



### 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	Electronică Aplicată și Ingineria Informației
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Tehnici Avansate pentru Imagistica Digitală

#### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)		Machine Learning pentru aplicatii vizuale					
(en)							
2.2 Titularul activităților de curs		Prof. Dr. Corneliu Nicolae FLOREA					
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator		Prof. Dr. Corneliu Nicolae FLOREA					
2.4 Anul de studiu	2	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.M3.A.15-34	2.10 Tipul de notare	Nota		

#### 3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	Din care: 3.2 curs	2.00	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	56.00	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					56
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					10
Examinări					3
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	69.00				
3.8 Total ore pe semestru	125				
3.9 Numărul de credite	5				

#### 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcursarea următoarelor discipline: Decizie și estimare în prelucrarea informațiilor, Tehnici de analiza și clasificare automată a informației
4.2 de rezultate ale învățării	Elemente de calcul algebric ; Elemente de analiza matematică; Cunoștințe de programare obiect orientată

#### 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, care trebuie să includă calculatoare performante cu placa grafica cu procesor NVIDIA
-----------------------------------	---

**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 familiarizarea studenților cu noțiunile specifice învățării automate și a modelării matematice subsumate. În condițiile în care avem la dispoziție volume din ce în ce mai mari de date se pune problema construirii unor modele inteligente capabile să extragă informația utilă din aceste modele și să o folosească în explorarea unor situații noi. Se discută principalele caracteristici și limitări ale modelelor uzuale de analiză a datelor cum ar fi ansambluri de arbori, mașini cu vector suport sau rețele convoluționale. Sunt studiate tehnici semi sau ne-supervizate de explorare a datelor precum și modalități în care le putem folosi eficient. Este pus accentul pe costul computațional al soluțiilor cu prezentare detaliată a variantelor de eficientizare
- Aplicațiile de **laborator** au ca obiectiv cunoașterea de către studenți a utilizării unei biblioteci populare (PyTorch) pentru folosirea rețelelor adânci convoluționale în diverse aplicații. Se urmărește familiarizarea (în direcția utilizării eficiente) a studentului cu variantele clasice de tipul ansambluri de arbori respectiv mașini cu vectori suport. Ulterior se discută pe parcursul a mai multor sedințe cum se utilizează rețelele convoluționale în interiorul unei biblioteci publice. Se urmărește însușirea practică a competențelor necesare dezvoltării de soluții inteligente pentru înțelegerea conținutului la nivel de imagine și îmbunătățirea acestora prin implementarea de tehnici și algoritmi noi, deprinderea competențelor de soluționare a unor probleme de cercetare concrete, implementare practică și validare comparativă a rezultatelor. Se studiază mediul Python cu bibliotecă PyTorch.

**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	<p>Demonstrează că deține <b>cunoștințe</b> de bază/avansate în domeniul învățării automate</p> <p><b>Corelează cunoștințele</b> aferent domeniului MLAV cu cele de la prelucrarea și analiza imaginilor color (PAIC), respectiv cu cele de la Interfațare vizuală om-mașină (IVOM)</p> <p><b>Aplică în practică</b> cunoștințele</p> <p><b>Aplică</b> metode și instrumente standardizate, specifice domeniului, pentru <b>realizarea procesului de evaluare și diagnoză</b> a unei situații ce implică funcții complexe asociate problematicii învățării automate, în funcție de problemele identificate/raportate, și <b>identifică</b> soluții.</p> <p><b>Argumentează și analizează</b> coerent și corect contextul de aplicare a cunoștințelor de bază ale învățării automate în context de aplicații vizuale, utilizând concepte cheie cum ar fi clasificare, regresie, învățare supervizată, rețele neuronale adânci, învățare prin transfer</p> <p><b>Comunicare orală și în scris în limba română:</b> utilizează vocabularul științific specific domeniului, în vederea comunicării eficiente, în scris și oral.</p>
-----------	---



<b>Transversale (generale)</b>	<p><b>Lucrează în echipă și comunică eficient</b>, coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru <b>rezolvarea de situații problemă</b> de complexitate medie.</p> <p><b>Autonomie și gândire critică:</b> abilitatea de a gândi în termeni științifici, de a căuta și analiza date în mod independent, precum și de a desprinde și prezenta concluzii / identifica soluții.</p> <p><b>Capacitate de analiză și sinteză:</b> prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică.</p> <p><b>Respectă principiile de etică academică:</b> în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate.</p> <p>Pune în practică elemente de <b>inteligență emoțională</b> în gestionarea socio-emoțională adecvată a unor situații din viața reală/academică/profesională, demonstrând stăpânire de sine și obiectivitate în luarea deciziilor sau în situații de stres.</p>
------------------------------------	--

**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>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 factice.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Definește</b> noțiuni specifice domeniului: date de antrenare/testare, învățare artificială, optimizare, clasificare, regresie, rețele neuronale, învățare supervizată, nesupervizată.</li><li>• <b>Describe</b> procesul de antrenare (optimizare), convergență, suprainvatare.</li><li>• <b>Utilizează</b> abordări principale (fundamentate pe concepte și structuri matematice) pentru analiza datelor.</li><li>• <b>Evidențiază</b> relații între natura datelor și performanță, între modelul antrenabil și performanța, etc.</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 și grupează informații relevante într-un contextul aplicațiilor cu antrenare.</li><li>• Utilizează argumentat principii specifice în vederea rezolvării problemele de învățare automata.</li><li>• Lucrează productiv în echipă.</li><li>• Elaborează un text științific, cu ocazia raportului asociat proiectului.</li><li>• Verifică experimental soluții aplicate cu performanțe raportate în literatură.</li><li>• Rezolvă aplicații practice, din care una amplă în proiect și câteva mai scurte în asociere cu laboratorul.</li><li>• Interpretează adecvat relații de cauzalitate.</li><li>• Identifică soluții și elaborează planuri de rezolvare/proiecte.</li><li>• Formulează concluzii la experimentele realizate.</li><li>• Argumentează soluțiile identificate/modurile de rezolvare</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 studentască/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></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 rămăneri 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 – în special în cazul laboratorului, demonstrația, modelarea), dar și pe metode bazate pe acțiune, precum exercițiul și activități practice. În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări Power Point care vor fi puse la dispoziția studenților. Prezentările sunt întrerupte de discuții libere care fac apel la experiența directă a studenților, respectiv la mici demonstrații matematice. 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.

## 10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	1. Introducere. 1.1 Punerea problemei: generalități, definiții, aplicabilitate. 1.2. Regresie liniară 1.3 Limite ale invatarii automate	4
2	2. Selecția trăsăturilor: 2.1. Selecție secvențială 2.2. Analiză pe componente principale - PCA 2.3 Analiză pe componente independente – ICA 2.4. Selecție cu păstrarea proprietăților locale LPP	2
3	3. Ansambluri 3.1. Principii 3.2. Bootstrapping	2
4	4. Boosting 4.1 Principii 4.2 Adaboost 4.3 LogitBoost.	2
5	5. Tehnici de optimizare 5.1 Metode de tip Netwon 5.2. Gradient descent si variante	2
6	6. Rețele neurale 6.1 Perceptron, adaline, 6.2 Perceptronul multi-strat. 6.3 Algoritmul de backpropagation 6.4. Disparitia gradientului	2
7	7. Rețele convoluționale adânci 7.1 Stratul convolucional 7.2. Alte straturi uzuale. Funcții de activare 7.3 Arhitecturi uzuale 7.4 Extragere de trăsături cu CNN 7.5 Eficiență computațională	4
8	8. Aplicatii ale CNN in probleme de computer vision 8.1 Localizare 8.2 Modelul Yolo 8.3. Segmentare semantica	2



9	9. Învățare prin transfer 9.1 Adaptare de domeniu 9.2 Self-taught learning 9.3 Invatare activa; hard negative mining 8.3. Invatare prin contrastare	2
10	10. Învățare semisupervizată 10.1. Principiul zonei cu densitate redusa 10.2 Autoetichetare 10.3 Co-training 10.2 Self-training	2
11	11. Învățare nesupervizată 11.1. AutoEncodere 11.2 Modele generativ adversariale	2
12	12. Arhitecturi de tip transformer 12.1. Mecanismul de autoatentie 12.2. Visual transformer	2
	<b>Total:</b>	28

**Bibliografie:**

- Prelegerile de curs pe pagina de Moodle a materiei <https://curs.upb.ro/2023/course/view.php?id=9737>. Aceste informatii sunt partial disponibile si pe pagina [http://www.master-taid.ro/Cursuri/MLAV\\_curs.html](http://www.master-taid.ro/Cursuri/MLAV_curs.html)
- Florea, C., Vertan, C. and Florea, L., 2023. SoftClusterMix: learning soft boundaries for empirical risk minimization. *Neural Computing and Applications*, pp.1-15.
- Badea, M., Florea, C., Racovițeanu, A., Florea, L. and Vertan, C., 2023. Timid semi-supervised learning for face expression analysis. *Pattern Recognition*, 138, p.109417.
- Corneliu Florea, Mihai Ciuc "Analiza faciala automata" - editura Politehnica Press, Bucuresti 2016, ISBN 978-606-515-1, 221 pag. Cod CNCIS 19,
- Corneliu Florea, Laura Florea , Raluca Butnaru , Alessandra Bandrabur , Constantin Vertan "Pain Intensity Estimation by a Self-Taught Selection of Histograms of Topographical Features" , *Image and Vision Computing*, 10.1016/j.imavis.2016.08.014, Volume 56, Dec. 2016, Pages 13–27,
- C. Florea, F. Gieske, "Artistic movement recognition by consensus of boosted SVM based experts", *Journal of Visual Communication and Image Representation*, Vol 56, pp. 220-233, 2018
- Razvan Condorovici, Corneliu Florea, Constantin Vertan „Author Identification for Digitized Paintings Collections” in *Proc. of IEEE International Symposium on Signals, Circuits and Systems ISSCS*, Iulie, Iași, România, 2013, pp. 1-4
- Razvan Condorovici, Corneliu Florea, Ruxandra Vrânceanu, Constantin Vertan "Perceptually-Inspired Artistic Genre Identification System in Digitized Painting Collections", in *Proc of Scandinavian Conference on Image Analysis 2013*, pp 687-696
- Raluca Boia, Alessandra Bandrabur, Corneliu Florea, „Local description using multi-scale complete rank transform for improved logo recognition” 10th International Conference on Communications (COMM), page 1-4, 2014,
- Bishop, C. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. Pattern Recognition and Machine Learning.
- Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville “Deep Learning, MIT Press, 2016 disponibilă online la <http://www.deeplearningbook.org>



LABORATOR		
Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Introducere în Python. Pachetul Sci-Kit Learn. Mașini cu Vector Suport și ansambluri de arbori	2
2	Biblioteca Pytorch	2
3	Rețele neurale multi-strat și baza MNIST	2
4	Rețele convoluționale adânci 1	2
5	Rețele convoluționale adânci 2	2
6	Rețele autogenerative	2
7	Colocviu	2
	<b>Total:</b>	14

**Bibliografie:**

- Materialele suport de seminar sunt pe pagina de Moodle a materiei <https://curs.upb.ro/2023/course/view.php?id=9737>. Aceste informatii sunt disponibile si pe pagina [http://www.master-taid.ro/Cursuri/MLAV\\_curs.html](http://www.master-taid.ro/Cursuri/MLAV_curs.html)
- Exemplele introductive pentru utilizare librării scikit-learn <https://scikit-learn.org/stable/tutorial/index.html>
- Exemplele introductive pentru utilizare librării PyTorch <https://pytorch.org/tutorials/>
- Bishop, C. (2006). Pattern Recognition and Machine Learning. Pattern Recognition and Machine Learning.
- Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville “Deep Learning, MIT Press, 2016 disponibilă online la <http://www.deeplearningbook.org>

**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 de prelucrarea și analiza imaginilor în contextul învățării automate;	Examen scris în sesiunea de examene corespunzătoare semestrului; subiectele acoperă întreaga materie, realizând o sinteză între parcurgerea teoretică comparativă a materiei și explicitarea prin exerciții și probleme a modelelor de aplicație.	20%
	Cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice;	Examen scris în sesiunea de examene corespunzătoare semestrului; subiectele acoperă întreaga materie, realizând o sinteză între parcurgerea teoretică comparativă a materiei și explicitarea prin exerciții și probleme a modelelor de aplicație.	20%



11.5 Seminar/laborator/proiect	Laborator: simularea și implementarea practică pe calculator a metodelor studiate.	Colocviu final de laborator. Sunt evaluate atât abilitatea de a implementa și testa o problemă practică cât și înțelegerea aspectelor teoretice cu fundamentează soluția aleasă.	
	Tema de casa: Rezolvarea unei probleme cu rețele convoluționale adanci	Examinare orală în care se verifică funcționarea soluției respectiv argumentarea deciziilor făcute	
11.6 Condiții de promovare			
Punctaj total $\geq 50$ pct			

**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)**

În fiecare an cursul este actualizat cu descoperirile recente care conving comunitatea.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicații
09.10.2024	Prof. Dr. Corneliu Nicolae FLOREA	Prof. Dr. Corneliu Nicolae FLOREA

Data avizării în departament	Director de departament
29.10.2024	Conf. Dr. Bogdan Cristian FLOREA

Data aprobării în Consiliul Facultății	Decan
17.10.2024	Prof. Dr. Mihnea Udrea