări subiective	4
4	Sisteme de recunoaşterea vorbitorului bazate pe trăsături vocale obţinute cu modele de învăţare profundă preantrenate	4
5	Sumarizarea, prezentarea şi interpretarea rezultatelor experimentale pentru diverse sarcini conexe recunoaşterii vorbitorului	4
6	Evaluarea sistemelor de recunoaşterea vorbitorului. Metrici de evaluare şi analiza detaliată a erorilor	4
7	Proiectarea şi antrenarea de la zero a unui sistem de recunoaştere a vorbitorului	4

	Total:	28

Bibliografie:

1. H. Cucu, *Proiect de cercetare-dezvoltare în tehnologia vorbirii: îndrumar de proiect*, disponibil în format electronic pe platforma Moodle a facultăţii de ETTI: https://curs.upb.ro/
2. D. Oneaţă, Al.L. Georgescu, H. Cucu, D. Burileanu, C. Burileanu, "Revisiting SincNet: An Evaluation of Feature and Network Hyperparameters for Speaker Recognition", *Proceedings of the 28th European Signal Processing Conference* (*EUSIPCO*), Amsterdam, the Netherlands, pp. 361-365, Dec. 2020, IEEE NY, ISBN: 978-9-0827-9705-3, DOI:10.23919/Eusipco47968.2020.9287794.
3. A. Buzo, H. Cucu, L. Petrică, D. Burileanu, *Metodă şi sistem pentru diarizare în timp real a semnalelor audio, utilizate pentru recunoaşterea automată a vorbirii şi a vorbitorului*, brevet nr. 130883 B1 / 27.02.2019, înregistrat la OSIM.
4. V. Andrei, H. Cucu, C. Burileanu, "Overlapped Speech Detection and Competing Speaker Counting – Humans Versus Deep Learning", *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*, vol 13, issue 4, pp. 850-862, Aug. 2019, IEEE NY, ISSN: 1941-0484, DOI:10.1109/JSTSP.2019.2910759, ISI IF 6.688.
5. Al.L. Georgescu, A. Caranica, H. Cucu, C. Burileanu, "RoDigits – a Romanian Connected-Digits Speech Corpus for Automatic Speech and Speaker Recognition", *University "Politehnica" of Bucharest Scientific Bulletin, Series C*, Bucharest, vol. 80, issue 3, pp. 45-62, 2018, ISSN: 2286-3540.
6. Al.L. Georgescu, H. Cucu, "GMM-UBM Modeling for Speaker Recognition on a Romanian Large Speech Corpora", *Proceedings of the 12th Romanian International Conference on Communications* (*COMM*), Bucharest, Romania, 2018.
7. J.H.L. Hansen and T. Hasan, "Speaker Recognition by Machines and Humans: A Tutorial Review", *IEEE Signal Processing Magazine*, 32(6):74–99, 2015.
8. M.W. Mak and J.T. Chien, "Tutorial on Machine Learning for Speaker Recognition", *Proceedings of Interspeech*, San Francisco, USA, Sept. 2016.
9. J.S. Chung et al. "In Defence of Metric Learning for Speaker Recognition", *Proceedings of Interspeech*, Shanghai, China, pp. 2977-2982, Oct. 2020, DOI: 10.21437/Interspeech.2020-1064.
10. N.R Koluguri, T. Park, B. Ginsburg, "TitaNet: Neural Model for Speaker Representation with 1D Depth-wise Separable Convolutions and Global Context", *Proceedings of the 2022 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing* (*ICASSP*), Singapore, pp. 8102-8106, Mai 2022.
11. J. Peng et al., "Improving Speaker Verification with Self-Pretrained Transformer Models", *Proceedings of Interspeech*, Dublin, Ireland, pp. 5361-5365, Aug. 2023, DOI:10.21437/Interspeech.2023-453.

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	–	–	–

11.5 Seminar/laborator/proiect	Corectitudinea şi complexitatea părţii teoretice a proiectului. Cantitatea de experimente realizate şi corectitudinea acestora. Modul de prezentare a rezultatelor.	Notarea acestei activităţi este în regim de verificare pe parcurs (cu notă de la 1 la 10). Se va realiza o evaluare a raportului de proiect şi totodată o evaluare orală a cunoştinţelor prin întrebări adresate studenţilor în urma prezentării raportului de proiect.	100%
11.6 Condiţii de promovare			
– Obţinerea a 50% din punctajul total. – Crearea sistemului de recunoaştere a vorbitorului. – Analizarea calităţii sistemului de recunoaştere a vorbitorului. – Realizarea raportului de proiect.			

12. Coroborarea conţinutului disciplinei cu aşteptările reprezentanţilor angajatorilor şi asociaţiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum şi cu stadiul actual al cunoaşterii în domeniul ştiinţific abordat şi practicile în instituţii de învăţământ superior din Spaţiul European al Învăţământului Superior (SEÎS)

Programa disciplinei oferă studenţilor suportul teoretic şi practic necesar atât cunoaşterii principiilor şi tehnicilor de bază de recunoaşterea vorbitorului, cât şi proiectării şi evaluării unor sisteme practice de recunoaşterea vorbitorului, bazate pe prelucrarea semnalului vocal şi învăţare automată. Disciplina răspunde concret cerinţelor actuale de dezvoltare şi evoluţie a economiei europene a serviciilor din domeniul ICT, dar şi practicilor curente din cadrul celor mai avansate instituţii de învăţământ superior din Europa.
În contextul progresului actual al tehnologiei informaţiei şi Inteligenţei Artificiale, domeniile de activitate vizate sunt extrem de numeroase, de la aplicaţii de “consum” (tehnologii de vorbire pentru înglobarea în diverse aparate electrocasnice sau terminale mobile inteligente), domeniul medical (produse şi tehnologii de analiza şi prelucrarea semnalelor, comanda roboţilor medicali, sisteme de dictare a prescripţiilor medicale, indexarea bazelor de date medicale), domeniul de indexare audio pentru aplicaţii multimedia, până la roboţi şi asistenţi virtuali inteligenţi ce includ interfeţe interactive bazate pe recunoaşterea vorbirii şi răspuns prin voce ce trebuie să realizeze, din motive de securitate, şi identificarea vorbitorului.
Se asigură astfel absolvenţilor competenţe adecvate cu necesităţile calificărilor actuale şi o pregătire ştiinţifică şi tehnică modernă, de calitate şi competitivă, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, disciplina fiind perfect încadrată în politica Universităţii Naţionale de Ştiinţă şi Tehnologie POLITEHNICA Bucureşti, atât din punctul de vedere al conţinutului şi structurii, cât şi din punctul de vedere al aptitudinilor şi deschiderii internaţionale oferite studenţilor. Posibilii angajatori vizează atât mediul academic (profil didactic şi de cercetare), cât şi mediul de cercetare-dezvoltare din instituţiile de stat şi private care utilizează tehnologiile vorbirii (în mod special recunoaşterea vorbitorului), în realizarea unor interfeţe interactive sau a unor sisteme evoluate de dialog cu autentificare vocală.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicaţii
21.09.2026	–	Conf. dr. ing. Horia CUCU

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

Data avizării în departament	Director de departament
22.09.2026	Prof. Dr. Claudius Dan
Data aprobării în Consiliul Facultății	Decan
22.09.2026	Prof. Dr. Mihnea Udrea