

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Facultatea de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
1.3 Departamentul	Comunicații
1.4 Domeniul de studii	Inginerie electronică, telecomunicații și tehnologii informaționale
1.5 Ciclul de studii	Master
1.6 Programul de studii / Calificarea	Inteligență artificială și prelucrări de semnale în electronică și telecomunicații (în limba engleză) / Master
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	IAPSET-E 16.00

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Rețele neuronale și învățare profundă						
2.2 Aria de conținut	Inteligență artificială						
2.3 Responsabil de curs	Prof.dr.ing. Gabriel Oltean						
2.4 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	S.I.dr.ing. Laura Ivanciu						
2.5 Anul de studiu	I	2.6 Semestrul	1	2.7 Tipul de evaluare	E	2.8 Regimul disciplinei	DS/DI

3. Timpul total estimat

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar / laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	100	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					27
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					14
Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					14
Tutoriat					
Examinări					3
Alte activități:					
3.7 Total ore studiu individual	58				
3.8 Total ore pe semestru	100				
3.9 Numărul de credite	4				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	
4.2 de competențe	Cunoștințe de matematică elementară, operații cu matrice, măsuri ale erorii, funcții, derivate parțiale, reprezentarea digitală a imaginilor, noțiuni de optimizare; programare Python

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Cluj-Napoca
5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	Cluj-Napoca

6. Competențele specifice acumulate

Competențe Profesionale	<p>C7. Conceperea, implementarea și testarea de sisteme și de diverse tipuri de aplicații (prelucrări de semnale, clasificare, regresie, detecție, procesarea limbajului natural, recunoaștere de forme) care se bazează pe tehnici de învățare automată sau de învățare profundă</p> <p>C7.1 Proiectare, implementare, testare și exploatare de aplicații folosind metode clasice de învățare automată</p> <ul style="list-style-type: none"> - C7.2 Proiectare, implementare, testare și exploatare de aplicații folosind rețele neuronale clasice și convoluționale
Competențe Transversale	<p>- Identificarea surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională asistată (aplicații software de specialitate, baze de date, portaluri Internet, cursuri on-line etc.) atât în limba română, cât și în limba engleză.</p> <p>Dezvoltarea abilităților de lucru, atât în echipă, cât și în mod independent; de rezolvare de probleme și luare de decizii</p>

7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Înțelegerea principiilor și a unor modalități de implementare și utilizare a unor tehnici de inteligență artificială (învățare automată, rețele neuronale profunde, rețele neuronale convoluționale, rețele neuronale secvențiale, etc.)
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> - Înțelegerea conceptelor fundamentale referitoare la învățarea profundă - Dobândirea competențelor necesare utilizării rețelelor neuronale convoluționale (CNN) pentru viziune computerizată (clasificarea imaginilor, detecția obiectelor, recunoașterea formelor, etc.) - Dobândirea competențelor necesare utilizării unor rețele neuronale de tip secvențial - Dobândirea competențelor necesare proiectării și implementării unor sisteme complexe bazate pe rețele neuronale profunde

8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
1. Introducere. Rețele neuronale artificiale convenționale	Expunere, conversație euristica, exemplificare, problematizare, exercițiu didactic, studii de caz	Laptop, Videoproector, Tabla, conexiune
2. Rețele neuronale profunde. Structura. Propagarea înainte și propagarea inversă. Parametri și hiperparametri;		
3. Aspecte ale implementării rețelelor neuronale profunde pentru multiple exemple de instruire: instruire, testare, utilizare.		
4. Rețele neuronale convoluționale (CNN). Stratouri în CNN. Convoluție 2D, Convoluție multicanal în volum de date.		

5. Funcții de activare. Straturi de agregare (pooling). Aplatizarea datelor. Straturi complet conectate. Parametri și hiperparametri. Schema bloc pentru CNN		
6. Arhitecturi CNN. Aplicații Keras. LeNet - 5, AlexNet, VGG-16., Inception, ResNets.		
7. Recomandări practice pentru dezvoltarea și implementarea CNN: Open-source; Transferul de cunoștințe (transfer learning); Augmentarea datelor. Etichetarea datelor. Metode și instrumente de etichetare a datelor.		
8. Localizarea și detecția obiectelor. Predicția casetelor de încadrare. Intersecție/reuniune (IoU). Suprimarea non-maximelor. Casete de ancorare. YOLO		
9. Studiu de caz: Numărarea vehiculelor în timp real utilizând YOLO. Demonstrație.		
10. Rețele neuronale recurente. Structura. Arhitectura Long Short Term Memory (LSTM). Studiu de caz: predicția prețului monedei Bitcoin.		
11. Prelucrarea limbajului natural și incorporarea cuvintelor		
12. Îmbunătățirea performanțelor rețelelor neuronale profunde. Utilizarea seturilor de date; Regularizare L1 și L2; Regularizare dropout; Oprirea timpurie a instruirii; Normalizarea intrărilor; Inițializarea parametrilor.		
13. Aplicații speciale. Verificarea și clasificarea fețelor. Rețele convoluționale siameze. Transfer de stil pentru generare de imagini. Rețele generative adversare (GAN)		
14. Recapitulare. Pregătire pentru evaluare.		
Bibliografie <ol style="list-style-type: none"> 1. Oltean, G., Neural Networks and Deep Learning, http://www.bel.utcluj.ro/dce/didactic/ndd/ 2. Andrew Ng, Neural Networks and Deep Learning, https://www.coursera.org/learn/neural-networks-deep-learning?specialization=deep-learning 3. Andrew Ng, Improving Deep Neural Networks: Hyperparameter tuning, Regularization and Optimization, https://www.coursera.org/learn/deep-neural-network?specialization=deep-learning#about 4. Andrew Ng, Convolutional Neural Networks, https://www.coursera.org/learn/convolutional-neural-networks?specialization=deep-learning 5. Andrew Ng, Sequence Models, https://www.coursera.org/learn/nlp-sequence-models#modules 6. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, Deep Learning (Adaptive Computation and Machine Learning), MIT Press, 2016, http://www.deeplearningbook.org 7. Ivan Vasilev, Daniel Slater, Gianmario Spacagna, Peter Roelants, Valentino Zocca, Python deep learning : exploring deep learning techniques and neural network architectures with PyTorch, Keras, and TensorFlow, Birmingham, UK ; Mumbai : Packt Publishing, 2019 8. A Hands-On Introduction to Machine Learning, Chirag Shah, Cambridge University Press, ISBN: 9781009122092, 2023 		
8.2 Aplicații (Laborator)	Metode de predare	Observații
1. Python: Reprezentarea imaginilor. Masive de date. Normalizare. Funcția softmax. Funcția cost	Experimentul didactic, problematizarea, analiza, implementare și <small>tactarea cod</small>	Se utilizează calculator, tablă inteligentă,
2. Implementare RNA cu mai multe straturi: definire arhitectura, inițializare parametri, propagare directă, propagare inversă, actualizare parametri, instruire, testare.		
3. Rețea neuronală profundă: simularea comportamentului unui motor		
4. Rețea neuronală pentru clasificarea semnelor de circulație		

5. Rețea neuronală convoluțională pentru recunoașterea de obiecte – CIFAR10		
6. Transfer de cunoștințe și optimizarea unei RNC		
7. Laborator de sinteza		
Bibliografie		
1. Oltean, G., Neural Networks and Deep Learning, http://www.bel.utcluj.ro/dce/didactic/nndl/		

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

Competențele dobândite sunt necesare specialiștilor care își desfășoară activitatea în domeniul dezvoltării de soluții bazate pe tehnici de inteligență artificială, rețele neuronale, rețele neuronale profunde, rețele convoluționale.
--

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Nivelul achiziției cunoștințelor teoretice și nivelul deprinderilor dobândite	Examen scris de evaluare sumativă: rezolvare probleme, modificare/elaborare cod Python	60%
10.5 Laborator	Nivelul abilităților dobândite	Evaluare pe parcurs: exerciții de analiză și implementare utilizând cod Python	40%
<p>1.6 Standard minim de performanță</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cunoașterea conceptelor fundamentale referitoare la învățarea profundă - Cunoașterea unor modalități de configurare, implementare, instruire, testare și utilizare a unor rețele neuronale profunde - Cunoașterea unor modalități de configurare, implementare, instruire, testare și utilizare a unor rețele neuronale convoluționale - Cunoașterea unor modalități de configurare, implementare, instruire, testare și utilizare a unor rețele neuronale secvențiale 			
L ≥ 5 și E ≥ 4, Nota = 0,6E+0,4L			

Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
21.06.2024	Curs	Prof.dr.ing. Gabriel Oltean	
	Aplicații	S.l.dr.ing. Laura Ivanciu	

Data avizării în Consiliul Departamentului Comunicații
10.07.2024

Director Departament Comunicații
Prof.dr.ing. Virgil Dobrotă

Data aprobării în Consiliul Facultății ETTI
11.07.2024

Decan
Prof.dr.ing. Ovidiu Pop