

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	Telecomunicații (TC) / Master
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	TC15.00

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Învățare profundă pentru telecomunicații						
2.2 Aria de conținut	Inginerie electronică și telecomunicații, Inginerie software						
2.3 Responsabil de curs	Conf.dr.ing. Adrian STAN – Adriana.Stan@com.utcluj.ro						
2.4 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	Conf.dr.ing. Adrian STAN – Adriana.Stan@com.utcluj.ro						
2.5 Anul de studiu	2	2.6 Semestrul	3	2.7 Tipul de evaluare	E	2.8 Regimul disciplinei	DA/DI

3. Timpul total estimat

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar / laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	42	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					20
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					12
Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					20
Tutoriat					3
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	<i>Algoritmi, Algebră liniară, Analiză matematică, Programare</i>
4.2 de competențe	Competențe de programare

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Video-proiector, ecran, tablă, Cluj-Napoca
5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	Calculatoare cu acces la internet, Cluj-Napoca

6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>C2. Aplicarea metodelor de bază pentru achiziția și prelucrarea semnalelor</p> <p>C3. Aplicarea cunoștințelor, conceptelor și metodelor de bază privitoare la arhitectura sistemelor de calcul, microprocesoare, microcontrolere, limbaje și tehnici de programare</p> <p>C4. Conceperea, implementarea și operarea serviciilor de date, voce, video, multimedia, bazate pe înțelegerea și aplicarea noțiunilor fundamentale din domeniul comunicațiilor și transmisiunii informației</p> <p>C5. Selectarea, instalarea, configurarea și exploatarea echipamentelor de telecomunicații fixe sau mobile și echiparea unui amplasament cu rețele uzuale de telecomunicații</p> <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>
Competențe transversale	N/A

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea de noi competențe legate de învățare automată (machine learning și deep learning) și aplicarea lor în telecomunicații
7.2 Obiectivele specifice	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dezvoltarea gândirii critice în ceea ce privește analiza, proiectarea și implementarea aplicațiilor de machine learning. 2. Înțelegerea cerințelor privind datele și a proceselor de pre- și post-procesare a datelor. 3. Vizualizarea datelor de înaltă dimensiune și a corelațiilor acestora. 4. Înțelegerea și exploatarea rezultatelor predicției și contracararea problemelor de antrenare algoritmi și de date

8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
1. Introducere în deep learning. Python și framework-uri de programare	Expunere la tablă, prezentare cu videoprojector, discuții.	Nu este cazul.
2. Matematica învățării profunde		
3. Regresie. Gradienți		
4. Regularizare și optimizare		
5. Rețele neurale feed-forward		
6. Rețele neurale recurente		
7. Rețele neurale convoluționale		
8. Modele secvență la secvență		
9. Autoencodere și învățarea reprezentărilor		
10. Transformer		
11. Rețele generative adversariale. Fluxuri de normalizare. Modele cu difuzie		
12. Învățare nesupervizată și transferul cunoștințelor		
13. Deployment-ul rețelelor și probleme practice		
14. Recapitulare. Aplicații avansate și etica în IA		

Bibliografie

1. A. Geron, "Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems, 3rd Edition", October 2022, Publisher(s): O'Reilly Media, Inc. ISBN: 9781098125974
2. C. M. Bishop, "Pattern Recognition and Machine Learning", ISBN: 978-1-4939-3843-8, 2006
3. S. Russell, P. Norvig, "Artificial Intelligence: A Modern Approach (4th Edition)". Pearson 2020, ISBN 9780134610993

Referințe online

4. <https://www.deeplearningbook.org/>
5. <https://d2l.ai/>
6. <https://pytorch.org/tutorials/>
7. <https://keras.io/>
8. <https://scikit-learn.org/stable/tutorial/index.html>

8.2 Laborator	Metode de predare	Observații
1. Metodologia de lucru este prezentată. Regulile de examinare sunt enunțate. Exemple de proiecte relevante sunt prezentate pentru a permite studenților să aleagă un subiect de proiect.	Simulări, experimente, discuții	N/A
2. Studenții își aleg subiectul individual al proiectului. Prima versiune a documentului de specificații este scrisă. Livrabile: documentul de specificații v.1.		
3. Studenții prezintă forma revizuită a documentului de specificații și încep faza de proiectare. Livrabile: documentul de specificații v.2 și documentul de proiectare v.1.		
4. Activitate de proiect		
5. Studenții prezintă documentul de proiectare revizuit. Prima versiune a aplicației este prezentată (cel puțin o funcționalitate este implementată). Livrabile: documentul de proiectare v.2, aplicația v.1.		
6. Activitate de proiect		
7. Sesiune de prezentare a proiectelor - demo și discuții. Aplicația finală și raportul tehnic sunt livrate.		

Bibliografie

1. A. Stan, "Introducere în Python folosind Google Colab", UTPress, 2022
2. M. Lutz, "Learning Python, 3rd Edition", Released October 2007, Publisher(s): O'Reilly Media, Inc. ISBN: 9780596513986
3. W. McKinney, "Python for Data Analysis, 2nd Edition", O'Reilly, 2017
4. A. Geron, "Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems, 3rd Edition", October 2022, Publisher(s): O'Reilly Media, Inc. ISBN: 9781098125974

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

Abilitățile dobândite vor fi necesare în următoarele ocupații COR posibile: inginer în electronică, inginer de telecomunicații, inginer de proiectare sistem, sau în noile ocupații propuse pentru includerea în COR (inginer de suport în vânzări, dezvoltator de aplicații multimedia, inginer de operare rețea, inginer de testare, manager de proiect, inginer de trafic, consultant în sisteme de comunicații).

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Implicare (gândire critică și creativă, întrebări, opinii) - I Studiu tehnic asupra unui subiect dat - S	Înregistrarea și evaluarea întrebărilor și opiniei - I max. = 1 Revizuirea studiului tehnic - S max. = 1	I + S = 22%
10.5 Seminar/Laborator	Aplicație software - A Raport tehnic - T	Proiectul este susținut la sfârșitul semestrului (demo aplicație și întrebări) A max. = 4 Raportul final este livrat la sfârșitul semestrului T max. = 3 Puncte de penalizare sunt aplicate dacă livrabilele planificate sunt întârziate mai mult de o săptămână (- 0.5 x numărul de săptămâni întârziate)	A+T = 78%
10.6 Standard minim de performanță			
<p>Nivel calitativ:</p> <p>Cunoștințe teoretice și practice minimale:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cunoștințe despre principalele proprietăți ale aplicațiilor de învățare automată și predicții. ✓ Cunoștințe despre caracteristicile principale ale reprezentărilor datelor și algoritmilor de învățare automată. <p>Competențe dobândite minime:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Capacitatea de a proiecta arhitectura și scenariile de utilizare pentru aplicațiile de învățare automată. ✓ Capacitatea de a enumera principalele avantaje și dezavantaje ale unei aplicații de învățare automată dată ca exemplu. ✓ Capacitatea de a implementa o aplicație de învățare automată pornind de la un set minim de cerințe. <p>Nivel cantitativ:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Prezență și implicare în toate sesiunile practice ale aplicațiilor. ✓ Media notelor este de cel puțin 5 (cinci). ✓ Nota finală este calculată ca: $0,3 * \text{Nota la teorie} + 0,7 * \text{Nota la proiect}$ 			

Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
19.06.2024	Curs	Conf.dr.ing. Adriana STAN	
	Aplicații	Conf.dr.ing. Adriana STAN	

Data avizării în Consiliul Departamentului COM 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