

<b>Denumirea disciplinei</b>	Tehnici de inteligenta computationala in electronica
<b>Domeniul de studiu</b>	Inginerie Electronica și Telecomunicații
<b>Master</b>	Circuite si Sisteme Integrate
<b>Codul disciplinei</b>	52310809
<b>Titularul disciplinei</b>	Prof.dr.ing. Gabriel Oltean – <a href="mailto:Gabriel.Oltean@bel.utcluj.ro">Gabriel.Oltean@bel.utcluj.ro</a>
<b>Colaboratori</b>	
<b>Catedra</b>	Bazele Electronicii
<b>Facultatea</b>	Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației

Sem.	Tipul disciplinei	Curs	Aplicații			Curs	Aplicații			Stud. Ind.	TOTAL	Credit	Forma de verificare
		[ore fizice/săpt.]			[ore fizice/sem.]								
			S	L	P		S	L	P				
<b>2</b>	<b>Optional 1</b>	<b>2</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>28</b>		<b>14</b>	<b>14</b>	<b>69</b>	<b>125</b>	<b>5</b>	<b>E</b>

**Competențe dobândite:**

**Cunoștințe teoretice, (Ce trebuie sa cunoască)**

Definiii ale inteligenței computationale (IC). Fundamentele inteligenței computationale. Domeniile inteligenței computationale. Adaptarea: tipuri, spațiile adaptării. Autoorganizare. Capacitatea de generalizare. Logica fuzzy: precizie și realitate, paternitate, utilizare, fuzzy vs. probabilitate. Mulțimi fuzzy: impartirea în clase, definirea unei mulțimi fuzzy, tipuri de mulțimi fuzzy. Structura generală a unui sistem cu logica fuzzy: fuzzificare, inferența, defuzzificare, baza de reguli, mulțimi fuzzy de intrare și de ieșire. Rationamentul aproximativ. Propozitii și reguli fuzzy. Rationamentul Modus Ponens și Modus Ponens Generalizat (MPG): fapt, regula, consecința. Determinarea consecinței pentru MPG – regula compozițională de inferență. Mecanisme de inferență implementate în sistemele cu logică fuzzy: inferența Mamdani; inferența Larsen; inferența Takagi-Sugeno. Metode de defuzzificare. Structura și specificul controlerelor cu logica fuzzy. Metode de clasificare fuzzy a datelor: metoda partiției, clasificarea substractivă. Sistem fuzzy bazat pe rețea adaptivă (ANFIS). Calcul evolutiv. Paradigme ale calculului evolutiv, transformări specifice calculului evolutiv: selecție, recombinare, mutație. Domenii ale calculului evolutiv. Bazele biologice ale calculului evolutiv. Algoritmi genetici (AG). Structura unui AG. Gene și cromozomi. Reprezentarea binară și reală a variabilelor. Operațiile din cadrul unui AG: generarea populației inițiale, determinarea adecvării adecvare, ordonarea indivizilor populației, selecția, recombinarea, mutație, reinsertia. Rețele neuronale. Bazele biologice ale rețelelor neuronale. Componentele și terminologia specifică rețelelor neuronale. Modelul unui neuron. Element de procesare. Funcții de transfer, neuron cu mai multe intrări. Arhitecturi de rețele neuronale. Tipuri de rețele neuronale. Învățarea în rețele neuronale.

**Deprinderi dobândite: (Ce știe să facă)**

- să identifice situații practice în care este mai potrivită descrierea datelor și atributelor lor prin mulțimi fuzzy și relații fuzzy
- să aplice proceduri practice simple (algoritmi) de reprezentare a datelor prin mulțimi fuzzy
- să proiecteze și implementeze software (în Matlab) un sistem cu logică fuzzy, cu una sau mai multe intrări și o ieșire
- să verifice, depăneze și reproiecteze sisteme cu logică fuzzy, de tip: controller; modelare de funcții, clasificarea datelor
- să selecteze cei mai potriviți operatori genetici pentru implementarea unui algoritm genetic în rezolvarea unor probleme practice de optimizare
- să proiecteze și implementeze software (Matlab) algoritmi genetici pentru rezolvarea unor probleme de optimizare
- să selecteze structura și funcțiile de activare ale unei rețele neuronale, în funcție de aplicație
- să proiecteze și implementeze software (Matlab) rețele neuronale pentru rezolvarea unor probleme de optimizare, modelare
- să selecteze tehnici de inteligență computatională, sau combinații ale acestora potrivite

unei aplicatii specifice

**Abilități dobândite:** (Ce echipamente, instrumente știe să mănuiască)

- să folosească mediul de programare Matlab și toolbox-ul Fuzzy Logic pentru implementarea și testarea unor sisteme cu logică fuzzy, cu diferite mecanisme de inferență și tipuri de mulțimi fuzzy de intrare/ieșire
- să folosească mediul de programare Matlab și funcțiile specifice algoritmilor genetici din toolbox-ul Genetic Algorithm and Direct Search pentru implementarea și verificare unor metode de optimizare, utilizând diferiți operatori genetici și funcții de adecvare
- să folosească mediul de programare Matlab și toolbox-ul Neural Network pentru implementarea și testarea unor algoritmi cu rețele neuronale
- să utilizeze mediul de programare Matlab pentru implementare și testarea unor algoritmi inteligenți hibridi utilizând funcțiile existente în toolbox-urile specifice

**Cerințe prealabile ( Dacă este cazul)**

Cunoștințe de matematică avansată; matematici discrete; teoria mulțimilor; algebră booleană; cunoștințe de bază de analiza și sinteza circuitelor

**A. Curs (titlul cursurilor + programa analitică)**

1	Introducere în inteligența computațională (IC). Harta conceptelor în IC.	2 ore
2	Fundamente ale inteligenței computaționale. Logica fuzzy, Calcul evoluționist, Rețele neuronale. Adaptare, autoorganizare, capacitatea de generalizare	2 ore
3	Logica fuzzy. Precizie și realitate, paternitate, utilizare, fuzzy vs. probabilitate, mulțimi fuzzy. SLF: structura generală SISO, baza de cunoștințe, operații (fuzzificare, inferență, defuzzificare)	2 ore
4	Sisteme cu logica fuzzy (SLF). Tipuri de SLF, structura generală SISO, baza de cunoștințe, operații (fuzzificare, inferență, defuzzificare)	2 ore
5	Rationament aproximativ. Rationamentul Modus Ponens și Modus Tollens Generalizat. Inferența compozițională Mamdani și Larsen.	2 ore
6	Sisteme fuzzy Mamdani cu mai multe intrări: Structura, reguli, mulțimi, Algoritmii de calcul a mulțimii fuzzy de ieșire, Defuzzificare.	2 ore
7	Sisteme fuzzy Takagi-Sugeno: Algoritmii de calcul a mulțimii fuzzy de ieșire, Defuzzificare.	2 ore
8	Controlere fuzzy. Teoria controlerelor fuzzy. Studiu de caz: controler de temperatură.	2 ore
9	Aplicații ale sistemelor cu logica fuzzy în modelarea funcțiilor neliniare de mai multe variabile. Clasificare substractivă. ANFIS. Aplicații în modelarea circuitelor electronice.	2 ore
10	Calcul evolutiv. Paradigme ale calculului evolutiv, transformări specifice calculului evolutiv. Bazele biologice ale calculului evolutiv.	2 ore
11	Algoritmi genetici (AG). Structura unui AG. Reprezentarea variabilelor. Funcția de adecvare. Operatori genetici.	2 ore
12	Rețele neuronale. Componentele și terminologia specifică rețelelor neuronale. Modelul unui neuron.	2 ore
13	Topologii de rețele neuronale. Rețea neuronală cu un strat, Rețea cu mai multe straturi.	2 ore
14	Aplicații ale tehnicilor de inteligența computațională. Studiu comparativ.	2 ore

**B1. Aplicații – Lucrări de laborator**

1	Mulțimi fuzzy. Operații cu mulțimi fuzzy. Toolbox-ul Fuzzy Logic	2 ore
2	Modelarea fuzzy a caracteristicii unei diode semiconductoare pe baza de date numerice, utilizând ANFIS. Efectul prezentei zgomotului în setul de date de antrenare	2 ore
3	Controler fuzzy de temperatură.	2 ore
4	Studiul operatorilor genetici. Aplicații în minimizarea funcțiilor.	2 ore

5	Utilizarea unui algoritm genetic pentru determinarea structurii optime a unui sistem neuro-fuzzy pentru modelarea unui sistem neliniar pe baza de date numerice	2 ore
6	Prezentare toolbox-ului Neuronal Network. Aplicatie de clasificare binara a datelor	2 ore
7	Recunoasterea caracterelor utilizand o retea neuronală cu doua straturi	2 ore

## B2. Aplicații – proiect de semestru

1	Prezentarea temelor de proiect. Prezentarea cerințelor generale și particulare fiecărei teme. Bibliografie.	2 ore
2	Stabilirea temelor de proiect. Stabilirea unui calendar de lucru. Modalitatea de prezentare a rezultatelor.	2 ore
3	Prezentare referate cu soluții posibile. Discuții și întrebări.	2 ore
4	Alegerea celei mai bune soluții și argumentarea alegerii. Discuții și întrebări.	2 ore
5	Realizarea materialului scris. Discuții.	2 ore
6	Finalizarea materialului scris. Pregătirea prezentării proiectului.	2 ore
7	Suținerea teoretică și practica a proiectului; evaluare/notare.	2 ore
<p>Teme de proiect:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimizarea proiectării circuitelor analogice utilizand algoritmi genetici</li> <li>• Identificarea sistemelor neliniare utilizand sisteme fuzzy</li> <li>• Identificarea sistemelor neliniare utilizand rețele neuronale</li> <li>• Controller fuzzy pentru autofocalizarea unei camere video</li> <li>• Modelarea functională neuro-fuzzy a unor circuite analogice</li> <li>• Sistem inteligent de suport decizional bazat pe logica fuzzy</li> <li>• Controler PID fuzzy într-un sistem de control al temperaturii</li> <li>• Detectia de amplitudine utilizand rețele neuronale Elman</li> <li>• Atenuarea adaptivă a zgomotului utilizand tehnici de inteligența computațională</li> </ul>		

## C. Studiul individual (tematica studiilor bibliografice, materiale de sinteză, proiecte, aplicații etc.)

Istoricul inteligenței computaționale. Relația cu inteligența artificială. Numere fuzzy. Operații cu numere fuzzy. Studiul comparativ al algoritmilor de clasificare fuzzy (metoda partiției, clasificare substractivă, fuzzy C-means). Optimizare multiobiectiv cu algoritmi genetici. Teorema schemelor pentru algoritmi genetici. Istoric al rețelelor neuronale. Adaptarea rețelelor neuronale

Structura studiului individual	Studiu materiale curs	Rezolvări teme, lab., proiecte	Pregătire aplicații	Țimp alocat examinărilor	Studiu bibliografic suplimentar	Total ore pregătire individuală
Nr. ore	28	12	7	3	19	69

## Bibliografie

În biblioteca UTC-N

1. Oltean, G., Șipoș, E., Tehnici fuzzy în proiectarea și modelarea circuitelor analogice, U.T.Pres, Cluj-Napoca, România, ISBN: 978-973-662-302-8, 2007;
2. Gordan, Mihaela, Miron, C., Oltean, G., Sisteme Fuzzy. Îndrumător de laborator, Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 1999, ISBN 973-686-003-5
3. Eberhart, R., Shi, Y., Computational Intelligence. Concepts to Implementations, Elsevier, Morgan Kaufman Publisher, ISBN 978-1-55860-759-0, 2007
4. Padhy, N.P., Artificial Intelligence and Intelligent Systems, Oxford University Press, ISBN-13: 978-0-19-567154-4, ISBN-10: 0-19-567154-6, 2005, Fourth impression 2007;

Materiale didactice virtuale

1. Oltean, G., Tehnici de inteligența computațională în electronica, Slide-uri Power Point, <http://www.bel.utcluj.ro/rom/dce/goltean/tice/tice.htm>
2. GEATbx. Evolutionary Algorithms: Overview, Methods and Operators, 2005, <http://www.geatbx.com/>;

Alte materiale didactice

1. Dumitrescu, D., Algoritmi genetici și strategii evolutive – aplicații în Inteligența Artificială și

in domeniul conexe, Editura Albastra, Cluj-Napoca, 2006.

2. Fuzzy Logic Toolbox User's Guide, The MathWorks, Inc, 2007;
3. Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox User's Guide, The MathWorks, Inc, 2007;
4. Neural Network Toolbox User's Guide, The MathWorks, Inc, 2007;
5. Negoita, M., Neagu, D., Palade, V., Computational Intelligence: Engineering of Hybrid Systems, Springer-Verlag, ISSN 1434-9922, ISBN 3-540-23219-2, 2005;

<b>Modul de examinare și atribuire a notei</b>	
Modul de examinare	Examenul constă din verificarea cunoștințelor prin rezolvarea probleme (60%) și teorie (40%):
Componentele notei	Examen (E); Laborator (L); Proiect (P); Activitate curs (AC)
Formula de calcul a notei	$N=0,5E+0,2L+0,2P+0,1AC$ ; Condiția de obținere a creditelor: $N>5$ ; $L>5$ ; $MS>5$

**Responsabil disciplina,**

Prof.dr.ing. Gabriel OLTEAN