



### 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	Telecomunicații
1.4 Domeniul de studii	Calculatoare și Tehnologia Informației
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Sisteme Inteligente și Vedere Artificială

#### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	Inteligența computațională I : tehnici inteligente de inspirație naturală						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof. Dr. Victor Neagoe						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	Prof. Dr. Victor Neagoe						
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	I	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M1.O.16-01	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	1.50	3.3 seminar/laborator	1.5
3.4 Total ore din planul de învățământ	42.00	Din care: 3.5 curs	21	3.6 seminar/laborator	21
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					39
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					5
Alte activități (dacă există):					0
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	Cunoștințe generale de matematici speciale, statistică și programarea calculatoarelor
4.2 de rezultate ale învățării	Nu este cazul.

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

5.1 Curs	Cursul se va desfășura într-o sală cu videoproiector și computer
----------	--



5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică; această sală trebuie să conțină calculator individual pentru fiecare student, internet, videoproiector Pentru desfășurarea activităților de laborator sunt necesare următoarele soluții software instalate pe computere: Matlab, Python și Office
-----------------------------------	---

**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.)*

Cursul are ca obiectiv principal prezentarea fundamentelor inteligenței computaționale cuprinzând tehnici inteligente de inspirație naturală ca: rețele neuronale artificiale, calcul evolutiv (în particular algoritmi genetici), inteligența roiurilor (“swarm intelligence”), sisteme cu imunitate artificială, sisteme „fuzzy”, sisteme „neuro-fuzzy” etc. Un al doilea obiectiv al cursului este evaluarea tehnicilor considerate de inteligența computațională din punctul de vedere al aplicațiilor lor în domeniul recunoașterii formelor („pattern recognition”) și prezentarea principiilor și algoritmilor de baza ai recunoașterii statistice a formelor (clasificare, clustering, selecția caracteristicilor).

Aplicațiile de laborator au ca obiectiv familiarizarea studenților cu implementarea algoritmilor de inteligență computațională pentru baze de date profesionale, folosirea unor medii de dezvoltare software dedicate (Matlab/Python), precum și dezvoltarea capacității lor de interpretare a rezultatelor și optimizare a performanțelor.

**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.)*

Specifice	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aplicarea cunoștințelor fundamentale și de specialitate dezvoltate în cadrul acestei direcții de master pentru identificarea și elaborarea unor strategii de rezolvare a unor probleme tehnice complexe, specifice domeniului Sisteme Inteligente și Vederea Artificială.</li><li>- Capacitatea de a modela și proiecta sisteme software/hardware bazate pe tehnici de inteligență artificială pentru a rezolva probleme de recunoașterea formelor din domeniul observării Pământului (Earth Observation), roboticii, biologiei, medicinei, economiei, finanțelor, jocurilor, controlului calitatii; în cadrul inteligenței artificiale, capacitatea de utilizare atât a unor tehnici inteligente recente de inspirație naturală (cunoscute sub definiția de inteligență computațională, incluzând rețele neurale, sisteme „fuzzy”, calcul evoluționist, „swarm intelligence”), cât și a modelelor și limbajelor clasice de inteligență artificială.</li><li>- Abilitatea de a modela și proiecta sisteme software/hardware de prelucrare și analiză a imaginilor pentru aplicații specifice; capacitatea atât de a utiliza programe (software) deja existente pentru prelucrarea imaginilor, cât și de a proiecta și implementa sisteme noi, folosind interfețe și limbaje specifice.</li><li>- Capacitatea de a modela și a proiecta sisteme bazate pe tehnici din domeniul vederii artificiale pentru a rezolva sarcini tipice de biometrie, teledetecție, robotică vehiculară, supraveghere video.</li><li>- Capacitatea de a aplica și dezvolta algoritmi și programe de mineritul datelor (data mining) și descoperirea cunoștințelor (knowledge discovery); capacitatea de a aborda aplicații de data mining pentru imagistică satelitară și multimedia.</li></ul>
-----------	---



<b>Transversale (generale)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Îndeplinirea sarcinilor profesionale cu identificarea exactă a obiectivelor de realizat, a unor factori potențiali de risc, a resurselor disponibile, a aspectelor economico-financiare, condițiilor de finalizare a acestora, etapelor de lucru, timpului de lucru și termenelor de realizare aferente.</li><li>- Executarea responsabilă a unor sarcini de lucru în echipă pluridisciplinară, cu asumarea de roluri pe diferite paliere ierarhice; lucrează bine în echipă și comunique eficient, coordonându-și eforturile cu colegii pentru atingerea obiectivului comun.</li><li>- Identificarea nevoii de formare continuă și utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională asistată (portaluri Internet, aplicații software de specialitate, baze de date, cursuri on-line, etc.) atât în limba română cât și într-o limbă de circulație internațională.</li><li>- Respectarea principiilor de etică academică prin respectarea proprietății intelectuale</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 exemplurilor 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.)

<b>Cunoștințe</b>	<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> <ul style="list-style-type: none"><li>-Definește conceptele principale ale domeniului. Sunt prezentate fundamentele inteligenței computaționale cuprinzând tehnici inteligente de inspirație naturală ca: rețele neuronale artificiale, calcul evolutiv (în particular algoritmi genetici), inteligența roiurilor (“swarm intelligence”), sisteme cu imunitate artificială, sisteme „fuzzy”, sisteme „neuro-fuzzy” etc.</li><li>-Sunt descrise și aplicate metode de proiectare și implementare a algoritmilor de inteligență computațională pentru baze de date profesionale, cu folosirea unor medii de dezvoltare software dedicate.</li><li>- Se evidențiază indicii de evaluare a performanțelor sistemelor de inteligență computațională aplicate în domeniul „pattern recognition”.</li></ul>
<b>Aptitudini</b>	<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> <ul style="list-style-type: none"><li>Selectează un model de inteligență artificială pentru o aplicație concretă de data mining, clasificare, predicție etc.</li><li>Utilizează argumentat principii specifice pentru proiectarea unei sarcini specifice..</li><li>Lucrează productiv în echipă.</li><li>Elaborează un text științific</li><li>Verifică experimental soluții identificate, prin implementarea software a unor modele inteligente</li><li>Rezolvă aplicații practice</li><li>Interpretează adecvat relații de cauzalitate</li><li>Analizează comparativ modelul selectat cu alte modele de referință publicate în literatura de specialitate</li><li>Formulează concluzii prin interpretarea rezultatelor obținute la experimentele realizate</li></ul>



<b>Responsabilitate și autonomie</b>	<p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>•Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează.</li><li>•Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate.</li><li>•Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare.</li><li>•Manifestă colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice</li><li>•Demonstrează autonomie în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat</li><li>•Manifestă responsabilitate socială prin implicarea activă în viața socială studențească/implicare în evenimentele din comunitatea academică</li><li>•Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale.</li><li>•Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială).</li><li>•Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător.</li><li>•Analizează și valorifică oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate.</li><li>•Demonstrează abilități de management al situațiilor din viața reală (gestionarea timpului colaborare vs. conflict).</li></ul>
--	--

**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	Introducere. 1.1. Inteligența artificială; inteligența computațională ca domeniu al tehnicilor inteligente de inspirație naturală; aplicații. 1.2. Recunoașterea formelor („pattern recognition”); recunoașterea formelor cu tehnici de inteligență computațională; tehnici statistice de recunoașterea formelor.	01
2	Rețelele neurale fără reacție (“feedforward”) 2.1. Introducere în rețele neuronale 2.2. Perceptronul multinivel (Multi-Layer perceptron-MLP) 2.3. Rețele cu funcții de bază radiale (RBF)	02
3	Rețele neurale bazate pe transferul stărilor (State Transfer Networks=STN) 3.1. Rețeaua Hopfield. 3.2. Memoria asociativă bidirecțională. 3.3. Mașina Boltzman.	01
4	Rețele neurale competitive 4.1. Rețeaua competitivă simplă; cuantizarea vectorială 4.2. Rețele cu autoorganizare (Self Organizing Maps=SOM) 4.3. Rețele cu autoorganizare concurente (CSOM) 4.4. Rețele bazate pe teoria rezonanței adaptive (ART)	02
5	Calcul evoluționist 5.1. Algoritmi genetici, (etape, operatori, selecție, parametri) 5.2. Programare genetică 5.3. Strategii evoluționiste	03
6	Inteligența roiurilor (Swarm Intelligence) 6.1. Algoritm PSO (Particle Swarm Optimization) 6.2. Modelul optimizării coloniilor de furnici (ACO=Ant Colony Optimization) 6.3. Modelul de inteligență artificială al coloniilor de albine (ABC= Artificial Bee Colony)	03
7	Modelul sistemelor cu imunitate artificială (AIS=Artificial Immune Systems) 7.1. Modelul AIS 7.2. Algoritm AIS pentru recunoașterea formelor	02
8	Sisteme Fuzzy 8.1 Elemente de logică fuzzy (Mulțimi fuzzy ; operatori fuzzy; metrica fuzzy; inferență fuzzy) 8.2. Clasificare cu reguli “fuzzy”	02
9	Sisteme neuro-fuzzy 9.1 . Fuzzy perceptron 9.2 Fuzzy SOM 9.3 Fuzzy ART	02
10	Metode de referință pentru recunoașterea formelor 10.1. Clasificatori (k-NN, Bayes, Support Vector Machine (SVM)) 10.2. Metode de clustering (K-Means, Fuzzy K-means) 10.3. Selecția Caracteristicilor (Analiza componentelor principale (PCA); analiza componentelor independente (ICA)).	03
	<b>Total:</b>	21



**Bibliografie:**

Victor Neagoie, Inteligență Computatională I, suport de curs electronic,  
<https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9500>

V. Neagoie, Rețele neurale pentru explorarea datelor, MatrixRom, București, 2018.

A. Engelbrecht, Computational Intelligence: An Introduction, Wiley, San Francisco, 2007.

V. E. Neagoie, R. M. Stoica, A. I. Ciurea, L. Bruzzone, and F. Bovolo, "Concurrent SelfOrganizing 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, August . 2014, WOS:000343055200031.

V. Neagoie, C. E. Neghina, V. Chirila-Berbentea, "A genetic algorithm approach to purify the classifier training labels for the analysis of remote sensing imagery," Proceedings of 2017 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), Fort Worth, Texas, USA, July 23–28, 2017, pp. 3234-3237, WOS:000426954603081.

V. E. Neagoie, R.M- Stoica, "A New Neural Approach of Supervised Change Detection in SAR Images Using Training Data Generation with Concurrent Self-Organizing Maps, Proc. International Geoscience and Remote Sensing Symposium, (IGARSS 2018), Valencia, Spain, July 23-27, 2018, pp. 4792-4795, WOS:000451039804182.

T. Damronggakmethee, V.E.Neagoie, "Principal Component Analysis and ReliefV Cascaded with Decision Tree for Credit Scoring." Proc. 8th Computer Science On-Line Conference (CSOC), Location: CZECH REPUBLIC, Date: APR 24-27, 2019 , Artificial Intelligence Methods in Intelligent Algorithms. Praha, CZECH REPUBLIC2019, Springer, Book Series: Advances in Intelligent Systems and Computing, vol.985, pp. 85-95, WOS:000503762800009.

**LABORATOR**

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Multilayer Perceptron (MLP) pentru clasificarea unor baze de date standard (WINE. IRIS, BREAST CANCER)	01
2	Arhitectură neurală cu fuziunea deciziilor pentru predicția inundațiilor	01
3	Modelul Ant Colony Optimization (ACO) pentru problema comis-voiajorului (Travelling Salesman Problem-TSP)	01
4	Modelul Ant Colony Optimization (ACO) pentru problema comis	01
5	Clustering cu algoritmi K-Means și Fuzzy C-Means	01
6	Analiza componentelor principale (Principal Component Analysis-PCA)	01
7	Clasificator Bayes pentru imagini satelitare multispectrale (LANDSAT)	01
8	Colocviu	0
	<b>Total:</b>	7

**PROIECT**

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Proiectarea, implementarea software (Python/Matlab) și evaluarea performanțelor unui clasificador bazat pe un model de inteligență computațională pentru baze de date clasice. Perechea (clasificador-bază de date) este specifică fiecărui student.	14
	<b>Total:</b>	14

**Bibliografie:**



## 11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	- Însușirea noțiunilor teoretice fundamentale; studenții vor răspunde la un număr de întrebări formulate astfel încât să se testeze faptul că au înțeles noțiunile predate.	Examen scris în sesiunea de examene	20
	- Cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice	Examen scris în sesiunea de examene	20
	- Analiza diferențială a principiilor și metodelor teoretice.	Examen scris în sesiunea de examene	10
11.5 Seminar/laborator/proiect	-Laborator: capacitatea masterandului de a rezolva o aplicație de laborator și de a interpreta rezultatele	Colocviu final de laborator	25
	-Proiect: capacitatea masterandului de a proiecta, de a implementa software și de a evalua performanțele unui clasificator bazat pe inteligență computațională	-Prezentare scrisă și susținere orală a proiectelor	25
11.6 Condiții de promovare			
Obținerea a 50% din punctajul total.			

## 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* Inteligență computațională 1: tehnici inteligente de inspirație naturală răspunde concret cerințelor actuale de dezvoltare și evoluție, subscrise economiei europene a serviciilor din domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației (CTI). În contextul progresului tehnologic actual, domeniile de activitate vizate de această disciplină sunt practic nelimitate : analiza inteligentă a imaginilor de observație terestră (Earth Observation) pentru aplicații civile și militare (produse și tehnologii de tip „remote sensing” de recunoașterea formelor pentru imagini satelitare), aplicații de securitate (sisteme de supraveghere și sisteme biometrice), aplicații de “consum” (tehnologii inteligente pentru camere foto digitale sau smart phone), aplicații în domeniul medicinei (produse și tehnologii inteligente de diagnoza medicala), aplicații din domeniul automatizărilor industriale (sisteme de inspecție produse), robotică și contextul aplicațiilor de interacțiune om-mașină (sisteme de interfațare om-mașină), aplicații financiare (predictia indicilor financiari), seismologie (predictia cutremurelor) și altele. 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, disciplina IC1 fiind perfect încadrată 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.



**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București**  
**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și**  
**Tehnologia Informației**



Prof. Dr. Victor Neagoe

Prof. Dr. Victor Neagoe

Data avizării în departament

29.10.2024

Director de departament

Conf. Dr. Bogdan Cristian FLOREA

Data aprobării în Consiliul Facultății

29.10.2024

Decan

Prof. Dr. Mihnea Udrea