

## 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 6.40

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Tehnici de compresie a semnalului audio						
2.2 Aria de conținut	Inginerie electronică, telecomunicații și tehnologii Informaționale						
2.3 Responsabil de curs	Prof.dr.ing. Mircea Giurgiu (Mircea.Giurgiu@com.utcluj.ro)						
2.4 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	Prof.dr.ing. Mircea Giurgiu (Mircea.Giurgiu@com.utcluj.ro)						
2.5 Anul de studiu	I	2.6 Semestrul	1	2.7 Tipul de evaluare	Exam	2.8 Regimul disciplinei	DS/DO

### 3. Timpul total estimat

3.1 Număr de ore pe săptămână	2	din care: 3.2 curs	1	3.3 laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	28	din care: 3.5 curs	14	3.6 laborator	14
Distribuția fondului de timp					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					24
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					16
Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					24
Tutoriat					4
Examinări					4
Alte activități: .....					
3.7 Total ore studiu individual	72				
3.8 Total ore pe semestru	100				
3.9 Numărul de credite	4				

### 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Prelucrarea numerică a semnalelor, Prelucrarea semnalului vocal, Teoria informației și a codării, Tehnici de transmitere a datelor, Coduri corectoare de erori, Modelarea canalelor de comunicații
4.2 de competențe	Competențe de programare în Matlab / Python

## 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Aulă cu videoproiector / MS Teams
5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	Laborator cu rețea de calculatoare, acces la Internet, Matlab, PyCharm pentru Python, baze de date audio, toolkit-uri pentru compresia semnalului vocal

## 6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<p><b>C4. Conceperea, implementarea și operarea serviciilor de voce bazate pe înțelegerea și aplicarea noțiunilor fundamentale din domeniul comunicațiilor și transmisiunii informației</b></p> <p>C4.1 Rezolvarea de probleme practice utilizând cunoștințe generale privind tehnicile multimedia</p> <p>C4.2 Explicarea și interpretarea principalelor cerințe și tehnici specifice de abordare pentru transmisiile de date, voce, video, multimedia</p> <p>C4.3 Rezolvarea de probleme practice utilizând cunoștințe generale privind tehnicile multimedia</p> <p>C4.4 Utilizarea principalilor parametri specifici în evaluări bazate pe conceptul de calitate a serviciilor în comunicații</p> <p>C4.5 Dezvoltarea unor servicii simple de comunicații</p>
Competențe transversale	CT3. Capacitatea de se adapta în utilizarea și implementarea unor tehnologii multimedia pentru compresia de semnal vocal, inclusiv arhitecturi cu rețele neuronale profunde specifice pentru inteligența artificială (IA). Flexibilitate în gândire și lucru în echipa într-un domeniu multidisciplinar.

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea de cunoștințe, deprinderi și competențe în utilizarea practică a algoritmilor de compresie a semnalului vocal, precum și a metodelor de prelucrare de semnal vocal folosind inteligența artificială (IA)
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ să cunoască principalele caracteristici ale standardelor de compresie a semnalului vocal</li> <li>✓ să utilizeze o serie de instrumente software aplicate în compresia de semnale vocale</li> <li>✓ să cunoască o serie de arhitecturi de rețele neuronale profunde (DNN – Deep Neural Networks) aplicate în prelucrările de semnal vocal</li> <li>✓ să dobândească o serie de competențe privind proiectarea și implementarea unor sisteme de compresie de voce, inclusiv vocodere neuronale</li> <li>✓ să dobândească deprinderi în utilizarea unor instrumente software specifice sistemelor de inteligență artificială aplicate în prelucrarea semnalelor vocale</li> </ul>

## 8. Conținuturi

<b>8.1 Curs</b>	Metode de predare	Observații
1. Sistemele de codare și compresie a semnalului vocal. Standarde (G.721, G.722, G.723, MPEG, FS-1015) și taxonomie	Expunere (inclusiv online MS Teams), prezentare cu	Nu este cazul.

2. Modelarea parametrică și statistică a semnalului vocal. Compresia folosind analiza prin sinteză. Tehnicile de compresie MPE, RPE-LTP, CELP, VSELP.	videoproiector, dezbateri, Prezentări ale studentilor.	
3. Compresia de semnal în subbenzi și codarea sinusoidală. Compresia prin metodele MBE, MELP, STRAIGHT, OPUS, SPEEX și LYRA.		
4. Codarea semnalelor audio de banda larga in standardul MPEG. Compresia semnalelor vocale folosind Transformata Wavelet și cuantizarea vectorială (VQ). Algoritmii LBG, SELBG		
5. Structuri de rețele neuronale aplicate în compresia semnalului vocal (CNN, VAE, RNN) și vocodere bazate pe inteligență artificială (WaveNet, WaveGlow, LPCNet, FFTNet)		
6. Sisteme cu inteligență artificială (IA) pentru anonimizarea și criptarea semnalelor vocale		
7. Implementarea sistemelor conversaționale de comunicare om-mașină în limbaj natural folosind tehnologii bazate pe inteligența artificială și procesarea paralelă a datelor.		
<p><b>Bibliografie</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. M Giurgiu - "Tehnici de compresie a semnalului vocal", Slides, 2022-2023.</li> <li>2. Tom Backstrom, "Speech coding", Springer, 2017.</li> <li>3. M. Giurgiu, „Compresia Datelor Audio pentru Aplicatii Multimedia”, Ed. Risoprint, 2003.</li> <li>4. Wai C Chu, "Speech Coding Algorithms: Foundation and Evolution of Standardized Coders", Wiley, 2003 (disponibil in format digital)</li> <li>5. R. Togneri, T. Ogunfemni, "Speech audio processing for coding, enhancement and recognition", Springer, 2014.</li> <li>6. H. Doddale, V. Ramsubramanian, "Ultra low bit rate speech coding", Springer 2014.</li> <li>7. M. Narasimha, T. Ogunfemni, "Principles of speech coding", Wiley Publ., 2010.</li> <li>8. Noah Berhanu, "Speech coding using Code Excited Linear Prediction", Wiley Publ., 2009</li> <li>9. T. Quatieri, "Discrete-Time Speech Signal Processing: Principles and Practice", Prentice Hall, 2001.</li> <li>10. D. Childers, "Speech Processing and Synthesis Toolboxes", John Wiley Publ., 2000</li> <li>11. M. Kondo, "Digital Speech: Coding for Low Bit Rate Communication Systems", Wiley Publ., 2004</li> <li>12. M. Tatham, "Developments in Speech Synthesis", Wiley Publ., 2005.</li> </ol>		
<p><b>8.2 Laborator</b></p>		
1. Implementarea și evaluarea performanțelor codoarelor PCM și ADPCM	Metode de predare	Observații
2. Codarea în subbenzi și codarea sinusoidală		
3. Experimente privind efectul de mascare a componentelor spectrale într-un codor MPEG		
4. Evaluarea performanțelor unui sistem de compresie de voce de tip CELP		
5. Experimente privind influența parametrilor de codare într-un vocoder de tip STRAIGHT		
6. Compresia semnalului vocal prin Transformata Wavelet		
7. Evaluarea performanțelor algoritmilor de cuantizare vectoriala (VQ)		
<p><b>Bibliografie</b></p>		

1. Tom Backstrom, "Speech coding", Springer, 2017.
2. M. Giurgiu, „Compresia Datelor Audio pentru Aplicatii Multimedia”, Ed. Risoprint, 2003
3. Wai C Chu, "Speech Coding Algorithms: Foundation and Evolution of Standardized Coders", Wiley, 2003
4. Noah Berhanu, "Speech coding using Code Excited Linera Preiction", Wiley Publ., 2009
5. T. Quatrieri, "Discrete-Time Speech Signal Processing: Principles and Practice", Prentice Hall, 2001.
6. D. Childers, "Speech Processing and Synthesis Toolboxes", John Wiley Publ., 2000

### 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 de comunicații.

### 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Performanța studenților raportată la obiectivele educaționale	Probă scrisă	60% (T)
10.5 Laborator	Performanța studenților în rezolvarea problemelor practice, derularea experimentelor și interpretarea rezultatelor	Derulare experimente, evaluare intermediară și rapoarte de laborator	40% (L)
10.6 Standard minim de performanță			
<p><b>Nivel calitativ:</b></p> <p><i>Cunoștințe minimale:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Înțelegerea conceptelor privind metodele și standardele de compresie a semnalului vocal în domeniul timp, frecvență, cepstral și parametric</li> <li>✓ Înțelegerea structurilor de rețele neuronale profunde specifice tehnicilor de inteligență artificială aplicate în prelucrarea și compresia de semnal vocal</li> </ul> <p><i>Competențe minimale:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Să poată utiliza un ansamblu de instrumente software dedicate prelucrării semnalului vocal (biblioteci Python, funcții Matlab, VoiceBox, Straight, CELP, MPEG)</li> <li>✓ Să poată dezvolta aplicații specifice pentru: compresia la debit redus a semnalului vocal folosind diverse metode (în frecvență, parametric), dezvoltarea unor sisteme bazate pe inteligență artificială (în special rețele neuronale profunde, DNN – Deep Neural Networks) pentru compresia și sinteza de voce.</li> </ul> <p><b>Nivel cantitativ:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Efectuarea tuturor lucrărilor de laborator,</li> <li>• Nota finală este <math>0,6 \cdot T + 0,4 \cdot L</math>, cu <math>0,6 \cdot T + 0,4 \cdot L \geq 5,00</math> (<math>T \geq 5,00</math> și <math>L \geq 5,00</math>)</li> </ul>			

Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
21.06.2024	Curs	Prof.dr.ing. Mircea GIURGIU	
	Aplicații	Prof.dr.ing. Mircea GIURGIU	

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