

FIȘA DISCIPLINEI

Tehnici de învățare profundă și viziune computerizată

Anul universitar 2026-2027

1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	Universitatea Babeș-Bolyai Cluj-Napoca
1.2. Facultatea	Facultatea de Matematică și Informatică
1.3. Departamentul	Departamentul de informatică
1.4. Domeniul de studii	Matematică și Informatică
1.5. Ciclu de studii	Licență
1.6. Programul de studii / Calificarea	Matematică - Informatică (în limba engleză)
1.7. Forma de învățământ	Cu frecvență

2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	Tehnici de învățare profundă și viziune computerizată	Codul disciplinei	MLE5231
2.2. Titularul activităților de curs	Borza Diana-Laura		
2.3. Titularul activităților de seminar	Borza Diana-Laura		
2.4. Anul de studiu		2.5. Semestrul	
		2.6. Tipul de evaluare	Examen
2.7. Regimul disciplinei	Obligatoriu	2.8. Tipul disciplinei	Disciplină de specializare (DS)

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

3.1. Număr de ore pe săptămână	4	din care: 3.2. curs	2	3.3. seminar/ laborator/ proiect	2
3.4. Total ore din planul de învățământ	56	din care: 3.5. curs	28	3.6 seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp pentru studiul individual (SI) și activități de autoinstruire (AI)					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe (AI)					24
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					25
Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					29
Tutoriat (consiliere profesională)					15
Examinări					12
Alte activități					14
3.7. Total ore studiu individual (SI) și activități de autoinstruire (AI)				119	
3.8. Total ore pe semestru				175	
3.9. Numărul de credite				7	

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1. de curriculum	Fundamente ale programării Învățare automată (Machine Learning) Algebră liniară Programare Python Statistică Structuri de date și algoritmi
4.2. de competențe	Abilități medii de programare într-un limbaj de programare de nivel înalt

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Sală de curs cu videoproiector
5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului	Laborator cu calculatoare, având instalate un interpretor Python, pachetele pytorch, torchvision, onnx Acces la un GPU

6.1. Competențele dobândite în urma absolvirii programului de studii (se preiau din planul de învățământ)¹

Competențe profesionale	
Codul competenței	Competență
CP18	Utilizează învățarea automatizată
CP17	Creează modele de date
CP1	Creează softuri
Competențe transversale	
Codul competenței	Competență
CT2	Soluționează probleme
CT3	Gândește analitic

6.2. Rezultatele învățării specifice programului de studii (se preiau din planul de învățământ)²

Rezultatele învățării vizate prin disciplină		
Codul competenței	Cunoștințe și înțelegere (Knowledge and understanding)	Abilități academice specifice (Specific academic skills)
CP1	Absolventul cunoaște, înțelege și aplică conceptele și algoritmi fundamentali utilizați în inteligența artificială și este capabil să le evalueze pe baza unor metrici. Absolventul cunoaște și înțelege conceptele și tehnicile de reprezentare a cunoștințelor și le poate aplica în vederea rezolvării de probleme. Absolventul cunoaște și înțelege fundamentele matematice necesare dezvoltării algoritmilor inteligenți și este capabil să le utilizeze pentru implementarea acestor algoritmi. Absolventul cunoaște, înțelege și utilizează metode pentru reprezentarea, analiza și manipularea unor volume mari de date.	Absolventul este capabil să descrie formal problemele abordate din diferite domenii, modelându-le ca probleme care se pot aborda cu tehnici din sfera inteligenței artificiale. Absolventul este capabil să aplice algoritmi fundamentali de inteligență artificială pentru a rezolva probleme din lumea reală. Absolventul este capabil să evalueze, atât în mod cantitativ și cât și în mod calitativ, performanța sistemelor inteligente. Absolventul este capabil să proiecteze și să implementeze sisteme software care folosesc metode ale inteligenței artificiale și să evalueze performanța acestora.
CP7,18	Studentul/absolventul identifică, compară, recunoaște și descrie concepte și tehnici avansate din domeniul inteligenței artificiale, învățării automate și procesării limbajului natural.	Studentul/absolventul proiectează, implementează, experimentează modele predictive și dezvoltă aplicații bazate pe algoritmi de învățare automată
CP4	Studentul/absolventul cunoaște și explică paradigmele moderne de programare, arhitecturi software și metodologii de dezvoltarea proiectelor software.	Studentul/absolventul proiectează, planifică, construiește, dezvoltă aplicații software scalabile și utilizează eficient resursele hardware și software

¹ Se vor prelua din Planul de învățământ al programului de studii acele competențe profesionale și/sau transversale la dezvoltarea cărora contribuie disciplina pentru care se elaborează fișa disciplinei. Pentru fiecare competență se va prelua întregul enunț, inclusiv codul competenței, cu formularea care apare în planul de învățământ, fără modificări. Dacă nu se preia nici o competență din oricare din cele două categorii, se șterge linia din tabel aferentă acelei categorii.

² Se menționează rezultatele învățării specifice programului de studiu la dezvoltarea cărora contribuie disciplina pentru care se elaborează fișa. Enunțurile, preluate fără modificări din Planul de învățământ în funcție de tipul disciplinei (DF/DS/DC) se trec în dreptul competenței asociate.

CT2,CT3	Studentul/absolventul are cunoștințele necesare pentru a înțelege și soluționa probleme complexe, pentru a planifica și organiza procese avansate în diverse domenii	Absolventul este capabil să identifice probleme complexe și să examineze probleme conexe pentru a dezvolta opțiuni de rezolvare și implementa soluții. Absolventul are abilitatea de a aplica reguli generale unor probleme specifice și de a produce soluții relevante. Absolventul este capabil să combine informații diverse pentru a formula soluții și genera idei de dezvoltare pentru noi produse și aplicații.
---------	--	--

7. Rezultatele învățării specifice disciplinei

Cunoștințe și înțelegere (Knowledge and understanding)
Înțelegerea diverselor arhitecturi de Rețele Neuronale Convoluționale pentru clasificarea imaginilor, detectarea obiectelor, analiza video și generarea de date vizuale sintetice.
Înțelegerea și dezvoltarea unor strategii eficiente de fine-tuning pentru creșterea performanței Rețelelor Neuronale Convoluționale cu aplicații în domeniul Viziunii Computerizate.
Înțelegerea metricilor utilizate pentru evaluarea rețelelor complexe, precum și vizualizarea caracteristicilor învățate de rețele.
Abilități academice specifice (Specific academic skills)
Rezolvarea și analizarea unei probleme de Viziune Computerizată folosind un aparat teoretic specific.

8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare - învățare	Observații ³
Introducere în Viziunea Computerizată. Prezentare generală, istoricul viziunii computerizate și al învățării profunde.	Expunere interactivă Explicație Conversație Demonstrație didactică	
Pipeline de clasificare a imaginilor. Pipeline de clasificare a imaginilor, caracteristici ale imaginilor, filtre, convoluții, clasificatori liniari.	Expunere interactivă Explicație Conversație Demonstrație didactică	
Rețele neuronale superficiale. Funcții de optimizare și pierdere. Funcții de activare, inițializarea ponderilor, ajustarea hiperparametrilor, Transfer Learning, Adaptoare.	Expunere interactivă Explicație Conversație Demonstrație didactică	
Introducere în rețelele neuronale convoluționale. Arhitecturi de rețele neuronale convoluționale. Elemente ale unei rețele neuronale convoluționale: straturi de convoluție, straturi de pooling, strat fully connected). Arhitecturi: LeNet, AlexNet, VGG.	Expunere interactivă Explicație Conversație Demonstrație didactică	
Rețele neuronale convoluționale. Arhitecturi: Inception, Resnet, SENet, ShuffleNet, CBAM.	Expunere interactivă Explicație Conversație Demonstrație didactică	
Modele secvențiale, mecanisme de atenție, arhitectura Transformer.	Expunere interactivă Explicație Conversație Demonstrație didactică	

³ De exemplu aspecte organizatorice, recomandări pentru studenți, aspecte specifice legate de curs/seminar cum ar fi invitarea unor practicieni în domeniu etc.

Segmentare de imagini. Convoluții transpuse, rețele complet convoluționale, arhitectura U-Net, SegFormer, DPT.	Expunere interactivă Explicație Conversație Demonstrație didactică	
Detectarea obiectelor. Detectia obiectelor, propuneri de regiuni, ROI Pooling. Arhitecturi convoluționale și bazate pe Transformer pentru detectarea obiectelor.	Expunere interactivă Explicație Conversație Demonstrație didactică	
Învățare auto-supervizată. MoCo, DINO, MAE.	Expunere interactivă Explicație Conversație Demonstrație didactică	
Modele de bază și multimodale. CLIP, BLIP, GLIP, SAM.	Expunere interactivă Explicație Conversație Demonstrație didactică	
Analiza datelor video. C3D, I3D, R(2+1)D, SlowFast, TimeSformer, Video Swin Transformer, ViViT, MViT, ActionFormer.	Expunere interactivă Explicație Conversație Demonstrație didactică	
Explicabilitate și vizualizare. CAM, GradCAM, LIME, Attention Rollout. Recapitulare.	Expunere interactivă Explicație Conversație Demonstrație didactică	

Bibliografie

- Goodfellow, Ian, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. *Deep learning*. MIT press, 2016.
 - Trask, Andrew. *Grokking deep learning*. Manning Publications Co., 2019.
 - Leonid Berlyand, Pierre-Emmanuel Jabin, *Mathematics of Deep Learning*, De Gruyter, 2022/
 - Prince, Simon JD. *Computer vision: models, learning, and inference*. Cambridge University Press, 2012.
 - Shapiro, Linda G., and George C. Stockman. *Computer vision*. Prentice Hall, 2001.
 - Müller, Andreas C., and Sarah Guido. *Introduction to machine learning with Python: a guide for data scientists*. " O'Reilly Media, Inc.", 2016.
 - Richard Szeliski, *Computer Vision: Algorithms and Applications*, 2nd ed., Springer, 2022.
 - François Chollet, *Deep Learning with Python*. Manning, 2021, 2nd ed.
- Research papers.
<https://pytorch.org/docs/stable/index.html>



8.2 Seminar / laborator	Metode de predare - învățare	Observații
Introducere în numpy. Vectorizare. Broadcasting. Procesare de bază a imaginilor.	Expunere interactivă Explicație Conversație Demonstrație didactică	
Calsificator liniar de la zero. Gestionarea experimentelor cu Weights and Biases.	Expunere interactivă Explicație Conversație Demonstrație didactică	2 sesiuni de laborator
Rețele Neuronale Convoluționale. Transfer Learning. Optimizarea hiperparametrilor.	Expunere interactivă Explicație Conversație Demonstrație didactică	2 sesiuni de laborator
Segmentare semantică. UNet.	Expunere interactivă Explicație Conversație Demonstrație didactică	2 sesiuni de laborator
Mecanismul de atenție. Vision Transformer.	Expunere interactivă Explicație Conversație Demonstrație didactică	2 sesiuni de laborator
Detectie de obiecte. RF-DETR. YOLO-26.	Expunere interactivă	2 sesiuni de laborator

	Explicație Conversație Demonstrație didactică	
Evaluare	Evaluare	
Bibliografie 1. Müller, Andreas C., and Sarah Guido. <i>Introduction to machine learning with Python: a guide for data scientists.</i> " O'Reilly Media, Inc.", 2016. 2. Gulli, Antonio, and Sujit Pal. <i>Deep learning with Keras.</i> Packt Publishing Ltd, 2017. 3. Anderson, John. <i>Hands On Machine Learning with Python.</i> CreateSpace Independent Publishing Platform, 2018. 4. Goodfellow, Ian, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. <i>Deep learning.</i> MIT press, 2016. 5. https://pytorch.org/docs/stable/index.html		

9. Evaluare

Tip activitate	9.1 Criterii de evaluare ⁴	9.2 Metode de evaluare ⁵	9.3 Pondere din nota finală
9.4 Curs	Studentul are o bună înțelegere a conceptelor de învățare profundă (deep learning).	Examen scris	60%
9.5 Seminar/laborator	Studentul are abilitățile necesare pentru a implementa, antrena și ajusta (fine-tune) modele de învățare profundă.	Prezentarea lucrărilor de laborator	30%
	Studentul are o bună înțelegere a modelelor, metricilor și funcțiilor de pierdere (losses) utilizate în rezolvarea lucrărilor de laborator.	Examen scurt cu întrebări grilă (multi-choice)	10%
9.6 Standard minim de promovare			
<p>Studentii trebuie să demonstreze că au dobândit un nivel acceptabil de cunoștințe și înțelegere a conceptelor de bază predate în cadrul cursului, că sunt capabili să utilizeze aceste cunoștințe într-o formă coerentă, că au capacitatea de a stabili anumite conexiuni și de a folosi cunoștințele în rezolvarea diverselor probleme de vedere artificială (computer vision).</p> <p>Notele individuale (examen scris, lucrări de laborator și test de laborator) trebuie să fie de cel puțin 4.5.</p> <p>Studentii trebuie să fie prezenți la cel puțin 90% din ședințele de laborator.</p>			

10. Etichete ODD (Obiective de Dezvoltare Durabilă / Sustainable Development Goals)⁶

		Eticheta generală pentru Dezvoltare durabilă
---	---	--

⁴ Criteriile de evaluare trebuie să reflecte direct rezultatele învățării vizate la nivel de program de studii, respectiv la nivel de disciplină. Mai concret, se evaluează achizițiile de învățare menționate în rezultatele anticipate ale învățării.

⁵ Se recomandă stabilirea atât a metodelor de evaluare finală, cât și a strategiei de evaluare pe parcurs.

⁶ Selectați o singură etichetă, cea care, în conformitate cu [Procedura de aplicare a etichetelor ODD în procesul academic](#), se potrivește cel mai bine disciplinei. Dacă disciplina tratează tema dezvoltării durabile la modul general (de ex. prin prezentarea/introducerea cadrului general al dezvoltării durabile etc.) atunci se poate alocă eticheta generală de Dezvoltare Durabilă. Dacă niciuna dintre etichete nu descrie disciplina, selectați ultima opțiune: „Nu se aplică nici o etichetă”.

								
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
								Nu se aplică nici o etichetă
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	x

Data completării:

22.05.2026

Semnătura titularului de curs

Borza Diana-Laura

Semnătura titularului de seminar

Borza Diana-Laura

Data avizării în departament:

...

Semnătura directorului de departament

.....