



R O M Â N I A
MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII



UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA



ȘCOALA DOCTORALĂ „CONSTANTIN BELEA”
DOMENIUL: MECATRONICĂ ȘI ROBOTICĂ
FACULTATEA DE AUTOMATICĂ, CALCULATOARE ȘI
ELECTRONICĂ

Craiova, Bd. Decebal nr. 107, 200440,
<http://www.ace.ucv.ro/> <https://ace.ucv.ro/sdcb/>



FIȘA DISCIPLINEI
ANUL UNIVERSITAR 2026 – 2027

1. Date despre program

1.1. IOSUD - Instituția de învățământ superior	IOSUD - UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA
1.2. Școala Doctorală	Școala Doctorală „Constantin Belea” a Facultății de Automatică, Calculatoare și Electronică
1.3. Domeniul de studii universitare de doctorat	Mecatronică și Robotică
1.4. Ciclul de studii universitare	Doctorat

2. Date despre disciplină

2.1. Denumirea disciplinei	Modelarea comportamentală a sistemelor robotice și mecatronice (Behavioral Modeling of Robotic and Mechatronic Systems)						
2.2. Titularul activităților de curs	Prof. dr. ing. Nicu George BÎZDOACĂ						
2.3. Titularul activităților de seminar/laborator	Prof. dr. ing. Nicu George BÎZDOACĂ						
2.4. Anul de studiu	1	2.5. Semestrul	1	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7. Regimul disciplinei	DOP

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

3.1. Numărul de ore pe săptămână	4	din care: 3.2 curs	2	3.3. seminar/laborator	2
3.4. Total ore din planul de învățământ	56	din care: 3.5 curs	28	3.6. seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp - ore/semestru					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					32
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					25
Pregătire seminar/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					27
Examinări					3
Alte activități: consultații					7
3.7. Total ore studiu individual					94
3.8. Total ore pe semestru					150
3.9. Numărul de credite					6

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1. de curriculum	• Studenții doctoranzi trebuie să posede cunoștințe de specialitate dobândite la următoarele discipline din ciclurile de studii licență sau master (sau echivalentele acestor discipline): Matematici speciale, Algebră liniară,
--------------------	--

	Fizică, Programarea calculatoarelor și limbaje de programare, Teoria sistemelor, Mecanică, Modelare și simulare.
4.2. de competențe	• Studenții doctoranzi trebuie să dețină competențe de bază privind modelarea matematică a sistemelor dinamice și utilizarea mediilor de simulare (MATLAB/Simulink sau echivalente).

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	• Cursul îmbină mai multe metode de predare: clasic, online (în funcție de decizia Senatului universității și CSUD), cu videoproiector. Se asigură suport de curs în format electronic și acces la documentații actualizate. Procesul de predare are următoarea structură: 70% prezentare teoretică, pe baza suportului de curs, 30% activitate interactivă (discuții cu studenții doctoranzi). Ca strategii de transmitere și însușire a cunoștințelor se utilizează: Expunerea; Interogarea; Deducția; Testarea; Evaluarea finală.
5.2. de desfășurare a seminarului/laboratorului	• Seminarul/laboratorul presupune construirea, simularea și validarea unor modele comportamentale pentru sisteme robotice și mecatronice, folosind metodele prezentate la curs. Se utilizează MATLAB/Simulink, Simscape, Stateflow, Python, ROS 2 (BehaviorTree.CPP) și standurile experimentale din laboratoarele de mecatronică și robotică.

6. Obiectivele disciplinei - rezultate așteptate ale învățării la formarea cărora contribuie parcurgerea și promovarea disciplinei

Cunoștințe	Studentul-doctorand/absolventul: 1. Identifică, descrie, evaluează și analizează critic procesele și structura sistemelor mecatronice și robotice, modul lor de aplicare la probleme concrete, precum și riscurile asociate acestora.
Aptitudini (Abilități)	Studentul-doctorand/absolventul: 1. Aplică tehnici, principii ale fizicii și metode matematice avansate de rezolvare a problemelor din mecatronică și robotică. 2. Selectează și aplică metode și tehnici științifice specifice în analiza sistemelor și evaluează nivelul de documentare științifică și potențialul avantajelor și dezavantajelor metodelor și procedurilor propuse. 3. Efectuează analize tehnice și economice ale proiectelor aferente unor sisteme de conducere inteligente, interpretează corect rezultatele și prezintă măsurile necesare, luând în considerare cerințele și constrângerile. 4. Formulează și soluționează într-o manieră creativă problemele de cercetare, are capacitate de sinteză, analiză critică și abordare interdisciplinară.
Responsabilitate și autonomie	Studentul-doctorand/absolventul: 1. Recunoaște nevoia de învățare independentă, pe tot parcursul vieții. 2. Reflectă în mod critic, reflexiv și în spirit democratic asupra responsabilităților etice și sociale legate de managementul activităților din domeniul mecatronicii și roboticii, de luarea deciziilor și de formularea opiniilor.

7. Conținuturi

7.1. CURS	Modalitatea de desfășurare	Metode de predare	Fond de timp alocat (ore)
1. Concepte ale modelării comportamentale 1.1. Nivele de abstractizare: fizic, funcțional, comportamental 1.2. Modele cu evenimente discrete, continue și hibride 1.3. Rolul modelării în ciclul de dezvoltare V (VDI 2206)	Față în față/online	Predarea cursului se face față în față, folosind videoproiectorul, sau online (suita Google Education), în funcție de decizia Senatului	4

7.1. CURS	Modalitatea de desfășurare	Metode de predare	Fond de timp alocat (ore)
2. Modelarea fizică orientată pe obiecte a sistemelor mecatronice 2.1. Modelare bazată pe energie: grafuri de legături (bond graphs) 2.2. Modelare acauzală (Modelica, Simscape) 2.3. Subsisteme mecanice, electrice, hidraulice și termice cuplate	Față în față/online	universității și CSUD: 70% prezentare teoretică, pe baza suportului de curs, 30% activitate interactivă (discuții cu studenții doctoranzi). Materialele necesare sunt puse la dispoziția studenților în format electronic. Ca strategii de transmitere și însușire a cunoștințelor se utilizează: Expunerea; Interacțiunea prin întrebări și răspunsuri; Deducția; Testarea; Exemple teoretice; Demonstrații practice; Evaluarea finală.	4
3. Automate cu stări finite și mașini de stare ierarhice 3.1. Automate deterministe și nedeterministe, statecharts 3.2. Sisteme hibride și automate hibride 3.3. Verificarea proprietăților comportamentale	Față în față/online		4
4. Arbori de comportament (Behavior Trees) în robotică 4.1. Noduri de control, condiții și acțiuni; reactivitate și modularitate 4.2. Comparația cu mașinile de stare 4.3. Implementare în ROS 2 (BehaviorTree.CPP, Nav2)	Față în față/online		4
5. Modelarea comportamentală a materialelor și actuatorilor inteligenți 5.1. Aliaje cu memoria formei, materiale piezoelectrice și electroactive 5.2. Fenomene de histerezis: modelele Preisach și Prandtl–Ishlinskii 5.3. Modelarea actuatorilor neconvenționali în structuri robotice	Față în față/online		4
6. Modele comportamentale din date 6.1. Identificarea sistemelor neliniare, SINDy, operatorul Koopman 6.2. Rețele neuronale pentru modelarea dinamicii 6.3. Învățarea comportamentului prin imitație și învățare prin recompensă	Față în față/online		4
7. Gemeni digitali și validarea modelelor comportamentale 7.1. Arhitectura gemenilor digitali pentru sisteme robotice 7.2. Co-simulare (FMI/FMU), Software/Hardware-in-the-Loop 7.3. Calibrare, validare și cuantificarea incertitudinii	Față în față/online		4
Bibliografie: 1. M. Iovino, E. Scukins, J. Styrud, P. Ögren, C. Smith, A survey of Behavior Trees in robotics and AI, Robotics and Autonomous Systems, vol. 154, 104096, 2022, https://doi.org/10.1016/j.robot.2022.104096 . 2. R. Ghzouli, T. Berger, E. B. Johnsen, A. Wąsowski, S. Dragule, Behavior Trees and State Machines in Robotics Applications, IEEE Transactions on Software Engineering, vol. 49, no. 9, 2023. 3. S. L. Brunton, J. N. Kutz, Data-Driven Science and Engineering: Machine Learning, Dynamical Systems, and Control, 2nd ed., Cambridge University Press, ISBN 978-1-009-09848-9, 2022, https://doi.org/10.1017/9781009089517 .			

7.1. CURS	Modalitatea de desfășurare	Metode de predare	Fond de timp alocat (ore)
4. S. Mihai, M. Yaqoob, D. V. Hung, W. Davis, P. Towakel, M. Raza, M. Karamanoglu, B. Barn, D. Shetve, R. V. Prasad, H. Venkataraman, R. Trestian, H. X. Nguyen, Digital Twins: A Survey on Enabling Technologies, Challenges, Trends and Future Prospects, IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 24, no. 4, 2022. 5. C. Chi, Z. Xu, S. Feng, E. Cousineau, Y. Du, B. Burchfiel, R. Tedrake, S. Song, Diffusion Policy: Visuomotor Policy Learning via Action Diffusion, Proceedings of Robotics: Science and Systems (RSS), Daegu, 2023. 6. C. Tang, B. Abbatematteo, J. Hu, R. Chandra, R. Martín-Martín, P. Stone, Deep Reinforcement Learning for Robotics: A Survey of Real-World Successes, Annual Review of Control, Robotics, and Autonomous Systems, vol. 8, 2025.			

7.2. Seminar/Laborator	Modalitatea de desfășurare	Metode de predare	Fond de timp alocat (ore)
Modelarea unui sistem electromecanic prin grafuri de legături	Față în față/online	La seminar/laborator se utilizează calculatoare dotate cu pachete de programe specializate (MATLAB/Simulink, Stateflow, Python, ROS 2) și standuri experimentale (inclusiv suita Google Education pentru online). Ca strategii de transmitere și însușire a cunoștințelor se utilizează: Tutoriale; Demonstrații practice; Interacțiuni prin întrebări și răspunsuri. Activități: 70% desfășurarea activității aplicative, 30% interpretarea rezultatelor și discuții cu studenții doctoranzi.	4
Modelare acauzală în Simscape a unui sistem mecatronic multi-domeniu	Față în față/online		4
Modelarea logicii de funcționare cu Stateflow (mașini de stare ierarhice)	Față în față/online		4
Proiectarea unui arbore de comportament pentru o sarcină robotică (ROS 2)	Față în față/online		4
Modelarea histerezisului unui actuator cu aliaj cu memoria formei	Față în față/online		4
Identificarea unui model comportamental din date experimentale	Față în față/online		4
Co-simularea unui geamăn digital simplificat și validarea modelului	Față în față/online		4

Bibliografie:

1. M. Iovino, E. Scukins, J. Styrud, P. Ögren, C. Smith, A survey of Behavior Trees in robotics and AI, Robotics and Autonomous Systems, vol. 154, 104096, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.robot.2022.104096>.
2. S. L. Brunton, J. N. Kutz, Data-Driven Science and Engineering: Machine Learning, Dynamical Systems, and Control, 2nd ed., Cambridge University Press, ISBN 978-1-009-09848-9, 2022, <https://doi.org/10.1017/9781009089517>.
3. S. Mihai, M. Yaqoob, D. V. Hung, W. Davis, P. Towakel, M. Raza, M. Karamanoglu, B. Barn, D. Shetve, R. V. Prasad, H. Venkataraman, R. Trestian, H. X. Nguyen, Digital Twins: A Survey on Enabling Technologies, Challenges, Trends and Future Prospects, IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 24, no. 4, 2022.

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

Conținutul cursului a fost discutat cu reprezentanții:

- Aumovio (Continental Automotive) Sibiu
- NETROM
- Caphyon

9. Evaluare

Tip activitate	9.1. Criterii de evaluare	9.2. Metode de evaluare	9.3. Pondere din nota finală
9.4. Curs	- Înțelegerea fundamentelor teoretice ale modelării comportamentale. - Capacitatea de a selecta formalismul de modelare adecvat unei aplicații. - Capacitatea de analiză și sinteză într-o situație concretă.	Examen scris (2 subiecte teoretice) / grilă online (în funcție de structura aprobată a anului universitar).	70%
9.5. Seminar/ Laborator	- Realizarea și validarea modelelor pentru teme alocate. - Interpretarea rezultatelor simulărilor.	Verificare pe parcurs și testare finală.	30%
9.6. Standard minim de performanță: ▪ Obținerea a minimum 50 % din punctajul verificărilor pe parcurs, testării de la seminar/laborator și examenului final. ▪ Calculul notei finale se face prin rotunjirea la notă întreagă a punctajului final.			

Data completării
22.09.2026

Titular de disciplină,
Prof. dr. ing. Nicu George BÎZDOACĂ
Semnătura titularului

.....

Data avizării în Consiliul Școlii Doctorale
24.09.2026

Director Școala Doctorală „Constantin Belea”
Prof. dr. ing. Costin BĂDICĂ
Semnătura directorului Școlii doctorale,

.....