FIŞA DISCIPLINEI

Tehnici de învățare profundă și viziune computerizată

Anul universitar 2025-2026

1. Date despre program

1.1. Instituția de învățământ superior	**Universitatea Babeș-Bolyai Cluj-Napoca**
1.2. Facultatea	**Facultatea de Matematică şi Informatică**
1.3. Departamentul	**Departamentul de informatică**
1.4. Domeniul de studii	**Matematică și Informatică**
1.5. Ciclul de studii	**Licență**
1.6. Programul de studii / Calificarea	**Inteligență Artificială**
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	**Lect. Dr. ing. Diana Laura Borza**						
2.3. Titularul activităților de seminar	**Lect. Dr. ing. Diana Laura Borza**						
2.4. Anul de studiu	**3**	2.5. Semestrul	**6**	2.6. Tipul de evaluare	**E**	2.7. Regimul disciplinei	**Obligatoriu**

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 L**
3.4. Total ore din planul de învățământ	56	din care: 3.5. curs	28	3.6 seminar/laborator/proiect	**28L**
Distribuția fondului de timp pentru studiul individual (SI) și activități de autoinstruire (AI)					**ore**
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe (AI)					35
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					35
Pregătire seminare/ laboratoare/ proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					40
Tutoriat (consiliere profesională)					4
Examinări					5
Alte activități					
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	• Algebră liniară • Programare în python • Matematici discrete • Structuri de date și algoritmi
4.2. de competențe	• Competențe de programare într-un limbaj de programare de nivel înalt • Folosirea conceptelor și tehnicilor inteligenței artificiale la rezolvarea unor probleme din lumea reală

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Studenții vor participa la curs cu telefoanele mobile închise Studenții vor participa la curs cu laptop-urile închise; studenții cu nevoi speciale vor discuta aceste chestiuni la începutul semestrului

5.2. de desfășurare a seminarului/ laboratorului	Studenții vor participa la laborator cu telefoanele mobile închise Laborator cu calculatoare; medii de programare în limbaje declarative de nivel înalt (CLisp, SWIProlog)

6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale/esențiale	● programarea în limbaje de nivel înalt ● dezvoltarea și întreținerea aplicațiilor informatice ● utilizarea instrumentelor informatice în context interdisciplinar ● utilizarea bazelor teoretice ale informaticii și a modelelor formale ● folosirea conceptelor și tehnicilor inteligenței artificiale la rezolvarea unor probleme din lumea reală
Competențe transversale	● aplicarea regulilor de muncă organizată și eficientă, a unor atitudini responsabile față de domeniul didactic-științific, pentru valorificarea creativă a propriului potențial, cu respectarea principiilor și a normelor de etică profesională ● desfășurarea eficientă a activităților organizate într-un grup interdisciplinar și dezvoltarea capacităților empatice de comunicare interpersonală, de relaționare și colaborare cu grupuri diverse ● utilizarea unor metode și tehnici eficiente de învățare, informare, cercetare și dezvoltare a capacităților de valorificare a cunoștințelor, de adaptare la cerințele unei societăți dinamice și de comunicare în limba română și într-o limbă de circulație internațională

7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	● Scopul acestui curs este de a familiariza studenții cu analiza imaginilor din perspectiva învățării profunde (*deep learning*). Studenții vor învăța cum să analizeze, să proiecteze, să implementeze și să evalueze orice problemă complexă de viziune computerizată. Cursul acoperă atât procesarea imaginilor, cât și a secvențelor video, incluzând clasificarea imaginilor, detectarea obiectelor, urmărirea obiectelor, recunoașterea acțiunilor, stilizarea imaginilor și generarea de date sintetice.
7.2 Obiectivele specifice	● Înțelegerea diferitele arhitecturi ale rețelelor neuronale convoluționale pentru clasificarea imaginilor, detectarea obiectelor, analiza secvențelor video și generarea de date vizuale sintetice. ● Rezolvarea și analizarea unei probleme de *Computer Vision* folosind un aparat teoretic specific. ● Înțelegerea și dezvoltarea unor strategii eficiente de *fine-tuning* pentru creșterea performanței Rețelelor Neurale Convoluționale cu aplicații în domeniul viziunii computerizate. ● Înțelegerea metricilor utilizate pentru evaluarea rețelelor complexe, precum și vizualizarea caracteristicilor învățate de rețele.

8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
1. **Introducere în Viziune Computerizată.** Prezentare generală, istoric.	• Expunerea interactivă • Explicația • Conversația • Demonstrația didactică	
2. **Clasificarea imaginilor**. *Pipeline-ul* classic pentru clasificarea imaginilor, descriptori de imagini, filtre, convoluții, clasificatori liniari.	• Expunerea interactivă • Explicația • Conversația • Demonstrația didactică	
3. **Rețele neuronale.** Procesul optimizării și pierdere (loss functions).	• Expunerea interactivă • Explicația • Conversația • Demonstrația didactică	

4. **Introducere în rețelele neuronale convoluționale.** Arhitecturi de rețele neuronale convoluționale. Elemente ale unei rețele neuronale convoluționale convoluționale: straturi convoluționale, straturi de pooling, strat complet conectat). Arhitecturi: LeNet, AlexNet, VGG, Inception, Resnet.	• Expunerea interactivă • Explicația • Conversația • Demonstrația didactică	
5. **Modele secvențiale, mecanisme de atenție, arhitectura *transformer.***	• Expunerea interactivă • Explicația • Conversația • Demonstrația didactică	
6. **Antrenarea unei rețele neuronale**. Funcții de activare, inițializare ponderi, reglare hiperparametrică, *transfer learning*	• Expunerea interactivă • Explicația • Conversația • Demonstrația didactică	
7. **MLOps**. Gestionarea seturilor de date. Monitorizarea experimentelor. Deployment.	• Expunerea interactivă • Explicația • Conversația • Demonstrația didactică	
8. **Segmentarea imaginilor**. Convoluții transpuse, rețele neuronale complet convoluționale, arhitectura U-Net, SegFormer, SAM.	• Expunerea interactivă • Explicația • Conversația • Demonstrația didactică	
9. **Detectarea obiectelor**. Detectarea obiectelor, *region proposal*, ROI pooling. Rețele neuronale convoluționale și bazate pe arhitecturi *transformer* pentru detectarea obiectelor.	• Expunerea interactivă • Explicația • Conversația • Demonstrația didactică	
10. **Învățare auto-supervizată**, modele de tip *foundation*. CLIP, BLIP, DINO, SigLIP.	• Expunerea interactivă • Explicația • Conversația • Demonstrația didactică	
11. **Analiza datelor video**. C3D, I3D, R(2+1)D, SlowFast, TimeSformer, Video Swin Transformer, ViViT, MViT, ActionFormer	• Expunerea interactivă • Explicația • Conversația • Demonstrația didactică	
12. **Rețele generative**. Generative Adversarial Networks (GAN), metode bazate pe difuzie. **Rețele convolutionale neuronale bazate pe grafuri**. Grafuri, transmiterea mesajelor (message passing), aplicații în viziunea computerizată.	• Expunerea interactivă • Explicația • Conversația • Demonstrația didactică	
13. **Modele multimodale** (viziune și limbaj)	• Expunerea interactivă • Explicația • Conversația • Demonstrația didactică	
14. **Studii de caz și demonstrații ale algoritmilor de viziune computerizată. Etică în inteligența artificială.**	• Expunerea interactivă • Dezbaterea • Conversația	

Bibliografie

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

8.2 Seminar / laborator	Metode de predare	Observații

Laborator		
1. Introducere în *torch* și *numpy*.	• Expunere interactivă • Explicație • Conversație • Lucru individual și în grup • Dialog, dezbatere	
2. Implementarea unui clasificator liniar de la zero. Măsuri de evaluare și vizualizare (Precizie, Recall, TPR, FPS, F1-Score, matrice de confuzie, hărți de activare).	• Expunere interactivă • Explicație • Conversație • Lucru individual și în grup • Dialog, dezbatere	
3. Rețele neuronale convoluționale (blocuri de construcție, arhitecturi simple).	• Expunere interactivă • Explicație • Conversație • Lucru individual și în grup • Dialog, dezbatere	
4. Transfer learning. Fine-tuning.	• Expunere interactivă • Explicație • Conversație • Lucru individual și în grup • Dialog, dezbatere	
5. Gestionarea datelor, adnotare.	• Expunere interactivă • Explicație • Conversație • Lucru individual și în grup • Dialog, dezbatere	
6. Segmentare semantică I. Procesarea datelor, definirea arhitecturii.	• Expunere interactivă • Explicație • Conversație • Lucru individual și în grup • Dialog, dezbatere	
7. Segmentare semantică II. Implementarea arhitecturii. Antrenarea modelului.	• Expunere interactivă • Explicație • Conversație • Lucru individual și în grup • Dialog, dezbatere	
8. Monitorizarea experimentelor.	• Expunere interactivă • Explicație • Conversație • Lucru individual și în grup • Dialog, dezbatere	
9. Arhitecturi de tip transformer.	• Expunere interactivă • Explicație • Conversație • Lucru individual și în grup • Dialog, dezbatere	
10. **Proiect faza 1.**	• Expunere interactivă • Explicație • Conversație • Lucru individual și în grup • Dialog, dezbatere	
11. Deployment.	• Expunere interactivă • Explicație • Conversație • Lucru individual și în grup • Dialog, dezbatere	
12. **Proiect faza 2**. Prezentarea modelelor care vor fi utilizate.	• Expunere interactivă • Explicație • Conversație • Lucru individual și în grup • Dialog, dezbatere	

13. **Proiect faza 3**. Planificarea experimentelor, studii de ablație.	• Expunere interactivă • Explicație • Conversație • Lucru individual și în grup • Dialog, dezbatere	
14. Evaluarea proiectului	• Evaluare	
Proiect		
Faza 1 - scurtă prezentare (de către profesor) a posibilelor teme ale proiectelor de viziune computerizată care ar putea fi rezolvate prin deep learning - prezentarea (de către profesor) a metodologiei care trebuie urmată pentru proiect și a instrumentelor disponibile pentru realizarea proiectului - fiecare student ar trebui să aleagă (sau să propună) o problemă de vedere computerizată pentru proiect - discutie despre proiectele alese - analiza literaturii de specialitate (căutați alte metode care rezolvă aceeași problemă) Faza 2 - stabilirea metodologiei care trebuie urmata pentru rezolvarea proiectului - colectarea datelor, preprocesarea datelor - selectarea arhitecturilor de rețea adecvate Faza 3 - proiectarea si implementarea proiectului - proiectarea si implementarea proiectului - implementarea metricilor de evaluare - vizualizare - continuare implementare, evaluare, reglare fină ea proiectului, prezentare, demonstrație	• Expunere interactivă • Explicație • Conversație • Lucru individual și în grup • Dialog, dezbatere	

Bibliografie

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

9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului

- Cursul urmează recomandările curriculare ACM și IEEE pentru specializările în Informatică.
- Cursul există în programul de studii al tuturor universităților importante din România și din străinătate.
- Cunoștințele și abilitățile dobândite în acest curs oferă studenților o bază pentru lansarea unei cariere în cercetarea științifică.

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	• Studentul are o bună înțelegere a conceptelor de analiza imaginilor și *deep learning*.	Proba scrisă la laborator în ultima săptămână a semestrului.	60%

	● Abilitatea de a aplica conceptele cursului în rezolvarea unei probleme de viziune computerizată din viața reală.		
10.5 Seminar/laborator	● Specificarea corectă, proiectarea, implementarea și evaluarea unor probleme de viziune computerizată bazată pe învățarea profundă.	Observații continuă Proiect practic	40%
10.6 Standard minim de performanță			
● Studenții trebuie să demonstreze că au dobândit un nivel acceptabil de cunoștințe și înțelegere a conceptelor de bază predate în clasă, că sunt capabili să folosească 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 computerizată. ● Nota finală (media între examenul scris și proiect) trebuie să fie de cel puțin 5 (fără rotunjire) ● Prezență la minim 90% din laboratoare			

11. Etichete ODD (Obiective de Dezvoltare Durabilă / Sustainable Development Goals)[1]

Nu se aplică.

Data completării:

27 aprilie 2025

Semnătura titularului de curs

Lect. Dr. ing. Diana Laura Borza

Semnătura titularului de seminar

Lect. Dr. ing. Diana Laura Borza

Data avizării în departament:

...

Semnătura directorului de departament

Conf.dr. Adrian STERCA

[1] Păstrați doar etichetele care, în conformitate cu *Procedura de aplicare a etichetelor ODD în procesul academic*, se potrivesc disciplinei și ștergeți-le pe celelalte, inclusiv eticheta generală pentru *Dezvoltare durabilă* - dacă nu se aplică. Dacă nicio etichetă nu descrie disciplina, ștergeți-le pe toate și scrieți "*Nu se aplică.*".