



### 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	Tehnici Avansate pentru Imagistica Digitală

#### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)		Prelucrarea și analiza imaginilor color					
(en)							
2.2 Titularul activităților de curs		Prof. Dr. Constantin VERTAN					
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator		Prof. Dr. Constantin VERTAN					
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.15-01	2.10 Tipul de notare	Nota		

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	6	Din care: 3.2 curs	3.00	3.3 seminar/laborator	3
3.4 Total ore din planul de învățământ	84.00	Din care: 3.5 curs	42	3.6 seminar/laborator	42
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					39
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					2
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	66.00				
3.8 Total ore pe semestru	150				
3.9 Numărul de credite	6				

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

4.1 de curriculum	Nu este cazul
4.2 de rezultate ale învățării	Nu este cazul

#### 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 și proiectul se vor desfășura într-o sală cu dotare specifică ce trebuie să includă computere performante
-----------------------------------	---

**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.)*

Disciplina familiarizează studenții cu tehnicile generale de prelucrare și analiză a imaginilor color și secvențelor de imagini (succesiunea de operații prin care se achiziționează, manipulează, modifică imagini și prin care se pot extrage caracteristici de interes necesare luării unor decizii) și cu implementarea lor folosind medii de dezvoltare software de uz general sau dedicate.

**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>Cursul este structurat în trei părți: tehnici fundamentale de prelucrare a imaginilor color, algoritmi pentru achiziția imaginilor cu camerele digitale și tehnici fundamentale de prelucrare a secvențelor de imagini. Obiectivul primei părți a cursului este de a prezenta operațiile și tehnicile fundamentale de îmbunătățire și filtrarea, exemplificând prin sisteme și aplicații tipice. Partea a doua a cursului are ca obiectiv familiarizarea studenților cu aplicațiile specifice camerelor fotografice digitale al căror scop este furnizarea de imagini similare cu cele percepute în mod natural de către ochiul uman. A treia parte a cursului extinde noțiunea de filtrare în cazul secvențelor de imagini. Sunt studiate tehnicile de detecție a mișcării, atât cu prag de selecție fix cât și adaptiv, în corelație cu problematica separării fundalului de obiectele din prim plan. Sunt studiate tehnicile de estimare a mișcării folosind metode diferențiale, parametriche și bazate pe blocuri (standard MPEG). Cu ajutorul informației de mișcare, sunt studiate o serie de filtre liniare, statistice și multirezoluție ce sunt adaptate domeniului spațio-temporal. În final sunt studiate o serie de tehnici de îmbunătățire a calității video prin reducerea artefactelor (ex. deblocking) cât și de restaurare video.</p> <p>Aplicațiile de laborator au ca obiectiv cunoașterea de către studenți a modului de lucru cu diferite sisteme software, atât de uz general cât și dedicat, pentru prelucrarea și analiza imaginilor digitale. De asemenea, cunoașterea algoritmilor fundamentali utilizați în cazul imaginilor statice: îmbunătățire, filtrare, restaurare, autoexpunere, focalizare continuă pe bază de contrast, demozaicare, identificare corectă a balansului de alb, reducere a zgomotului sau extindere a gamei dinamice în cazul secvențelor de imagini. Laboratorul asigură competențele necesare dezvoltării de tehnici de filtrare, analiză și prelucrare a conținutului la nivel spațio-temporal (secvențe de imagini). Se realizează: studierea unor metode deja validate și îmbunătățirea acestora prin implementarea de tehnici și algoritmi noi, evaluarea practică a performanțelor metodelor de detecție/estimare a mișcării și a tehnicilor de filtrare spațio-temporală. Totodată, se realizează studierea mediului Python în contextul analizei și prelucrării de imagini și video.</p>
------------------	--



<b>Transversale (generale)</b>	<p>Capacitatea de a lua decizii în vederea rezolvării problemelor curente, sau imprevizibile, care apar în procesul de exploatare a sistemelor de calcul.</p> <p>Capacitatea de a asigura planificarea și managementul proiectelor din domeniul ingineriei informației.</p> <p>Capacitatea de a se informa și documenta permanent pentru dezvoltarea personală și profesională prin citirea literaturii de specialitate.</p> <p>Capacitatea de a comunica și de a prezenta conținut tehnic atât în limba română, cât și în limba engleză.</p> <p><b>Respectă principiile de etică academică:</b> în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate.</p> <p>Pune în practică elemente de <b>inteligentă emoțională</b> 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> <p>Enumeră cele mai importante instrumente și tehnici de prelucrare de imagini prezente în cadrul sistemelor software analizate</p> <p>Cunoaște terminologia utilizată și definește noțiuni specifice</p> <p>Descrie și explică noțiuni, concepte și metode științifice moderne aplicare în diferite clase de probleme specifice domeniului</p> <p>Evidențiază și analizează consecințele modului de achiziție și de analiză a datelor avute la dispoziție asupra calității rezultatelor diverselor metode studiate</p>
<b>Aptitudini</b>	<p>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).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Demonstrează capacitate de utilizare adecvată a noțiunilor specifice</li><li>• Demonstrează capacitatea de utilizare adecvată a unui sistem software pentru prelucrarea de imagini într-o aplicație de uz general</li><li>• Verifică experimental soluții identificate.</li><li>• Rezolvă aplicații practice prin utilizarea sistemelor deja existente și/sau prin dezvoltarea de module software dedicate pentru sisteme de analiza și prelucrare a imaginilor</li><li>• Identifică soluții și elaborează planuri de rezolvare pe baza instrumentelor pe care le are la dispoziție în cadrul sistemelor studiate.</li><li>• Interpretează adecvat relații de cauzalitate, demonstrând capacitate de analiză și interpretare a diverselor scenarii posibile.</li><li>• Argumentează soluțiile identificate/modurile de rezolvare.</li></ul>



<b>Responsabilitate și autonomie</b>	<i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i>
	<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></ul> <p>Manifestă responsabilitate socială prin implicarea activă în viața socială studentescă/implicare în evenimentele din comunitatea academică</p> <p>Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale.</p> <p>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> <ul style="list-style-type: none"><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></ul> <p>Demonstrează abilități de management al situațiilor din viața reală (gestionarea timpului colaborare vs. conflict).</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 rămânări în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)

Predarea se bazează pe folosirea videoprojectorului (acoperind funcția de comunicare și demonstrativă); metodele de comunicare orală utilizată sunt metoda expozitivă și metoda problematizării, utilizate frontal. Materialele de curs sunt: notele și prezentările de curs, culegeri de probleme propuse (teoretice și cu rezolvare pe calculator). Toate materialele sunt disponibile în format electronic, prin situl cursului.

## 10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	1. Introducere. Descrierea culorilor. Modele de prelucrare 1.1 Sistemul vizual uman; caracteristici de percepție 1.2 Spații de culoare fundamentale; spații de culoare derivate liniar 1.3 Spații de culoare de cromaticitate uniformă 1.4 Spații de culoare perceptuale 1.5 Modele fundamentale de prelucrare a imaginilor color	6
2	2. Operații punctuale 2.1 Modificarea contrastului 2.2 Egalizarea de histogramă	4
3	3. Filtrarea liniară a imaginilor color 3.1 Filtre de netezire 3.2 Filtre derivative	4



4	4. Filtrarea neliniară a imaginilor color 4.1 Ordonarea culorilor 4.2 Filtre de tip median 4.3 Filtre morfologice	4
5	6. Algoritmi de prelucrarea imaginilor în camera digitală 6.1 Demozaicare 6.2 Algoritmi fundamentali pentru constanța culorilor 6.3 Identificarea automată a expunerii corecte în imagini 6.4 Algoritmi pentru evaluare relativă a contrastului 6.5 Algoritmi de autofocalizare 6.6 Algoritmi de reducere a zgomotului cu complexitate de calcul redusă 6.7 Extinderea gamei dinamice	10
6	7. Detecția mișcării: - secvențelor video; - detecție cu prag fix; - tehnici de estimare a fundalului; - detecție cu prag adaptiv	4
7	8. Estimarea mișcării 8.1 Metode diferențiale 8.2 Metode parametrice 8.3 Estimarea bazată pe blocuri (standard MPEG)	4
8	9. Filtrarea spațio-temporală 9.1 Filtre liniare 9.2 Filtre statistice de ordine 9.3 Filtre multirezoluție 9.4 Filtrarea artefactelor (ex. deblocking) 9.5 Restaurare video (corecție moiré, zgârieturi, blotches, vinegar etc.)	6
	<b>Total:</b>	42

**Bibliografie:**

- C. Vertan Prelucrarea și analiza imaginilor color, , suport de curs electronic disponibil la <https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9616>
- C. Vertan, M. Ciuc, M. Zamfir, C. Florea, L. Florea, A. Sultana, T. Rădulescu, Prelucrarea și analiza imaginilor digitale. Elemente fundamentale și aplicații avansate, Ed. MatrixRom, 2013.
- C. Vertan, C. Florea, Achiziția și prelucrarea imaginilor color. Note de curs, Ed. POLITEHNICA Press, București, 2013,
- E. Reinhard, G. Ward, S. Pattanaik, P. Debevec, High dynamic range imaging: acquisition, display, and image-based lighting. Amsterdam: Elsevier/Morgan Kaufmann, 2006.
- B. Ionescu, Analiza și Prelucrarea Secvențelor Video: Indexarea Automată după Conținut, Editura Tehnică, București, ISBN 978-973-31-2354-5, 2009.
- A.C. Bovik, The Essential Guide to Video Processing, Academic Press, ISBN: 978-0-12-374456-2, 2009.

**LABORATOR**

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Reprezentarea imaginilor color. Spații de culoare; transformări de culoare Algoritmi fundamentali pentru constanta culorilor	4



2	Demozaicare Tehnici fundamentale de prelucrare color. Abordarea marginală; abordarea cu transformare de culoare fixă/adaptivă	4
3	Îmbunătățirea imaginilor color Modificarea contrastului, egalizarea de histogramă Identificarea automată a expunerii corecte în imagini	4
4	Algoritmi pentru evaluare relativă a contrastului; Algoritm de autofocalizare	2
5	Filtrarea liniară a imaginilor color. Filtrarea de netezire, filtrarea derivativă Filtrarea neliniară de ordin a imaginilor color. Tehnici de ordonare a culorilor, Filtrul median	4
6	Reducerea zgomotului. Algoritmi de reducere a zgomotului cu complexitate de calcul redusă	2
7	Detecția mișcării. Accesarea și prelucrarea informației spațio-temporale. Tehnici de detecție a mișcării. Estimarea fundalului. Caracterizarea obiectelor din prim-plan Estimarea mișcării. Tehnici de estimare a mișcării. Aproximarea fluxului optic. Metode bazate pe blocuri de pixeli (căutare completă, căutare logaritmică, căutare intercalată, căutare ortogonală). Evaluare performanțe	4
8	Filtrare spațio-temporală. Filtrare spațio-temporală. Reducerea artefactelor (deblocking). Evaluare performanțe	2
9	Colocviu de laborator	2
	<b>Total:</b>	28

### PROIECT

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	<p>Proiectul presupune implementarea și testarea unui algoritm de filtrare de zgomot în imagini color. Algoritm este cel descris de un articol științific alocat individual. Implementarea se va face individual în Python sau Matlab. Funcționarea corectă a implementării va fi dovedită prin experimente care trebuie să includă cel puțin: reducere de zgomot pentru mai multe imagini cu conținut diferit, mai multe tipuri de zgomot și mai multe intensități ale zgomotului. Setul minim de testare va conține: 5 imagini pe care va fi adăugat zgomot aditiv gaussian de deviație standard 10, respectiv (separat) 10% zgomot impulsiv; 2 imagini pe care se vor testa mai multe intensități ale fiecărui tip de zgomot (minim 3 intensități pentru fiecare tip de zgomot).</p> <p>Performanțele filtrului vor fi comparate cu 2 filtre clasice: filtrul de medie aritmetică și filtrul median (ambele implementate pe vecinătăți 3x3 și aplicate independent pe fiecare dintre cele 3 plane de culoare RGB). Comparația trebuie să fie atât subiectivă (observații despre păstrarea detaliilor din imagine, încețoșarea conturilor, artefacte vizibile, senzația generală, etc.), cât și obiectivă (bazată pe cel puțin 2 măsuri de calitate: SNR/ PSNR, MAE, SSIM etc.).</p> <p>Experimentele se vor centraliza într-un document scris care trebuie să conțină: descrierea filtrului implementat (algoritm) cu cuvintele voastre (!), descrierea modului de implementare, experimentele, concluzii și comentarii personale și referințe bibliografice. Se punctează separat fiecare din cele menționate.</p>	14
	<b>Total:</b>	14



### Bibliografie:

- C. Vertan, Prelucrarea și analiza imaginilor color, suport de curs electronic disponibil la <https://curs.upb.ro/2021/course/view.php?id=9616>
- C. Vertan, M. Ciuc, M. Zamfir, C. Florea, L. Florea, A. Sultana, T. Rădulescu, Prelucrarea și analiza imaginilor digitale. Elemente fundamentale și aplicații avansate, Ed. MatrixRom, 2013
- C. Vertan, C. Florea, Achiziția și prelucrarea imaginilor color. Note de curs, Ed. POLITEHNICA Press, București, 2013,
- E. Reinhard, G. Ward, S. Pattanaik, P. Debevec, High dynamic range imaging: acquisition, display, and image-based lighting. Amsterdam: Elsevier/Morgan Kaufmann, 2006.
- B. Ionescu, Analiza și Prelucrarea Secvențelor Video: Indexarea Automată după Conținut, Editura Tehnică, București, ISBN 978-973-31-2354-5, 2009.
- A.C. Bovik, The Essential Guide to Video Processing, Academic Press, ISBN: 978-0-12-374456-2, 2009.
- Sandipan Dey, Python Image Processing Cookbook, Editura: Packt Publishing, 2020

### 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 prelucrarea imaginilor și computer vision; - cunoașterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice; - analiza diferențială a tehnicilor și metodelor teoretice în contextul unor aplicații practice.	Examen scris + oral în sesiunea de examene corespunzătoare semestrului; subiectele acoperă întreaga materie, realizând o sinteză între parcurgerea teoretică comparativă a materiei și explicitarea prin exerciții și probleme a modelelor de aplicație.	50
11.5 Seminar/laborator/proiect	Laborator: implementarea practică pe calculator a metodelor studiate.	Prezentare orală care pune accent pe înțelegerea metodelor folosite	30
	Proiect: implementarea și caracterizarea funcționării unui filtru descris într-un articol din literatura de specialitate	Prezentare scrisă și orală care pune accent pe înțelegerea metodelor folosite	20
11.6 Condiții de promovare			
Masteranzii reușesc să înțeleagă și să descrie funcționarea blocurilor esențiale din componența unui dispozitiv de achiziție a imaginilor digitale color și totodată să asigure proiectarea și funcționarea post-procesărilor legate de achiziție, adaptate unei aplicații specifice.			



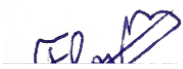


## 12. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților angajatorilor și asociațiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum și cu stadiul actual al cunoașterii în domeniul științific abordat și practicile în instituții de învățământ superior din Spațiul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

Imagistica digitală a devenit o piață matură cu ritm rapid de creștere. Tranziția consumatorilor la imagistica digitală este completă, industria urmând îndeaproape această tendință. Industria are o cerere importantă de ingineri calificați, cu specializări legate de imagistica digitală și cu un fundament solid în electronică, sisteme și tehnologia informației, astfel încât să se poată menține ritmul de dezvoltare de noi produse hardware și aplicații software.

Programa cursului răspunde concret acestor cerințe actuale de dezvoltare și evoluție, subscrise economiei europene a serviciilor din domeniul Calculatoare și Tehnologia Informației (CTI). În contextul progresului tehnologic actual al dispozitivelor electronice, domeniile de activitate vizate sunt practic nelimitate, de la aplicații de “consum” (tehnologii camere foto digitale, terminale mobile de tip “smart-phone”), domeniul medical (produse și tehnologii de analiza și prelucrare de imagini medicale), domeniul militar (produse și tehnologii de tip „remote sensing” de prelucrare a imaginilor satelitare), domeniul de securitate (sisteme de supraveghere și sisteme biometrice), domeniul automatizărilor industriale (sisteme de inspecție produse), robotică (sisteme de interfațare om-mașină) și altele.

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, fiind perfect încadrat 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.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicații
09.09.2022	Prof. Dr. Constantin VERTAN 	Prof. Dr. Constantin VERTAN 
Data avizării în departament	Director de departament	
29.10.2024	Conf. Dr. Bogdan Cristian FLOREA 	
Data aprobării în Consiliul Facultății	Decan	
17.10.2024	Prof. Dr. Mihnea Udrea	





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



*[Handwritten signature]*