

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	De Inginerie
1.3 Departamentul	Inginerie Electrică, Electronică și Calculatoare
1.4 Domeniul de studii	Calculatoare și Tehnologia Informației
1.5 Ciclul de studii	Master
1.6 Programul de studii / Calificarea	Sisteme inteligente în Internetul lucrurilor
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	14.10

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Edge computing				
2.2 Titularul de curs	Prof. habil. dr. ing. Ștefan ONIGA – stefan.oniga@ieec.utcluj.ro				
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	Prof. habil. dr. ing. Ștefan ONIGA – stefan.oniga@ieec.utcluj.ro				
2.4 Anul de studiu	2	2.5 Semestrul	1	2.6 Tipul de evaluare	E
2.7 Regimul disciplinei	Categorica formativă				DS
	Opționalitate				DI

3. Timpul total estimate

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	din care:	3.2 Curs	2	3.3 Seminar	0	3.3 Laborator	1	3.3 Proiect	1
3.4 Număr de ore pe semestru	56	din care:	3.5 Curs	28	3.6 Seminar	0	3.6 Laborator	14	3.6 Proiect	14
3.7 Distribuția fondului de timp (ore pe semestru) pentru:										
(a) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe										28
(b) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platforme electronice de specialitate și pe teren										14
(c) Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri										20
(d) Tutoriat										3
(e) Examinări										4
(f) Alte activități:										
3.8 Total ore studiu individual (suma (3.7(a))...3.7(f)))						69				
3.9 Total ore pe semestru (3.4+3.8)						125				
3.10 Numărul de credite						5				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	
4.2 de competențe	Utiliza un instrument de dezvoltare pentru implementarea un sistem cu procesor.

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	Sala de curs, retroproiector.
5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	Laborator cu sisteme de dezvoltare TPU Coral, ESP32 și Ultra96-V2. Medii de programare pentru sistemele de dezvoltare din dotarea laboratorului.

6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	CUNOȘTINȚE: • Cunoașterea arhitecturii unui sistem de calcul la marginea rețelei, a componentelor acestuia, a mecanismelor de configurare și a diferențelor față de cloud computing.. • Cunoașterea instrumentelor de dezvoltare pentru sisteme edge computing. • Cunoașterea tehnologiilor AI si Machine Learning aplicate in Edge Computing ABILITĂȚI: • Capacitatea de a proiecta și sa implementa aplicații de Edge Computing, cum ar fi clasificarea imaginilor, detectarea obiectelor sau procesarea video in timp real.. • Capacitatea de a utiliza Tensorflow Lite pentru a clasifica imagini sau a detecta obiecte. • Capacitatea de a utiliza modelul de învățare automată TinyML
Competențe transversale	• Identificarea rolurilor și responsabilităților într-o echipă multidisciplinară și aplicarea de tehnici de relaționare și muncă eficientă în cadrul echipei. • Identificarea oportunităților de formare continuă și valorificarea eficientă a resurselor și tehnicilor de învățare pentru propria dezvoltare.

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea abilităților de proiectare si implementare a aplicațiilor de Edge Computing
7.2 Obiectivele specifice	• Capacitatea de a integra aplicații Edge Computing cu sistemele IoT și Cloud Computing • Cunoștințe solide despre arhitectura, protocoale și tehnologiile de comunicare în Edge Computing • Capacitatea de a analiza si interpreta datele obtinute prin intermediul aplicatiilor de Edge Computing

8. Conținuturi

8.1 Curs	Nr. ore	Metode de predare	Observații
Introducere în conceptul de Edge Computing. Definiții, caracteristici. Aplicațiile edge computing: avantaje și limitări	2	Expunere, discuții	Prezentări ppt.
Arhitectura sistemelor de la marginea rețelei. Modele de proiectare și evaluare a performanțelor.	2		
Edge Computing vs Cloud Computing	2		
Procesarea de date la marginea rețelei: tehnologii și metodologii	2		
Securitatea și gestionarea datelor în sistemele edge computing	2		
Managementul resurselor.	2		
Integrarea sistemelor edge computing cu sistemele IoT	2		
Integrarea soluțiilor edge computing cu soluții de Cloud Computing	2		
Optimizarea consumului de energie. Energy harvesting.	2		
Dezvoltarea aplicațiilor edge computing pe platforme low-power și embedded	2		
Dezvoltarea aplicațiilor edge computing pentru aplicații specifice: automobil, sănătate, producție, etc.	2		
Integrarea sistemelor edge computing cu tehnologii AI/ML pentru analiza datelor	2		

Utilizarea edge computing în soluțiile industriale de automatizare și control	2		
Perspective și tendințe viitoare în edge computing	2		
Bibliografie			
1. K. Anitha Kumari, G. Sudha Sadasivam, D. Dharani, M. Niranjanamurthy, Edge Computing Fundamentals, Advances and Applications, CRC Press 2021, ISBN 9781032126081			
2. P. Warden & D. Situnayake, TinyML: Machine Learning with TensorFlow Lite on Arduino and Ultra-Low-Power Microcontrollers, O'Reilly 2019, ISBN 978-1492052043			
3. Shui Yu, Wei Wang, and Wei Liu, Edge Computing: Foundations, Technology, and Applications			
4. M. M. Ali, A. H. S. Abdul-Rahman, and M. H. A. Jabbar, Edge Computing: A Survey			
5. Shanmugavelayutham Ramaswamy, Practical Edge Computing: A Hands-On Guide to Building and Deploying Edge Computing Systems			
8.2 Seminar / laborator / proiect	Nr. ore	Metode de predare	Observații
Laborator			
1. Instalare și configurarea mediului de dezvoltare pentru Google Edge TPU Coral USB Accelerator. Utilizarea TensorFlow Lite cu Google Coral TPU pe Raspberry Pi.	2	Demonstrația și experimentul didactic, lucrul în echipă	Calculator, software X de programare pentru sisteme de dezvoltare TPU Coral, ESP32 și Ultra96-V2.
2. Recunoașterea obiectelor folosind Google Coral și Raspberry Pi	2		
3. Configurarea mediilor de dezvoltare pentru ESP32. Dezvoltarea și implementarea aplicațiilor simple pe ESP32. Implementare protocol MQTT pe ESP32	2		
4. Crearea de aplicații Edge AI folosind TinyML pe ESP32	2		
5. Clasificarea imaginilor și detectarea obiectelor utilizând Tensorflow Lite pe ESP32	2		
6. Introducere la Ultra96-V2 și configurarea mediului de dezvoltare. Dezvoltarea și implementarea aplicațiilor simple de Edge Computing pe Ultra96-V2	2		
7. Clasificarea imaginilor și detectarea obiectelor utilizând Ultra96-V2 si Tensorflow Lite.	2		
Proiect			
Dezvoltarea unei soluții reale de Edge Computing utilizând Coral TPU sau ESP32 sau Ultra96-V2 si Tensorflow Lite. Alegere temei și elaborare specificații	2		
Studierea si evaluarea platformelor tehnologice disponibile (Coral TPU USB, ESP32, Raspberry Pi, Ultra96-V2).	2		
Proiectare și implementare hardware și software.	2		
Dezvoltarea si implementarea prototipului cu MicroPython, TensorFlow Lite sau TinyML	2		
Optimizarea si integrarea cu alte tehnologii, cum ar fi MQTT	2		
Testarea și depanarea prototipului	2		
Prezentare proiect	2		
Bibliografie			
1. Google, Learn how to build AI products with Coral devices, Documentation at https://coral.ai/docs/			
2. P. Warden & D. Situnayake, TinyML: Machine Learning with TensorFlow Lite on Arduino and Ultra-Low-Power Microcontrollers, O'Reilly 2019, ISBN 978-1492052043			
3. Essential Machine Learning and A.I. with Python and Jupyter Notebook Live Lessons (Pearson, 2018)			
4. Noah Gift, Applied Edge Computer Vision and Machine Learning, 2022			

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

Tematica acestui curs este în concordanță cu ceea ce este prevăzut în programul de studii la nivel master al celor mai importante universități din țară și străinătate. Competențele dobândite vor fi necesare angajaților care își desfășoară activitatea în domeniul proiectării și implementării soluțiilor de calcul la marginea rețelei.

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 (test grilă, subiecte descriptive și probleme)	50%
10.5 Seminar/Laborator /Proiect	Portofoliul de laborator. Evaluare proiect.	Prezentare portofoliu laborator și proiect..	50%
10.6 Standard minim de performanță - Cunoștințe medii despre conceptele legate de sistemele edge computing - Proiectare și implementarea aplicații simple de Edge Computing, cum ar fi clasificarea imaginilor, detectarea obiectelor sau procesarea video în timp real pe una din platformele studiate.			

Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
07.09.2023	Curs	Prof. habil. dr. ing. Ștefan ONIGA	
	Aplicații	Prof. habil. dr. ing. Ștefan ONIGA	

Data avizării în Consiliul Departamentului de Inginerie Electrică, Electronică și Calculatoare	Director Departament de Inginerie Electrică, Electronică și Calculatoare
_____15.09.2023_____	Sl.dr.ing. Claudiu LUNG
Data aprobării în Consiliul Facultății de Inginerie	Decan
_____20.09.2023_____	Conf.dr.ing. ec. Dinu DARABĂ