



### 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	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Controlul și Propulsia Vehiculelor Electrice

#### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)		Metode de învățare pentru sisteme autonome					
(en)		Machine Learning for Autonomous Systems					
2.2 Titularul activităților de curs		Conf. Dr. Anamaria RĂDOI					
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator		Conf. Dr. Anamaria RĂDOI					
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	II	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M1.O.24-11	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					50
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					8
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	Parcurgerea și/sau promovarea următoarelor discipline: Algebră Teoria probabilităților și statistică matematică Teoria transmisiunii informației Decizie și estimare în prelucrarea informației Prelucrarea statistică a semnalelor și teoria estimării
-------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea următoarelor cunoștințe: Noțiuni de algebră vectorială, operații cu matrici, gradienti Noțiuni de probabilități și statistică matematică Sisteme de decizie și clasificare Arhitecturi de rețele neurale Noțiuni 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 și computer.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Seminarul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă videoproiector.

**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.*)

Această disciplină se studiază în cadrul domeniului Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale / program de masterat Electrical Vehicle Propulsion and Control (EPIC) și își propune să familiarizeze studenții cu principalele abordări în domeniul Inteligenței Artificiale, de exemplu, tehnici de învățare automată, Deep Learning.

Disciplina abordează ca tematică specifică noțiuni de bază (probabilitate & statistică, lucrul cu matrici și calculul gradientilor), cât și avansate (clasificare, adnotare semantică, regresie), concepte și principii specifice domeniului. Noțiunile din programa cursului au aplicații practice în domenii variate, precum recunoaștere de forme, clasificare de semnale / imagini, automotive, robotică (interfețe om-mașină). Disciplina contribuie, astfel, la formarea unei viziuni de ansamblu asupra domeniului, asigurând absolvenților competențele necesare, precum și o pregătire științifică și tehnică adecvate cerințelor actuale la nivel internațional.

**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	Înțelegerea și utilizarea conceptelor fundamentale în vederea dezvoltării de arhitecturi de rețele neurale Corelează cunoștințele Aplică în practică cunoștințele Aplică metode și instrumente standardizate, specifice domeniului, pentru identificarea problemelor și soluțiilor optime Analizează în mod corect contextul de aplicare a cunoștințelor de bază ale domeniului, utilizând concepte cheie ale disciplinei și metodologia specifică Comunicare orală și în scris într-o limbă străină (engleza): demonstrează înțelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă străină.
-----------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



<b>Transversale (generale)</b>	Capacitatea de a lua decizii în vederea rezolvării problemelor curente care apar în Deep Learning Capacitatea de a se informa și documenta permanent pentru dezvoltarea personală și profesională prin citirea literaturii de specialitate Capacitatea de analiză și sinteză a informației Autonomie și gândire critică 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 Respectarea principiilor de etică academică Capacitatea de lucru în situații de stres și management optim al timpului.
--------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**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.)

<b>Cunoștințe</b>	<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> <b>Definește</b> noțiuni specifice domeniului, precum strat liniar, strat complet conectat, strat convoluțional, rețea neurală, Deep Learning, clasificare, regresie, metrici de performanță. <b>Describe/clasifică</b> sistemele de decizie, clasificare, regresie. <b>Evidențiază consecințe</b> ale utilizării anumitor tehnici de optimizare a parametrilor. <b>Cunoaște criteriile de decizie și tehnici de optimizare a parametrilor.</b>
<b>Aptitudini</b>	<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> <b>Selectează</b> informații relevante pentru conceperea unor sisteme de clasificare și regresie, bazate pe rețele neuronale. <b>Lucrează</b> în echipă prin discuții legate de rezolvarea unor cerințe din cadrul laboratorului. <b>Rezolvă</b> aplicații la laborator. <b>Analizează și compară</b> diverse metode de clasificare și regresie. <b>Formulează concluzii la experimentele realizate.</b>
<b>Responsabilitate și autonomie</b>	<i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i> <b>Selectează</b> surse bibliografice potrivite. <b>Respectă principiile de etică academică.</b> <b>Demonstrează receptivitate</b> de învățare în contexte noi. <b>Manifestă colaborare</b> cu ceilalți colegi și cadre didactice pe parcursul efectuării activităților didactice. <b>Demonstrează autonomie</b> în rezolvarea problemelor. <b>Manifestă responsabilitate socială</b> prin implicarea activă în evenimentele din comunitatea academică. <b>Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei</b> la identificarea unor soluții la probleme reale de natură socială și economică, demonstrând responsabilitate socială. <b>Aplică principii de etică/deontologie profesională</b> în identificarea soluțiilor optime. <b>Demonstrează</b> abilități de management eficient al timpului.



**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.)

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, dar și pe metode bazate pe acțiune, precum exercițiul, activitățile practice și rezolvarea de probleme. Metodele de comunicare orală utilizate sunt expunerea, problematizarea și conversația.

În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări în format .pdf și a notițelor scrise pe tablă. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs.

Prezentările utilizează imagini / scheme și conexiuni cu tehnologia actuală astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles, asimilat și aplicat în contexte diverse.

Se vor aplica tehnici de ascultare activă și de comunicare asertivă, precum și mecanisme de feedback bi-direcțional.

Se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învățare în cadrul seminariilor și laboratoarelor.

## 10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Introducere în Machine Learning. Recapitulare teoria probabilităților. Recapitulare algebră vectorială.	2
2	Reguli de decizie. Criteriul lui Bayes.	2
3	Estimarea parametrilor unui model. Estimare MAP, MSE. Estimare în lipsa unui model statistic. Evaluarea calității unui estimat.	2
4	Clusterizare. Algoritmul K-means. Mixturi Gaussiene. Învățare nesupervizată fără parametrii.	4
5	Support Vector Machine.	4
6	Rețele neurale pentru clasificare. Funcții de activare. Minimizare unei funcții de cost. Metoda gradientului. Optimizatori. Regularizare.	8
7	Rețele neurale convoluționale. Arhitecturi standard.	6
	<b>Total:</b>	28

**Bibliografie:**

- Anamaria Radoi, curs Machine Learning for Autonomous Systems, <https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9894>
- Christopher M. Bishop, "Pattern Recognition and Machine Learning (Information Science and Statistics)", Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006

LABORATOR		
Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Introducere în Python.	2
2	Clusterizare folosind algoritmul K-Means și modele de mixturi gaussiene.	2
3	Algoritmul K-Nearest Neighbors.	2



4	Support Vector Machine.	2
5	Optimizare folosind metoda gradientului.	2
6	Rețele neurale liniare.	2
7	Rețele neurale convoluționale.	2
	<b>Total:</b>	14

**Bibliografie:**

1. Anamaria Radoi, curs Machine Learning for Autonomous Systems, <https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9894>
2. Christopher M. Bishop, "Pattern Recognition and Machine Learning (Information Science and Statistics)", Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006

**11. Evaluare**

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Cunoașterea cu rigurozitate a noțiunilor teoretice de bază (clusterizare, învățare supervizată, SVM, rețele neurale, optimizare pentru minimizarea unei funcții de cost, metoda gradientului, estimat pătratic, estimat MAP) și a metodelor de a opera cu aceste noțiuni.	Examen final scris (în sesiune)	40%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Rezolvarea unor aplicații în cadrul laboratorului.	Notare pe parcurs	30%
	Mini-proiect	Notare pe parcurs	30%
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 (SEİS)**

Prin activitățile desfășurate, studenții dezvoltă abilități de a oferi soluții unor probleme și de a propune idei de îmbunătățire a situației existente în domeniul Automotive prin extinderea unor noțiuni și concepte asociate domeniului Inteligență Artificială.

Cursul are un conținut similar cursurilor desfășurate de universitatea Stanford.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

09.09.2022

Conf. Dr. Anamaria RĂDOI

Conf. Dr. Anamaria RĂDOI



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



Data avizării în departament

Director de departament

27.10.2024

Conf. Dr. Serban Georgica Obreja

Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan

25.10.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea