

## 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	Licență
1.6 Programul de studii / Calificarea	Microelectronică, Optoelectronică și Nanotehnologii/Inginer
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	55.20

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Ingineria sistemelor cu inteligență artificială						
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	Ș.I.dr.ing. Laura Ivanciu						
2.5 Anul de studiu	IV	2.6 Semestrul	2	2.7 Tipul de evaluare	V	2.8 Regimul disciplinei	DS/DO

### 3. Timpul total estimat

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	din care: 3.2 curs	2	3.3 proiect / laborator	1/1
3.4 Total ore din planul de învățământ	125	din care: 3.5 curs	28	3.6 proiect / laborator	14/14
Distribuția fondului de timp					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					28
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					12
Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					26
Tutoriat					
Examinări					3
Alte activități					
3.7 Total ore studiu individual	69				
3.8 Total ore pe semestru	125				
3.9 Numărul de credite	5				

### 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	
4.2 de competențe	Cunoștințe de matematică: logică matematică, funcții liniare și neliniare, matematici discrete; teoria mulțimilor; algebră booleană; cunoștințe de programare (Python, C)

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	amfiteatru dotat cu videoproiector, tablă/whiteboard/smartboard, conexiune la Internet
5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	sală de laborator/proiect dotată cu videoproiector, calculatoare, whiteboard/smartboard, conexiune la Internet

### 6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>Conform grilei RNCIS (supliment la diploma):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicarea cunoștințelor, conceptelor și metodelor fundamentale privitoare la arhitectura sistemelor de calcul, microcontrolere, limbaje și tehnici de programare, limbaj de descriere hardware, limbaje și tehnici de verificare hardware.</li> <li>- Competențe multiple de a profesa ca proiectant de microsisteme de complexitate medie, analogice, digitale și de semnale mixte, sau ca tehnolog de proces folosind abilitatea de a se adapta rapid la cele mai noi instrumente software și tehnologii nanoelectronice.</li> </ul> <p>Alte competențe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- principiile de învățare automată, raționament, reprezentarea și transferul cunoașterii</li> <li>- proiectarea, implementarea și testarea sistemelor cu rețele neuronale artificiale</li> <li>- proiectarea, implementarea și testarea sistemelor cu rețele convoluționale</li> <li>- proiectarea, implementarea, testarea și optimizarea sistemelor cu logică fuzzy de tip: controller; modelare de funcții;</li> <li>- utilizarea limbajului de programare Python și a mediului de programare Colaboratory Notebook pentru dezvoltarea aplicațiilor</li> </ul>
Competențe transversale	CT3: Adaptarea la noile tehnologii, dezvoltarea profesională și personală, prin formare continuă folosind surse de documentare tipărite, software specializat și resurse electronice în limba română și, cel puțin, într-o limbă de circulație internațională

### 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, sisteme fuzzy, etc.)
7.2 Obiectivele specifice	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Înțelegerea conceptelor fundamentale referitoare la inteligența artificială</li> <li>2. Dobândirea competențelor necesare utilizării RNA pentru procese de modelare, recunoaștere de forme, predicție</li> <li>3. Dobândirea competențelor necesare utilizării rețelelor neuronale convoluționale (RNC) pentru clasificarea imaginilor, detecția obiectelor, recunoașterea formelor, etc.)</li> <li>4. Dobândirea competențelor necesare proiectării și implementării unor sisteme bazate pe tehnici de inteligență artificială</li> <li>5. Dezvoltarea deprinderilor și abilităților pentru analiza, dezvoltarea, implementarea și testarea sistemelor cu logică fuzzy/ aplicațiilor bazate pe sisteme fuzzy</li> </ol>

## 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, problematizare, exercițiu didactic, studiul de caz, demonstrație, evaluare formativă	Se utilizează prezentări .ppt, videoprojector, tabla
2. Reprezentarea și transferul cunoașterii. Tehnici de Data Mining. Raționament.		
3. Modele statistice. Regresie: simplă, multiplă, polinomială. Calitatea regresiei. Metoda gradientului descent (GD) pentru învățare automată. Funcția de pierdere, funcția cost.		
4. Regresia logistică din perspectiva rețelelor neuronale. Funcția cost. Metoda gradientului descent (GD) pentru regresia logistica. Propagarea inversa. GD pentru exemple multiple de instruire. Perceptronul		
5. Rețele neuronale artificiale (RNA) – concepte fundamentale. Neuronul artificial. Rețele neuronale artificiale cu propagare înainte. Parametrii instruibili. Determinarea ieșirii. Funcții de activare. Gradient descendent pentru RNA.		
6. Aspecte ale implementării RNA, utilizând Python. Propagare înainte, propagare inversa. Instruire. Clasificare. Măsurile ale performanței unui clasificator binar. Matricea de confuzie		
7. Rețele neuronale profunde. Structura. Parametri instruibili. Propagarea directă și inversă. Parametri și hiperparametri; Aspecte ale implementării pentru exemple multiple: instruire, testare, utilizare.		
8. 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.		
9. Aspecte ale implementării RNC, utilizând Python. Arhitecturi de RNC		
10. Logica fuzzy. Definierea și reprezentarea mulțimilor fuzzy. Tipuri de mulțimi fuzzy. Proprietăți și parametri caracteristici mulțimilor fuzzy. Operații cu mulțimi fuzzy.		
11. Sisteme cu logică fuzzy cu una și mai multe intrări: structura, baza de reguli, procesul de calcul. Studii de caz.		
12. Controlere fuzzy: proces, sistem de control în buclă închisă, tipuri de controlere fuzzy, structura controlerelor fuzzy, baza de reguli. Analiza funcționării controlerelor fuzzy Mamdani și Takagi-Sugeno, de tip PI. Studiu de caz: controler fuzzy de temperatură.		
13. Sisteme cu logică fuzzy în modelarea funcțiilor neliniare: problematica modelării, procedura de modelare, generarea SLF inițial, instruirea cu ANFIS. Modelarea unor funcții neliniare; Aplicații în modelarea circuitelor electronice analogice		
14. Recapitulare. Pregătire pentru verificarea finală.		

8.2 Laborator	Metode de predare	Observații
1. Google Colaboratory. Notebook. Utilizare Python in Colab. Operații de bază în Python.	Experimentul didactic, simularea, lucrul în echipă.	Se utilizează calculator, tablă magnetică
2. Reprezentarea datelor, normalizare, broadcasting, funcția softmax, funcții loss.		
3. GD, SGD, regresie logică		
4. Clasificare date planare cu RNA, clasificarea prețului unei case		
5. Rețea neuronală convoluțională pentru recunoașterea de obiecte – CIFAR10		
6. Implementare Python a mulțimilor fuzzy și sistemelor cu logică fuzzy		
7. Evaluare și încheierea situației la laborator		
8.3 Proiect	Metode de predare	Observații
<i>Proiectul este individual și constă în proiectarea și implementarea unei aplicații cu inteligență artificială (de preferință RNA/RNC/SLF), dezvoltată și implementată în Python. La susținere, se demonstrează funcționarea aplicației și se prezintă modul de realizare, rezultatele experimentale și un film scurt (120s ...150s) de prezentare.</i>	Demonstrația și experimentul didactic, simularea, exercițiul didactic, lucrul în echipă	Se utilizează calculator, tablă inteligentă, etc
1. Prezentarea generală a activității de proiect. Prezentarea cerințelor generale și cerințelor specifice fiecărei teme. Bibliografie.		
2. Studii de caz: exemple de aplicații cu inteligență artificială, cu implementare Python.		
3. Alegere și validare teme proiect.		
4. Implementare module proiect.		
5. Implementare module proiect. Testare și rezultate experimentale.		
6. Evaluarea performanțelor aplicației implementate. Verificări finale.		
7. Susținerea teoretică a proiectului; prezentarea practică a proiectului; evaluare/notare.		
Bibliografie		
1. Andrew Ng, Neural Networks and Deep Learning, <a href="https://www.coursera.org/learn/neural-networks-deep-learning?specialization=deep-learning">https://www.coursera.org/learn/neural-networks-deep-learning?specialization=deep-learning</a>		
2. Andrew Ng, Improving Deep Neural Networks: Hyperparameter tuning, Regularization and Optimization, <a href="https://www.coursera.org/learn/deep-neural-network?specialization=deep-learning#about">https://www.coursera.org/learn/deep-neural-network?specialization=deep-learning#about</a>		
3. Andrew Ng, Convolutional Neural Networks, <a href="https://www.coursera.org/learn/convolutional-neural-networks?specialization=deep-learning">https://www.coursera.org/learn/convolutional-neural-networks?specialization=deep-learning</a>		
4. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, Deep Learning (Adaptive Computation and Machine Learning), MIT Press, 2016, <a href="http://www.deeplearningbook.org">http://www.deeplearningbook.org</a>		
5. 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		
6. Phil Kim, MATLAB deep learning : with machine learning, neural networks and artificial intelligence, Apress, 2017		
7. Rutkowski, L., Computational Intelligence. Methods and Techniques, Springer, 2005, ISBN 978-3-540-76287-4, pp. 514;		

8. Eberhart, R., Shi, Y., Computational Intelligence, Concepts to implementations, Elsevier Inc., 2007, ISBN: 978-1-55860-759-0, 467 pp.
9. Padhy, N., P., Artificial Intelligence and Intelligent Systems, Oxford University Press, 2007, ISBN-13:978-0-19-567154-4, 614 pp.
10. Oltean, G., Șipoș, E., Tehnici fuzzy în proiectarea și modelarea circuitelor analogice, U.T.Pres, Cluj-Napoca, Romania, ISBN: 978-973-662-302-8, 2007;
11. Feng, G., Analysis and Synthesis of Fuzzy Control Systems. A Model-Based Approach, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2010, ISBN: 978-1-4200-9264-6;
12. Behera, L., Kar, I., Intelligent Systems and Control. Principles and Applications, Oxford University Press, 2009, ISBN: 978-0-19-806315-5;

Resurse on-line

1. Oltean, G. Pagina web a disciplinei (prezentări curs, materiale pentru laborator/proiect, probleme propuse, subiecte de examen), <http://www.bel.utcluj.ro/dce/didactic/isia>

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

Conținutul disciplinei și competențele achiziționate corespund așteptărilor organizațiilor profesionale de profil și firmelor de profil la care studenții își desfășoară stagiile de practică și/sau ocupa un loc de muncă, precum și organismelor naționale de asigurarea a calității (ARACIS).

**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 (tratare subiect teoretic) și nivelul deprinderilor dobândite pentru rezolvarea de probleme	Verificare scrisă de evaluare sumativă	V 40%
10.5 Laborator	Verificarea activității practice desfășurate: realizarea implementărilor; preluarea, analiza și interpretarea rezultatelor	Verificare pe parcursul semestrului	L 20%
10.5 Proiect	Nivelul de funcționalitate și corectitudinea implementării aplicației practice Calitatea prezentării părții teoretice și a părții practice	Verificare pe parcursul semestrului Susținerea teoretică și practică a proiectului	P 40%
10.6 Standard minim de performanță			
<p>Cunoașterea conceptelor fundamentale referitoare la inteligență artificială            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            Cunoașterea unor modalități de configurare, implementare, instruire, testare și utilizare a unui SLF</p> <p style="text-align: center;"><math>L \geq 5</math> și <math>P \geq 5</math> și <math>V \geq 4</math>, Nota = <math>0.4V + 0.2L + 0.4P</math></p>			

Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
27.03.2023	Curs	Prof.dr.ing. Gabriel OLTEAN	
	Aplicații	Prof.dr.ing. Gabriel OLTEAN	
		S.l.dr.ing. Laura Ivanciu	

Data avizării în Consiliul Departamentului Bazele Electronicii	Director Departament Bazele Electronicii
29.03.2023	Prof.dr.ing. Sorin HINTEA
Data aprobării în Consiliul Facultății de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației	Decan
05.04.2023	Prof.dr.ing. Ovidiu POP