



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	Dispozitive, Circuite și Arhitecturi Electronice
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Calcul Avansat în Sisteme Embedded

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)				Introducere în vedere artificială și sisteme de învățare automată			
(en)				Fundamentals of Computer Vision and Machine Learning			
2.2 Titularul activităților de curs				S.I./Lect. Dr. Andrei Mircea RACOVÎTEANU			
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator				S.I./Lect. Dr. Andrei Mircea RACOVÎTEANU			
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	DS	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M1.O.22-09	2.10 Tipul de notare	Nota		

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	Din care: 3.2 curs	2.00	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	42.00	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	14
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					20
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					8
Examinări					5
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	33.00				
3.8 Total ore pe semestru	75				
3.9 Numărul de credite	3				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcursarea următoarelor discipline: Decizie și estimare în prelucrarea informațiilor, Programare Obiect Orientata
4.2 de rezultate ale învățării	Elemente de calcul algebric ; Elemente de analiza matematica; Cunostiinte de programare obiect orientata

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



5.1 Curs	Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Proiectul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector

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.)

Cursul are ca obiectiv familiarizarea studenților cu noțiunile specifice vederii asistate de calculator (computer vision) și respectiv învățării automate (machine learning) și a modelării matematice subsumate. În condițiile în care avem la dispoziție volume din ce în ce mai mari de date se pune problema construirii unor modele inteligente capabile să extragă informația utilă din aceste modele și să o folosească în explorarea unor situații noi, mai ales în domeniul vederii asistate de calculator. Se discută principalele caracteristici similare ale modelelor de procesare de imagini și respectiv de analiză a datelor cum ar fi filtrarea, extragerea de caracteristici (LBP, HoG) ansambluri de arbori, mașini cu vector suport sau rețele convoluționale.

Proiectul are ca obiectiv acomodarea de către studenți a unor soluții bazate pe rețele convoluționale avansate. Se urmărește familiarizarea (în direcția utilizării eficiente) a studentului cu codurile publice oferite în această direcție. Ulterior se discută aspectele specifice ale unei soluții de recunoașterea fețelor. Se urmărește însușirea practică a competențelor necesare dezvoltării de soluții inteligente pentru înțelegerea conținutului la nivel de aplicație și îmbunătățirea acestora prin implementarea de tehnici și algoritmi noi, deprinderea competențelor de soluționare a unor probleme de cercetare concrete, implementare practică și validare comparativă a rezultatelor. Se urmărește rularea unei aplicații de recunoaștere a fețelor pe un dispozitiv cu resurse limitate.

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.)

Specifice	<ul style="list-style-type: none">• Demonstrează că deține cunoștințe de bază/avansate în domeniul vederii asistate de calculator și respectiv învățării automate• Corelează cunoștințele aferente domeniului FCVML cu cele de la prelucrarea semnalelor, și respectiv cu cele de la programare• Aplică în practică cunoștințele• Aplică metode și instrumente standardizate, specifice domeniului, pentru realizarea procesului de evaluare și diagnostic a unei situații ce implică funcții complexe asociate problematicii vederii asistate de calculator, în funcție de problemele identificate/raportate, și identifică soluții.• Argumentează și analizează coerent și corect contextul de aplicare a cunoștințelor de bază ale vederii asistate de calculator, utilizând concepte cheie cum ar fi camera digitală, descriptori de imagine, clasificare, regresie, învățare supervizată, rețele neuronale avansate,• Comunicare orală și în scris în limba engleză: utilizează vocabularul științific specific domeniului, în vederea comunicării eficiente, în scris și oral.
------------------	---



Transversale (generale)	<ul style="list-style-type: none">• Lucrează în echipă și comunică eficient, coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru rezolvarea de situații problemă de complexitate medie• 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.• Capacitate de analiză și sinteză : prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică.• Respectă principiile de etică academică: în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate.• 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.
------------------------------------	--

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.)

Cunoștințe	<p><i>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 faptice.</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Definește noțiuni specifice domeniului: imagine digitală, pixel, filtrare, descriptor de imagine, date de antrenare/testare, învățare artificială, optimizare, clasificare, regresie, rețele neurale,• Descrie procesul de îmbunătățire de imagini sau pe cel de antrenare(optimizare), convergență, suprainvatare.• Utilizează abordări principiale (fundamentate pe concepte și structuri matematice) pentru analiza imaginilor.• Evidențiază relații între natura datelor și performanța, între modelul antrenabil și performanța, etc.
-------------------	---

Aptitudini	<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"> • Selectează și grupează informații relevante într-un contextul aplicațiilor de vedere asistată de calculator. • Utilizează argumentat principiile specifice în vederea rezolvării problemelor de învățare automată. • Lucrează productiv în echipă. • Elaborează un text științific, cu ocazia raportului asociat proiectului. • Verifică experimental soluții aplicabile cu performanțe raportate în literatură. • Rezolvă aplicații practice, din care una amplă în proiect și câteva mai scurte în asocieri cu prelegerile de curs. • Interpretează adecvat relații de cauzalitate. • Identifică soluții și elaborează planuri de rezolvare/proiecte. • Formulează concluzii la experimentele realizate. • Argumentează soluțiile identificate/modurile de rezolvare
Responsabilitate și autonomie	<p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează. • Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate. • Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare. • Manifestă colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice • Demonstrează autonomie în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat • Manifestă responsabilitate socială prin implicarea activă în viața socială studentască/implicare în evenimentele din comunitatea academică • Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale. • Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială). • Aplică principiile de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător

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 – în special în cazul laboratorului, demonstrația, modelarea), dar și pe metode bazate pe acțiune, precum exercițiul și activități practice.
- În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări Power Point care vor fi puse la dispoziția studenților.



- Pentru susținerea conceptelor teoretice se vor utiliza și platforme web care pot simula anumite concepte de vedere computerizată și învățare automată. În acest fel se pot explica noțiuni matematice mai abstracte prin exemplificare. De asemenea se pot implica și studenții în aceste activități mai practice.
- Prezentările sunt întrerupte de discuții libere care fac apel la experiența directă a studenților, respectiv la mici demonstrații matematice.
- Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs.
- Prezentările utilizează imagini și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles și asimilat.
- Această 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.

10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Introducere in problematica vederii asistate de calculator	2
2	Introducere in camera fotografica digitala. Tipuri de camere	2
3	Procesare de imagini de nivel jos	2
4	Filtrare liniara si extragere de trasaturi	2
5	Alinierea imaginilor. SIFT. Harris. RANSAC	4
6	Descriptori de imagini. Descriptori locali. Descriptori globali	2
7	Introducere in problematica invatarii automate	3
8	Cel mai apropiat vecin	1
9	Arbori de clasificare si regresie. Ansambluri	2
10	Perceptron multistrat. Masina cu vectori suport	2
11	Rețele convolutionale adanci - CNN	2
12	Aplicatii CNN in vedere asistata de calculator	2
13	Recunoasterea fetelor	2
	Total:	28



Bibliografie:

- Prelegerile de curs pe pagina de Moodle a materiei <https://curs.upb.ro/2023/course/view.php?id=9596>
- Constantin Vertan, Mihai Ciuc, Marta Zamfir, Corneliu Florea, Laura Florea, Alina Sultana, Tiberiu Radulescu: "Prelucrarea și analiza imaginilor digitale - elemente fundamentale și aplicații avansate", Editura MatrixRom, București, România, 2013. 270 pag., ISBN 978-973-755-943-2
- Corneliu Florea, Bogdan Ionescu, Constantin Vertan: "Computer Vision - Tehnici de calibrare a camerei digitale și analizei informației vizuale", Editura MatrixRom, București, România, 2013. ISBN 978-973-755-942-5, 180 pag.
- C. Vertan: Prelucrarea și analiza imaginilor, Ed. Printech, București, 1999, ISBN 973-9475-71-X
- C. Vertan, M. Ciuc : Căutarea imaginilor prin similaritatea conținutului: o introducere, Ed. Printech, București, 2002, ISBN 973-652-529-5.
- Corneliu Florea, Mihai Ciuc "Analiza facială automată" - editura Politehnică Press, București 2016, ISBN 978-606-515-1, 221 pag.
- Michael S. Brown: Understanding Color and the In-Camera Image Processing Pipeline for Computer Vision, ICCV2019 tutorial
https://www.eecs.yorku.ca/~mbrown/ICCV19_Tutorial_MSBrown.pdf
- Bishop, C. (2006). Pattern Recognition and Machine Learning. Pattern Recognition and Machine Learning.
Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville "Deep Learning, MIT Press, 2016 disponibilă online la <http://www.deeplearningbook.org>

PROIECT

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Proiectul se referă la aplicarea unei soluții de recunoaștere de fețe pe un dispozitiv cu resurse limitate. El este individualizat, fiecare student primind un set unic de imagini și persoane de recunoscut. Bibliografia pentru fiecare temă este specifică și trebuie extinsă de student. Proiectul se finalizează prin prezentarea unei soluții funcționale și demonstrarea ei pe imaginile oferite individual.	14
	Total:	14

Bibliografie:

- Jiahao Zhao "Face Recognition based on Convolutional Neural Network" Atlantis Press disponibil la www.atlantis-press.com
- Adrian Rosebrock "Face detection with dlib (HOG and CNN)" disponibil la <https://pyimagesearch.com/2021/04/19/face-detection-with-dlib-hog-and-cnn/>

11. Evaluare

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



11.4 Curs	Cunoașterea noțiunilor teoretice fundamentale de vedere asistată de calculator;	Examen scris	30%
	Cunoașterea noțiunilor teoretice fundamentale de învățare automată;	Examen scris	30%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Rezolvarea unei probleme de recunoaștere de fețe cu rețele convoluționale avansate rulate pe un dispozitiv embedded	prezentare și examinare orală	40%
11.6 Condiții de promovare			
Punctaj total ≥ 50 pct			

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 (SEİS)

Periodic, cursul este actualizat cu descoperirile recente care conving comunitatea

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicații
09.09.2022	S.l./Lect. Dr. Andrei Mircea RACOVÎTEANU	S.l./Lect. Dr. Andrei Mircea RACOVÎTEANU

Data avizării în departament	Director de departament
------------------------------	-------------------------

31.10.2024	Prof. Dr. Claudiu DAN
------------	-----------------------

Data aprobării în Consiliul Facultății	Decan
---	-------

01.11.2024	Prof. Dr. Mihnea Udrea
------------	------------------------