



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	Dispozitive, Circuite și Arhitecturi Electronice
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
1.5 Ciclu de studii	Licență
1.6 Specializarea	Microelectronică, Optoelectronică și Nanotehnologii

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)	Inteligență artificială Artificial Intelligence						
2.2 Titularul activităților de curs	Ș.L. dr. ing. Șerban MIHALACHE						
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator	Ș.L. dr. ing. Șerban MIHALACHE						
2.4 Anul de studiu	3	2.5 Semestrul	II	2.6 Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	S	2.9 Codul disciplinei	04.S.06.O.413	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					
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					4
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					4
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	8.00				
3.8 Total ore pe semestru	50				
3.9 Numărul de credite	2				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcurgerea următoarelor discipline: – Algebră liniară, analiză matematică, matematici speciale; – Programarea calculatoarelor.
4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea următoarelor cunoștințe generale: – concepte fundamentale de programare a calculatoarelor; – tehnici de bază de prelucrare a semnalelor.

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.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	– Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, trebuind să includă: calculatoare, videoproiector, software specializat (Python). – Prezența obligatorie la ședințele de laborator (conform regulamentului studiilor universitare de licență în UNSTPB).

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.)*

Disciplina oferă o perspectivă fundamentală asupra domeniului învățării automate: modelul celor K medii (K-means Model, KMM), algoritmul celor mai apropiați K vecini (K-nearest Neighbors, KNN), modele cu mixturi de Gaussiene (Gaussian Mixture Models, GMM), arbori de decizie (Decision Trees, DT), ansambluri de arbori de decizie (Random Forests, RF), mașini cu vectori suport (Support Vector Machines, SVM) și rețele neuronale artificiale fundamentale, în particular rețele neurale complet-conectate (Fully-connected Neural Networks, FCNN). De asemenea, se oferă și o introducere în domeniul învățării profunde: rețele neurale convoluționale (Convolutional Neural Networks, CNN), rețele neurale reziduale (Residual Neural Networks, ResNet) și tehnici avansate de antrenare – regularizare, antrenarea selectivă a neuronilor (dropout), normalizarea activărilor per lot (batch normalization) etc.

– Cursul oferă o introducere în problematicile specifice domeniului și abordează cele trei paradigme fundamentale (învățare supervizată, învățare nesupervizată și învățare susținută), realizându-se o analiză comparativă a acestora și a tipurilor de aplicații care se pretează nativ fiecăreia. Sunt prezentate cele mai importante tehnici și metode de învățare automată, particularizate pentru probleme de clasificare nesupervizată, clasificare supervizată și regresie (KMM, KNN, GMM, DT, RF, SVM, FCNN, CNN și ResNet).

– Laboratorul debutează cu o introducere comprehensivă în utilizarea limbajului de programare Python și a pachetelor esențiale utilizate în domeniul învățării automate (numpy, scipy, pandas, matplotlib etc.). Restul lucrărilor acoperă implementarea practică a principalelor modele de învățare automată studiate la curs, folosind pachetele Python scikit-learn și Keras/TensorFlow, și utilizarea acestora pentru aplicații diverse de clasificare nesupervizată, clasificare supervizată și regresie.

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">– Demonstrează că deține cunoștințe de bază privind conceptele teoretice și modelele și tehnicile moderne de inteligență artificială și învățare automată.– Aplică în practică cunoștințele teoretice dobândite și utilizează medii de simulare pentru analiza și prelucrarea diverselor tipuri de date și de semnale (în special semnalul vocal).– Aplică metode, tehnici și metodologii standardizate, specifice domeniului inteligenței artificiale și învățării automate, pentru rezolvarea problemelor de clasificare sau regresie, în funcție de natura aplicației.– Argumentează și analizează coerent și corect contextul de aplicare a cunoștințelor de bază ale domeniului inteligenței artificiale și învățării automate, utilizând concepte cheie ale disciplinei și metodologia specifică.– Comunicare orală și în scris în limba română: utilizează vocabularul științific specific domeniului studiat, în vederea comunicării eficiente și corecte, în scris și oral.– Comunicare orală și în scris într-o limbă străină (engleză): demonstrează înțelegerea și aplicarea corectă a vocabularului aferent domeniului studiat, într-o limbă străină.
Transversale (generale)	<ul style="list-style-type: none">– Comunică eficient, în special în timpul orelor de aplicații, coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru rezolvarea de situații problemă de complexitate medie.– Autonomie și gândire critică: abilitatea de a gândi în termeni științifici, de a căuta și analiza date în mod independent, de a identifica soluții, precum și de a desprinde și prezenta concluzii.– Capacitate de analiză și sinteză: prezintă în mod sintetic cunoștințele 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 inteligență emoțională în gestionarea socio-emoțională adecvată a unor situații din viața academică, demonstrând stăpânire de sine și obiectivitate în luarea deciziilor sau în situații de stres.

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.)



Cunoștințe	<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">– Definește corect noțiunile de bază ale domeniului inteligenței artificiale și învățării automate: învățare supervizată, învățare nesupervizată, învățare susținută, metodologii experimentale, validare încrucișată, modele de clasificare și regresie, trăsături și parametri de semnal etc.– Descrie în mod corespunzător conceptele și aspectele particulare legate de modelele de învățare automată (modelul celor K medii, algoritmul celor K vecini, modele cu mixturi de Gaussiene, arbori de decizie și ansambluri de arbori de decizie, mașini cu vectori suport, rețele neurale complet-conectate, rețele neurale convoluționale, rețele neurale reziduale), precum și avantajele și limitările individuale ale acestora.– Evidențiază metodologiile și tehnicile de antrenare și de testare pentru modelele de învățare automată.– Înțelege principiile de împărțire a seturilor de date și de evaluare a capabilității de generalizare a modelelor de învățare automată.– Definește și utilizează elementele de bază legate de analiza și prelucrarea semnalului vocal (reprezentări în domeniile timp și frecvență).– Este capabil să utilizeze corect principalele modalități de extragere a trăsăturilor semnalului vocal (în domeniul timp, spectrale și cepstrale).
Aptitudini	<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">– Selectează și grupează informații relevante într-un context dat, putând astfel să descrie corespunzător diverse aspecte teoretice sau practice ale domeniului inteligenței artificiale și învățării automate.– Utilizează argumentat conceptele specifice domeniului inteligenței artificiale și învățării automate, în vederea abordării corecte a unor probleme.– Verifică experimental soluțiile identificate pentru rezolvarea practică a unor aplicații legate de prelucrarea datelor și a semnalelor.– Formulează concluzii corecte asupra rezultatelor experimentele realizate.– Argumentează modul de rezolvare și soluțiile utilizate pentru rezolvarea unor probleme.
Responsabilitate și autonomie	<p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i></p> <ul style="list-style-type: none">– Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează.– Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate.– Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare.– Manifestă colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice.– Demonstrează autonomie în organizarea contextului de învățare și a problemelor de rezolvat.– Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile care să rezolve probleme din viața socială și economică.– Analizează oportunități de afaceri sau de dezvoltare antreprenorială, pornind de la cunoștințele dobândite în domeniul inteligenței artificiale și învățării automate.– Demonstrează abilități de management ale situațiilor din viața reală (de exemplu gestionarea corectă a timpului de învățare).

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 rămăneri în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)



– Cursurile sunt predate într-o manieră interactivă, fiind încurajată participarea activă a studenților. Sunt folosite atât metode clasice de predare (prelegerea și expunerea), utilizând prezentări PowerPoint prin intermediul mijloacelor multimedia, cât și interactive, bazate pe întrebări – răspunsuri și feedback-ul studenților, adaptând permanent demersul pedagogic la posibilitățile de asimilare și învățare a studenților (prin repetarea suplimentară a anumitor noțiuni și concepte, dacă acest lucru se dovedește necesar).

Fiecare curs debutează cu recapitularea succintă a capitolelor anterioare, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs. Prezentările utilizează numeroase imagini și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie cât mai ușor de înțeles și asimilat. Se lucrează împreună cu studenții un număr de exerciții sau probleme.

Materialele complete de curs sunt disponibile în format electronic pe platforma Moodle a facultății.

– Predarea cunoștințelor în cadrul orelor de laborator se bazează pe comunicarea orală și explicarea detaliată a metodelor utilizate și a rezultatelor obținute, într-o manieră permanent interactivă. Studenții implementează și evaluează independent aceleași probleme prin utilizarea calculatorului și a mediului software. Aplicațiile realizate îi ajută pe studenți în dezvoltarea unor relații optime de comunicare într-un climat favorabil învățării prin descoperire.

Materialele de laborator sunt disponibile studenților sub formă electronică pe platforma Moodle a facultății.

10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	„Introducere” – Scurt istoric. Stadiul domeniului în prezent. Rezultate remarcabile. Probleme și aspecte etice	2
2	„Concepte fundamentale. Paradigme” – Definiții. Paradigme de învățare automată (supervizată, nesupervizată, susținută) și analiza comparativă a acestora. Metodologii experimentale și tehnici de antrenare și de testare. Principii de divizare ale seturilor de date	4
3	„Modelul celor K medii (KMM). Algoritmii celor mai apropiați K vecini (KNN)” – Concepte teoretice. Principii de funcționare. Avantaje și limitări. Exemple	2
4	„Modele cu mixturi de Gaussiene (GMM)” – Concepte teoretice. Principii de funcționare. Avantaje și limitări. Exemple	2
5	„Arbori de decizie (DT). Ansambluri de arbori de decizie (RF)” – Concepte teoretice. Principii de funcționare. Avantaje și limitări. Exemple	2
6	„Mașini cu vectori suport (SVM)” – Concepte teoretice. Principii de funcționare. Avantaje și limitări. Exemple	4
7	„Rețele neuronale complet-conectate (FCNN)” – Concepte teoretice. Principii fundamentale și principii de funcționare. Avantaje și limitări. Exemple	6
8	„Introducere în domeniul învățării profunde” – Rețele neuronale convoluționale (CNN), rețele neuronale reziduale (ResNet). Tehnici avansate de antrenare	6
	Total:	28



Bibliografie:

1. Ș. Mihalache, *Inteligență artificială*, suport de curs disponibil în format electronic pe platforma Moodle a facultății de ETTI: <https://curs.upb.ro/>
2. C.M. Bishop, *Pattern Recognition and Machine Learning*, Springer International Publishing, 2006, ISBN: 978-0387-31073-2.
3. M. Kubat, *An Introduction to Machine Learning*, Ed. a 2-a, Springer International Publishing, 2017, ISBN: 978-3-319-63912-3.
4. I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, *Deep Learning*, MIT Press, 2016, ISBN: 978-0-262-03561-3.

LABORATOR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Introducere în utilizarea limbajului de programare Python și a pachetelor adiționale (numpy, scipy, pandas, matplotlib etc.)	4
2	Aplicații de clasificare nesupervizată: modelul celor K medii (KMM), modele cu mixturi de Gaussiene (GMM). Aplicații de clasificare supervizată: algoritmul celor mai apropiați K vecini (KNN)	2
3	Aplicații de clasificare: arbori de decizie (DT) și ansambluri de arbori de decizie (RF)	2
4	Aplicații de clasificare supervizată: mașini cu vectori suport (SVM)	2
5	Aplicații de clasificare supervizată și regresie: rețele neurale complet-conectate (FCNN)	2
6	Colocviu final	2
	Total:	14

Bibliografie:

1. Ș. Mihalache, *Inteligență artificială – Platforme de laborator*, disponibile în format electronic pe platforma Moodle a facultății de ETTI: <https://curs.upb.ro/>
2. ***, *scikit-learn – Machine Learning in Python*, documentație și manual de utilizare, disponibile în format electronic: <https://scikit-learn.org/stable/>
3. ***, *Keras API documentation*, documentație și manual de utilizare, disponibile în format electronic: <https://keras.io/2.17/api/>
4. ***, *NumPy documentation*, documentație și manual de utilizare, disponibile în format electronic: <https://numpy.org/doc/>
5. ***, *pandas documentation*, documentație și manual de utilizare, disponibile în format electronic: <https://pandas.pydata.org/docs/>

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 legate de inteligență artificială și sisteme de învățare automată. Cunoașterea modului de aplicare a teoriei la rezolvarea unor probleme specifice domeniului.	Examen în sesiunea de examene (evaluare scrisă)	50%
	Cunoașterea noțiunilor teoretice fundamentale legate de inteligență artificială și sisteme de învățare automată. Cunoașterea modului de aplicare a teoriei la rezolvarea unor probleme specifice domeniului.	Lucrare în timpul semestrului (evaluare scrisă)	10%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Înțelegerea modelelor și tehnicilor fundamentale de inteligență artificială și învățare automată. Cunoașterea modului de simulare și de implementare practică (pe calculator) a metodelor și tehnicilor studiate, cu ajutorul unor medii de programare evaluate.	Evaluare continuă (evaluare practică și orală) Colocviu final de laborator (evaluare practică și scrisă)	40%
11.6 Condiții de promovare			
– Obținerea a minimum 50% din punctajul total. – Realizarea obligațiilor caracteristice activității de laborator (participarea la lucrările planificate și susținerea colocviului final).			

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)

În ultimele decenii, domeniul de inteligență artificială (IA) a înregistrat o creștere spectaculoasă, devenind o forță motrice în progresul tehnologic global. Instituții de învățământ superior din întreaga lume își revizuiesc programele de studiu pentru a incorpora cunoștințele și abilitățile necesare pentru a face față acestui trend emergent. Utilitatea profundă a domeniului de IA se reflectă în multiplele sale aplicații practice, de la sisteme de recomandare în comerțul electronic la asistență medicală, vehicule autonome, și multe altele. Studiul domeniului de IA la nivel universitar nu doar că permite studenților să obțină o înțelegere profundă a conceptelor tehnice, ci îi pregătește și pentru a fi competitivi pe piața muncii, într-un peisaj profesional în continuă schimbare. Capacitatea de a înțelege și de a dezvolta tehnologii de inteligență artificială devine o abilitate esențială în era digitală, deschizând porți către o gamă largă de oportunități de carieră în companii de tehnologie, cercetare și dezvoltare, start-up-uri inovatoare și multe altele. În plus, integrarea studiului IA în instituțiile de învățământ superior stimulează cercetarea și inovația. Cercetarea în acest domeniu poate duce la descoperiri remarcabile, îmbunătățind semnificativ calitatea vieții și rezolvând provocări complexe. Prin colaborarea cu industria, universitățile pot crea punți solide între teorie și aplicații practice, pregătind astfel studenții pentru a face față provocărilor tehnologice ale viitorului.

Se asigură astfel absolvenților competențe adecvate cu necesitățile calificărilor actuale și o pregătire științifică și tehnică modernă, de calitate și competitivă, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, disciplina fiind perfect încadrată în politica Universității Naționale de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București, atât din punctul de vedere al conținutului și structurii, cât și din punctul de vedere al aptitudinilor și deschiderii internaționale oferite studenților. Posibilii angajatori vizează atât mediul academic (profil



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București

Facultatea de Electronică, Telecomunicații și

Tehnologia Informației



didactic și de cercetare), cât și mediul de cercetare-dezvoltare din instituțiile de stat și private care utilizează (sau intenționează să folosească) sisteme bazate pe inteligență artificială.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

Ș.L. dr. ing. Șerban
MIHALACHE

Ș.L. dr. ing. Șerban
MIHALACHE

Data avizării în departament

Director de departament

31.10.2024

Prof. Dr. Claudiu DAN

Data aprobării în Consiliul
Facultății

Decan

01.11.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea