

## FIȘA DISCIPLINEI

(masterat)

### 1. Date despre program

Instituția de învățământ superior	Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava
Facultatea	Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor
Departamentul	Calculatoare
Domeniul de studii	Calculatoare și tehnologia informației
Ciclul de studii	Masterat
Programul de studii	Știința și Ingineria Calculatoarelor

### 2. Date despre disciplină

Denumirea disciplinei	<b>ALGORITMI AVANSAȚI, PROBABILISTICI ȘI TEHNICI METAEURISTICE</b>				
Titularul activităților de curs	Prof. univ. dr. ing. Radu-Daniel VATAVU				
Titularul activităților aplicative	Șef lucrări dr. ing. Ionela RUSU				
Anul de studiu	1	Semestrul	1	Tipul de evaluare	Examen
Regimul disciplinei	Categorizația formativă a disciplinei DSI – Discipline de sinteză; DAP – Discipline de aprofundare				DSI
	Categorizația de opționalitate a disciplinei: DI - impusă, DO - opțională, DF - facultativă				DI

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

I a) Număr de ore, pe săptămână	3	Curs	2	Seminar	-	Laborator	1	Proiect	-
I b) Totalul de ore (pe semestru) din planul de învățământ	42	Curs	28	Seminar	-	Laborator	14	Proiect	-

II. Distribuția fondului de timp pe semestru	ore
II.a) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe	46
II.b) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren	23
II.b) Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri	14
II.d) Tutoriat	0
III. Examinări	3
IV. Alte activități (precizați): Consolidarea cunoștințelor de programare	0

Total ore studiu individual II (a+b+c+d)	83
Total ore pe semestru (Ib+II+III+IV)	128
Numărul de credite	5

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

Curriculum	-
Competențe	-

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

Desfășurare a cursului	PC/laptop, slide-uri suport pentru curs, exemple de programe funcționale pe calculator, conexiune la Internet	
Desfășurare aplicații	Seminar	-
	Laborator	Unități PC/laptop având instalat mediul de dezvoltare Visual Studio (Community, Code, etc.), ghid de lucrări practice în format electronic, conexiune la Internet
	Proiect	-

### 6. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	CP1. Operarea cu concepte și metode științifice avansate din calculatoare și tehnologia informației CP2. Modelarea și rezolvarea problemelor cu tehnici de inteligență artificială în diverse domenii CP3. Documentarea complexă, fundamentarea, planificarea cercetării, precum și elaborarea rapoartelor de cercetare CP4. Dezvoltarea și proiectarea sistemelor paralele și distribuite CP6. Abordarea, planificarea și finalizarea activităților de cercetare științifică în domeniul științei și ingineriei calculatoarelor
Competențe transversale	-

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

Obiectivul general al disciplinei	Prezentarea de algoritmi avansați reprezentând abordări meta-euristice și probabilistice caracteristice tehnicilor de inteligență artificială aplicată în diverse domenii în vederea operării cu concepte și metode științifice avansate din calculatoare și tehnologia informației pentru rezolvarea eficientă a problemelor de natură algoritmică și dezvoltarea și proiectarea de sisteme software performante.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Însușirea tehnicilor algoritmice meta-euristice pentru rezolvarea eficientă a problemelor prin explorarea spațiului soluțiilor potențiale.</li> <li>- Rezolvarea problemelor folosind metode algoritmice de simulare a proceselor fizice, biologice, genetice și folosirea conceptelor specifice inteligenței colective.</li> <li>- Însușirea tehnicilor de reprezentare și regăsire eficientă a informației folosind algoritmi probabilistici cu aplicații în dezvoltarea și proiectarea sistemelor distribuite.</li> </ul>

### 8. Conținuturi

Curs	Nr. ore	Metode de predare	Observații
<b>1. Algoritmi euristici și meta-euristici: introducere</b> 1.1. Introducere. Motivarea utilizării algoritmilor euristici și meta-euristici pentru rezolvarea eficientă a problemelor specifice și dezvoltarea de aplicații și sisteme software performante. 1.2. Explorarea spațiului stărilor unei probleme. Explorări informate și neinformate. Explorări tentative și irevocabile. 1.3. Algoritmul de explorare Hill-Climbing. 1.4. Exemple de probleme și aplicații.	2	Expunerea, prelegerea, conversația, exemplificarea, demonstrația	
<b>2. Algoritmi euristici și meta-euristici: explorare probabilistică</b> 2.1. Algoritmul Simulated Annealing. 2.2. Studiu de caz privind rezolvarea problemei așezării reginelor pe tabla de șah. Realizarea de comparații și discuții privind performanțele diverselor soluții algoritmice.	2		
<b>3. Algoritmi meta-euristici bazați pe populații: ACO</b> 3.1. Principiile inteligenței colective. 3.2. Algoritmi de tip colonii de furnici (ACO). 3.3. Exemplu practic.	3		
<b>4. Algoritmi meta-euristici bazați pe populații: ABC</b> 4.1. Algoritmi de tip colonii de albine (ABC). 4.2. Exemplu practic.	3		
<b>5. Algoritmi meta-euristici bazați pe populații: GA</b> 5.1. Principii genetice și ale evoluției naturale. 5.2. Algoritmi genetici (GA). Exemplu practic. 5.3. Teorema „No free lunch” în căutare și optimizare. 5.4. Studiu de caz privind rezolvarea problemei comis-voiajorului (TSP) folosind algoritmi meta-euristici. Realizarea de comparații și discuții privind performanțele algoritmilor prezentați.	4		
<b>6. Algoritmi aleatori: introducere</b> 6.1. Noțiuni introductive privind algoritmi aleatori. 6.2. Variantă aleatoare a algoritmului de sortare rapidă. Studiu comparativ privind performanțele sortării rapide și analiza complexității temporale.	2		
<b>7. Algoritmi aleatori Las Vegas</b> 7.1. Principii de rezolvare și implementare. 7.2. Probleme exemplu: regăsirea elementelor unei mulțimi cu o anumită frecvență de apariție. 7.3. Studiul probabilistic al șanselor de identificare a soluției. Complexitatea algoritmilor Las Vegas.	4		

<b>8. Algoritmi aleatori Monte Carlo</b> 8.1. Principii de rezolvare și implementare. 8.2. Exemple de probleme: lucrul cu numere prime mari, algoritmul de testare a primalității Fermat și Miller-Rabin. 8.3. Studiu probabilistic privind exactitatea soluției. Complexitatea algoritmilor Monte Carlo.	4		
<b>9. Structuri de date probabilistice</b> 9.1. Filtrul Bloom. Principiul de funcționare. Realizarea de conexiuni cu alte structuri de date. Analiza probabilistică a riscului de detecție falsă. 9.2. Studiu comparativ privind performanța diverselor soluții algoritmice și structuri de date pentru problema căutării. Analiza complexității teoretice a diverselor abordări algoritmice. 9.3. Variante ale filtrului Bloom.	4		

#### Bibliografie

1. Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald R. Rivest, *Introduction to Algorithms*, 3rd Ed. MIT Press, 2019 (sau traducerea în limba română: *Introducere în algoritmi*, Ed. Agora)
2. Donald E. Knuth, *The Art of Computer Programming*, volume 1, 1st Ed., Addison-Wesley Professional, 2011. (Traducere în limba română: *Arta programării calculatoarelor, vol. I – Algoritmi Fundamentali*, Ed. Teora, 1999)
3. Donald E. Knuth, *The Art of Computer Programming*, volume 2, 1st Ed., Addison-Wesley Professional, 2011. (Traducere în limba română: *Arta programării calculatoarelor, vol. II – Algoritmi Seminumerici*, Ed. Teora, 1999)
4. Donald E. Knuth, *The Art of Computer Programming*, volume 3, 1st Ed., Addison-Wesley Professional, 2011. (Traducere în limba română: *Arta programării calculatoarelor, vol. III – Sortare și căutare*, Ed. Teora, 1999)
5. Robert Sedgewick, Kevin Wayne, *Algorithms*, 4th Ed., 2011, Addison-Wesley Professional
6. Gayle Laakmann McDowell, *Cracking the Coding Interview: 189 Programming Questions and Solutions*, 6th Ed., 2015, CareerCup
7. Dan Simon, *Evolutionary Optimization Algorithms*, 1st Ed., 2013, Wiley
8. Michael Mitzenmacher, Eli Upfal, *Probability and Computing: Randomization and Probabilistic Techniques in Algorithms and Data Analysis*, 2nd Ed., 2017
9. Marco Dorigo, Thomas Stutzle, *Ant Colony Optimization*, MIT Press, 2004
10. Julia Pizzo (Ed.) *Ant Colony Optimization*, 2015, Clanrye International
11. Thomas W. Malone, Michael S. Bernstein, Andrew W. Lo et al. *Handbook of Collective Intelligence*, 1st Ed., 2015, MIT Press
12. Ke-Lin Du, M.N.S. Swamy, *Search and Optimization by Metaheuristics: Techniques and Algorithms Inspired by Nature*, 1st Ed., 2016, Birkhauser
13. Xin-She Yang, *Nature-Inspired Optimization Algorithms*, 1st Ed., 2014, Elsevier
14. Patrick Siarry (Ed.) *Metaheuristics*, 2016, Springer
15. Radu-Daniel Vatavu, Lisa Anthony, and Jacob O. Wobbrock. 2018. \$Q: A super-quick, articulation-invariant stroke-gesture recognizer for low-resource devices. In *Proceedings of the 20th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services (MobileHCI , 18)*. ACM, New York, NY, USA
16. Radu-Daniel Vatavu, Lisa Anthony, and Jacob O. Wobbrock. 2012. Gestures as point clouds: A \$P recognizer for user interface prototypes. In *Proceedings of the 14th ACM international conference on Multimodal interaction (ICMI , 12)*. ACM, New York, NY, USA, 273-280
17. Radu-Daniel Vatavu. 2017. Improving Gesture Recognition Accuracy on Touch Screens for Users with Low Vision. In *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, 4667-4679
18. Proceedings of the International Conference on Swarm Intelligence (ANTS), <http://www.swarm-intelligence.eu>

#### Bibliografie minimală

1. Marco Dorigo, Thomas Stutzle, *Ant Colony Optimization*, MIT Press, 2004
2. Ke-Lin Du, M.N.S. Swamy, *Search and Optimization by Metaheuristics: Techniques and Algorithms Inspired by Nature*, 1st Ed., 2016, Birkhauser
3. Michael Mitzenmacher, Eli Upfal, *Probability and Computing: Randomization and Probabilistic Techniques in Algorithms and Data Analysis*, 2nd Ed., 2017

Laborator	Nr. ore	Metode de predare	Observații
1. Algoritmul Hill-Climbing. Aplicație în rezolvarea problemei așezării reginelor	2	Lucrări practice, conversația, experimentul	
2. Rezolvarea problemei comis-voiajorului folosind algoritmi de tip colonii de furnici	2		
3. Algoritmi ABC pentru optimizarea funcțiilor numerice cu mai multe variabile	2		

4. Algoritmi Las Vegas	2		
5. Algoritmi Monte Carlo	2		
6. Filtrul Bloom	2		
7. Susținere proiect și evaluare	2	Demonstrația	

Prezența la activitățile obligatorii este reglementată de “Regulamentul cadru privind evaluarea studenților”. Recuperarea activităților aplicative obligatorii programate pe parcursul semestrului se face în conformitate cu precizările aceluiași regulament. De asemenea, în conformitate cu prevederile articolului 5.2.3, activitățile pe parcurs pot fi echivalate cu proiecte din tematica disciplinei cu acordul cadrului didactic titular.

#### **Bibliografie**

1. Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald R. Rivest, *Introduction to Algorithms*, 3rd Ed. MIT Press. 2019 (sau traducerea în limba română: *Introducere în algoritmi*, Ed. Agora)
2. Donald E. Knuth, *The Art of Computer Programming*, volume 1, 1st Ed., Addison-Wesley Professional, 2011. (Traducere în limba română: *Arta programării calculatoarelor, vol. I – Algoritmi Fundamentali*, Ed. Teora, 1999)
3. Donald E. Knuth, *The Art of Computer Programming*, volume 2, 1st Ed., Addison-Wesley Professional, 2011. (Traducere în limba română: *Arta programării calculatoarelor, vol. II – Algoritmi Seminumerici*, Ed. Teora, 1999)
4. Donald E. Knuth, *The Art of Computer Programming*, volume 3, 1st Ed., Addison-Wesley Professional, 2011. (Traducere în limba română: *Arta programării calculatoarelor, vol. III – Sortare și căutare*, Ed. Teora, 1999)
5. Robert Sedgewick, Kevin Wayne, *Algorithms*, 4th Ed., 2011, Addison-Wesley Professional
6. Gayle Laakmann McDowell, *Cracking the Coding Interview: 189 Programming Questions and Solutions*, 6th Ed., 2015, CareerCup
7. Dan Simon, *Evolutionary Optimization Algorithms*, 1st Ed., 2013, Wiley
8. Michael Mitzenmacher, Eli Upfal, *Probability and Computing: Randomization and Probabilistic Techniques in Algorithms and Data Analysis*, 2nd Ed., 2017
9. Marco Dorigo, Thomas Stutzle, *Ant Colony Optimization*, MIT Press, 2004
10. Julia Pizzo (Ed.) *Ant Colony Optimization*, 2015, Clanrye International
11. Thomas W. Malone, Michael S. Bernstein, Andrew W. Lo et al. *Handbook of Collective Intelligence*, 1st Ed., 2015, MIT Press
12. Ke-Lin Du, M.N.S. Swamy, *Search and Optimization by Metaheuristics: Techniques and Algorithms Inspired by Nature*, 1st Ed., 2016, Birkhauser
13. Xin-She Yang, *Nature-Inspired Optimization Algorithms*, 1st Ed., 2014, Elsevier
14. Patrick Siarry (Ed.) *Metaheuristics*, 2016, Springer
15. Radu-Daniel Vatavu, Lisa Anthony, and Jacob O. Wobbrock. 2018. \$Q: A super-quick, articulation-invariant stroke-gesture recognizer for low-resource devices. In *Proceedings of the 20th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services (MobileHCI ,18)*. ACM, New York, NY, USA
16. Radu-Daniel Vatavu, Lisa Anthony, and Jacob O. Wobbrock. 2012. Gestures as point clouds: A \$P recognizer for user interface prototypes. In *Proceedings of the 14th ACM international conference on Multimodal interaction (ICMI ,12)*. ACM, New York, NY, USA, 273-280
17. Radu-Daniel Vatavu. 2017. Improving Gesture Recognition Accuracy on Touch Screens for Users with Low Vision. In *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, 4667-4679
18. Proceedings of the International Conference on Swarm Intelligence (ANTS), <http://www.swarm-intelligence.eu>

#### **Bibliografie minimală**

1. Marco Dorigo, Thomas Stutzle, *Ant Colony Optimization*, MIT Press, 2004
2. Ke-Lin Du, M.N.S. Swamy, *Search and Optimization by Metaheuristics: Techniques and Algorithms Inspired by Nature*, 1st Ed., 2016, Birkhauser
3. Michael Mitzenmacher, Eli Upfal, *Probability and Computing: Randomization and Probabilistic Techniques in Algorithms and Data Analysis*, 2nd Ed., 2017

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

Conținutul disciplinei este în concordanță cu conținutul unor discipline similare din cadrul altor universități din țară și străinătate, și anume: “Algorithms at The Ends of the Wire”, Harvard School of Engineering and Applied Sciences (<http://www.eecs.harvard.edu/~michaelm/CS222/syllabus.html>); „Randomized Algorithms and Probabilistic Analysis”, Harvard School of Engineering and Applied Sciences (<http://www.eecs.harvard.edu/~michaelm/CS223/syllabus.html>); „Randomized Algorithms”, The University of Texas at Austin (<https://www.cs.utexas.edu/~ecprice/courses/randomized/>); „Randomized Algorithms”, Rensselaer Polytechnic Institute, NY (<http://www.cs.rpi.edu/~gitte/teaching/fall2019/csci6220-and-4030.html>); „Randomized Algorithms”, Universitat Politecnica de Catalunya, Spania (<https://www.fib.upc.edu/en/studies/masters/master-innovation-and-research-informatics/curriculum/syllabus/RA-MIRI>); „Metaheuristic Methods”, UBB Cluj-Napoca ([https://www.cs.ubbcluj.ro/files/curricula/2015/syllabus/ADM\\_sem3 MMM8083 hu gaskonomi 2015 1126.pdf](https://www.cs.ubbcluj.ro/files/curricula/2015/syllabus/ADM_sem3 MMM8083 hu gaskonomi 2015 1126.pdf))

## 10. Evaluare

Tip activitate	Criterii de evaluare	Metode de evaluare	Pondere din nota finală
Curs	Expunerea clară a conceptelor teoretice și corectitudinea operării cu noțiuni, tehnici și metode specifice algoritmilor meta-euristici și probabilistici. Însușirea corectă a metodelor de cercetare științifică folosite pentru proiectarea de aplicații folosind algoritmi avansați.	Examen scris. Întrebări adresate în timpul orelor de curs.	50%
Seminar	-	-	-
Laborator	Corectitudinea rezolvării de probleme algoritmice și a implementării acestora într-un limbaj de programare sub forma unui proiect. Participarea la diverse activități practice în legătură cu obiectivele specifice ale disciplinei.	Susținere proiect, demonstrația. Întrebări adresate în timpul orelor de laborator.	50%
Proiect	-	-	-
<b>Standard minim de performanță</b>			
- Însușirea principalelor noțiuni, idei, teorii din cadrul tehnicilor avansate de programare. - Cunoașterea problemelor de bază din domeniul abordărilor euristice de explorare a spațiului soluțiilor unei probleme precum și a celor specifice algoritmilor probabilistici.			

Data completării	Semnătura titularului de curs	Semnătura titularului de aplicație
22.09.2022		

Data avizării în departament	Semnătura directorului de departament
29.09.2022	

Data aprobării în consiliul facultății	Semnătura decanului
30.09.2022	