

## 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	Telecomunicații (TC) / Master
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	TC16.30

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Analiza, sinteza și recunoașterea semnalului vocal						
2.2 Aria de conținut	Inginerie Electronica și Telecomunicații -Master						
2.3 Responsabil de curs	Prof. Eugen LUPU, Ph.D. <a href="mailto:Eugen.Lupu@com.utcluj.ro">Eugen.Lupu@com.utcluj.ro</a>						
2.4 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	Prof. Eugen LUPU, Ph.D. <a href="mailto:Eugen.Lupu@com.utcluj.ro">Eugen.Lupu@com.utcluj.ro</a>						
2.5 Anul de studiu	2	2.6 Semestrul	3	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	Cunostinte generale de prelucrari numerice de semnale și voce (eventual), matematica, utilizare MATLAB/Python
4.2 de competențe	

### 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	C4.3 Explicarea și interpretarea principalelor cerințe și tehnici specifice de abordare pentru transmisiile de date, voce, video, multimedia C4.4 Rezolvarea de probleme practice utilizând cunoștințe generale privind tehnicile multimedia C4.5 Utilizarea principalilor parametri specifici în evaluări bazate pe conceptul de calitate a serviciilor în comunicații C5.4 Utilizarea tehnicilor de evaluare și diagnoza a sistemelor și echipamentelor de comunicații C5.5 Asigurarea cu mijloace de comunicații a unei locații cu grad de complexitate mic/mediu C5.6 Soluționarea unei probleme de instalare și întreținere a unui sistem de comunicații de complexitate mică/medie
Competențe transversale	N/A

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea competențelor privind semnalul de vorbire și aplicații tipice legate de semnalul vocal.
7.2 Obiectivele specifice	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elemente despre producerea, achiziția și modelarea semnalului vocal.</li> <li>2. Parametrii SV / caracteristici de interes în funcție de aplicație</li> <li>3. Analiza, sinteza și recunoașterea vorbirii</li> <li>4. Noțiuni de biometrie, recunoașterea vorbitorului</li> </ol>

### 8. Conținut

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. NTZ. Energia. Energia Teager. Frecvența fundamentală. Metode de obținere a FF.		
4. Analiza în domeniul frecvență. Transformata Fourier pe timp scurt. Algoritmi FFT (TFR). Spectrograma. Analiza prin banc de filtre digitale.		
5. Analiza homomorfică. Cepstrul FFT. Obținerea spectrului netezit cepstral și FF.		
6. Analiza LPC a SV. Determinarea parametrilor modelului. (decizia s/n, FF, G, coeficienții filtrului). Etapele procesării LPC pentru recunoașterea SV.		
7. Analiza perceptuală: Analiza PLP . Analiza cepstrală MEL.		
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.	Expunere la tablă, prezentare cu videoproiector, discuții.	
9. Sinteza LPC. Sisteme de sinteză a vocii prin simularea tractului vocal. Sinteza text-to-speech prezentare generala.		
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).		
11. Cuantizarea vectorială. Algoritmi de determinare a dicționarului: cu prag, k-means, Lind-Buzo-Gray. Metode stochastice pentru recunoaștere. Modele Markov ascunse (HMM). Elementele unui MMA		
12. Problemele de rezolvat la MMA: Evaluarea probabilități totale de observare. Problema descoperirii secvenței optimale de stări ascunse. Problema antrenării. Metoda TESPAP. Prezentare și utilizare. Definierea alfabetului de simboluri. Matrici TESPAP. TESPAP DZ.		
13. Introducere in biometrie. Verificatori biometrici. Vocea – cheie de autentificare. Biometrie Multimodala.		
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><b>Bibliografie</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Benesty J, Sondhi M, Huang Y. Handbook of Speech Processing, Springer 2009</li> <li>2. Vinay K. Ingle, J.G. Proakis Digital signal processing using MATLAB, Brooks/Cole 2000</li> <li>3. Rabiner, L.R., Juang, B.H. "Fundamentals of speech recognition " Prentice-Hall, 1993</li> <li>4. Boite, R.Kunt, M. "Traitement de la parole" Presses Polytechnique Romandes ,1991</li> <li>5. Furui, S. "Digital speech processing, synthesis and recognition", Ed. Marcel Dekker 2001</li> <li>6. Lupu E., Pop G.P. "Prelucrarea numerica a semnalului vocal, Ed. RISOPRINT, 2004</li> <li>7. Giurgiu M., Peev Luciana Sinteza din text a semnalului vocal Ed. RISOPRINT 2006</li> </ol> <p>SLIDES : <a href="http://users.utcluj.ro/~elupu/Curs/">http://users.utcluj.ro/~elupu/Curs/</a></p>		
<b>8.2 Laborator</b>	Metode de predare	Observații
1. Procesarea semnalelor audio folosind Matlab.	Dezvoltare software în domeniul cerut	
2. Determinarea FF in domeniul timp. Metoda Autocorelatiei. Clipping. AMDF.		
3. Determinarea FF in domeniul frecventa. Metoda homomorfica.		
4. Determinarea Formantilor din analiza LPC.		
5. Evaluare sintetizoare Text-vorbire (WATSON, TTSMP3)		
6. Evaluare aplicatie recunoastere/transcriber SONIX.ai		
7. Evaluare laborator.		
<p><b>Bibliografie</b></p> <p><a href="https://elupu.utcluj.ro/index.php/asrsv-laborator/">https://elupu.utcluj.ro/index.php/asrsv-laborator/</a></p>		

**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 emisie; Inginer electronist, transporturi, telecomunicații; Inginer imagine; Inginer sunet; Proiectant inginer electronist; Proiectant inginer de sisteme și calculatoare; Inginer șef car reportaj; Inginer șef schimb emisie; Inginer proiectant comunicații; Inginer sisteme de securitate; Inginer suport vânzări; Dezvoltator de aplicații multimedia; Inginer operare rețea; Inginer testare sisteme de comunicații; Manager proiect; Inginer de trafic; Consultant pentru sisteme comunicații.

**10. Evaluare**

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Examen- Nivelul de cunoștințe teoretice și abilități practice dobândite	Probă scrisă	50%
10.5 Laborator/Proiect	Verificarea deprinderilor și abilităților dobândite în urma activităților de laborator	Verificare pe parcurs prin teste de laborator	20% resp.30%

10.6 Standard minim de performanță : Ex, L, P >=5

**Nivel calitativ:**

*Cunoștințe minimale:*

- ✓ Cunoașterea modului de producer a semnalului vocal.
- ✓ Cunoașterea principalilor parametri și caracteristici extrasi din semnalul vocal
- ✓ Cunoașterea metodelor de analiza, sinteza și recunoaștere a vorbirii

*Competențe minimale:*

- ✓ Să poată extrage principalii parametri ai SV.
- ✓ Să poată dezvolta aplicații simple în MATLAB de analiza a SV.

**Nivel cantitativ:**

- ✓ Efectuarea tuturor lucrărilor de laborator
- ✓ Notele la examen și laborator să fie minim 5.
- ✓ Nota la disciplină se calculează cu relația:  $0,5 * \text{Nota\_examen} + 0,2 * \text{Nota\_laborator} + 0,3 * \text{Nota\_proiect}$

Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
27.09.2021	Curs	Prof.dr.ing. Eugen LUPU	
	Aplicații	Prof.dr.ing. Eugen LUPU	

Data avizării în Consiliul Departamentului COM 27.09.2021	Director Departament Comunicații Prof.dr.ing. Virgil DOBROTĂ
Data aprobării în Consiliul Facultății ETTI 27.09.2021	Decan Prof.dr.ing. Gabriel OLTEAN