

## FIȘA DISCIPLINEI/MODULULUI

MD-2068, CHIȘINĂU, STR. STUDENȚILOR, 9/7, TEL: 022 50-99-63, [www.utm.md](http://www.utm.md)

### Rețele Neurale și Deep Learning

#### 1. Date despre disciplină/modul

<b>Facultatea</b>	CIM				
<b>Departamentul</b>	Informatică și Ingineria Sistemelor				
<b>Ciclul de studii</b>	Masterat				
<b>Programul de studii</b>	Știința Datelor				
<b>Anul de studii</b>	<b>Semestrul</b>	<b>Tip de evaluare</b>	<b>Categoria formativă</b>	<b>Categoria de opționalitate</b>	<b>Credite ECTS</b>
Anul I ( <i>învățământ cu fr.</i> )	1	E	F	A	5

#### 2. Timpul total estimat

Total ore în planul de învățământ	Din care				
	Ore auditoriale		Lucrul individual		
	Curs	Laborator/ seminar	Proiect de an	Studiul materialului teoretic	Pregătire aplicații
Învățământ cu frecvență	20	20	-	110	-

#### 3. Precondiții de acces la disciplină/modul

<b>Conform planului de învățământ</b>	Algebra liniară, Matematica superioară, Teoria probabilității și a informației, Statistica matematică, Modele matematice și optimizări, Analiza exploratorie și modelarea datelor, Vizualizarea datelor, Machine Learning și Data Mining.
<b>Conform competențelor</b>	Deprinderi în manipularea și preprocesarea datelor: cunoașterea tehnicilor de curățare, normalizare, scalare a caracteristicilor și gestionarea datelor lipsă. Vizualizarea datelor: Abilitatea de a crea și interpreta vizualizări pentru a reprezenta datele în mod eficient. Gândire critică și rezolvare de probleme pentru abordarea eficientă a problemelor de ML. Abilități de autoînvățare: Abilitatea și dorința de a se angaja în învățare și cercetare autodirecționată pentru a aprofunda înțelegerea și a ține pasul cu domeniul în evoluție rapidă al inteligenței artificiale. Înțelegerea contextului de afaceri: Conștientizarea modului în care AI se integrează în afaceri și în aplicațiile din lumea reală.

#### 4. Condiții de desfășurare a procesului educațional pentru

<b>Curs</b>	Pentru prezentarea materialului teoretic în sala de curs este nevoie de proiector și calculator. Nu vor fi tolerate întârzierile studenților, precum și convorbirile telefonice în timpul cursului.
<b>Laborator/ seminar</b>	Studenții vor efectua lucrări de laborator sub îndrumarea profesorului și a asistentului și vor perfecta rapoartele în conformitate cu instrucțiunile metodice. Termenul de susținere a lucrărilor de laborator este de o săptămână de la finalizarea acestora. În cazul în care lucrarea este depusă cu întârziere, se va aplica o penalizare de 1 punct per săptămână de întârziere.

#### 5. Competențe specifice acumulate

<b>Competențe profesionale</b>	<p><b>CP2. Proiectarea și dezvoltarea aplicațiilor:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programe/module software adecvate.</li> <li>• Proiectarea funcțională și tehnică.</li> <li>• Tehnologiile de ultimă oră.</li> <li>• Limbaje de programare.</li> <li>• Baze de date (DBMS).</li> <li>• Sisteme de operare și platforme software.</li> <li>• Mediul de dezvoltare integrat (IDE - integrated development environment).</li> <li>• Dezvoltarea rapidă a aplicațiilor.</li> <li>• Tehnologia de modelare tehnică și limbaje.</li> <li>• Limbajele de definiție a interfeței (IDL).</li> </ul>
--------------------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probleme de securitate.</li> </ul> <p><b>CP3. Integrarea componentelor:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Componente/module hardware/software, indiferent dacă sunt vechi, existente sau noi.</li> <li>• Impactul integrării unui sistem asupra organizației sau a sistemului existent.</li> <li>• Tehnici de interfațare între module, sisteme și componente.</li> <li>• Tehnici de testare a integrării.</li> <li>• Instrumentele de dezvoltare (ex. mediul de dezvoltare, gestionare, control al modificărilor și accesul la codul sursă).</li> <li>• Bune practici de design</li> </ul>
<b>Competențe transversale</b>	<p><b>CTL1 Autonomie și responsabilitate.</b> Demonstrează executarea responsabilă a sarcinilor profesionale în condiții de autonomie.</p> <p><b>CTL2 Interacțiune socială.</b> Execută rolurile și activitățile specifice muncii în echipă și distribuie sarcinile între membri pe niveluri subordonate.</p> <p><b>CTL3 Dezvoltare personală și profesional.</b> Conștientizează nevoia de formare continuă cu utilizarea eficientă a resurselor și tehnicilor de învățare pentru dezvoltarea personală și profesională.</p>

## 6. Obiectivele disciplinei/modulului

<b>Obiectiv general</b>	Formarea unei înțelegeri cuprinzătoare a conceptelor și tehnicilor de inteligență artificială, a arhitecturilor rețelelor neuronale și a aplicațiilor în NLP. Dezvoltare de competențe necesare pentru a realiza sisteme inteligente care să înțeleagă, să proceseze și să genereze un limbaj asemănător cu cel uman, revoluționând comunicarea și automatizarea.
<b>Obiective specifice</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Înțelegerea principiilor fundamentale: dezvoltarea unei baze solide în principiile rețelelor neurale, arhitecturi de învățare profundă și concepte NLP.</li> <li>• Implementarea rețelelor neuronale: proiectare, implementare și optimizare modele de rețele neuronale pentru diferite sarcini și aplicații.</li> <li>• Tehnici de învățare profundă: tehnici avansate de învățare profundă- CNN, RNN și mecanismele de atenție pentru a gestiona date și sarcini complexe.</li> <li>• Bazele procesării limbajului natural (NLP): elementele de bază ale NLP, inclusiv tokenizarea, etichetarea părții de vorbire, recunoașterea entităților numite și analiza sentimentelor.</li> <li>• Aplicații NLP: tehnicile NLP pentru a rezolva probleme din lumea reală, cum ar fi clasificarea textului, modelarea limbajului și traducerea automată.</li> <li>• Formarea și evaluarea modelelor: strategii de formare și evaluare a modelelor de rețele neuronale pentru performanță și precizie optime.</li> <li>• Considerații etice: implicațiile și considerațiile etice legate de utilizarea inteligenței artificiale, a rețelelor neuronale și a tehnologiilor NLP.</li> <li>• Integrarea tehnicilor de inteligență artificială, a rețelelor neuronale și a NLP pentru a crea aplicații inteligente pentru înțelegerea, generarea și interacțiunea în limbajul natural.</li> </ul>

## 7. Conținutul disciplinei/modulului

Tematica activităților didactice	Numărul de ore
	învățământ cu frecvență
<b>Tematica cursurilor</b>	
<b>T1. Procesarea limbajului natural (NLP)</b> Tokeni și tokenizare. N-grame și cuvinte de oprire. Construirea vocabularului și normalizare. Case Folding, Stemming și Lemmatizare.	<b>4</b>
<b>T2. Word Embedding (Înglobare cuvinte).</b> Hărți autoorganizate. Word2vec, Skip-grams și Continuous Bag of Words (CBOW). Vectori globali (GloVe) și fastText.	<b>2</b>

Tematica activităților didactice	Numărul de ore
	învățământ cu frecvență
Vizualizarea relațiilor dintre cuvinte și similaritatea documentelor.	
<b>T3. Rețele neuronale artificiale (ANN).</b> Neuronul biologic și perceptronul. Intrări, ponderi și ieșiri. Funcția de activare cu prag. Exemplu de calcul al predicției unui perceptron. Funcția de activare Sigmoid. Funcția de activare Tangenta hiperbolică. Funcția de activare Rectifier. Exemplu de predicție a prețurilor imobiliare cu ANN. Propagarea înapoi. Gradient Descendent și Gradient Descendent Stochastic. Alegerea funcției de cost. Regularizare. Inițializarea ponderilor. Alegerea ratei de învățare.	4
<b>T4. Rețele neuronale convoluționale (CNNs).</b> Reprezentarea datelor de imagine digitale. Stratul de convoluție. Filtre de convoluție sau detectoare de caracteristici. Harta de caracteristici. Formula de convoluție. Convoluția - corelație încrucișată și similaritate cosinus. Pierderea informațiilor în convoluție și padding. Convoluția pentru imagini color (tensore 3D). Invarianța spațială și stratul de pooling (Max și Mean Pooling). Stratul de conexiune completă. Exemplu de antrenament CNN pe imagini.	4
<b>T5. Rec Rețele neuronale recurente (RNN-uri).</b> Problema gradientului care dispare. Gradientul care explodează. RNN simplu sau Rețeaua Elman. Exemplu de clasificare a cuvintelor cu RNN. Stări ascunse. Tipuri de sarcini și arhitecturi RNN. Funcția de activare Tanh. Unități recurente cu gate-uri (GRUs). Vectorul porții de actualizare și vectorul porții de resetare. Rețele neuronale cu memorie pe termen lung (LSTMs). Starea celulei. Poarta de uitare, poarta de intrare/actualizare și poarta de ieșire. RNN-uri bidirecționale.	4
<b>T6. Transformeri.</b> Arhitectura Seq2Seq și Mecanismul de Atenție. Autoatenția de bază și Vectorul de context. Codificatoare (de exemplu, BERT) și Decodificatoare (de exemplu, GPT). Căutări, Chei și Valori. Exemplu de calcul al scorurilor de atenție (similitudine).	2
<b>Total curs:</b>	<b>20</b>
<b>Tematica lucrărilor de laborator</b>	
<b>Lucrarea de laborator nr. 1.</b> Predicția ratei de dezabonare cu ajutorul unui ANN. Ajustarea hiperparametrilor rețelei neurale feed-forward.	6
<b>Lucrarea de laborator nr. 2.</b> Clasificarea imaginilor cu ajutorul CNN	4
<b>Lucrarea de laborator nr. 3.</b> Mining de text cu utilizarea bibliotecii NLTK în limbajul de programare Python	6
<b>Lucrarea de laborator nr. 4.</b> Afinarea detaliată a BERT pentru analiza sentimentelor în recenziile de filme cu ajutorul bibliotecii Hugging Face's Transformers.	4
<b>Total lucrări de laborator:</b>	<b>20</b>

## 8. Referințe bibliografice

<b>Principale</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Michael Nielsen, Neural Networks and Deep Learning, 2019, <a href="http://neuralnetworksanddeeplearning.com">http://neuralnetworksanddeeplearning.com</a></li> <li>2. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio and Aaron Courville, Deep Learning, 2016, MIT Press, <a href="http://www.deeplearningbook.org">http://www.deeplearningbook.org</a></li> <li>3. Nithin Buduma, Nikhil Buduma and Joe Papa, 2022 Fundamentals of Deep Learning: Designing Next-Generation Machine Learning Algorithms, 2<sup>nd</sup> Edition, O'Reilly Media Inc.</li> <li>4. Educational materials and bibliographic sources on FCIM's ELSE Platform: <a href="https://else.fcim.utm.md/course/view.php?id=703">https://else.fcim.utm.md/course/view.php?id=703</a></li> </ol>
<b>Suplimentare</b>	Lewis Tunstall, Leandro von Werra, and Thomas Wolf, Natural Language Processing with Transformers. Building Language Applications with Hugging Face, O'Reilly Media, 2022.

## 9. Evaluare

Periodică		Curentă	Studiu individual	Proiect/teză	Examen
EP 1	EP 2				
<b>Învățământ cu frecvență</b>					
15%	15%	15%	15%		40%
Standard minim de performanță Prezența la lecții; activitatea și calitatea pregătirii la / pentru prelegeri și lucrări de laborator; Obținerea notei minime de „5” la fiecare dintre atestări și lucrări de laborator; Demonstrarea în lucrarea de examinare finală a cunoașterii conținutului teoretic și abilităților practice.					

## 10. Criterii de evaluare

Activitate	Componente evaluare	Metodă de evaluare, Criterii de evaluare	Pondere în nota finală a activității	Ponderea în evaluarea disciplinei
<b>Învățământ cu frecvență</b>				
<b>Evaluare periodică I</b>	Conținut teoretic, teme 1-4	Test pe MOODLE	100%	<b>15%</b>
<b>Evaluare periodică II</b>	Conținut teoretic, teme 6-8	Test pe MOODLE	100%	<b>15%</b>
<b>Evaluare curentă</b>	Activitatea practică	Discuții în cadrul seminarelor	50%	<b>15%</b>
		Dosar completat cu Rapoarte pentru fiecare Studiu de caz în discuție	50%	
<b>Studiul individual</b>	Cercetare la temă	Prezentare/discurs public	100%	<b>15%</b>
<b>Evaluarea finală</b>	Conținut teoretic și practic	Examen oral. Notare conform baremului	100%	<b>40%</b>