



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	Telecomunicații
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Specializarea	Tehnologii și Sisteme de Telecomunicații

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)		Fundamentals of Image Processing and Computer Vision (lb. eng)					
2.2 Titularul activităților de curs		Conf. Dr. Radu-Ovidiu Preda					
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator							
2.4 Anul de studiu	4	2.5 Semestrul	I	2.6. Tipul de evaluare	V	2.7 Regimul disciplinei	Op
2.8 Tipul disciplinei	S	2.9 Codul disciplinei	04.S.07.A.612	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	2.00	3.3 seminar/laborator	1.5
3.4 Total ore din planul de învățământ	49.00	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	21
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	Programare Obiect Orientată; Prelucrarea digitală a semnalelor; Structuri de date și algoritmi.
4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea următoarelor cunoștințe: semnalele unidimensionale/bidimensionale; programare orientată pe obiecte; lucru cu biblioteci dedicate.

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 și computer.
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă computere, videoproiector și mobilier adecvat

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 și telecomunicații” (IETC), specializarea „Tehnologii și sisteme de telecomunicații (în limba engleză)” (TSTen) și își propune să familiarizeze studenții cu principalele abordări, tehnici și teorii explicative ale domeniului prelucrării digitale a imaginilor și vederii artificiale, utilizate în rezolvarea de aplicații practice și probleme, cu relevanță pentru stimularea procesului de învățare la studenți.

Disciplina abordează ca tematică specifică următoarele noțiuni de bază, concepte și principii: noțiuni introductive în prelucrarea imaginilor și vedere artificială, elemente de bază de algebra liniară, metode specifice de prelucrare a imaginilor în domeniul spațial și frecvență, tehnici de detecția a caracteristicilor și descriptori de conținut, aplicarea acestora în potrivirea caracteristicilor și alinierea imaginilor, și elemente de bază în recunoașterea formelor, toate acestea contribuind la transmiterea către studenți a unei viziuni de ansamblu asupra reperelor metodologice și procedurale aferente domeniilor prelucrării imaginilor și vederii artificiale.

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	Demonstrează că deține cunoștințe de bază în domeniul prelucrării semnalelor. Aplică în practică metodele de bază de achiziție și prelucrare a semnalelor: caracterizarea semnalelor în domeniul timp și în domeniul frecvență; utilizarea unor medii de simulare pentru analiza și prelucrarea digitală a semnalelor; utilizarea metodelor și instrumentelor specifice pentru analiza semnalelor; 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. Argumentează și analizează coerent și corect contextul de aplicare a cunoștințelor de bază ale domeniului, utilizând concepte cheie ale disciplinei și metodologia specifică. Elaborează aplicații într-un limbaj de programare orientat pe obiect, pornind de la specificarea cerințelor și până la execuția, depanarea și interpretarea rezultatelor. Comunicare orală și în scris într-o limbă străină (engleză): demonstrează înțelegerea vocabularului aferent domeniului, în limba engleză.
------------------	---



Transversale (generale)	<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> <p>Identificarea nevoii de formare continuă și utilizarea eficientă a surselor informaționale și a resurselor de comunicare și formare profesională asistată (portaluri Internet, aplicații software de specialitate, baze de date, cursuri on-line etc.) în limba engleză.</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.)

Cunoștințe	<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 faptice.</p> <p>Enumeră metodele principale de prelucrare digitală a imaginilor și vedere artificială;</p> <p>Definește noțiunile de bază specifice domeniului;</p> <p>Describe cele mai importante tehnici moderne de prelucrare, analiză și îmbunătățire a imaginilor;</p> <p>Dezvoltă capacitatea de a extinde și utiliza bagajul de cunoștințe dobândit la curs pentru aplicații ce presupun extragerea și prelucrarea conținutului imaginilor;</p> <p>Identifică principalele probleme legate de prelucrarea digitală a imaginilor și extragere a conținutului semantic din imagini;</p> <p>Dobândește abilitățile tehnice de bază necesare găsirii de soluții practice pentru problemele ce apar în domeniul vederii artificiale.</p>
-------------------	---



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> <p>Selectează și grupează informații relevante într-un context dat. Utilizează argumentat principii specifice în vederea abc. Lucrează productiv în echipă. Elaborează un text științific. Verifică experimental soluții identificate. Rezolvă aplicații practice. Interpretează adecvat relații de cauzalitate. Analizează și compară metodele și tehnicile ce pot fi utilizate pentru rezolvarea unei probleme practice date. Identifică soluții și elaborează planuri de rezolvare. Formulează concluzii la experimentele realizate. Argumentează soluțiile identificate și modurile de rezolvare.</p>
Responsabilitate și autonomie	<p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i></p> <p>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 studentescă/implicare în evenimentele din comunitatea academică Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială).</p>

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 programare în Python folosind librăria OpenCV, aplicațiile practice și rezolvarea de probleme.

În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări PowerPoint sau diferite materiale 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 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	1. Noțiuni de bază în prelucrarea imaginilor și vedere computerizată. 1.1. Formarea și achiziția imaginilor, camera digitală. 1.2. Reprezentarea imaginilor, formate standardizate, spații de culori și transformări de spații de culoare. 1.2.1 Segmentare cu prag și prin cuantizare. Segmentare pe bază de culoare. 1.2.2 Histograma imaginii. Egalizarea de histogramă pentru îmbunătățirea contrastului. 1.3. Percepția umană a luminanței și culorii. 1.4. Calitatea imaginilor și a secvențelor video.	3
2	2. Elemente de bază de algebra liniară 2.1 Vectori și matrici, operații cu vectori și matrici, matrici speciale. 2.2 Inversa unei matrici, rangul unei matrici. 2.3 Valori proprii, vectori proprii. 2.4 Descompunerea în valori singulare (SVD).	2
3	3. Prelucrarea imaginilor în domeniul spațial. Prelucrări în domeniul frecvență 3.1 Convoluția 2D 3.2 Filtrarea spațială liniară a imaginilor. Filtre de mediere, filtre de detecție a marginilor, filtre de accentuare a conturilor. 3.3 Filtrarea spațială neliniară a imaginilor. 3.4 Îmbunătățirea imaginilor prin filtrare. 3.5 Introducere în transformate pentru semnale bidimensionale	5
4	4. Detecția caracteristicilor și descriptori de conținut 4.1 Detecția marginilor. Gradientul imaginii. Detectorul de margini Canny. 4.1.1 Segmentare bazată pe detecția de contururi. Metode de extragere a regiunilor. 4.1.2 Operații morfologice. 4.2 Caracteristici locale invariante. 4.3 Transformata Hough în detecția de forme arbitrare. Detecția de linii. 4.4 Detecția colțurilor. Detectoarele de colțuri Harris, Shi-Tomasi. 4.5 Extragerea caracteristicilor invariante la transformări. Laplacian of Gaussian (LoG), Difference of Gaussians (DoG), Harris-Laplacian. Prezentare generală descriptori SIFT, SURF și ORB. 4.6 Detecția folosind ferestre glisante. Histograma gradientilor orientați (HOG).	10
5	5. Potrivirea caracteristicilor și alinierea imaginilor 5.1 Potrivirea caracteristicilor folosind descriptori de conținut. 5.2 Transformarea imaginilor. Matrici de transformare. Scalare, rotație, translație. Sisteme omogene. 5.3 Transformări afine. Transformări omografice. 5.4 RANSAC. Alinierea imaginilor.	6
6	6. Elemente de bază în recunoașterea formelor 6.1 Ce este recunoașterea obiectelor? 6.2 Probleme și provocări în recunoașterea formelor. 6.3 Exemplu de clasificare binară a imaginilor folosind un clasificator simplu.	2
	Total:	28



Bibliografie:

Preda R.O., Oprea C.C., ”Introducere în prelucrarea imaginilor și vedere artificială”, suport de curselectronic, <https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9724>
C. C. Oprea, R. O. Preda, Fundamentals of Image Processing and Computer Vision – Theory and Applications, Politehnica Press, ISBN 978-606-9608-03-6, Bucharest, 2022.
R. Szeliski, Computer Vision: Algorithms and Applications. 2nd Edition, ISBN 978-3030343712, Springer, 2022.
R. Knette, Concise Computer Vision: An Introduction into Theory and Algorithms, ISBN 978-1-4471-6320-6, Springer, 2014.
S. J.D. Prince, Computer Vision: Models, Learning, and Inference, Cambridge University Press, ISBN-13:978-1107011793, 2012
R. O. Preda, N. Vizireanu, Securitatea conținutului multimedia, Politehnica Press, ISBN 978-606-515-465-0, București, 2013

LABORATOR

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Introducere în prelucrarea imaginilor folosind Python 3 și OpenCV. Spații de culoare și rezoluție. Histograma unei imagini.	3
2	Implementarea operațiilor morfologice și compararea cu prag. Analiza elementelor interconectate.	3
3	Filtrarea și îmbunătățirea imaginilor. Detecția de contururi. Noțiuni de frecvență spațială și transformare bidimensională.	3
4	Extragerea de elemente caracteristice și descriptori. SIFT.	3
5	Potrivirea caracteristicilor și descriptori pentru construirea de imagini panoramice. RANSAC.	3
6	Detecția de forme folosind ferestre glisante. Detecția pietonilor folosind histograma gradientilor orientați (HOG).	3
7	Colocviu de laborator.	3
	Total:	21

Bibliografie:

Preda R.O., Oprea C.C., ”Introducere în prelucrarea imaginilor și vedere artificială”, suport de curselectronic, <https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9724>
C. C. Oprea, R. O. Preda, Fundamentals of Image Processing and Computer Vision – Theory and Applications, Politehnica Press, ISBN 978-606-9608-03-6, Bucharest, 2022.
R. Szeliski, Computer Vision: Algorithms and Applications. 2nd Edition, ISBN 978-3030343712, Springer, 2022.
R. Knette, Concise Computer Vision: An Introduction into Theory and Algorithms, ISBN 978-1-4471-6320-6, Springer, 2014.
S. J.D. Prince, Computer Vision: Models, Learning, and Inference, Cambridge University Press, ISBN-13:978-1107011793, 2012
R. O. Preda, N. Vizireanu, Securitatea conținutului multimedia, Politehnica Press, ISBN 978-606-515-465-0, București, 2013

11. Evaluare



Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	<ul style="list-style-type: none">- cunoașterea noțiunilor teoretice fundamentale;- cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice;- analiza diferențială a tehnicilor și metodelor teoretice.	Examen scris; subiectele acoperă întreaga materie, realizând o sinteză între parcurgerea teoretică comparativă a materiei și explicarea prin exerciții și probleme a aplicațiilor.	30%
11.5 Seminar/laborator/proiect	<ul style="list-style-type: none">- cunoașterea modului de utilizare limbajului de programare Python și a librăriei OpenCV;- cunoașterea metodelor uzuale de prelucrare a imaginilor;- cunoașterea modului în care se realizează extragerea de elemente caracteristice și a descriptorilor;- cunoașterea modului de realizare a unui sistem de detecție de forme/potrivire a caracteristicilor.	Teme de laborator sub formă de proiecte individuale, prin care sunt evaluate înțelegerea aspectelor teoretice și abilitatea de a implementa și testa o problemă practică. Componentele teoretice și practice sunt verificate la final de laborator prin colocviu	70%
11.6 Condiții de promovare			
Obținerea a 50% din punctajul total. Obținerea a 50% din punctajul aferent activității pe parcursul semestrului.			

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)

Disciplina oferă studenților cunoștințe teoretice aprofundate și un număr important de algoritmi și tehnici de prelucrare a imaginilor (filtrare, îmbunătățire, extragere de caracteristici și descriptori, recunoaștere de forme, segmentare, clasificatori etc.), precum și metode practice de simulare a acestora.

Se asigură astfel absolvenților competențe adecvate cu necesitățile calificărilor actuale și o pregătire științifică și tehnică moderne, de calitate și competitive, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, disciplina fiind perfect încadrată în politica Universității POLITEHNICA din București, atât din punctul de vedere al conținutului și structurii, cât și din punctul de vedere al aptitudinilor și deschiderii internaționale oferite studenților. Posibili angajatori vizează atât mediul academic (profil didactic și de cercetare) cât și mediul industrial de cercetare-dezvoltare precum organizații/firme de orice dimensiune, de la cele mici create de studenți/masteranzi (exemplu start-up și spin-off), până la cele multinaționale.

Disciplina contribuie la integrarea viitorilor absolvenți de învățământ superior tehnic în lanțul de cercetare-dezvoltare (Research & Development) prin stimularea atât a competențelor specifice cercetării fundamentale



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnică București

**Facultatea de Electronică, Telecomunicații și
Tehnologia Informației**



cât și aplicarea acestora practică spre produs (pornind de la analiza problematicii de cercetare, modelarea matematică a acesteia, simularea soluției și validarea experimentală și finalizând cu conceperea/simularea unui prototip de sistem ce va putea fi ulterior implementat). Această componentă orientată către aplicații concrete este facilitată studenților prin posibilitatea de a colabora cu firme și institute de cercetare din domeniu pentru elaborarea proiectelor de cercetare și a lucrării finale de licență.

Cursul are un conținut similar cursurilor desfășurate de universitățile Stanford, Massachusetts Institute of Technology, Brown și Cornell Tech

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

Conf. Dr. Radu-Ovidiu Preda

Data avizării în departament

Director de departament

Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan