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	**Telecomunicaţii**
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologii Informaţionale
1.5 Ciclul de studii	Licenţă
1.6 Specializarea	Reţele şi Software de Telecomunicaţii

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Inteligenţă artificală			
2.2 Titularul activităţilor de curs				Conf. Dr. Bogdan Cosmin Mocanu			
2.3 Titularul activităţilor de seminar / laborator				Prof. Dr. Ruxandra Georgiana Tapu			
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		S	2.9 Codul disciplinei	04.S.07.O.305		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	2	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învăţământ	42	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	14
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					30
Tutorat					0
Examinări					3
Alte activităţi (dacă există):					0

3.7 Total ore studiu individual	33.00
3.8 Total ore pe semestru	75
3.9 Numărul de credite	3

4. Precondiţii (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcurgerea şi/sau promovarea următoarelor discipline: Programare Obiect Orientată; Semnale şi Sisteme; Sisteme de Operare; Teoria Transmiterii Informatiei.
4.2 de rezultate ale învăţării	Cunoştinţe generale privind semnalele unidimensionale şi bidimensionale, programare orientată pe obiecte şi lucru cu biblioteci dedicate.

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

5.1 Curs	Cursul se va desfăşura într-o sală dotată cu videoproiector şi computer.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laboratorul se va desfăşura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: calculatoare performante echipate cu plăci grafice necesare pentru prelucrare paralelă a datelor, videoproiector sau TV cu o diagonala minimă de 179 cm, tabletă grafica.

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.)*

Această disciplină se studiază în cadrul domeniului electronică, telecomunicaţii şi tehnologia informaţiei, specializarea Reţele şi Software de Telecomunicaţii şi îşi propune să familiarizeze studenţii cu principalele abordări, modele şi teorii explicative ale domeniului inteligenţei artificiale, utilizate în rezolvarea de aplicaţii practice şi probleme, cu relevanţă pentru stimularea procesului de învăţare. Disciplina urmăreşte înţelegerea şi aplicarea noţiunilor fundamentale din domeniul reţelelor neurale convoluţionale cu scopul identificării automate a conţinutului semantic relevant existent în documentele multimedia. Disciplina presupune studierea metodelor de selecţie şi exploatare a sistemele bazate pe inteligenţa artificială ce folosesc învăţarea automată, precum şi conceperea unui nou sistem. Accentul este pus pe folosirea cunoştinţelor teoretice în aplicaţii practice.

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	**Demonstrează că deţine** cunoştinţe de bază/avansate în domeniul inteligenţei artificiale. **Corelează şi aplică în practică** cunoştinţele referitoare la sistemele de învăţare automată folosind arhitecturi de reţele neurale adânci. **Aplică cunoştinţe,** concepte şi metode de bază privitoare la limbaje şi tehnici de programare. **Elabor**ează programe într-un limbaj de programare obiect-orientata, pornind de la specificarea cerinţelor şi până la execuţia, depanarea şi interpretarea rezultatelor în corelaţie cu procesorul utilizat **Comunicare orală şi în scris în limba română:** utilizează vocabularul ştiinţific specific domeniului, în vederea comunicării eficace, în scris şi oral. **Comunicare orală şi în scris într-o limba străină (engleză):** demonstrează înţelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă străină.

Transversale (generale)	**Lucrează în echipă şi comunică eficient,** coordonându-şi eforturile cu ceilalţi pentru rezolvarea de situaţii problemă de complexitate medie. **Autonomie şi gândire critică:** abilitatea de a gândi în termeni ştiinţifici, de a căuta şi analiza date în mod independent, precum şi de a desprinde şi prezenta concluzii / identifica soluţii. **Capacitate de analiză şi sinteză**: prezintă în mod sintetic cunoştinţele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică. **Respectă principiile de etică academică:** în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate. **Pune în practică elemente de** inteligenţă emoţională în gestionarea socio-emoţională adecvată a unor situaţii din viaţa reală/academică/profesională, demonstrând stăpânire de sine şi obiectivitate în luarea deciziilor sau în situaţii de stres. **Analiza metodică** a problemelor întâlnite în activitate, identificând elementele pentru care există soluţii consacrate, asigurând astfel îndeplinirea sarcinilor profesionale.

8. Rezultatele învăţării *(Sunt enunţuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învăţării reflectă realizările studentului şi mai puţin intenţiile profesorului. Rezultatele învăţării informează studenţii despre ceea ce se aşteaptă de la ei din punct de vedere al performanţei, pentru a obţine notele şi creditele dorite. Sunt definite în termeni concreţi, folosind verbe similare exemplelor de mai jos şi indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învăţării vor fi astfel redactate încât să fie evidenţiată clar relaţia faţă de competenţele definite la punctul 7.)*

Cunoştinţe	*Rezultatul asimilării de informaţii prin învăţare. Cunoştinţele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii şi practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice şi/sau faptice.* **Enumeră** cele mai importante etape care au marcat dezvoltarea tehnicilor de învăţare automata: supervizată şi nesupervizată. **Defineşte** noţiuni specifice precum: funcţii de scor şi funcţii de pierdere, reţele neurale artificiale, reţele neurale convoluţionale, sisteme de clasificare/regresie, arhitecturi de reţele adânci utilizate în aplicaţii practice. **Descrie/clasifică** etapele necesare antrenării unui sistem ce foloseşte inteligenţa artificială. **Evidenţiază relaţii** între diferitele topologii de sisteme bazate pe învăţarea profundă.
Aptitudini	*Capacitatea de a aplica cunoştinţe şi de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini şi a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive şi creative) sau practice (implicând dexteritate manuală şi utilizarea de metode, materiale, unelte şi instrumente).* **Selectează** şi grupează informaţii relevante într-un context dat. **Utilizează argumentat principii specifice în vederea** stabilirii instrumentelor software specializate ce permit extragerea automată a conţinutului semantic existent în documentele multimedia. **Lucrează** productiv în echipă. **Elaborează un text ştiinţific.** **Verifică experimental soluţii**le identificate. **Identifică soluţii** şi elaborează planuri de rezolvare/proiecte. **Formulează concluzii la experimentele realizate.** **Argumentează** soluţiile identificate/modurile de rezolvare.

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 de rezolvat **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.)*

Pornind de la 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 asimilat.
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	1. Elemente fundamentele de reprezentare a imaginilor digitale: 1.1. Conceptul de pixeli. 1.2. Blocurile de reprezentare a imaginilor. 1.3. Spaţii de culoare. 1.4. Scalarea imaginilor şi raportul de aspect.	2

2	2. Învăţarea automată: 2.1 Învăţarea supervizată: 2.1.1. Regresia liniară şi logistică. 2.1.2. Maşini cu suport vectorial. 2.1.3. Colecţii de arbori aleatori. 2.1.4. Reţele neurale artificiale. 2.2 Învăţarea nesupervizată: 2.2.1. Gruparea de tip: K-means. 2.2.2. Clustere ierarhice.	4
3	3. Bazele învăţării profunde: 3.1. Notaţii şi terminologie. 3.2. Topologii de reţele utilizate. 3.3. Antrenarea reţelelor neuronale artificiale.	2
4	4. Reţele neuronale: 4.1 Reţele cu un singur neuron. 4.2 Perceptroni cu mai multe straturi. 4.3 Propagarea înainte. 4.4. Funcţii de pierdere şi optimizare. 4.5. Clasificatorul Sofmax. 4.6. Propagarea înapoi.	4
5	5. Retele neuronale convoluţionale (CNN): 5.1 Straturi în CNN: 5.1.1. Straturi convoluţionale. 5.1.2. Funcţii de activare. 5.1.3. Straturi de agregare (pooling). 5.1.4. Straturi complet conectate. 5.1.5. Straturi de normalizare. 5.1.6. Staturi de „dropout”. 5.2. Vizualizarea reţelelor neuronale convoluţionale. 5.3. Transfer Learning şi Fine Tuning.	6
6	6. Învăţare profundă în practică: 6.1. Medii de dezvoltare: 6.1.1. Biblioteci dedicate aplicaţiilor de învăţare profundă. 6.1.2. Avantaje/dezavantaje CPU vs GPU. 6.2. Învăţare profundă pentru clasificarea datelor: 6.2.1. Baze de date. 6.2.2. Seturi de date de antrenare şi testare. 6.2.3. Antrenarea unui reţele CNN simple. 6.2.4. Salvarea şi încărcarea modelelor. 6.2.5. Supra-învăţarea şi sub-învăţarea reţelelor de tip CNN.	6
7	7. Arhitecturi de reţele de tip CNN utilizate în aplicaţii practice: 7.1. AlexNet. 7.2. VGG 7.3. ResNet 7.4. Inception 7.5. Xception	4
	Total:	28
Bibliografie:		

LABORATOR		
Nr. crt.	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	Introducere în rețelele neuronale. Implementarea unei porți AND/XOR cu ajutorul unei rețele neuronale în Python.	2
2	Proiectarea unei rețele neuronale dense în Keras. Antrenarea rețelei pe baza de date MNIST.	2
3	Proiectarea unei rețele neuronale convoluționale. Analiza elementelor fundamentale ale sistemelor de învățare profundă: straturi convoluționale, funcții de activare, straturi de agregare (pooling), straturi complet conectate, straturi de normalizare, staturi de „dropout”.	2
4	Antrenarea unui clasificator pentru recunoașterea de obiecte.	2
5	Monitorizarea modelelor utilizând Keras Callback and TensorBoard. Metrici de evaluare a performanțelor rețelelor neuronale. Supra-învățarea și sub-învățarea rețelelor CNN.	2
6	Arhitecturi de rețele utilizate în aplicații practice. Evaluare comparativă.	2
7	Colocviu de laborator	2
	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	1. Cunoașterea noțiunilor teoretice fundamentale.	Un test de verificare susținut la o dată fixată la începutul cursului; subiectele acoperă întreaga materie, realizând o sinteză între parcurgerea teoretică comparativă a materiei și explicitarea prin exerciții și probleme a modelelor de aplicație.	50%
	2. Cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice.	Idem	
	3. Analiza diferențiată a tehnicilor și metodelor teoretice.	Idem	

11.5 Seminar/laborator/proiect	1. Cunoaşterea modului de utilizare limbajului de programare Python şi a librăriilor, Keras, TensorFlow şi OpenCV.	Colocviu final de laborator, cuprinzând o componentă teoretică şi o componentă practică. Componenta teoretică este verificată prin test grilă; componenta practică este evaluată prin verificarea modului de rezolvare (implementare, testare, funcţionare) de către student a unei probleme practice.	50%
	2. Cunoaşterea arhitecturilor uzuale de reţele neuronale.	Idem	
	3. Cunoaşterea modului în care se realizează antrenarea şi testarea reţelelor neuronale.	Idem	
11.6 Condiţii de promovare			
Obţinerea a 50% din punctajul total. Demonstrarea cunoaşterii elementelor fundamentale ale sistemelor de învăţare profundă: straturi convoluţionale, funcţii de activare, straturi de agregare (pooling), straturi complet conectate, straturi de normalizare, straturi de „dropout”. demonstrarea cunoaşterii principalelor arhitecturi de reţele neuronale utilizate în aplicaţii practice: VGG, ResNet, Inception, Xception.			

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)

Prin activităţile desfăşurate, studenţii dezvoltă abilităţi de a oferi soluţii unor probleme şi de a propune idei de îmbunătăţire a situaţiei existente în domeniul tehnologiei informaţiei cu aplicaţii directe şi imediate în robotică, IoT sau sisteme autonome.
În dezvoltarea conţinutului disciplinei s-au avut în vedere cunoştinţe / aspecte / fenomene descrise de literatura de specialitate / cercetările proprii publicate / prezentate.
Cursul are un conţinut similar cursurilor desfăşurate de universitatea Stanford din SUA.
Prin activităţile realizate în timpul cursului/laboratorului se are în vedere dezvoltarea abilităţilor absolventului de a gestiona situaţii practice cu care se poate confrunta în viaţa reală în scopul creşterii contribuţiei acestuia la îmbunătăţirea mediului socio-economic.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicaţii
25.09.2025	Conf. Dr. Bogdan Cosmin Mocanu	Conf. Dr. Bogdan Cosmin Mocanu

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

Data avizării în departament	Director de departament
	Conf. Dr. Serban Georgica Obreja
Data aprobării în Consiliul Facultății	Decan
	Prof. Dr. Mihnea Udrea