Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti

Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi

Tehnologia Informaţiei

FIŞA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituţia de învăţământ superior	**Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti**
1.2 Facultatea	**Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologia Informaţiei**
1.3 Departamentul	**Electronică Aplicată şi Ingineria Informaţiei**
1.4 Domeniul de studii	Calculatoare şi Tehnologia Informaţiei
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Sisteme Inteligente şi Vedere Artificială

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Inteligenţa computaţională I : tehnici inteligente de inspiraţie naturală Victor-Emil Neagoe			
2.2 Titularul activităţilor de curs				Prof. Dr. Victor Neagoe			
2.3 Titularul activităţilor 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		S	2.9 Codul disciplinei	1		2.10 Tipul de notare	Nota

3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităţilor 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 învăţământ	42.00	Din care: 3.5 curs	21	3.6 seminar/laborator	21
Distribuţia fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie şi notiţe Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii şi eseuri					48
Tutorat					6
Examinări					4
Alte activităţi (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. Precondiţii (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Cunoştinţe generale de matematici speciale, statistică şi programarea calculatoarelor
4.2 de rezultate ale învăţării	Nu este cazul.

5. Condiţii necesare pentru desfăşurarea optimă a activităţilor didactice (acolo unde este cazul)

5.1 Curs	Cursul se va desfăşura într-o sală cu videoproiector şi computer sau prin intermediul platformelor Teams.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laboratorul se va desfăşura într-o sală cu dotare specifică; calculatoare , internet, videoproiector. Pentru desfăşurarea activităţilor de laborator sunt necesare următoarele soluţii software instalate pe computere: Matlab, Python şi Office. Proiectul se va desfăşura într-o sală dotată cu videoproiector şi computer sau prin intermediul platformelor Teams . Proiectul are un caracter aplicativ in domeniul cursului, tema fiind specifică fiecărui student.

6. Obiectiv general *(Se referă la intenţiile profesorilor pentru studenţi, la ceea ce studenţii vor fi învăţaţi în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului ştiinţific abordat, precum şi 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 învăţământ al specializării studiate etc.)*

Cursul are ca obiectiv principal prezentarea fundamentelor inteligenţei computaţionale cuprinzând tehnici inteligente de inspiraţie naturală ca: reţele neuronale artificiale, calcul evolutiv (in particular algoritmi genetici), inteligenţa roiurilor (“swarm intelligence”), sisteme cu imunitate artificială, sisteme „fuzzy”, sisteme „neuro-fuzzy” etc. Un al doilea obiectiv al cursului este evaluarea tehnicilor considerate de inteligenţa computaţională din punctul de vedere al aplicaţiilor lor in domeniul recunoaşterii formelor („pattern recognition”) şi prezentarea principiilor şi algoritmilor de baza ai recunoaşterii statistice a formelor (clasificare, clustering, selecţia caracteristicilor).

Aplicaţiile de laborator au ca obiectiv familiarizarea studenţilor cu implementarea algoritmilor de inteligenţă computaţională pentru baze de date profesionale , folosirea unor medii de dezvoltare software dedicate (Matlab/Python), precum si dezvoltarea capacităţii lor de interpretare a rezultatelor si optimizare a performanţelor.

Proiectul constă într-o aplicaţie software definită de algoritm de inteligenţă computaţională+bază de date aferentă, fiind specifică fiecărui student.

7. Competenţe *(Capacitatea dovedită de a utiliza cunoştinţe, aptitudini şi abilităţi personale, sociale şi/sau metodologice în situaţii de muncă sau de studiu şi pentru dezvoltarea profesională şi personală. Reflectă cerinţele angajatorilor.)*

Specifice	- Aplicarea cunoştinţelor fundamentale şi de specialitate dezvoltate in cadrul acestei directii de master pentru identificarea si elaborarea unor strategii de rezolvare a unor probleme tehnice complexe, specifice domeniului Sisteme Inteligente si Vederea Artificială. - Capacitatea de a modela si proiecta sisteme software/hardware bazate pe tehnici de inteligenţă artificială pentru a rezolva probleme de recunoaşterea formelor din domeniul observării Pământului (Earth Observation) , roboticii , biologiei, medicinei, economiei, finanţelor, jocurilor, controlului calitatii; in cadrul inteligenței artificiale, capacitatea de utilizare atât a unor tehnici inteligente recente de inspiratie naturală (cunoscute sub definiţia de inteligenţă computaţională , incluzând reţele neurale, sisteme „fuzzy", calcul evoluţionist, „swarm intelligence"), cât şi a modelelor şi limbajelor clasice de inteligenţă artificială. - Abilitatea de a modela şi proiecta sisteme software/hardware de prelucrare şi analiză a imaginilor pentru aplicaţii specifice; capacitatea atat de a utiliza programe (software) deja existente pentru prelucrarea imaginilor, cat si de a proiecta si implementa sisteme noi, folosind interfete si limbaje specifice. - Capacitatea de a modela şi a proiecta sisteme bazate pe tehnici din domeniul vederii artificiale pentru a rezolva sarcini tipice de biometrie, teledetecţie, robotică vehiculară, supraveghere video. - Capacitatea de a aplica si dezvolta algoritmi si programe de mineritul datelor (data mining) si descoperirea cunoştintelor (knowledge discovery) ; capacitatea de a aborda aplicatii de data mining pentru imagistică satelitară şi multimedia.
Transversale (generale)	- Îndeplinirea sarcinilor profesionale cu identificarea exactă a obiectivelor de realizat, a unor factori potenţiali de risc, a resurselor disponibile, a aspectelor economico-financiare, condiţiilor de finalizare a acestora, etapelor de lucru, timpului de lucru şi termenelor de realizare aferente. - Executarea responsabilă a unor sarcini de lucru în echipă pluridisciplinară, cu asumareade roluri pe diferite paliere ierarhice; lucrează bine în echipă şi comiunică eficient, coordonându-şi eforturile cu colegii pentru atingerea obiectivului comun. - Identificarea nevoii de formare continuă si utilizarea eficientă a surselor informaţionalesi a resurselor de comunicare si formare profesională asistată (portaluri Internet, aplicaţii software de specialitate, baze de date, cursuri on-line, etc.) atât in limba română cât şi într-o limbă de circulaţie internaţională. -Respectarea principiilor de etică academică prin respectarea proprietăţii intelectuale

8. Rezultatele învăţării *(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.)*

Cunoştinţe	*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.* -Defineşte conceptele principale ale domeniului. Sunt prezentate fundamentele inteligenţei computaţionale cuprinzând tehnici inteligente de inspirație naturală ca: rețele neuronale artificiale, calcul evolutiv (in particular algoritmi genetici), inteligența roiurilor ("swarm intelligence"), sisteme cu imunitate artificială, sisteme „fuzzy", sisteme „neuro-fuzzy" etc. -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. - Se evidențiază indicii de evaluare a performanțelor sistemelor de inteligență computațională aplicate în domeniul „pattern recognition".
Aptitudini	*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).* Selectează un model de inteligență artificială pentru o aplicație concretă de data mining, clasificare, predicție etc. Utilizează argumentat principii specifice pentru proiectarea unei sarcini specifice.. Lucrează productiv în echipă. Elaborează un text științific Verifică experimental soluții identificate, prin implementarea software a unor modele inteligente Rezolvă aplicații practice Interpretează adecvat relații de cauzalitate Analizează comparativ modelul selectat cu alte modele de referință publicate în literatura de specialitate Formulează concluzii prin interpretarea rezultatelor obținute la experimentele realizate

Responsabilitate şi autonomie	*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom şi responsabil cunoştinţele şi aptitudinile sale.* •Selectează surse bibliografice potrivite şi le analizează. •Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate. •Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învăţare. •Manifestă colaborare cu ceilalţi colegi şi cadre didactice în desfăşurarea activităţilor didactice •Demonstrează autonomie în organizarea situaţiei/contextului de învăţare sau a situaţiei problemă de rezolvat •Manifestă responsabilitate socială prin implicarea activă în viaţa socială studenţească/implicare în evenimentele din comunitatea academică •Promovează/contribuie prin soluţii noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăţi calitatea vieţii sociale. •Conştientizează valoarea contribuţiei sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluţii viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viaţa socială şi economică (responsabilitate socială). •Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluţiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător. •Analizează şi valorifică oportunităţi de afaceri/de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate. •Demonstrează abilităţi de management al situaţiilor din viaţa reală (gestionarea timpului colaborare vs. conflict).

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 studenţilor la stabilirea propriului parcurs de învăţare, cum se identifică eventualele rămâneri în urmă şi ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)*

-Pornindu-se de analiza caracteristicilor de învăţare ale studenţilor şi de la nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expozitive (prelegerea, expunerea), cât şi conversative-interactive, bazate pe modele de învăţare prin descoperire facilitate de explorarea directa şi indirectă a realităţii (experimentul, demonstraţia, modelarea), dar şi pe metode bazate pe acţiune, precum exerciţiul, activităţile practice şi rezolvarea de probleme. -În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări Power Point sau diferite filmuleţe care vor fi puse la dispoziţia studenţilor. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noţiunilor parcurse la ultimul curs.

-Prezentările utilizează imagini şi scheme, astfel încât informaţiile prezentate să fie uşor de înţeles şi asmilat. -Această disciplină acoperă informaţii şi activităţi practice menite să-i sprijine pe studenţi în eforturile de învăţare şi de dezvoltare a unor relaţii optime de colaborare şi comunicare într-un climat favorabil învăţării prin descoperire.

-Se va avea în vedere exersarea abilităţilor de ascultare activă şi de comunicare asertivă, precum şi a mecanismelor de construcţie a feedback-ului, ca modalităţi de reglare comportamentală în situaţii diverse şi de adaptare a demersului pedagogic la nevoile de învăţare ale studenţilor.

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

10. Conţinuturi

CURS

Capitolul	Conţinutul	Nr. ore
1	Introducere. 1.1. Inteligenţa artificială; inteligenţa computaţională ca domeniu al tehnicilor inteligente de inspiraţie naturală; aplicaţii. 1.2. Recunoaşterea formelor („pattern recognition”); recunoaşterea formelor cu tehnici de inteligenţă computaţională; tehnici statistice de recunoaşterea formelor.	1
2	Reţetele neurale fără reacţie (“feedforward”) 2.1. Introducere în rețele neuronale 2.2. Perceptronul multinivel (Multi-Layer perceptron-MLP) 2.3. Reţele cu funcţii de bază radiale (RBF)	3
3	Reţele neurale bazate pe transferul stărilor (State Transfer Networks=STN) 3.1. Reţeaua Hopfield. 3.2. Memoria asociativă bidirecţională. 3.3. Maşina Boltzman.	2
4	Reţele neurale competitive 4.1. Reţeaua competitivă simplă; cuantizarea vectorială 4.2. Reţele cu autoorganizare (Self Organizing Maps=SOM) 4.3. Reţele cu autoorganizare concurente (CSOM) 4.4. Reţele bazate pe teoria rezonanţei adaptive (ART)	3
5	Calcul evoluţionist 5.1. Algoritmi genetici, (etape, operatori, selecţie, parametri) 5.2. Programare genetică 5.3. Strategii evoluționiste	2
6	Inteligența roiurilor (Swarm Intelligence) 6.1. Algoritmul PSO (Particle Swarm Optimization) 6.2. Modelul optimizarii coloniilor de furnici (ACO=Ant Colony Optimization) 6.3. Modelul de inteligență artificială al coloniilor de albine (ABC= Artificial Bee Colony)	2
7	Modelul sistemelor cu imunitate artificială (AIS=Artificial Immune Systems) 7.1. Modelul AIS 7.2. Algoritm AIS pentru recunoașterea formelor	1
8	Sisteme Fuzzy 8.1 Elemente de logică fuzzy (Mulţimi fuzzy ; operatori fuzzy; metrica fuzzy; inferenţă fuzzy) 8.2. Clasificare cu reguli “fuzzy”	2
9	Sisteme neuro-fuzzy 9.1 . Fuzzy perceptron 9.2 Fuzzy SOM 9.3 Fuzzy ART	2
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	3
	Total:	21

Bibliografie:
Victor Neagoe, Inteligență Computațională I, suport de curs electronic
V. Neagoe, Rețele neurale pentru explorarea datelor, MatrixRom, București, 2018.
A. Engelbrecht, Computational Intelligence: An Introduction, Wiley, San Francisco, 2007.
V. E. Neagoe, 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. Neagoe, 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. Neagoe, 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.Neagoe, "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.	Conţinutul	Nr. ore
1	Multilayer Perceptron (MLP) pentru clasificarea unor baze de date standard (WINE. IRIS, BREAST CANCER)	2
2	Arhitectură neurală cu fuziunea deciziilor pentru predicția inundațiilor	1
3	Modelul Ant Colony Optimization (ACO) pentru problema comis-voiajorului (Travelling Salesman Problem-TSP)	1
4	Clasificator pentru imagini satelitare multispectrale (LANDSAT)	2
5	Clustering cu algoritmii K-Means și Fuzzy C-Means	1
	Total:	7

PROIECT

Nr. crt.	Conţinutul	Nr. ore
1	Proiectarea, implementarea software (Python/Matlab) şi evaluarea performanţelor unui clasificator bazat pe un model de inteligență computațională pentru baze de date clasice. Perechea (clasificator-bază de date) este specifică fiecărui student.	14
	Total:	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	- Însuşirea noţiunilor teoretice fundamentale; studenţii vor răspunde la un număr de întrebări formulate astfel încât să se testeze faptul că au înţeles noţiunile predate.	Examen scris în sesiunea de examene	20
	- Cunoaşterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice	Examen scris în sesiunea de examene	20
	- Analiza diferenţială a principiilor şi metodelor teoretice.	Examen scris în sesiunea de examene	10
11.5 Seminar/laborator/proiect	-Laborator: capacitatea masterandului de a rezolva o aplicaţie de laborator şi de a interpreta rezultatele	Colocviu final de laborator	25
	-Proiect: capacitatea masterandului de a proiecta, de a implementa software şi de a evalua performanţele unui clasificator bazat pe inteligenţă computaţională	-Prezentare scrisă şi susţinere orală direct sau pe Teams a proiectelor	25
11.6 Condiţii de promovare			
Obţinerea a 50% din punctajul total.			

12. Coroborarea conţinutului disciplinei cu aşteptările reprezentanţilor angajatorilor şi asociaţiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum şi cu stadiul actual al cunoaşterii în domeniul ştiinţific abordat şi practicile în instituţii de învăţământ superior din Spaţiul European al Învăţământului Superior (SEÎS)

Programa cursului Inteligenţă computaţională 1: tehnici inteligente de inspiraţie naturală răspunde concret cerinţelor actuale de dezvoltare şi evoluţie, subscrise economiei europene a serviciilor din domeniul Calculatoare şii Tehnologia Informaţiei (CTI). În contextul progresului tehnologic actual, domeniile de activitate vizate de această disciplină sunt practic nelimitate : analiza inteligentă a imaginilor de observatie terestră (Earth Observation) pentru aplicatii civile şi militare (produse şi tehnologii de tip „remote sensing” de recunoastertea formelor pentru imagini satelitare), aplicaţii de securitate (sisteme de supraveghere şi sisteme biometrice), aplicaţii de “consum” (tehnologii inteligente pentru camere foto digitale sau smart phone), aplicaţii în domeniul medicinii (produse şi tehnologii inteligente de diagnoza medicala), aplicaţii din domeniul automatizărilor industriale (sisteme de inspecţie produse), robotică şi contextul aplicaţiilor de interacţiune om-maşină (sisteme de interfaţare om-maşină), aplicaţii financiare (predictia indicilor financiari), seismologie (predictia cutremurelor) şi altele. Se asigură astfel absolvenţilor competenţe adecvate cu necesităţile calificărilor actuale şi o pregătire ştiinţifică şi tehnică moderne, de calitate şi competitive, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, disciplina IC1 fiind perfect încadrată în politica Universităţii Politehnica din Bucureşti, atât din punctul de vedere al conţinutului şi structurii, cât şi din punctul de vedere al aptitudinilor şi deschiderii internaţionale oferite studenţilor.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicaţii
21.09.2026	Prof. Dr. Victor Neagoe	Prof. Dr. Victor Neagoe

Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti
Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi
Tehnologia Informaţiei

Data avizării în departament	Director de departament
Data aprobării în Consiliul Facultăţii	Decan
22.09.2026	Prof. Dr. Mihnea Udrea