

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	Calculatoare
Domeniul de studii	Calculatoare și tehnologia informației
Ciclul de studii	Masterat
Programul de studii/calificarea	Știința și Ingineria Calculatoarelor

2. Date despre disciplină

Denumirea disciplinei	ALGORITMI AVANSAȚI, PROBABILISTICI ȘI TEHNICI METAEURISTICE				
Titularul activităților de curs	Prof. univ. dr. ing. Radu-Daniel VATAVU				
Titularul activităților de seminar/laborator	Șef lucrări dr. ing. Ionela RUSU				
Anul de studiu	1	Semestrul	1	Tipul de evaluare	Examen
Regimul disciplinei	Categorია formativă a disciplinei DSI – Discipline de sinteză; DAP – Discipline de aprofundare				DSI
	Categorია de opționalitate a disciplinei: DO - obligatorie (impusă), DA - opțională (la alegere), DL - facultativă (liber aleasă)				DO

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	38
II b) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren	28
II c) Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri	14
II d) Tutoriat	-
III Examinări	3
IV Alte activități:	-

Total ore studiu individual II (a+b+c+d)	80
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)

Desfășurarea cursului	Laptop/desktop PC, slide-uri suport pentru curs, exemple de programe funcționale pe calculator, conexiune la Internet	
Desfășurare aplicații	Seminar	-
	Laborator	Laptop/desktop PC 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	C1. Operarea cu concepte și metode științifice avansate din calculatoare și tehnologia informației. C3. Documentarea complexă, fundamentarea, planificarea cercetării, precum și elaborarea rapoartelor de cercetare
Competențe transversale	-

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

Obiectivul general al disciplinei	Prezentarea de algoritmi avansați, incluzând tehnici euristice, meta-euristice, probabilistice, pentru rezolvarea eficientă a problemelor de natură algoritmică.
Obiective specifice	<ul style="list-style-type: none"> - Introducere în tehnicile euristice de explorare a spațiului soluțiilor unei probleme. - Rezolvarea problemelor folosind metode algoritmice de simulare a proceselor fizice, biologice, genetice; folosirea și aplicarea conceptelor specifice inteligenței colective pentru rezolvarea problemelor. - Însușirea tehnicilor de reprezentare a datelor și de regăsire eficientă a informației folosind algoritmi probabilistici și structuri de date probabilistice.

8. **Conținuturi**

Curs	Nr. ore	Metode de predare	Observații
1. Algoritmi euristici: introducere 1.1. Introducere. Motivarea utilizării algoritmilor euristici pentru rezolvarea de probleme specifice. 1.2. Explorarea spațiului stărilor unei probleme. Explorări informate și neinformate. Explorări tentative și irevocabile. 1.3. Algoritmul greedy de explorare Hill-Climbing. 1.4. Exemple de aplicații.	2	expunerea, prelegerea-dezbatere, demonstrația	
2. Algoritmi euristici: explorare probabilistică 2.1. Algoritmul de explorare Simulated Annealing. 2.2. Studiu de caz privind rezolvarea problemei așezării reginelor pe tabla de șah. Realizarea de comparații și discuții privind performanțele algoritmilor prezentați.	2		
3. Algoritmi metaeuristici bazați pe populații: ACO 3.1. Principiile inteligenței colective. 3.2. Algoritmi de tip colonii de furnici (ACO). Exemplu practic.	3		
4. Algoritmi metaeuristici bazați pe populații: ABC 4.1. Algoritmi de tip colonii de albine (ABC). Exemplu practic.	3		
5. Algoritmi metaeuristici bazați pe populații: GA 5.1. Principiile optimizării genetice. 5.2. Algoritmi evolutivi (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 metaeuristici. Realizarea de comparații și discuții privind performanțele algoritmilor prezentați.	4		
6. Algoritmi aleatori: introducere 6.1. Noțiuni introductive privind algoritmi aleatori. 6.2. Algoritmul de sortare rapidă randomizat. Studiu comparativ privind performanțele sortării rapide randomizate și analiza complexității temporale.	2		
7. Algoritmi aleatori Las Vegas 7.1. Principiile de rezolvare și implementare. 7.2. Exemple de probleme: determinarea elementelor unei mulțimi cu frecvență maximă de apariție. 7.3. Studiul probabilistic al șanselor de identificare a soluției. Complexitatea algoritmilor Las Vegas.	4		
8. Algoritmi aleatori Monte Carlo 8.1. Principiile de rezolvare și implementare. 8.2. Exemple de probleme: lucrul cu numere prime mari, testul de primalitate Fermat, testul de primalitate Miller-Rabin. 8.3. Studiul probabilistic privind exactitatea soluției. Complexitatea algoritmilor Monte Carlo.	4		

<p>9. Structuri de date probabilistice</p> <p>9.1. Filtrul Bloom, principii de funcționare. Realizarea de conexiuni cu alte structuri de date. Analiza probabilistică a riscului de detecție falsă.</p> <p>9.2. Studiu comparativ privind performanța diverselor soluții algoritmice și structuri de date pentru problema căutării. Analiza complexității diverselor abordări.</p> <p>9.3. Variante ale filtrului Bloom.</p> <p>9.4. Probleme specifice</p>	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, Article 23, 12 pages. DOI: <https://doi.org/10.1145/3229434.3229465>
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. DOI: <https://doi.org/10.1145/2388676.2388732>
17. Radu-Daniel Vatavu. 2017. Improving Gesture Recognition Accuracy on Touch Screens for Users with Low Vision. In Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '17). ACM, New York, NY, USA, 4667-4679. DOI: <https://doi.org/10.1145/3025453.3025941>
18. Yosra Rekik, Radu-Daniel Vatavu, and Laurent Grisoni. 2014. Match-up & conquer: a two-step technique for recognizing unconstrained bimanual and multi-finger touch input. In Proceedings of the 2014 International Working Conference on Advanced Visual Interfaces (AVI '14). ACM, New York, NY, USA, 201-208. DOI: <https://doi.org/10.1145/2598153.2598167>
19. 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, experimentul	
2. Rezolvarea problemei comis-voiajorului folosind algoritmi tip colonii de furnici	2		
3. Algoritmii 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, evaluare	2	Demonstrația	
Prezența la activitățile didactice este obligatorie, conform "Regulamentului cadru privind activitatea profesională a studenților" (R05). Recuperarea activităților aplicative se face în conformitate cu precizările „Regulamentului cadru privind examinarea și notarea studenților” (R12), articolul 5.1.11. De asemenea, în conformitate cu prevederile articolului 5.2.3 al aceluiași regulament (R12), activitățile pe parcurs pot fi echivalate cu proiecte din tematica disciplinei, cu acordul cadrului didactic titular.			
Bibliografie			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald R. Rivest, <i>Introduction to Algorithms</i>, 3rd Ed. MIT Press. 2019 (sau traducerea în limba română: <i>Introducere în algoritmi</i>, Ed. Agora) 2. Donald E. Knuth, <i>The Art of Computer Programming</i>, volume 1, 1st Ed., Addison-Wesley Professional, 2011. (Traducere în limba română: <i>Arta programării calculatoarelor, vol. I – Algoritmi Fundamentali</i>, Ed. Teora, 1999) 3. Donald E. Knuth, <i>The Art of Computer Programming</i>, volume 2, 1st Ed., Addison-Wesley Professional, 2011. (Traducere în limba română: <i>Arta programării calculatoarelor, vol. II – Algoritmi Seminumerici</i>, Ed. Teora, 1999) 4. Donald E. Knuth, <i>The Art of Computer Programming</i>, volume 3, 1st Ed., Addison-Wesley Professional, 2011. (Traducere în limba română: <i>Arta programării calculatoarelor, vol. III – Sortare și căutare</i>, Ed. Teora, 1999) 5. Robert Sedgewick, Kevin Wayne, <i>Algorithms</i>, 4th Ed., 2011, Addison-Wesley Professional 6. Gayle Laakmann McDowell, <i>Cracking the Coding Interview: 189 Programming Questions and Solutions</i>, 6th Ed., 2015, CareerCup 7. Dan Simon, <i>Evolutionary Optimization Algorithms</i>, 1st Ed., 2013, Wiley 8. Michael Mitzenmacher, Eli Upfal, <i>Probability and Computing: Randomization and Probabilistic Techniques in Algorithms and Data Analysis</i>, 2nd Ed., 2017 9. Marco Dorigo, Thomas Stutzle, <i>Ant Colony Optimization</i>, MIT Press, 2004 10. Julia Pizzo (Ed.) <i>Ant Colony Optimization</i>, 2015, Clanrye International 11. Thomas W. Malone, Michael S. Bernstein, Andrew W. Lo et al. <i>Handbook of Collective Intelligence</i>, 1st Ed., 2015, MIT Press 12. Ke-Lin Du, M.N.S. Swamy, <i>Search and Optimization by Metaheuristics: Techniques and Algorithms Inspired by Nature</i>, 1st Ed., 2016, Birkhauser 13. Xin-She Yang, <i>Nature-Inspired Optimization Algorithms</i>, 1st Ed., 2014, Elsevier 14. Patrick Siarry (Ed.) <i>Metaheuristics</i>, 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, Article 23, 12 pages. DOI: https://doi.org/10.1145/3229434.3229465 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. DOI: https://doi.org/10.1145/2388676.2388732 17. Radu-Daniel Vatavu. 2017. Improving Gesture Recognition Accuracy on Touch Screens for Users with Low Vision. In Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '17). ACM, New York, NY, USA, 4667-4679. DOI: https://doi.org/10.1145/3025453.3025941 18. Yosra Rekik, Radu-Daniel Vatavu, and Laurent Grisoni. 2014. Match-up & conquer: a two-step technique for recognizing unconstrained bimanual and multi-finger touch input. In Proceedings of the 2014 International Working Conference on Advanced Visual Interfaces (AVI '14). ACM, New York, NY, USA, 201-208. DOI: https://doi.org/10.1145/2598153.2598167 19. Proceedings of the <i>International Conference on Swarm Intelligence (ANTS)</i>, http://www.swarm-intelligence.eu/ 			
Bibliografie minimală			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Marco Dorigo, Thomas Stutzle, <i>Ant Colony Optimization</i>, MIT Press, 2004 2. Ke-Lin Du, M.N.S. Swamy, <i>Search and Optimization by Metaheuristics: Techniques and Algorithms Inspired by Nature</i>, 1st Ed., 2016, Birkhauser 3. Michael Mitzenmacher, Eli Upfal, <i>Probability and Computing: Randomization and Probabilistic Techniques in Algorithms and Data Analysis</i>, 2nd Ed., 2017 			

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 prezent în cadrul unor discipline similare din cadrul altor universități din țară și străinătate, și anume:

- Random Processes and Algorithms. Harvard School of Engineering and Applied Sciences (Fall 2019), <http://www.eecs.harvard.edu/~michaelm/CS223/syllabus.html>
- Randomized Algorithms. The University of Texas at Austin, USA (Fall 2019), <https://www.cs.utexas.edu/~ecprice/courses/randomized/>

- Randomized Algorithms (Fall 2019) <http://www.cs.rpi.edu/~gittea/teaching/fall2019/csci6220-and-4030.html>
Rensselaer Polytechnic Institute, NY, USA
- Randomized Algorithms. Universitat Politecnica de Catalunya (2018)
<https://www.fib.upc.edu/en/studies/masters/master-innovation-and-research-informatics/curriculum/syllabus/RA-MIRI>
- Metaheuristic Methods, Universitatea Babeș-Bolyai Cluj-Napoca
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. Rezolvarea corectă a problemelor algoritmice.	Examen scris	50%
Seminar	-	-	-
Laborator	Corectitudinea rezolvării de probleme algoritmice și a implementării acestora într-un limbaj de programare sub forma unui proiect	Susținere proiect	50%
Proiect	-	-	-

Standard minim de performanță (curs)

- Inșușirea 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.

Standard minim de performanță (laborator)

- Inșușirea principalelor noțiuni, idei, teorii din cadrul tehnicilor avansate de programare.
- Implementarea de soluții algoritmice pentru problemele de bază din domeniul tehnicilor meteoristice și probabilistice

Data completării	Semnătura titularului de curs	Semnătura titularului de aplicație

Data avizării în departament	Semnătura directorului de departament
25.09.2020	

Data aprobării în Consiliul academic	Semnătura decanului
25.09.2020	