



### FIȘA DISCIPLINEI

#### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
1.2 Facultatea	Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
1.3 Departamentul	Electronică Aplicată și Ingineria Informației
1.4 Domeniul de studii	Calculatoare și Tehnologia Informației
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Specializarea	Ingineria Informației

#### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	Recunoașterea formelor și inteligență artificială						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof. dr. ing. Victor Neagoe						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	Prof. dr. ing. Victor Neagoe						
2.4 Anul de studiu	4	2.5 Semestrul	I	2.6 Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	D	2.9 Codul disciplinei	04.D.07.O.006	2.10 Tipul de notare	Nota		

#### 3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	Din care: 3.2 curs	2.00	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	42.00	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					54
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					00
Examinări					04
Alte activități (dacă există):					00
3.7 Total ore studiu individual	58.00				
3.8 Total ore pe semestru	100				
3.9 Numărul de credite	4				

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

4.1 de curriculum	Parcursarea și/sau promovarea următoarelor discipline: Matematici speciale Semnale și sisteme Decizie și estimare în prelucrarea informațiilor
4.2 de rezultate ale învățării	Cunoștințe de programare în mediul Matlab

#### 5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice (acolo unde este cazul)



5.1 Curs	Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector și computer.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, incluzând stații de calcul cu Matlab/Python instalat Prezența obligatorie la laboratoare (conform regulamentului studiilor universitare de licență în UPB).

**6. Obiectiv general** *(Se referă la intențiile profesorilor pentru studenți, la ceea ce studenții vor fi învățați în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului științific abordat, precum și la rolul pe care acesta îl are în cadrul specializării studiate. Vor fi descrise de o manieră generală tematicile abordate, justificarea includerii cursului în planul de învățământ al specializării studiate etc.)*

*Scopul principal al acestei discipline în cadrul domeniului Calculatoare și Tehnologia Informației, specializarea Ingineria Informației este dezvoltarea capacității de înțelegere și aplicare a cunoștințelor de recunoașterea formelor și inteligență artificială. Recunoașterea formelor și inteligența artificială urmărește ca studenții să asimileze atât cunoștințele de inteligență artificială de inspirație naturală (rețele neuronale artificiale, sisteme fuzzy și neuro-fuzzy, algoritmi genetici, swarm intelligence), cât și cele referitoare la sistemele inteligente bazate pe tehnici statistice și logico-simbolice. Se are de asemenea ca scop familiarizarea studenților cu implementarea algoritmilor folosind medii de dezvoltare software dedicate (Matlab).*

**7. Competențe** *(Capacitatea dovedită de a utiliza cunoștințe, aptitudini și abilități personale, sociale și/sau metodologice în situații de muncă sau de studiu și pentru dezvoltarea profesională și personală. Reflectă cerințele angajatorilor.)*

<b>Specifice</b>	- Prelucrarea avansată a informației: recunoașterea formelor, analiza și prelucrarea imaginilor și a semnalului vocal, inteligența computațională. - Advanced information processing: pattern recognition, image analysis and processing, speech processing, computational intelligence.
------------------	---



<b>Transversale (generale)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Capacitatea de a comunica cu structurile ierarhice superioare și cu echipa aflată în subordine.</li><li>- Capacitatea de a funcționa ca lider al unei echipe care poate fi formată din persoane cu specializări și nivele de calificare diferite.</li><li>- Capacitatea de a identifica și aplica cele mai potrivite și relevante strategii de management a echipei aflate în subordine.</li><li>- Capacitatea de a lua decizii în vederea rezolvării problemelor curente, sau imprevizibile, care apar în procesul de exploatare a sistemelor de calcul.</li><li>- Capacitatea de a asigura planificarea și managementul proiectelor din domeniul ingineriei informației.</li><li>- Capacitatea de a se informa și documenta permanent pentru dezvoltarea personală și profesională prin citirea literaturii de specialitate.</li><li>- Capacitatea de a comunica și de a prezenta conținut tehnic atât în limba română, cât și în limba engleză.</li><li>- Flexibilitate în utilizarea de noi sisteme și tehnologii în cadrul unei echipe în care membrii împreună ating un obiectiv bine definit, asumând în același timp roluri sau sarcini diferite.</li><li>- Ability to communicate with higher hierarchical structures and the subordinate team.</li><li>- Ability to function as team leader that may be composed of people with different specializations and qualification levels.</li><li>- Ability to identify and apply the most appropriate and relevant management strategies of the subordinate team.</li><li>- Ability to make decisions in order to solve current or unpredictable problems that arise in the process of operation of computer systems.</li><li>- Ability to plan and manage projects in the field of information technology.</li><li>- Ability to inform and document permanently for personal and professional development by reading the literature.</li><li>- Ability to communicate and present technical content in both Romanian and English.</li><li>- Flexibility in the use of new systems and technologies in a team where members together achieve a well-defined goal, while taking on different roles or tasks.</li></ul>
------------------------------------	--

**8. Rezultatele învățării** (Sunt enunțuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învățării reflectă realizările studentului și mai puțin intențiile profesorului. Rezultatele învățării informează studenții despre ceea ce se așteaptă de la ei din punct de vedere al performanței, pentru a obține notele și creditele dorite. Sunt definite în termeni concreți, folosind verbe similare exemplelor de mai jos și indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învățării vor fi astfel redactate încât să fie evidențiată clar relația față de competențele definite la punctul 7.)



<p><b>Cunoștințe</b></p>	<p><i>Rezultatul asimilării de informații prin învățare. Cunoștințele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii și practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice și/sau faptice.</i></p> <p><b>Pentru curs:</b> Studentii trebuie să dobândească principiile de baza ale recunoașterii formelor și inteligenței artificiale : teorie, algoritmi de proiectare, arhitecturi și aplicații. cele mai importante etape care au marcat dezvoltarea domeniului.</p> <p><b>Pentru laborator:</b> Disciplina are ca scop familiarizarea studenților cu implementarea algoritmilor folosind medii de dezvoltare software dedicate (Matlab) : noțiuni specifice domeniului. <b>Se descriu</b> următoarele noțiuni (capitole) : - Selecția caracteristicilor - Clasificare supervizată și nesupervizată - Rețele neurale - Swarm Intelligence - Sisteme fuzzy - Algoritmi genetici</p>
<p><b>Aptitudini</b></p>	<p><i>Capacitatea de a aplica cunoștințe și de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini și a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive și creative) sau practice (implicând dexteritate manuală și utilizarea de metode, materiale, unelte și instrumente).</i></p> <p><b>Selectează</b> și grupează informații relevante într-un context dat. <b>Utilizează argumentat principii specifice în vederea abc.</b> <b>Lucrează</b> productiv în echipă. <b>Elaborează un text științific.</b> <b>Verifică experimental soluții identificate.</b> <b>Rezolvă</b> aplicații practice. <b>Interpretează</b> adecvat relații de cauzalitate. <b>Analizează și compară abc.</b> <b>Identifică soluții</b> și elaborează planuri de rezolvare/proiecte. <b>Formulează</b> concluzii la experimentele realizate. <b>Argumentează</b> soluțiile identificate/modurile de rezolvare.</p>



<b>Responsabilitate și autonomie</b>	<p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i></p> <p><b>Selectează</b> surse bibliografice potrivite și le analizează.</p> <p><b>Respectă principiile de etică academică</b>, citând corect sursele bibliografice utilizate.</p> <p><b>Demonstrează receptivitate</b> pentru contexte noi de învățare.</p> <p><b>Manifestă colaborare</b> cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice</p> <p><b>Demonstrează autonomie</b> în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat</p> <p><b>Manifestă responsabilitate socială</b> prin implicarea activă în viața socială studentescă/implicare în evenimentele din comunitatea academică</p> <p><b>Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate</b> pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale.</p> <p><b>Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei</b> la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială).</p> <p><b>Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse</b> în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător.</p> <p><b>Analizează și valorifică oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială</b> în domeniul de specialitate.</p> <p><b>Demonstrează</b> abilități de management al situațiilor din viața reală (gestionarea timpului colaborare vs. conflict).</p>
--	--

**9. Metode de predare** (*Se vor avea în vedere metode care să asigure predarea centrată pe student. Se va descrie modul în care se asigură participarea studenților la stabilirea propriului parcurs de învățare, cum se identifică eventualele rămânări în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.*)

Pornindu-se de analiza caracteristicilor de învățare ale studenților și de la nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expositive (prelegerea, expunerea), cât și conversative-interactive, bazate pe modele de învățare prin descoperire facilitate de explorarea directă și indirectă a realității (experimentul, demonstrația, modelarea), dar și pe metode bazate pe acțiune, precum exercițiul, activitățile practice și rezolvarea de probleme.

În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări Power Point sau diferite filmulețe care vor fi puse la dispoziția studenților. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs.

Prezentările utilizează imagini și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles și asimilat. Această disciplină acoperă informații și activități practice menite să-i sprijine pe studenți în eforturile de învățare și de dezvoltare a unor relații optime de colaborare și comunicare într-un climat favorabil învățării prin descoperire.

Se va avea în vedere exersarea abilităților de ascultare activă și de comunicare asertivă, precum și a mecanismelor de construcție a feedback-ului, ca modalități de reglare comportamentală în situații diverse și de adaptare a demersului pedagogic la nevoile de învățare ale studenților.

Se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învățare.

## 10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Clasificatori supervizați pentru recunoașterea formelor. Teoria clasificării Bayes. Cazul a M clase ( $M \geq 2$ ). Cazul vectorilor cu repartiție normală. Clasificator k-NN. Clasificator Support Vector Machine (SVM).	03



2	Recunoaștere nesupervizată (Clustering). Algoritmi clasici. Algoritmul Thorndike. Algoritmul „Basic Isodata” (Ball-Hall). Algoritmul „Fuzzy Isodata”. Clasificare ierarhică nesupervizată.	02
3	Selecția caracteristicilor. Analiza componentelor principale (PCA). Analiza discriminatorie liniară. Analiza componentelor independente. Criteriul divergenței. Transformări nelineare și proiecții în spații 2D	03
4	Rețele neuronale. Rețele neuronale supervizate. Introducere în rețelele neurale. Perceptronul nelinier multinivel. Rețea cu funcții de bază radiale. Memorii neuronale asociative (rețeaua Hopfield, memoria asociativă bidirecțională). Rețele neuronale nesupervizate. Rețea Carpenter-Grossberg (ART1). Harta cu autoorganizare (Kohonen). Rețea Hebbiana pentru selecția componentelor principale. Rețea cu cuplaj prin impulsuri (Pulse-Coupled Neural Network).	06
5	Elemente de Deep Learning (DL). Caracteristici, arhitecturi și algoritmi pentru sistemele DL Rețele neuronale convoluționale (CNN). Clasificarea cu CNN.	02
6	Sisteme „Fuzzy” și „Neuro-Fuzzy”. Sisteme „Fuzzy”. Introducere în logica nuanțată („fuzzy”). Relații „fuzzy”. Metrica „fuzzy”. Implicații „fuzzy”. Raționament aproximativ. Sisteme de clasificare cu reguli „fuzzy”. Sisteme neuro-fuzzy. Integrarea logicii „fuzzy” și a rețelelor neuronale. Neuroni „fuzzy”. Rețele neuronale instruibile pentru reguli „fuzzy” de tip IF-THEN. Rețea Kwan-Cai. Rețea „Fuzzy-perceptron”. Rețea „Fuzzy-ART”. Sistem neural „Fuzzy” cu autoorganizare.	04
7	Algoritmi genetici. Etapele unui algoritm genetic : selecție, încrucișare, mutație. Optimizarea unor funcții multidimensionale. Rețele neuronale cu algoritmi genetici. Aplicații în recunoașterea formelor.	02
8	Inteligența roiurilor (Swarm Intelligence) Algoritmul PSO (Particle Swarm Optimization). Modelul optimizării coloniilor de furnici (ACO=Ant Colony Optimization). Modelul de inteligență artificială al coloniilor de albine (ABC= Artificial Bee Colony).	02
9	Calcul simbolic și sisteme expert. Reprezentarea cunoștințelor. Mașina inferenței. Predicat de ordinul I. Controlul inferenței. Modelarea acțiunilor elementare. Planuri ierarhice. Planuri utilizând metaraționamentul. Sisteme expert : structură și aplicații.	02
10	Aplicații. Clasificarea semnalelor și imaginilor medicale. Analiza automată a imaginilor satelitare. Tehnologie biometrică : recunoașterea imaginilor faciale recunoașterea irisului, Aplicații pentru conducerea autonomă a vehiculelor.	02
	<b>Total:</b>	<b>28</b>



**Bibliografie:**

Neagoe Victor, Recunoașterea formelor și inteligență artificială, Cursuri RFIA, <https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9182> <https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9182>  
V. Neagoe, Rețele neurale pentru explorarea datelor, Ed. Matrix Rom, București, 2018.  
V. Neagoe, O. Stanasila, Teoria recunoașterii formelor, Ed. Academiei Romane, Bucuresti, 1992.  
S. Russel, P. Norvig, Artificial Intelligence, 3rd Edition, Pearson, 2021.  
M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, New York, 2006.  
A. Engelbrecht, Computational Intelligence, John Wiley & Sons, West Sussex, England, 2002.  
V. E. Neagoe, R. M. Stoica, A. I. Ciurea, L. Bruzzone, and F. Bovolo, "Concurrent Self-Organizing Maps for supervised/unsupervised change detection in remote sensing images," IEEE J. Selected Topics Appl. Earth Obs. Remote Sens., vol. 7, no. 8, pp. 3525–3533, Aug. 2014.  
V. E. Neagoe, P. Diaconescu, "An Ensemble of Deep Convolutional Neural Networks for Drunkenness Detection Using Thermal Infrared Facial Imagery," Proc. 13th International Conference on Communications (COMM2020), Bucharest, Romania, June 19-20, 2020, pp. 147-150.  
V. E. Neagoe, S. V. Carata, A. D. Ciotec, "Automatic target recognition in SAR imagery using Pulse-Coupled Neural Network segmentation cascaded with virtual training data generation CSOM-based classifier," 2015 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium Proceedings (IGARSS 2015), Milano, Italy, July 26-31, 2015, pp.3274-3277.  
V.E. Neagoe, V. Chirilă-Berbentea, "A novel approach for semi-supervised classification of remote sensing images using a clustering-based selection of training data according to their GMM responsibilities," Proceedings of 2017 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), Fort Worth, Texas, USA, July 23–28, 2017, pp. 4730-4733.

**LABORATOR**

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Clasificatorii k-Nearest Neighbour (k-NN), Nearest Prototype (NP) , Clasificatorul Bayes	02
2	K-Means nesupervizat, Fuzzy C-Means	02
3	Analiza Componentelor Principale (PCA)	02
4	Perceptron Multistrat (MLP)/ Reteaua neurala cu functii de baza radiale (RBF) pentru clasificarea unor baze de date standard (WINE. IRIS)	02
5	Reteaua neurala SOM pentru recunoașterea caracterelor alfanumerice	02
6	Algoritmi genetici. Ant Colony Optimization (ACO)	02
7	Colocviu	02
	<b>Total:</b>	14

**Bibliografie:**

Neagoe Victor, Recunoașterea formelor și inteligență artificială, Cursuri RFIA, <https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9182> <https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9182>  
V. Neagoe, Rețele neurale pentru explorarea datelor, Ed. Matrix Rom, București, 2018.

**11. Evaluare**

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
----------------	---------------------------	-------------------------	------------------------------



11.4 Curs	Cunoașterea noțiunilor teoretice fundamentale; analiza diferențială a tehnicilor și metodelor teoretice	Lucrare scrisă de verificare (1,5 ore) dată la dată fixă (săptămâna 9), ce acoperă 50% din curs.	35%
	Cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice.	Examen final scris (1.5 ore) dat în sesiune. Subiectele acoperă restul de 50% din materie neinclus in lucrarea de verificare.	35%
	Evaluarea și optimizarea performanțelor unui algoritm		
11.5 Seminar/laborator/proiect	Evaluarea și optimizarea performanțelor unui algoritm	colocviu	30%
	Abilitatea de proiectare a unui algoritm pentru rezolvarea unei probleme date;		
	Capacitatea de transpunere în cod [Matlab] a unui algoritm;		
	Demonstrarea funcționării și evaluarea performanțelor unui algoritm implementat.		
	Demonstrarea funcționării și evaluarea performanțelor unui algoritm implementat.		
11.6 Condiții de promovare			
Obținerea a 50% din punctajul total. Obținerea a 50% din punctajul aferent activității de laborator. Obținerea a 50 % din punctajul lucrari scrise tip partial			

## 12. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților angajatorilor și asociațiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum și cu stadiul actual al cunoașterii în domeniul științific abordat și practicile în instituții de învățământ superior din Spațiul European al Învățământului Superior (SEIS)

*Programa cursului* Recunoașterea formelor și inteligența artificială (RFIA) răspunde concret cerințelor actuale de dezvoltare și evoluție, subscrise economiei europene a serviciilor din domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației (CTI).

*Prin activitățile desfășurate, studenții dezvoltă abilități de a oferi soluții și de a propune idei de îmbunătățire a situației existenței în domenii de activitate practic nelimitate : domeniul de securitate (sisteme de supraveghere și sisteme biometrice, care utilizeaza recunoașterea imaginii faciale, recunoașterea irisului, recunoașterea vorbitorului), aplicații de “consum” (tehnologii pentru camere foto digitale sau smart phone care includ funcția de face detection), domeniul medical (produse și tehnologii de analiza și diagnoza medicala), analiza imaginilor de observatie terestra pentru aplicatii civile și militare (produse și tehnologii de tip „remote sensing” de recunoasterea formelor pentru imagini satelitare), domeniul automatizărilor industriale (sisteme de inspecție produse), robotică (sisteme de interfațare om-mașină), finante (predictia indicilor financiari, credit scoring), seismologie (predictia cutremurelor), inteligența artificială pentru vehicule autonome și altele.*





**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București**

**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și  
Tehnologia Informației**



Se asigură astfel absolvenților competențe adecvate cu necesitățile calificărilor actuale și o pregătire științifică și tehnică moderne, de calitate și competitive, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, fiind perfect încadrat în politica Universității Politehnica din București, atât din punctul de vedere al conținutului și structurii, cât și din punctul de vedere al aptitudinilor și deschiderii internaționale oferite studenților.

În dezvoltarea conținutului disciplinei s-au avut în vedere cunoștințe descrise de literatura de specialitate, dar și cercetările proprii publicate și prezentate de titularul cursului și doctoranzii săi la conferințe internaționale.

Prin activitățile aferente cursului se are în vedere dezvoltarea abilităților absolventului de a gestiona situații practice cu care se poate confrunta în viața reală în scopul creșterii contribuției acestuia la îmbunătățirea mediului socio-economic.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

25.09.2024

Prof. dr. ing. Victor Neagoe

Prof. dr. ing. Victor Neagoe

Data avizării în departament

Director de departament

Conf. dr. ing. Bogdan Cristian Florea

Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan

Prof. dr. ing. Radu Mihnea Udrea