

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Facultatea de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
1.3 Departamentul	Comunicații
1.4 Domeniul de studii	Inginerie electronică, telecomunicații și tehnologii informaționale
1.5 Ciclul de studii	Master
1.6 Programul de studii / Calificarea	Inteligență artificială și prelucrări de semnale în electronică și telecomunicații (în limba engleză) / Master
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	IAPSET-E 09.20

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Analiza, sinteza și recunoașterea semnalului vocal						
2.2 Aria de conținut	Arie teoretică Arie metodologică Arie de analiză						
2.3 Responsabil de curs	Prof.dr.ing. Eugen LUPU – Eugen.Lupu@com.utcluj.ro						
2.4 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	prof.dr.ing. Eugen LUPU – Eugen.Lupu@com.utcluj.ro						
2.5 Anul de studiu	1	2.6 Semestrul	2	2.7 Tipul de evaluare	E	2.8 Regimul disciplinei	DS/DO

3. Timpul total estimat

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar / laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	42	din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar / laborator	14
Distribuția fondului de timp					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					20
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					12
Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					20
Tutoriat					3
Examinări					3
Alte activități:					
3.7 Total ore studiu individual					58
3.8 Total ore pe semestru					100
3.9 Numărul de credite					4

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	N/A
4.2 de competențe	Cunostinte generale de prelucrari numerice de semnale si voce (eventual), matematica, utilizare MATLAB/Python

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Cluj-Napoca
5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	Cluj-Napoca

6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	C1.Elemente despre producerea, achiziția și modelarea SV. C2. Parametrii semnalului vocal de interes funcție de aplicație C3.Sisteme de analiză a SV C4. Sisteme de sinteză ASV C5. Sisteme de recunoaștere a SV C6. Sisteme biometrice, recunoașterea vorbitorului C7. Tendințe în prelucrarea SV în contextul dezvoltării IA
Competențe transversale	N/A

7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea de competențe profesionale în prelucrarea SV/audio
7.2 Obiectivele specifice	1. Înțelegerea conceptelor de bază privind modelarea și prelucrarea SV 2. Dezvoltarea de deprinderi și abilități necesare pentru utilizarea și realizarea de aplicații în domeniul semnalului vocal

8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
1. Introducere. Noțiuni despre procesul vorbirii. Mecanismul fonației. Parametrii acustici ai semnalului vocal (SV). Caracteristici obiective/subiective ale SV. Modele de producere a SV (Fant). Incadrarea SV între semnale.	Expunere la tablă, prezentare cu videoproiector, discuții.	Nu este cazul.
2. Prelucrarea SV. Analiza, Sinteza, Compresia, Recunoașterea. Preluarea și eșantionarea SV. Traductoare acustice. Caracteristici. Eșantionarea și reconstrucția SV. Ferestruirea. Preaccentuarea.		
3. Analiza SV în domeniul timp. Amplitudinea medie/maximă. Funcția densitate de amplitudine. Numărul Trecherilor prin Zero. Energia medie. Energia instantanee/medie Teager. Frecvența fundamentală. Metode de obținere a FF. Metoda TESPARE. Prezentare și utilizare. Definirea alfabetului de simboluri.		
4. Analiza în domeniul frecvență. Transformata Fourier pe timp scurt. Algoritmi FFT (TFR). Analiza prin banc de filtre digitale.		
5. Analiza TFR pe timp scurt. Spectrograma. Banc de filtre rezultat din TFR. Analiza homomorfică. Cepstrul FFT. Obținerea spectrului netezit și FF.		

6.Analiza LPC a SV. Determinarea parametrilor modelului. (decizia s/n, FF, castigul, coeficienții filtrului). Etapele procesării LPC pentru recunoasterea SV. Coeficientii LPCC.		
7.Analiza perceptuală: Analiza PLP. Analiza cepstrală MEL. Coeficientii MFCC.		
8.Sinteza vorbirii. Introducere. Sisteme de sinteză și sintetizoare de voce. Metode uzuale folosite în sistemele de sinteză . Elemente de prozodie. Sisteme de sinteză folosind generarea directă- sintetizoare de canal. Sisteme de sinteză a vocii pe bază de model. Sinteza formantică. Sinteza LPC. Sisteme de sinteză a vocii prin simularea tractului vocal.		
9. Sinteza text-to-speech prezentare generala. Introducere. Conversia textului si analiza lingvistica. Sinteza vorbirii. Sisteme de sinteza vorbirii.		
10.Problematika recunoașterii automate a vorbirii/vorbitorului. Sisteme de recunoastere. Metrică în spațiul acustic. Distanțe (Euclidiană, LPC, cepstrală). Metode folosite în recunoașterea SV. Metoda alinierii dinamice (DTW).		
12.Cuantizarea vectorială. Algoritmi de determinare a dicționarului: cu prag, k-means, Lind-Buzo-Gray, eLBG. Metode stochastice pentru recunoaștere. Modele Markov ascunse (HMM). Evaluarea probabilități totale de observare. Problema descoperirii secvenței optimale de stări ascunse. Problema antrenării. Tendinte in prelucrarea SV in contextul dezvoltarii IA.		
13. Introducere in biometrie. Verificatori biometrici. Vocea – cheie de autentificare.		
14.Recunoașterea vorbitorului (RV). Caracteristicile vorbitorului. Parametri folosiți la recunoașterea vorbitorului. Taxonomia sistemelor de RV. Sisteme de RV dependente de text. Sisteme de RV independente de text.		
<p>Bibliografie</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Matlab User Guide, „Signal Toolbox”, The MathWorks, Inc. 2. Vinay K. Ingle, J.G. Proakis Digital signal processing using MATLAB, Brooks/Cole 2000 3. Rabiner, L.R., Juang, B.H. “Fundamentals of speech recognition “ Prentice-Hall, 1993 4. Boite, R.Kunt, M."Traitement de la parole" Presses Polytechnique Romandes ,1987 5. Furui, S. "Digital speech processing, synthesis and recognition", Ed. Marcel Dekker 2001 6. Caliope „La parole et son traitement automatique” Ed. Masson, 1989 7. Lupu E., Pop G.P. “Prelucrarea numerica a semnalului vocal, Ed. RISOPRINT, 2004 8. Giurgiu M. Peev Luciana Sinteza din text a semnalului vocal Ed. RISOPRINT 2006 9. Benesty J,Sondhi M, Huang Y. Handbook of Speech Processing, Springer 2009 10. https://elupu.utcluj.ro/index.php/analiza-sinteza-si-recunosterea-semnalului-vocal-cursuri/ 		

8.2 Laborator	Metode de predare	Observații
1. Procesarea semnalelor audio in Matlab.	Lucrari practice pe PC.	
2. Determinarea FF in domeniul timp. Metoda Autocorelatiei. Clipping. AMDF.		
3. Determinarea FF in domeniul frecventa. Metoda homomorfica/cepstrala		
4. Determinarea formantilor prin analiza LPC.		
5. Evaluare sintetizoare Text-vorbire (WATSON, TTSMP3)		
6. Evaluare comparativa a transcriber-erelor SONIX.ai si Video Audio Transcribe Index & Search (VATIS) pentru limba romana		
7. Evaluare laborator.		
Referinte		
11. https://elupu.utcluj.ro/index.php/asrsv-laborator/		
12. https://www.ibm.com/demos/live/tts-demo/self-service		
13. https://vatis.tech/		
14. https://ttsmp3.com/		
15. https://sonix.ai/		
16. https://biblioteca.utcluj.ro/files/carti-online-cu-coperta/502-2.pdf		
17. https://biblioteca.utcluj.ro/files/carti-online-cu-coperta/593-0.pdf		

9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului

Competențele dobândite vor fi folosite în următoarele ocupații conform COR (Clasificarea Ocupațiilor din România): Inginer electronist, telecomunicații; Inginer sunet; Proiectant inginer electronist Inginer șef car reportaj; Inginer șef schimb emisie; Inginer suport vânzări; Dezvoltator de aplicații multimedia

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Rezolvare 3-4 probleme și răspunsuri la un set de întrebări grila din teorie	Probă scrisă	80%
10.5 Seminar/Laborator	Verificarea deprinderilor și abilităților dobândite în urma activităților de laborator	Verificare pe parcurs prin rapoarte de laborator	20%
10.6 Standard minim de performanță			
Nivel calitativ:			
<i>Cunoștințe minimale:</i>			
✓ Cunoașterea modului de producere a SV și principiile care stau la baza prelucrării SV			
✓ Cunoașterea principalelor modalități de procesare a SV.			
<i>Competențe minimale:</i>			
✓ Să poată enumera principalele metode de prelucrare a SV			
✓ Să poată preciza parametrii extrasi în domeniul timp/frecvență			
✓ Să poată preciza care sunt principalele metode utilizate la sinteza și recunoașterea SV			
✓ Să cunoască noile tendințe în domeniu sub impactul IA			
Nivel cantitativ:			
✓ Efectuarea tuturor lucrărilor de laborator			
✓ Notele la examen și laborator să fie minim 5.			

✓ Nota la disciplină se calculează cu relația: $0,8 * \text{Nota_examen} + 0,2 * \text{Nota_laborator}$

Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
21.06.2024	Curs	Prof.dr.ing. Eugen LUPU	
	Aplicații	Prof.dr.ing. Eugen LUPU	

Data avizării în Consiliul Departamentului Comunicatii 10.07.2024	Director Departament Comunicatii Prof.dr.ing. Virgil DOBROTA
Data aprobării în Consiliul Facultății ETTI 11.07.2024	Decan Prof.dr.ing. Ovidiu POP