

## 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	Tehnologii Multimedia (TM) / Master
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	TM10.00

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Tehnici de compresie a semnalului vocal						
2.2 Aria de conținut	Inginerie electronică, telecomunicații și tehnologii Informaționale						
2.3 Responsabil de curs	Prof.dr.ing. Mircea Giurgiu - <a href="mailto:Mircea.Giurgiu@com.utcluj.ro">Mircea.Giurgiu@com.utcluj.ro</a>						
2.4 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	Prof.dr.ing. Mircea Giurgiu - <a href="mailto:Mircea.Giurgiu@com.utcluj.ro">Mircea.Giurgiu@com.utcluj.ro</a>						
2.5 Anul de studiu	I	2.6 Semestrul	2	2.7 Tipul de evaluare	Exam	2.8 Regimul disciplinei	DA/DI

### 3. Timpul total estimat

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	din care: 3.2 curs	2	3.3 laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	42	din care: 3.5 curs	28	3.6 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	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	Aula 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 notiunilor fundamentale din domeniul comunicațiilor și transmisiunii informației</b></p> <p>C4.2 Rezolvarea de probleme practice utilizând cunoștințe generale privind tehnicile multimedia</p> <p>C4.3 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. Flexibilitate în gândire și lucru în echipă 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 metodelor și algoritmilor de compresie a semnalului vocal
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 principiile și metodele aplicate pentru compresia în domeniul timp, frecvență și parametrică a semnalului vocal</li> <li>✓ să posede competențe pentru proiectarea și implementarea unor algoritmi specifici de compresie de voce, inclusiv vocodere neuronale</li> <li>✓ să dezvolte deprinderi în utilizarea unor instrumente software specifice pentru compresia de semnale</li> </ul>

### 8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
1. Introducere în 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 videoproiector, dezbateri, prezentări ale studenților.	Nu este cazul.
2. Modelarea parametrică și statistică a semnalului vocal. Cuantizarea parametrilor LPC și LSF. Sisteme de codare SIVP și SAVQ.		
3. Compresia folosind analiza prin sinteză. Tehnicile de compresie MPE, RPE-LTP, CELP, VSELP.		

4. Sisteme rapide pentru compresia la debit redus (CELP, LD-CELP). Aplicatii in VoIP si GSM.		
5. Codarea sinusoidala		
6. Compresia prin modelare MBE si MELP		
7. Codarea semnalelor audio de banda larga in standardul MPEG		
8. Compresia semnalelor vocale folosind Transformata Wavelet		
9. Compresia prin cuantizare vectoriala (VQ). Algoritmii LBG, SELBG		
10. Rețele neuronale artificiale folosite in compresia semnalului vocal		
11. Vocodere neuronale (WaveNet, WaveGlow, LPCNet, FFTNet)		
12. Controlul erorilor in sistemele de transmisie a semnalului vocal		
13. Metode de eliminare a ecoului si reducerea zgomotelor prin filtrare adaptiva (LMS, nLMS, RLS)		
14. Sinteza cursului		
<b>Bibliografie</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>Tom Backstrom, "Speech coding", Springer, 2017.</li> <li>R. Togneri, T. Ogunfemni, "Speech audio processing for coding, enhancement and recognition", Springer, 2014.</li> <li>H. Doddale, V. Ramsubramanian, "Ultra low bit rate speech coding", Springer 2014.</li> <li>M. Narasimha, T. Ogunfemni, "Principles of speech coding", Wiley Publ., 2010.</li> <li>Wai C Chu, "Speech Coding Algorithms: Foundation and Evolution of Standardized Coders", Wiley, 2003</li> <li>Noah Berhanu, "Speech coding using Code Excited Linera Preiction", Wiley Publ., 2009</li> <li>T. Quatrieri, "Discrete-Time Speech Signal Processing: Principles and Practice", Prentice Hall, 2001.</li> <li>D. Childers, "Speech Processing and Synthesis Toolboxes", John Wiley Publ., 2000</li> <li>M. Kondo, "Digital Speech: Coding for Low Bit Rate Communication Systems", Wiley Publ., 2004</li> <li>M. Tatham, "Developments in Speech Synthesis", Wiley Publ., 2005.</li> <li>R. Duboit, M. Kunt, „Traitement de la parole”, Presses Polytechnique Universitaire Romande, Lausanne, 1990.</li> <li>M. Giurgiu, „Compresia Datelor Audio pentru Aplicatii Multimedia”, Ed. Risoprint, 2003.</li> </ol>		
<b>8.2 Laborator</b>	Metode de predare	Observații
1. Implementarea si evaluarea performantelor codorului ADPCM	Experimente, problematizarea, lucru in echipa	Nu e cazul
2. Vocoderul LPC in standard FS-1015 (experimentare vocoder)		
3. Codor CELP in standardul FS-1016 (experimentare vocoder)		
4. Implementarea unui sistem de codare sinusoidala		
5. Modelarea psihoacustica si experimente pentru un codor MPEG		
6. Compresia semnalului vocal prin Transformata Wavelet		
7. Evaluarea performantelor algoritmilor de cuantizare vectoriala (VQ)		
<b>Bibliografie</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>Tom Backstrom, "Speech coding", Springer, 2017.</li> <li>Wai C Chu, "Speech Coding Algorithms: Foundation and Evolution of Standardized Coders", Wiley, 2003</li> <li>Noah Berhanu, "Speech coding using Code Excited Linera Preiction", Wiley Publ., 2009</li> <li>T. Quatrieri, "Discrete-Time Speech Signal Processing: Principles and Practice", Prentice Hall, 2001.</li> <li>D. Childers, "Speech Processing and Synthesis Toolboxes", John Wiley Publ., 2000</li> <li>M. Giurgiu, „Compresia Datelor Audio pentru Aplicatii Multimedia”, Ed. Risoprint, 2003</li> </ol>		

## 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	50%
10.5 Laborator	Performanța studenților în rezolvarea problemelor practice, derularea experimentelor și interpretarea rezultatelor	Derulare experimente, evaluare intermediară și rapoarte de laborator	50%

### 10.6 Standard minim de performanță

#### Minimum knowledge:

- ✓ to know different standards applied for speech compression
- ✓ to know the methods for speech compression in time, frequency and hybrid domains
- ✓ to know the measures for error protection of the speech signals

#### Minimum competences:

- ✓ to be able to handle different speech compression algorithms in Python / Matlab
- ✓ to implement Python algorithms for speech compression in time, frequency or parametric
- ✓ to use available speech compression toolkits to produce low bit rate speech coding
- ✓ to implement experimental projects by using basic machine learning algorithms for speech processing

#### Quantitative level:

- ✓ to properly execute the laboratory activities and to implement a successful the project
- ✓ to pass the laboratory tests
- ✓ overall mark is calculated as:  $0,5 * \text{Laboratory} + 0,5 * \text{FinalExam}$

Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
20.06.2023	Curs	Prof.dr.ing. Mircea GIURGIU	
	Aplicații	Prof.dr.ing. Mircea GIURGIU	

Data avizării în Consiliul Departamentului COM 11.07.2023	Director Departament Comunicații Prof.dr.ing. Virgil DOBROTĂ
Data aprobării în Consiliul Facultății ETTI 12.07.2023	Decan Prof.dr.ing. Ovidiu POP