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	Inginerie Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologii Informaţionale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Tehnici Avansate pentru Imagistica Digitală

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Machine Learning pentru aplicatii vizuale			
2.2 Titularul activităţilor de curs				Prof. Dr. Corneliu Nicolae FLOREA			
2.3 Titularul activităţilor 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 activităţilor 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 învăţământ	56.00	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	28
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					56
Tutorat					10
Examinări					3
Alte activităţi (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. Precondiţii (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcurgerea următoarelor discipline: Decizie şi estimare în prelucrarea informaţiilor, Tehnici de analiza si clasificare automata a informatiei
4.2 de rezultate ale învăţării	Elemente de calcul algebric ; Elemente de analiza matematica; Cunostiinte de programare obiect orientata

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.

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 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 familiarizarea studenţilor cu noţiunile specifice învaţării automate şi a modelării matematice subsumate. În conditiile in care avem la dispozitie volume din ce in ce mai mari de date se pune problem a construirii unor model inteligente capabile sa extraga informatia utila din aceste modele si sa o foloseasca in explorarea unor situatii noi. Se discuta principalele caracterisitici si limitări ale modelelor uzuale de analiza a datelor cum ar fi ansambluri de arbori, maini cu vector suport sau retele convolutionale. Sunt studiate tehnici semi sau ne-supervizate de explorare a datelor precum si modalitati in care le putem folosi eficient. Este pus accentul pe costul computațional al soluțiilor cu prezentare detaliata a variantelor de eficientizare
- Aplicaţiile de **laborator** au ca obiectiv cunoaşterea de către studenţi a utilizarii unei librarii populare (PyTorch) pentru folosirea retelelor adanci convolutionale in diverse aplicatii. Se urmareste familiarizarea (in diretia utilizarii eficiente) a studentului cu variantele clasice de tipul ansambluri de arbori respectiv masini cu vectori suport. Ulterior se discuta pe parcursul a mai multe sedinte cum se utilizeaza retelele convolutionale in interiorul unei librarii publice. Se urmărește însuşirea practică a competenţelor necesare dezvoltării de solutii inteligente pentru intelegerea conţinutului la nivel de imagine şi îmbunătăţirea acestora prin implementarea de tehnici şi algoritmi noi, deprinderea competenţelor de soluţionare a unor probleme de cercetare concrete, implementare practică şi validare comparativă a rezultatelor. Se studiază mediul Python cu librăria PyTorch.

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 invatarii automate **Corelează cunoştinţele** aferent domeniului MLAV cu cele de la prelucrarea si analiza imaginilor color (PAIC), respectiv cu cele de la Interfatare vizuala om-masina (IVOM) **Aplică în practică** cunoştinţele **Aplică** metode şi instrumente standardizate, specifice domeniului, pentru **realizarea procesului de evaluare şi diagnoză** a unei situaţii ce implică functii complexe asociate problematicii invatarii automate, în funcţie de problemele identificate/raportate, şi **identifică** soluţii. **Argumentează si analizează** coerent şi corect contextul de aplicare a cunostinţelor de bază ale invatarii automate in context de aplicatii vizuale, utilizând concepte cheie cum ar fi clasificare, regresie, invatare supervizata, retele neurale adanci, invatare prin transfer **Comunicare orală şi în scris în limba română:** utilizează vocabularul ştiinţific specific domeniului, în vederea comunicării eficace, în scris şi oral.

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.

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.* • **Defineşte** noţiuni specifice domeniului:date de antrenare/testare, invatare artificiala, optimizare, clasificare, regresie, retele neurale, invatare supervizata, nesupervizata. • **Descrie** procesul de antrenare(optimizare), convergenta, suprainvatare. • **Utilizeaza** abordari principiale (fundamentate pe concepte si structuri matematice) pentru analiza datelor. • **Evidenţiază** relaţii intre natura datelor si performanta, intre modelul antrenabil si performanta, etc.

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 contextul aplicatiilor cu antrenare. • Utilizează argumentat principii specifice în vederea rezolvarii problemele de invatare automata. • Lucrează productiv în echipă. • Elaborează un text ştiinţific, cu ocazia raportului asociat proiectului. • Verifică experimental soluţii aplicate cu perfromante raportate in literatură. • Rezolvă aplicaţii practice, din care una amplă in proiect si cateva mai scurte în asociere cu laboratorul. • Interpretează adecvat relaţii de cauzalitate. • 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 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

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 – in special in cazul laboratorului, demonstraţia, modelarea), dar şi pe metode bazate pe acţiune, precum exerciţiul şi activităţ practice. În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări Power Point care vor fi puse la dispoziţia studenţilor. Prezentarile sunt întrerupte de discuţii libere care fac apel la experienţa directă a studentilor, respectiv la mici demonstraţii matematice. 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.

10. Conţinuturi

CURS		
Capitolul	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	1. Introducere. 1.1 Punerea problemei: generalităţi, definiţii, aplicabilitate. 1.2. Regresie liniară 1.3 Limite ale invatarii automate	4
2	2. Selecţia trăsăturilor: 2.1. Selecţie secvenţială 2.2. Analiză pe componente principale - PCA 2.3 Analiză pe componente independente – ICA 2.4. Selecţie cu păstrarea proprietăţilor 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. Reţele neurale 6.1 Perceptron, adaline, 6.2 Perceptronul multi-strat. 6.3 Algoritmul de backpropagation 6.4. Disparitia gradientului	2
7	7. Reţele convoluţionale adânci 7.1 Stratul convolutional 7.2. Alte straturi uzuale. Funcţii de activare 7.3 Arhitecturi uzuale 7.4 Extragere de trăsături cu CNN 7.5 Eficienţă computaţională	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. Învăţare prin trasfer 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. Învăţare semisupervizată 10.1. Principiul zonei cu densitate redusa 10.2 Autoetichetare 10.3 Co-training 10.2 Self-training	2
11	11. Învăţare 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
	Total:	28

Bibliografie:

- Prelegerile de curs pe pagina de Moodle a materiei https://curs.upb.ro/2024/course/view.php?id=7263. Aceste informatii sunt partial disponibile si pe pagina 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., Racoviţeanu, 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 CNCSIS 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, Iaşi, 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.	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	Introducere în Python. Pachetul Sci-Kit Learn. Maşini cu Vector Suport şi 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
	Total:	14

Bibliografie:

- Materialele suport de seminar sunt pe pagina de Moodle a materiei https://curs.upb.ro/2024/course/view.php?id=7263. Aceste informatii sunt disponibile si pe pagina http://www.master-taid.ro/Cursuri/MLAV_curs.html
- Exemplele introductive pentru utilizare librariei scikit-learn https://scikit-learn.org/stable/tutorial/index.html
- Exemplele introductive pentru utilizare librariei 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 disponibila 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	Cunoaşterea noţiunilor teoretice fundamentale de prelucrarea şi analiza imaginilor în contextul invatarii automate;	Examen scris în sesiunea de examene corespunzătoare semestrului; subiectele acoperă întreaga materie, realizând o sinteză între parcurgerea teoretică comparativă a materiei şi explicitarea prin exerciţii şi probleme a modelelor de aplicaţie.	20%
	Cunoaşterea 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 şi explicitarea prin exerciţii şi probleme a modelelor de aplicaţie.	20%

11.5 Seminar/laborator/proiect	Laborator: simularea şi implementarea practică pe calculator a metodelor studiate.	Colocviu final de laborator. Sunt evaluate atât abilitatea de a implementa şi testa o problemă practică cât şi înţelegerea aspectelor teoretice cu fundamentează soluţia aleasă.	
	Tema de casa: Rezolvarea unei probleme cu retele convolutionale adanci	Examinare orala in care se verifica functionarea solutiei rspectiv argumentarea deciziilor facute	
11.6 Condiții de promovare			
Punctaj total >= 50pct			

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)

In ficare an cursul este actualizat cu descoperirile recente care conving comunitatea.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicații
25.09.2025	Prof. Dr. Corneliu Nicolae FLOREA	Prof. Dr. Corneliu Nicolae FLOREA

Data avizării în departament	Director de departament

Data aprobării în Consiliul Facultății	Decan
26.09.2025	Prof. Dr. Mihnea Udrea