



### FIȘA DISCIPLINEI

#### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
1.2 Facultatea	Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
1.3 Departamentul	Electronică Aplicată și Ingineria Informației
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Electronică și Informatică Aplicată

#### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)		Inteligență artificială in robotică					
(en)							
2.2 Titularul activităților de curs		Prof. Dr. Ovidiu GRIGORE					
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator		Prof. Dr. Ovidiu GRIGORE					
2.4 Anul de studiu	1	2.5 Semestrul	I	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M1.O.01-03	2.10 Tipul de notare	Nota		

#### 3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	3.5	Din care: 3.2 curs	1.50	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	49.00	Din care: 3.5 curs	21	3.6 seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					48
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					3
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	51.00				
3.8 Total ore pe semestru	100				
3.9 Numărul de credite	4				

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

4.1 de curriculum	Parcurgerea și promovarea următoarelor discipline/capitole: <ul style="list-style-type: none"><li>Algebra Liniara</li><li>Programarea Calculatoarelor si Limbaje de programare</li><li>Structuri de Date si Algoritmi</li><li>Robotica</li></ul>
-------------------	--



4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea următoarelor cunoștințe: <ul style="list-style-type: none"><li>• Noțiuni de programarea calculatoarelor</li><li>• Structuri de date (arbori, grafuri) și algoritmi (sortari, parcurgeri de arbori, parcurgeri de grafuri)</li><li>• Structura și funcționarea unui robot</li></ul>
--------------------------------	---

**5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice** (acolo unde este cazul)

5.1 Curs	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector și tabla.</li><li>• Acces internet și platforma Moodle</li></ul>
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	<ul style="list-style-type: none"><li>• Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: calculatoare individuale, acces internet, acces platforma Moodle, platforme de programare (C++, Python, Matlab)</li></ul>

**6. Obiectiv general** *(Se referă la intențiile profesorilor pentru studenți, la ceea ce studenții vor fi învățați în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului științific abordat, precum și la rolul pe care acesta îl are în cadrul specializării studiate. Vor fi descrise de o manieră generală tematicile abordate, justificarea includerii cursului în planul de învățământ al specializării studiate etc.)*

Această disciplină se studiază în cadrul domeniului Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale /specializării Electronică și informatică aplicată (EIA) și își propune să familiarizeze studenții cu principalele noțiuni, abordări și algoritmi utilizați în proiectarea și dezvoltarea de sisteme inteligente complexe în domeniul roboticii.

Disciplina abordează ca tematică specifică noțiuni din domeniul mobilitatii autonome a robotilor cu deplasare in areale 2D și 3D, precum și pentru planificarea miscarii bratelor robotice. Metodele și algoritmii preze nati se pot utiliza pentru orice situatie practica, in sa exemplificarile din cadrul cursului, precum și aplicațiile dezvoltate la laborator sunt pentru cazurile de roboti cu 2 și 3 grade de libertate

**7. Competențe** *(Capacitatea dovedită de a utiliza cunoștințe, aptitudini și abilități personale, sociale și/sau metodologice în situații de muncă sau de studiu și pentru dezvoltarea profesională și personală. Reflectă cerințele angajatorilor.)*



<b>Specifice</b>	<p>Demonstrează că deține cunoștințe din domeniul planificării miscării sistemelor autonome.</p> <p>Corelează cunoștințele de la cursuri anterioare cu cele predate.</p> <p>Aplică în practică cunoștințe de structuri de date (arbori și grafuri) și algoritmi de prelucrare și parcurgere a acestora.</p> <p>Aplică metode și instrumente standardizate, specifice domeniului, pentru realizarea procesului de evaluare și diagnoză a unei situații, în funcție de problemele identificate/raportate, și identifică soluții.</p> <p>Argumentează și analizează coerent și corect contextul de aplicare a cunoștințelor de bază ale domeniului, utilizând concepte cheie ale disciplinei și metodologia specifică.</p> <p>Comunicare orală și în scris în limba română: utilizează vocabularul științific specific domeniului, în vederea comunicării eficiente, în scris și oral.</p> <p>Comunicare orală și în scris într-o limbă străină (engleză): demonstrează înțelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă străină.</p>
<b>Transversale (generale)</b>	<p>Lucrează în echipă și comunică eficient, coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru rezolvarea de situații problemă de complexitate medie.</p> <p>Autonomie și gândire critică: abilitatea de a gândi în termeni științifici, de a căuta și analiza date în mod independent, precum și de a desprinde și prezenta concluzii / identifica soluții.</p> <p>Capacitate de analiză și sinteză: prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică.</p> <p>Respectă principiile de etică academică: în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate.</p> <p>Pune în practică elemente de inteligență emoțională în gestionarea socio-emoțională adecvată a unor situații din viața reală/academică/profesională, demonstrând stăpânire de sine și obiectivitate în luarea deciziilor sau în situații de stres.</p>

**8. Rezultatele învățării** (Sunt enunțuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învățării reflectă realizările studentului și mai puțin intențiile profesorului. Rezultatele învățării informează studenții despre ceea ce se așteaptă de la ei din punct de vedere al performanței, pentru a obține notele și creditele dorite. Sunt definite în termeni concreți, folosind verbe similare exemplurilor de mai jos și indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învățării vor fi astfel redactate încât să fie evidențiată clar relația față de competențele definite la punctul 7.)

<b>Cunoștințe</b>	<p>Rezultatul asimilării de informații prin învățare. Cunoștințele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii și practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice și/sau factice.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Enumeră cele mai importante etape care au marcat dezvoltarea domeniului.</li><li>• Definește noțiuni specifice domeniului.</li><li>• Descrie/clasifică/explică noțiuni, algoritmi, structuri de date utilizate în domeniul abordat.</li><li>• Evidențiază consecințe și relații.</li></ul>
-------------------	---



<b>Aptitudini</b>	<p><i>Capacitatea de a aplica cunoștințe și de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini și a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive și creative) sau practice (implicând dexteritate manuală și utilizarea de metode, materiale, unelte și instrumente).</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Selectează și grupează informații relevante într-un context dat.</li><li>• Utilizează argumentat principii specifice în vederea dezvoltării sistemelor autonome.</li><li>• Lucrează productiv în echipă.</li><li>• Elaborează un text științific.</li><li>• Verifică experimental soluții identificate.</li><li>• Rezolvă aplicații practice.</li><li>• Interpretează adecvat relații de cauzalitate.</li><li>• Analizează și compară algoritmi (complexități de calcul).</li><li>• Identifică soluții și elaborează planuri de rezolvare/proiecte.</li><li>• Formulează concluzii la experimentele realizate.</li><li>• Argumentează soluțiile identificate/modurile de rezolvare.</li></ul>
<b>Responsabilitate și autonomie</b>	<p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează.</li><li>• Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate.</li><li>• Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare.</li><li>• Manifestă colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice</li><li>• Demonstrează autonomie în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat</li><li>• Manifestă responsabilitate socială prin implicarea activă în viața socială studentescă/implicare în evenimentele din comunitatea academică</li><li>• Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale.</li><li>• Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială).</li><li>• Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător.</li><li>• Analizează și valorifică oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate.</li><li>• Demonstrează abilități de management al situațiilor din viața reală (gestionarea timpului colaborare vs. conflict).</li></ul>

**9. Metode de predare** (Se vor avea în vedere metode care să asigure predarea centrată pe student. Se va descrie modul în care se asigură participarea studenților la stabilirea propriului parcurs de învățare, cum se identifică eventualele rămăneri în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)

Pornindu-se de analiza caracteristicilor de învățare ale studenților și de la nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expositive (prelegerea, expunerea), cât și conversative-interactive, bazate pe modele de învățare prin descoperire facilitate de explorarea directă și indirectă a realității (experimentul, demonstrația, modelarea), dar și pe metode bazate pe acțiune, precum exercițiul, activitățile practice și rezolvarea de probleme.



În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări Power Point sau diferite filmulețe care vor fi puse la dispoziția studenților. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs.

Prezentările utilizează imagini și grafice, astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles și asimilat.

Acestă disciplină acoperă informații și activități practice menite să-i sprijine pe studenți în eforturile de învățare și de dezvoltare a unor relații optime de colaborare și comunicare într-un climat favorabil învățării prin descoperire.

Se va avea în vedere exersarea abilităților de ascultare activă și de comunicare asertivă, precum și a mecanismelor de construcție a feedback-ului, ca modalități de reglare comportamentală în situații diverse și de adaptare a demersului pedagogic la nevoile de învățare ale studenților.

Se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învățare.

## 10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Introducere. Notiuni introductive. Aplicații ale roboților mobili. Aplicarea inteligenței artificiale în robotica. Descrierea generală a unui sistem de tip robot mobil de tip vehicular.	3
2	Algoritmi pentru determinarea drumurilor în spații 2D discrete și cunoscute. Algoritmi bazați pe parcurgerea grafurilor: parcurgerea în adâncime, parcurgerea în lățime, algoritmul Dijkstra. Algoritmi bazați pe funcții euristice: A*, LPA*, D*.	4
3	Algoritmi pentru determinarea drumurilor în spații 2D continue, cunoscute. Suma Minkowski. Spațiu de configurare. Grafuri de vizibilitate. Determinarea drumurilor optime în spații continue. Metode bazate pe descompunerea spațiilor continue. Metode scheletizare a arealului. Metoda diagramei Voronoi.	4
4	Metode stohastice utilizate în determinarea drumurilor optime în areale cunoscute. Algoritmi genetici. Strategii de evoluție. Algoritmi de tip „ant colony”.	3
5	Sisteme de control al navigării roboților mobili de tip vehicular. Cinematica unui robot mobil de tip vehicular. Sistem de control bazat pe teoria predicției liniare. Sisteme fuzzy pentru navigare. Rețele neuronale utilizate în comanda roboților mobili	3
6	Interacțiunea om-robot. Principii generale. Recunoașterea comenzilor vocale. Identificarea persoanelor pe baza amprentei vocale. Recunoașterea gesturilor.	4
	<b>Total:</b>	21



**Bibliografie:**

1. Ov. Grigore, Inteligența artificială în robotica, suport de curs electronic: ai.pub.ro; Moodle: <https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9297>
2. Ov. Grigore, V. Velican. B. F. Florea, Inteligență computațională și recunoașterea formelor, Politehnica Press. 2013, ISBN: 978-606-515-508-4;
3. B.F. Florea, Ov. Grigore, M. Datcu, "Compact Node Counting Exploration Algorithm", UPB Scientific Bulletin, Series C: Electrical Engineering and Computer Science, Vol.79, Iss.1, 2017, pp 113-124, ISSN 2286-3540,
4. B.F. Florea, Ov. Grigore, M. Datcu, "Learning Online Spatial Exploration By Optimizing Artificial Neural Networks Assisted By A Pheromone Map", Revue Roumaine des Sciences Techniques – Électrotechnique et Énergie, Vol. 62, Iss.2, pp. 209–214, Bucharest, 2017
5. B.F. Florea, Ov. Grigore, M. Datcu, "Multi-Agent Exploration Based on Constraints Imposed with Graph Search Algorithms", Revue Roumaine des Sciences Techniques – Électrotechnique et Énergie, Vol. 62, Iss.1, pp. 87–92, Bucharest, 2017, ISSN: 0035-4066
6. BF. Florea, Ov. Grigore, M. Datcu, "Pheromone averaging exploration algorithm", Proc. International Conference on Advanced Robotics (ICAR 2015), July 27-31, 2015, Istanbul, Turkey, pp. 617 - 622 , ISBN:978-1-4673-7509-2
7. B.F. Florea, Ov. Grigore, M. Datcu, "Ant Based Exploration Algorithms - A Brief Survey", Proc. 9th International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering (ATEE), Bucharest, Romania, 2015, pp. 889-892, ISBN:978-1-4799-7514-3

**LABORATOR**

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Determinarea drumurilor în areale cunoscute folosind algoritmi parcurgere în latime, A*	4
2	Grafuri de vizibilitate. Determinarea drumurilor în spații continue	4
3	Metode stohastice utilizate în determinarea drumurilor optime în areale cunoscute (algoritmi genetici)	4
4	Sistem de control al navigării roboților mobili de tip vehicular folosind predicția liniară	4
5	Sistem de comandă a direcției unui robot vehicular, folosind sisteme fuzzy	4
6	Recunoașterea comenzilor vocale pentru ghidarea de la distanță a unui robot	4
7	Evaluare finală (colocviu)	4
	<b>Total:</b>	28

**Bibliografie:**

1. Ov. Griore, Inteligența artificială în robotica, suport de curs electronic: ai.pub.ro; Moodle: <https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9297>
2. Ov. Grigore, V. Velican. B. F. Florea, Inteligență computațională și recunoașterea formelor, Politehnica Press. 2013, ISBN: 978-606-515-508-4;

**11. Evaluare**

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
----------------	---------------------------	-------------------------	------------------------------



11.4 Curs	Evaluarea cunostintelor teoretice.	Lucrare scrisa	20%
	Rezolvarea unor aplicatii practice pe baza cunostintelor invatate	Lucrare scrisa	15%
	Implementarea unei aplicatii practice	Tema de casa. Evaluare orala	15%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Evaluare cunostinte teoretice	Evaluare orala	10%
	Implementarea cerintelor de la laborator	Evaluare orala	20%
	Tema de casa	Evaluare orala	20%
11.6 Condiții de promovare			
<ul style="list-style-type: none"><li>• Obținerea a 50% din punctajul total.</li><li>• Obținerea a 50% din punctajul aferent activității pe parcursul semestrului.</li></ul>			

**12. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților angajatorilor și asociațiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum și cu stadiul actual al cunoașterii în domeniul științific abordat și practicile în instituții de învățământ superior din Spațiul European al Învățământului Superior (SEIS)**

- Prin activitățile desfășurate, studenții dezvoltă abilități de a oferi soluții unor probleme și de a propune idei de îmbunătățire a nivelului actual din domeniul Inteligenței artificiale, ramura industrială Robotica
- În dezvoltarea conținutului disciplinei s-au avut în vedere cunoștințe / aspecte descrise de literatura de specialitate și cercetările proprii publicate.
- Cursul are un conținut similar cursurilor desfășurate de Universitatea Berkeley din SUA ([http://ai.berkeley.edu/instructors\\_guide.html](http://ai.berkeley.edu/instructors_guide.html)).
- Prin activitățile desfășurate se are în vedere dezvoltarea abilităților absolventului de a gestiona situații practice cu care se poate confrunta în viața reală în scopul creșterii contribuției acestuia la îmbunătățirea mediului socio-economic.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

09.09.2024

Prof. Dr. Ovidiu GRIGORE

Prof. Dr. Ovidiu GRIGORE

Data avizării în departament

Director de departament

29.10.2024

Conf. Dr. Bogdan Cristian FLOREA



**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București**  
**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și**  
**Tehnologia Informației**



Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan

25.10.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea