

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

Instituția de învățământ superior	Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava
Facultatea	Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor
Departamentul	Departamentul de Calculatoare, Electronică și Automatică
Domeniul de studii	Ingineria Sistemelor
Ciclul de studii	Licență
Programul de studii	Automatică și Informatică Aplicată

### 2. Date despre disciplină

Denumirea disciplinei	<b>REȚELE FUZZY ȘI NEURONALE</b>				
Titularul activităților de curs	Prof. dr. ing. Constantin FILOTE				
Titularul activităților aplicative	Prof. dr. ing. Constantin FILOTE				
Anul de studiu	IV	Semestrul	8	Tipul de evaluare	E
Regimul disciplinei	Categorია formativă a disciplinei DF - fundamentală, DD - în domeniu, DS - de specialitate, DC - complementară				DS
	Categorია de opționalitate a disciplinei: DO - obligatorie (impusă), DA - opțională (la alegere), DL - facultativă (liber aleasă)				DA

### 3. Timpul total estimat (ore alocate activităților didactice)

I a) Număr de ore pe săptămână	5	Curs	3	Seminar		Laborator	2	Proiect	
I b) Totalul de ore pe semestru din planul de învățământ	70	Curs	42	Seminar		Laborator	28	Proiect	

II Distribuția fondului de timp pe semestru:	ore
II a) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe	20
II b) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren	15
II c) Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri	17
II d) Tutoriat	
III Examinări	3
IV Alte activități:	

Total ore studiu individual II (a+b+c+d)	52
Total ore pe semestru (I+II+III+IV)	125
Numărul de credite	5

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

Curriculum	
Competențe	

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

Desfășurare a cursului	<ul style="list-style-type: none"> <li>• retroproiector/ videoproiector;</li> <li>• laptop, materiale pentru prezentare în format HTML</li> </ul>
Desfășurare aplicații	Laborator <ul style="list-style-type: none"> <li>• laborator dotat cu 12 PC, programe software (MATLAB, Simulink), instrumente, aparate de măsură, echipamente de măsură, standuri și machete de laborator (a se vedea fișa laboratorului didactic), ghid de lucrări practice în format printat</li> </ul>

### 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C1. Utilizarea de cunoștințe de matematică, fizică, tehnica măsurării, grafică tehnică, inginerie mecanică, chimică, electrică și electronică în ingineria sistemelor.</li> <li>• C5. Dezvoltarea de aplicații și implementarea algoritmilor și structurilor de conducere automata, utilizând principii de management de proiect, medii de programare și tehnologii bazate pe microcontrolere, procesoare de semnal, automate programabile, sisteme încorporate</li> </ul>
Competențe transversale	

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

Obiectivul general al disciplinei	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cunoașterea fundamentelor multimirilor și sistemelor fuzzy</li> </ul>
Obiective specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cunoașterea fundamentelor sistemelor bazate pe cunoștințe</li> <li>• Cunoașterea principalelor tipuri de operații cu mulțimile fuzzy și sistemele fuzzy</li> <li>• Cunoașterea tehnicilor de eșantionare a semnalelor, a funcțiilor de corelație și convoluție</li> <li>• Studiul bazelor teoretice ale abordării modelelor neurale artificiale</li> <li>• Studiul metodelor de proiectare a structurilor neurale „feedforward”</li> <li>• Explicarea sistemelor bazate pe cunoștințe</li> <li>• Explicarea modurilor de reprezentare și manipulare a cunoștințelor</li> <li>• Interpretarea caracteristicilor sistemelor expert</li> <li>• Explicarea modelelor neurale artificiale</li> <li>• Interpretarea structurilor neurale „feedforward” de control, a formelor de undă măsurate pe staduri de evaluare performanțe.</li> </ul>

## 8. Conținuturi

Curs	Nr. ore	Metode de predare	Observații
<b>1. Fundamente ale sistemelor bazate pe cunoștințe</b> 1.1 Sisteme inteligente și sisteme bazate pe cunoștințe 1.2 Sisteme expert 1.3 Cunoștințe și incertitudine 1.3.1 Logica binar-propozițională 1.3.2 Logica probabilistică propozițională 1.3.3 Logica nuanțată 1.3.4 Propagarea incertitudinii într-o rețea de inferență	4	expunere orală, conversație, exemple demonstrative, descoperire dirijată, studiu de caz, exemplificare, sinteză cunoștințelor	
<b>2. Mulțimi fuzzy și sisteme fuzzy</b> 2.1 Mulțimi fuzzy - definiții 2.1 Operații cu mulțimi fuzzy 2.2 Implicațiile fuzzy 2.3 Definierea conectivului „de asemenea” 2.4 Funcții caracteristice pentru sistemele nuanțate cu defuzificare	4		
<b>3. Instrumente de analiză a sistemelor bazate pe cunoștințe</b> 3.1 Prezentare generală a limbajului de programare CLIPS 3.2 Interacțiunea cu mediul de programare CLIPS 3.3 Baza de cunoștințe în CLIPS 3.4 Motorul de interferențe în CLIPS 3.5 Câmpuri și evenimente condiționale 3.6 Funcții procedurale și funcții definite de utilizator 3.7 Staregii de optimizare a programelor utilizate în CLIPS	4		
<b>4. Aplicații ale sistemelor bazate pe cunoștințe</b> 4.1 Conducerea automată a unui vehicul 4.1.2 Formularea problemei 4.1.3 Definierea variabilelor lingvistice, a seturilor fuzzy și a regulilor fuzzy 4.1.4 Construirea și testarea sistemului 4.2 Modele fuzzy pentru controlul proceselor lente 4.2.1 Formularea problemei 4.2.2 Precizarea componentelor regulatorului fuzzy lingvistic 4.2.3 Controlul fuzzy al amplificării 4.2.4 Rezultate obținute 4.3 Modele fuzzy pentru situații multiatribut 4.3.1 Formularea problemei decizionale multiatribut 4.3.2 Echivalențe între algoritmiile metodelor decizionale multiatribut bazați pe concepte crisp 4.3.3 Modele decizionale fuzzy 4.4 Modele fuzzy pentru diagnosticul afecțiunilor cardiace 4.4.1 Formularea problemei 4.4.2 Definierea variabilelor lingvistice, a seturilor fuzzy și a	6		

regulilor fuzzy 4.4.3 Rezultate obținute			
<b>5. Bazele teoretice ale modelelor neurale artificiale</b> 5.1 Caracteristicile modelelor neurale artificiale 5.1.2 Caracteristicile nodului. Micro-structura neurală 5.1.3 Modele de perceptron simplu 5.1.4 Topologia structurilor neurale 5.1.5 Modelul datelor și criteriul de cost 5.1.6 Legea de învățare	4		
<b>6. Structuri neurale „feedforward”</b> 6.1 Învățarea în structurile neurale „feedforward” 6.1.2 Învățarea în structurile neurale „feedforward” ca proces de aproximare 6.1.3 Problema de aproximare 6.1.4 Problema de reprezentare. 6.1.5 Eroare de învățare și eroare de test 6.1.6 Învățarea în structurile „feedforward” ca proces de optimizare 6.1.7 Algoritmi de învățare în structurile „feedforward” 6.2 Generalizarea în structurile neurale „feedforward” 6.3 Reducerea complexității modelului. Regularizare	5		
<b>7. Metode de proiectare a structurilor neurale „feedforward”</b> 7.1 Alegerea modelului neural. Criterii de optimalitate 7.1.1 Criterii de evaluare a modelului 7.1.2 Reducerea complexității modelului 7.1.3 Analiza structurilor neurale „feedforward” de dimensiuni reduse 7.1.4 Criterii de optimalitate 7.2 Obiectivele și etapele proiectării structurilor neurale „feedforward” 7.2.1 Alegerea numărului de straturi 7.2.2 Alegerea numărului de perceptroni simpli din fiecare strat 7.2.3 Alegerea numărului de conexiuni 7.2.4 Proiectarea rețelelor neurale ontogenice 7.3 Metode empirice pentru proiectarea structurilor neurale „feedforward” 7.3.1 Metode ad/hoc 7.3.2 Metode bazate pe stabilirea tipului și numărului zonelor de decizie realizate de rețeaua neurală în spațiul multidimensional 7.4 Metode bazate pe criterii statistice 7.4.1 Forma generală a criteriilor statistice pentru proiectarea structurilor neurale „feedforward” 7.4.2 Criterii statistice pentru proiectarea structurilor neurale feedforward” 7.5 Metode ontogenice constructive 7.5.1 Formularea problemei 7.5.2 Clasificarea metodelor ontogenice constructive 7.5.3 Metode ad-hoc 7.5.4 Modele de partiționare a spațiului de intrare 7.5.5 Metode de corectare a erorii 7.5.6 Metode care generează arbori 7.5.7 Metode de modularizare a rețelei	9		
<b>8. Proiectarea structurilor neurale „feedforward” cu constrângeri de simetrie</b> 8.1 Formularea problematicii proiectării neurale cu constrângeri de simetrie 8.2 Metoda MOBD (Modified Optimal Brain Damage) 8.3 Metoda SVD-MOBD (Singular Value Decomposition MOBD) 8.4 Rezultate obținute cu ajutorul metodelor de proiectare cu constrângeri de simetrie	6		

8.4.1 Exemplu de caz			
8.4.2 Setul datelor			
8.4.3 Modelul neuronal			
8.4.4 Algoritmul de învățare			
8.4.5 Evaluarea performanțelor			
8.4.6 Estimarea performanțelor rețelei neurale „feedforward” simetrică, parțial interconectată cu algoritmul MOBD			
8.4.7 Estimarea performanțelor rețelei neurale „feedforward” simetrică, parțial interconectată cu algoritmul MOBD			
8.5 Concluzii, direcții de studiu și perspective			

#### Bibliografie

- [1] S.Caluianu, *Inteligență artificială în instalații. Logica fuzzy și teoria posibilităților*, MatrixRom București, 2000
- [2] H.N.Teodorescu, M.Zbancioc, O.Voroneanu, *Sisteme bazate pe cunoștințe. Aplicații*, Editura Performantica, Iași, 2004
- [3] E.Sofron, N.Bizon, S.Ioniță, R.Răducu, *Sisteme de control fuzzy. Modelare și proiectare asistate de calculator*, Editura ALL, București, 1998
- [4] F.Gorunescu, A.Prodan, *Modelare stochastică și simulare*, Editura Albastră, Cluj Napoca, 2001
- [5] A.Dumitraș, *Proiectarea rețelelor neurale artificiale*, Editura ODEON, București, 1997
- [6] S.Zăhan, A.Maga, *Rețele neurale – aplicații în telecomunicații*, Editura Albastră, Cluj Napoca, 2000
- [7] M.Ghinea, V.Fireșteanu, *MATLAB. Calcul numeric.Grafică. Aplicații*, Editura TEORA, București, 2003
- [8] C.Paleologu, *MATLAB, Ghid de utilizare pentru semnale și sisteme*, Lito UPB, 2000.

#### Bibliografie minimală

- [1] E. Sofron, N. Bizon, S. Ioniță, R. Răducu, *Sisteme de control fuzzy. Modelare și proiectare asistate de calculator*, Editura ALL, București, 1998
- [2] F. Gorunescu, A.Prodan, *Modelare stochastică și simulare*, Editura Albastră, Cluj Napoca, 2001
- [3] A. Dumitraș, *Proiectarea rețelelor neurale artificiale*, Editura ODEON, București, 1997
- [4] S. Zăhan, A. Maga, *Rețele neurale – aplicații în telecomunicații*, Editura Albastră, Cluj Napoca, 2000

Laborator	Nr. ore	Metode de predare	Observații
1. Securitatea și sănătatea în muncă	2	expunere considerații teoretice și practice,	
2. Elemente MATLAB (I)	2	clarificare	
3. Elemente MATLAB (II)	2	conceptuală, activități	
4. Elemente MATLAB (III)	2	pe grupe de lucru,	
5. Elemente MATLAB (IV)	2	aplicații practice,	
6. Tehnici AI - căutarea	2	aplicații	
7. Studiul perceptronului	2	demonstrative,	
8. Memorii asociative	2	modelare matematică,	
9. Filtre adaptive	2	răspunsuri întrebări,	
10. Rețele backpropagation (I)	2	prelucrare date	
11. Rețele backpropagation (II)	2	experimentale,	
12. Rețele cu funcții de bază radiale	2	sinteza cunoștințelor,	
13. Rețele Kohonen	2	concluzii, mini-	
14. Reevaluare si recuperare laborator	2	proiecte	

#### Bibliografie

- [1] S.Caluianu, *Inteligență artificială în instalații. Logica fuzzy și teoria posibilităților*, MatrixRom București, 2000
- [2] H.N.Teodorescu, M.Zbancioc, O.Voroneanu, *Sisteme bazate pe cunoștințe. Aplicații*, Editura Performantica, Iași, 2004
- [3] E.Sofron, N.Bizon, S.Ioniță, R.Răducu, *Sisteme de control fuzzy. Modelare și proiectare asistate de calculator*, Editura ALL, București, 1998
- [4] F.Gorunescu, A.Prodan, *Modelare stochastică și simulare*, Editura Albastră, Cluj Napoca, 2001
- [5] A.Dumitraș, *Proiectarea rețelelor neurale artificiale*, Editura ODEON, București, 1997
- [6] S.Zăhan, A.Maga, *Rețele neurale – aplicații în telecomunicații*, Editura Albastră, Cluj Napoca, 2000
- [7] M.Ghinea, V.Fireșteanu, *MATLAB. Calcul numeric.Grafică. Aplicații*, Editura TEORA, București, 2003
- [8] C.Paleologu, *MATLAB, Ghid de utilizare pentru semnale și sisteme*, Lito UPB, 2000.

#### Bibliografie minimală

- [1] E. Sofron, N. Bizon, S. Ioniță, R. Răducu, *Sisteme de control fuzzy. Modelare și proiectare asistate de calculator*, Editura ALL, București, 1998
- [2] F. Gorunescu, A.Prodan, *Modelare stochastică și simulare*, Editura Albastră, Cluj Napoca, 2001
- [3] A. Dumitraș, *Proiectarea rețelelor neurale artificiale*, Editura ODEON, București, 1997

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

- Conținutul cursului și al laboratorului sunt în concordanță cu conținutul disciplinelor similare de la programele de studiu Automatica și Informatica Aplicată de la alte universități din țară și străinătate:
  - Universitatea Tehnică Gheorghe Asachi din Iași
  - Universitatea Politehnică București
  - Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
  - University of Minnesota, USA
  - Technische Universität Darmstadt, Germany

10. **Evaluare**

Tip activitate	Criterii de evaluare	Metode de evaluare	Pondere din nota finală
Curs	Participarea activă în timpul cursurilor	<i>evaluare continuă</i>	20
	Corectitudinea algoritmului de control implementat	Evaluare prin probă finală scrisă și orală	30
Laborator	Gradul de rezolvare a lucrărilor de laborator	<i>evaluare continuă</i> (prin metode orale și probe practice)	10
	Modul și corectitudinea rezolvării subiectelor primite la teste	<i>evaluare sumativă</i> Test 1 Test 2	40 din care: 20 20

Standarde de performanță

Standarde minime pentru nota 5:

Nota pe parcurs minim 5 (note teste și mini-proiect minim 5)

Nota la examen minim 5:

- la componenta Aplicații, de la examenul oral trebuie conceapă corect un algoritm de control (3 pct.).
- prezența la curs/sau compensare prin mini-proiecte (2 pct.):

Standarde minime pentru nota 10:

Nota pe parcurs peste 9 (media notelor la teste și mini-proiecte peste 9).

Nota la examen peste 9:

- la componenta Aplicații, de la examenul oral trebuie conceapă corect un algoritm de control (3 pct.);
- la componenta Aplicații, de la examenul oral studentul va demonstra că știe să simuleze un algoritm de control fuzzy (5 pct.);
- prezența la curs/sau compensare prin mini-proiecte (2 pct.):

Data completării	Semnătura titularului de curs	Semnătura titularului de aplicație
21.09.2020		

Data avizării în departament	Semnătura directorului de departament
25.09.2020	

Data aprobării în consiliul facultății	Semnătura decanului
01.10.2020	