

## 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	TC11.30

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Sisteme instruibile pentru analiza imaginilor		
2.2 Aria de conținut	Arie teoretică Arie metodologică Arie de analiză		
2.3 Responsabil de curs	Conf.dr.ing.Mihaela Gordan – Mihaela.Gordan@com.utcluj.ro		
2.4 Titularul activităților de laborator	Sl.dr.ing. Camelia Florea – Camelia.Florea@com.utcluj.ro		
2.5 Anul de studiu	I	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 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 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 imaginilor, Teoria prelucrării informației, Algebră liniară
4.2 de competențe	Cunoștințe de bază de programare; cunoștințe de utilizare a calculatoarelor (instalare aplicații software, editare documente)

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Cluj-Napoca
--------------------------------	-------------

5.2. de desfășurare a laboratorului	Cluj-Napoca
-------------------------------------	-------------

## 6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<p><b>C4. Conceperea, implementarea și operarea serviciilor de date, voce, video, multimedia, bazate pe înțelegerea și aplicarea notiunilor fundamentale din domeniul comunicațiilor și transmisiunii informației</b></p> <p>C4.2 Rezolvarea de probleme practice utilizând cunostințe 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><b>C5. Selectarea, instalarea, configurarea și exploatarea echipamentelor de telecomunicații fixe sau mobile și echiparea unui amplasament cu rețele uzuale de telecomunicații</b></p> <p>C5.2 Explicarea și interpretarea tehnologiilor și protocoalelor fundamentale pentru sistemele integrate de comunicații fixe și mobile</p>
Competențe transversale	<p><b>CT1. Analiza metodică a problemelor întâlnite în activitate, identificând elementele pentru care există soluții consacrate, asigurând astfel îndeplinirea sarcinilor profesionale</b></p> <p><b>CT3. Adaptarea la noile tehnologii, dezvoltarea profesională și personală, prin formare continuă folosind surse de documentare tipărite, software specializat și resurse electronice în limba română și, cel puțin, într-o limbă de circulație internațională</b></p>

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	<p>Dezvoltarea de competențe avansate privind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- preprocesarea și segmentarea imaginilor color;</li> <li>- aplicarea clasificatoarelor instruibile pentru analiza imaginilor și recunoașterea obiectelor din imagini digitale</li> <li>- structuri generale de sisteme de analiză și interpretare a imaginilor și adaptarea lor pentru diverse aplicații practice</li> <li>- selecția și combinarea diverselor strategii de extragere de trăsături specifice imaginilor digitale</li> <li>- selecția/combinarea, proiectarea și antrenarea celor mai comune tipuri de clasificatoare instruibile utilizate în analiza și interpretarea imaginilor</li> </ul>
7.2 Obiectivele specifice	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Înțelegerea conceptelor fundamentale și dezvoltarea abilităților necesare pentru modelarea matematică și implementarea software a mecanismelor percepției vizuale umane în sisteme practice instruibile de analiză și interpretare a imaginilor</li> <li>2. Înțelegerea conceptelor fundamentale și dezvoltarea abilităților de inovare necesare integrării soluțiilor de preprocesare și analiză a imaginilor bazate pe informația de culoare în sisteme instruibile de analiză a imaginilor</li> <li>3. Dezvoltarea deprinderilor și abilităților pentru generalizarea conceptelor teoretice ale clasificatoarelor instruibile și pentru aplicarea lor în cazuri particulare de aplicații ale analizei și interpretării imaginilor</li> </ol>

## 8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
1. Introducere în sistemele de analiză a imaginilor. Concepte de bază, noțiuni preliminare, aplicații practice.		
2. Percepția vizuală umană și percepția vizuală a „mașinilor”. Psihofizica vederii umane. Reprezentarea imaginilor digitale, monocrome și color. Spații de culoare: proprietăți ale spațiilor de culoare; atribute perceptuale ale culorii; transformări liniare și neliniare ale spațiului culorilor primare		
3. Preprocesarea imaginilor color: modalități generale de prelucrare a imaginilor color; îmbunătățirea imaginilor; filtrarea zgomotului color; prelucrări în spațiul culorilor primare; prelucrări în alte spații de culoare		
4. Structura generală a sistemelor de analiză a imaginilor. Concepte fundamentale; blocuri funcționale. Localizarea regiunilor de interes. Extragerea trăsăturilor; tipuri de trăsături în imagini digitale.		
5. Selecția trăsăturilor; algoritmi de selecție a trăsăturilor; metode de evaluarea calității și relevanței trăsăturilor în aplicațiile de analiză a imaginilor		
6. Segmentarea imaginilor digitale color – algoritmi de bază. Algoritmi nesupervizați de grupare a datelor în spațiul trăsăturilor și aplicațiile lor în segmentarea imaginilor: k-means, fuzzy c-means		
7. Recunoașterea obiectelor prin clasificare. Clasificatoare pentru recunoașterea obiectelor din imagini digitale / analiza imaginilor digitale. Strategii de antrenare a clasificatoarelor instruibile pentru aplicații de recunoaștere a obiectelor în imagini digitale.		
8. Clasificatoare bazate pe similaritate. Clasificatoarele k-NN și fuzzy K-NN.		
9. Clasificatoare probabilistice. Regula lui Bayes. Clasificatorul Bayesian.		
10. Clasificatoare bazate pe optimizare. Clasificatorul LDA. Criteriul Fisher de optimizare în clasificatorul LDA. Aplicații în recunoașterea obiectelor		
11. Analiza LDA multclasă. Aplicații în reducerea dimensiunii spațiului trăsăturilor asociat analizei de imagini.		
12. Clasificatoare binare mașini cu vectori suport (SVM). Principiul clasificării în SVM liniare. Deducerea hiperplanului separator optimal în	Expunere la tablă, prezentare cu videoproiector, discuții.	Nu este cazul.

<p>spațiul trăsăturilor. Principiul clasificării în SVM neliniare. Funcții kernel. Clasificatoare binare SVM cu ieșire probabilistică.</p>		
<p>13. Rețele neuronale artificiale. Structuri de bază aplicate în recunoașterea obiectelor din imagini digitale.</p>		
<p>14. Rețele neuronale convoluționale – aplicații în analiza/clasificarea imaginilor fără extragerea explicită a trăsăturilor.</p>		
<p><b>Bibliografie</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. M.Gordan, Sisteme de analiză a imaginilor digitale folosind clasificatoare mașini cu vectori suport, Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2006</li> <li>2. A. Vlaicu, Prelucrarea numerică a imaginilor, Editura Albastră, Cluj-Napoca, 1997</li> <li>3. Milan Sonka, V. Hlavac, R. Boyle, Image Processing, Analysis, and Machine Vision (3rd Edition), Thomson Learning, Apr 2007</li> <li>4. R.C. Gonzalez, R.E. Woods, Digital Image Processing (3rd Edition), Prentice Hall, 2008</li> <li>5. S.E.Umbaugh, Computer Imaging: Digital Image Analysis &amp; Processing, CRC Press, 2005</li> <li>6. R. O. Duda, P. E. Hart, D. G. Stork, Pattern Classification, 2<sup>nd</sup> ed., John Wiley&amp;Sons, 2001</li> <li>7. Venkatesan R, Li B. Convolutional Neural Networks in Visual Computing: A Concise Guide. CRC Press; 2017 Oct 23</li> </ol> <p><b>Materiale on-line:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. M. Gordan – prezentari curs, <a href="https://teams.microsoft.com/l/team/19%3a2cb8dca0573449daa554a257c91ed5cb%40thread.tacv2/conversations?groupId=d8843340-e803-48a9-b83e-1e30f5c47989&amp;tenantId=a6eb79fa-c4a9-4cce-818d-b85274d15305">https://teams.microsoft.com/l/team/19%3a2cb8dca0573449daa554a257c91ed5cb%40thread.tacv2/conversations?groupId=d8843340-e803-48a9-b83e-1e30f5c47989&amp;tenantId=a6eb79fa-c4a9-4cce-818d-b85274d15305</a></li> </ol>		
<p><b>8.2 Laborator</b></p>	<p>Metode de predare</p>	<p>Observații</p>
<p>1. Prezentarea ședințelor de laborator și a modului de desfășurare. Reprezentarea imaginilor monocrome și color. Spații de culoare, strategii de prelucrare/ îmbunătățire a imaginilor color. Segmentarea imaginilor bazată pe culoare – metode bazate pe analiza histogramelor 1-D în diverse spații de culoare.</p>		
<p>2. Segmentarea imaginilor color din perspectiva grupării pixelilor după diverse trăsături folosind: clasificatoarele nesupervizate k-means și fuzzy c-means; clasificatorul Bayesian</p>		
<p>3. Aplicație de recunoaștere a obiectelor bazată pe formă cu clasificatoare K-NN</p>		
<p>4. Recunoașterea obiectelor din imagini digitale color monobiect folosind clasificatorul LDA</p>		
<p>5. Recunoașterea obiectelor din imagini digitale color monobiect folosind clasificatoare SVM liniare și neliniare</p>		
<p>6. Recunoașterea obiectelor din imagini digitale color multiobiect utilizând rețele neuronale convoluționale</p>		
<p>7. Discuție recapitulativă; recuperări lucrări de laborator.</p>		

**Bibliografie**

1. M.Gordan, Sisteme de analiză a imaginilor digitale folosind clasificatoare mașini cu vectori suport, Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2006
2. Singh Himanshu, Practical Machine Learning and Image Processing: For Facial Recognition, Object Detection, and Pattern Recognition Using Python, Ed. APress, 2019, ISBN:978-1-4842-4148-6

**Materiale on-line:**

Lucrări de laborator; exerciții și probleme rezolvate:

<https://teams.microsoft.com/l/team/19%3a2cb8dca0573449daa554a257c91ed5cb%40thread.tacv2/conversations?groupId=d8843340-e803-48a9-b83e-1e30f5c47989&tenantId=a6eb79fa-c4a9-4cce-818d-b85274d15305>

**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	Trei subiecte de teorie (eseuri scurte) și trei exerciții (proiectarea unui subsistem, verificarea unui algoritm de prelucrare a imaginii și a unui subsistem instruibil pe date de test, prin calcule manuale).	Probă scrisă	75%
10.5 Laborator	Verificarea deprinderilor și abilităților dobândite în urma activităților de laborator	Verificare pe parcurs prin rapoarte de laborator punctate cu note / mini-proiecte	25%

**10.6 Standard minim de performanță**

**Nivel calitativ:**

*Cunoștințe minimale:*

- ✓ Cunoașterea conceptelor de bază referitoare la percepția și interpretarea vizuală a imaginilor de către om și modelarea matematică a acestora în sistemele de viziune computerizată
- ✓ Cunoașterea structurii generale a sistemelor instruibile de analiză a imaginilor și înțelegerea rolului blocurilor lor componente esențiale: preprocesarea imaginilor color; extragerea și selecția trăsăturilor specifice imaginilor; clasificarea imaginilor
- ✓ Cunoașterea și înțelegerea importanței reprezentării informației de culoare din imagini în diverse spații de culoare și a diferenței de principiu între prelucrarea imaginilor acromatice/monocromatice și prelucrarea imaginilor color
- ✓ Cunoașterea algoritmilor nesupervizați de grupare a trăsăturilor și a oportunității aplicării lor în sistemele de analiză a imaginilor
- ✓ Cunoașterea principiilor clasificatoarelor instruibile și a principalelor metode matematice care stau la baza acestor clasificatoare

- ✓ Cunoașterea modalității și oportunității aplicării clasificatoarelor instruibile în segmentarea imaginilor și în analiza (etichetarea) imaginilor

**Competențe minimale:**

- ✓ Să poată defini conceptual noțiunile menționate mai sus
- ✓ Să știe proiecta și rezolva probleme practice prin aplicarea metodelor/algoritmilor de mai sus
- ✓ Să știe utiliza/adapta clasificatoare instruibile deja implementate pentru aplicații specifice de analiză a imaginilor

**Nivel cantitativ:**

- ✓ Efectuarea tuturor lucrărilor de laborator
- ✓ Nota la examen să fie minim 4.5 și nota la laborator să fie minim 5.
- ✓ Nota la disciplină se calculează cu relația:  $0,75 * \text{Nota\_examen} + 0,25 * \text{Nota\_laborator}$

Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
27.09.2021	Curs	Conf. dr. ing. Mihaela GORDAN	
	Aplicații	Sl. dr. ing. Camelia FLOREA	

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