

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	Bazele Electronicii
1.4 Domeniul de studii	Inginerie electronică, telecomunicații și tehnologii informaționale
1.5 Ciclul de studii	Master
1.6 Programul de studii / Calificarea	Circuite și Sisteme Integrate; Tehnologii, Sisteme și Aplicații pentru eActivități; Prelucrarea Semnalelor și Imaginilor
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	4.00; 1.00; 1.00

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Elemente de inteligență artificială						
2.2 Aria de conținut	Inteligență artificială / Deep learning						
2.3 Responsabil de curs	Prof.dr.ing. Gabriel Oltean						
2.4 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	S.l.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; notiuni de programare Python

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	
5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	

6. Competențele specifice acumulate

Competențe Profesionale	<ul style="list-style-type: none"> - Principiile tehnicilor de machine learning, deep learning, optimizare - Proiectare, implementare, testare și exploatare a rețelelor neuronale - Proiectare, implementare, testare și exploatare a rețelelor neuronale profunde - Proiectare, implementare, testare și exploatare a unor rețele neuronale convoluționale - Utilizare mediu Python, Colaboratory, pentru dezvoltarea de aplicații
Competențe Transversale	<ul style="list-style-type: none"> - 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. - Dezvoltarea abilităților de lucru, atât în echipă, cât și în mod independent; de rezolvare de probleme și luare de decizii

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 artificiale, rețele neuronale profunde, rețele neuronale convoluționale, etc.)
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> - Înțelegerea conceptelor fundamentale referitoare la inteligența artificială / deep learning - Dobândirea competențelor necesare utilizării RNA pentru procese de modelare, recunoaștere de forme, predicție - Dobândirea competențelor necesare utilizării rețelelor neuronale convoluționale (CNN) pentru viziune computerizată (clasificarea imaginilor, detectia obiectelor, recunoașterea formelor, etc.) - Dobândirea competențelor necesare utilizării rețelelor neuronale recurente pentru aplicații de tip secvențial - Dobândirea competențelor necesare proiectării și implementării unor sisteme bazate pe tehnici de inteligența artificială / deep learning

8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
----------	-------------------	------------

1. Introducere. Fundamente ale inteligenței artificiale, învățare automată, învățare profundă. Tipuri de instruire.	Expunere, conversație euristica, exemplificare, problematizările, exercițiu didactic, studiul de caz, demonstrație, evaluare formativă	Laptop, Videoproiector, Tabla, conexiune internet, acces Google drive
2. Modele statistice. Regresie: simplă, multiplă, polinomială. Calitatea regresiei. Metoda gradientului descent (GD) pentru învățare automată. Funcția de pierdere, funcția cost. Derivate.		
3. Regresia logistică din perspectiva rețelelor neuronale. Funcția cost. Metoda gradientului descent (GD) pentru regresia logistică. Propagarea inversă. GD pentru exemple multiple de instruire. Perceptronul		
4. Rețele neuronale artificiale (RNA) – concepte fundamentale. Neuronul artificial. Rețele neuronale artificiale cu propagare înainte. Parametrii instruibili. Determinarea ieșirii. Funcții de activare. Gradient descent pentru RNA. Propagarea inversă. Instruire.		
5. Aspecte ale implementării RNA, utilizând Python. Propagare înainte, propagare inversă. Instruire. Măsurile ale performanței unui clasificator binar. Matricea de confuzie		
6. Rețele neuronale profunde. Structura. Parametri instruibili. Propagarea directă și inversă. Parametri și hiperparametri; Aspecte ale implementării pentru multiple exemple de instruire: instruire, testare, utilizare.		
7. Rețele neuronale convoluționale (RNC). Straturi în RNC. Convoluție 2D, Convoluție în volum de date, Straturi de agregare (pooling), Straturi complet conectate. Funcția de activare softmax. Parametri și hiperparametri. Schema bloc a unei RNC.		
8. Arhitecturi de RNC. Aplicații Keras. LeNet - 5, AlexNet, VGG-16., Inception, ResNets.		
9. Recomandări practice pentru dezvoltarea și implementarea rețelelor neuronale profunde: Open-source; Transferul de cunoștințe (transfer learning); Augmentarea datelor.		
10. Localizarea și detecția obiectelor. Predicția casetelor de încadrare. Intersecție/reuniune (IoU). Suprimarea non-maximelor. Casete de ancorare.		
11. Studiu de caz: Numărarea vehiculelor în timp real utilizând YOLO. Demonstrație.		
12. Rețele neuronale recurente. Structura. Arhitectura Long Short Term Memory (LSTM). Studiu de caz: predicția pretului monedei Bitcoin.		
13. Îmbunătățirea performanțelor rețelelor neuronale profunde. Utilizarea seturilor de date; Regularizare L1 și L2; Regularizare dropout; Augmentarea datelor; Oprirea timpurie a instruirii; Normalizarea intrărilor; Inițializarea parametrilor		
14. Aplicații speciale. Verificarea și clasificarea fețelor. Rețele convoluționale siameze. Transfer de stil pentru generare de imagini. Rețele generative adversare (GAN)		
15. Recapitulare. Pregătire pentru evaluare.		
<p>Bibliografie</p> <p>1. Oltean, G., Elemente de inteligența artificială, http://www.bel.utcluj.ro/dce/didactic/eai/</p> <p>2. Andrew Ng, Neural Networks and Deep Learning, https://www.coursera.org/learn/neural-networks-deep-learning?specialization=deep-learning</p>		

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. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, Deep Learning (Adaptive Computation and Machine Learning), MIT Press, 2016, <http://www.deeplearningbook.org>
6. 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
7. Phil Kim, MATLAB deep learning : with machine learning, neural networks and artificial intelligence, Apress, 2017
8. Rutkowski, L., Computational Intelligence. Methods and Techniques, Springer, 2005, ISBN 978-3-540-76287-4, pp. 514;
9. Eberhart, R., Shi, Y., Computational Intelligence, Concepts to implementations, Elsevier Inc., 2007, ISBN: 978-1-55860-759-0, 467 pp.
10. Padhy, N., P., Artificial Intelligence and Intelligent Systems, Oxford University Press, 2007, ISBN-13:978-0-19-567154-4, 614 pp.

8.2 Aplicatii (Laborator)	Metode de predare	Observații
1. Google Colaboratory. Notebook. Utilizare Python in Colab, functii de activare pentru RNA	Experimentul didactic, problematizarea, analiza, implementarea si testare cod.	Se utilizează calculator, tablă inteligentă, conexiune internet, Google Colaboratory
2. Operatii de baza in Python. Reprezentarea imaginilor, schimbare dimensiune masive de date, normalizare, broadcasting, functia softmax, functii loss		
3. Clasificare date planare cu RNA, clasificarea pretului unei case		
4. Implementare RNA cu doua straturi: definire arhitectura, initializare parametri, propagare directa, propagare inversa, actualizare parametri, instruire, testare.		
5. Retea neuronală convoluțională pentru recunoasterea de obiecte – CIFAR10		
6. Transfer de cunostinte si optimizarea unei RNC		
7. Laborator de sinteza		
Bibliografie		
1. Oltean, G., Elemente de inteligenta artificiala, http://www.bel.utcluj.ro/dce/didactic/eai/		

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 implementare utilizând cod Python	40%
<p>10.6 Standard minim de performanță</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cunoașterea conceptelor fundamentale referitoare la inteligența computațională / deep learning, instruire supervizată - Cunoașterea principiilor de funcționare și algoritmilor/operațiilor fundamentale GD, RNA, RNC - Cunoașterea unor modalități de configurare, implementare, instruire, testare și utilizare a unei RNA - Cunoașterea unor modalități de configurare, implementare, instruire, testare și utilizare a unei RNC pentru viziune computerizată (clasificarea imaginilor, detecția obiectelor, recunoașterea formelor, etc.) <p style="text-align: center;">$L \geq 5$ și $E \geq 4$, Nota = $0,6E + 0,4L$</p>			

Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
20.06.2024	Curs	Prof.dr.ing. Gabriel Oltean	
	Aplicații	S.I.dr.ing. Laura Ivanciu	

Data avizării în Consiliul Departamentului Bazele Electronicii	Director Departament Bazele Electronicii
26.06.2024	Prof.dr.ing. Sorin Hintea
Data aprobării în Consiliul Facultății ETTI	Decan
11.07.2024	Prof.dr.ing. Ovidiu Pop