Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti

Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi

Tehnologia Informaţiei

FIŞA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituţia de învăţământ superior	**Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti**
1.2 Facultatea	**Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologia Informaţiei**
1.3 Departamentul	**Electronică Aplicată şi Ingineria Informaţiei**
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologii Informaţionale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Tehnici Avansate pentru Imagistica Digitală

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Prelucrarea şi analiza imaginilor color			
2.2 Titularul activităţilor de curs				Prof. Dr. Constantin VERTAN			
2.3 Titularul activităţilor 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		S	2.9 Codul disciplinei	1		2.10 Tipul de notare	Nota

3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităţilor 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 învăţământ	84.00	Din care: 3.5 curs	42	3.6 seminar/laborator	42
Distribuţia fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie şi notiţe Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii şi eseuri					39
Tutorat					0
Examinări					2
Alte activităţi (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. Precondiţii (acolo unde este cazul)

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

5. Condiţii necesare pentru desfăşurarea optimă a activităţilor didactice (acolo unde este cazul)

5.1 Curs	Cursul se va desfăşura într-o sală dotată cu videoproiector şi computer

5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Laboratorul si proiectul se vor desfăşura într-o sală cu dotare specifică ce trebuie să includa computere performante

6. Obiectiv general *(Se referă la intenţiile profesorilor pentru studenţi, la ceea ce studenţii vor fi învăţaţi în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului ştiinţific abordat, precum şi 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 învăţământ al specializării studiate etc.)*

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

7. Competenţe *(Capacitatea dovedită de a utiliza cunoştinţe, aptitudini şi abilităţi personale, sociale şi/sau metodologice în situaţii de muncă sau de studiu şi pentru dezvoltarea profesională şi personală. Reflectă cerinţele angajatorilor.)*

Specifice	Cursul este structurat în trei părţi: tehnici fundamentale de prelucrare a imaginilor color, algoritmi pentru achiziţia imaginilor cu camerele digitale şi tehnici fundamentale de prelucrare a secvenţelor de imagini. Obiectivul primei părţi a cursului este de a prezinte operaţiile şi tehnicile fundamentale de îmbunătăţire şi filtrarea, exemplificând prin sisteme şi aplicaţii tipice. Partea a doua a cursului are ca obiectiv familiarizarea studenţilor cu aplicaţiile specifice camerelor fotografice digitale al căror scop este furnizarea de imagini similare cu cele percepute in mod natural de către ochiul uman. A treia parte a cursului extinde noţiunea de filtrare în cazul secvenţelor de imagini. Sunt studiate tehnicile de detecţie a mişcării, atât cu prag de selecţie fix cât şi adaptiv, în corelaţie cu problematica separării fundalului de obiectele din prim plan. Sunt studiate tehnicile de estimare a mişcării folosind metode diferenţiale, parametrice şi bazate pe blocuri (standard MPEG). Cu ajutorul informaţiei de mişcare, sunt studiate o serie de filtre liniare, statistice şi multirezoluţie ce sunt adaptate domeniului spaţio-temporal. În final sunt studiate o serie de tehnici de îmbunătăţire a calităţii video prin reducerea artefactelor (ex. deblocking) cât şi de restaurare video. Aplicaţiile de laborator au ca obiectiv cunoaşterea de către studenţi a modului de lucru cu diferite sisteme software, atât de uz general cât şi dedicat, pentru prelucrarea şi analiza imaginilor digitale. De asemenea, cunoaşterea algoritmilor fundamentali utilizaţi în cazul imaginilor statice: îmbunătăţire, 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 secvenţelor de imagini. Laboratorul asigură competenţele necesare dezvoltării de tehnici de filtrare, analiză şi prelucrare a conţinutului la nivel spaţio-temporal (secvenţe de imagini). Se realizează: studierea unor metode deja validate şi îmbunătăţirea acestora prin implementarea de tehnici şi algoritmi noi, evaluarea practică a performanţelor metodelor de detecţie/estimare a mişcării şi a tehnicilor de filtrare spaţio-temporală. Totodată, se realizează studierea mediului Python în contextul analizei şi prelucrării de imagini şi video.

Transversale (generale)	Capacitatea de a lua decizii în vederea rezolvării problemelor curente, sau imprevizibile, care apar în procesul de exploatare a sistemelor de calcul. Capacitatea de a asigura planificarea şi managementul proiectelor din domeniul ingineriei informaţiei. Capacitatea de a se informa şi documenta permanent pentru dezvoltarea personală şi profesională prin citirea literaturii de specialitate. Capacitatea de a comunica şi de a prezenta conţinut tehnic atât în limba română, cât şi în limba engleză. **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 învăţării *(Sunt enunţuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învăţării reflectă realizările studentului şi mai puţin intenţiile profesorului. Rezultatele învăţării informează studenţii despre ceea ce se aşteaptă de la ei din punct de vedere al performanţei, pentru a obţine notele şi creditele dorite. Sunt definite în termeni concreţi, folosind verbe similare exemplelor de mai jos şi indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învăţării vor fi astfel redactate încât să fie evidenţiată clar relaţia faţă de competenţele definite la punctul 7.)*

Cunoştinţe	*Rezultatul asimilării de informaţii prin învăţare. Cunoştinţele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii şi practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice şi/sau faptice.* Enumeră cele mai importante instrumente şi tehnici de prelucrare de imagini prezente în cadrul sistemelor software analizate Cunoaşte terminologia utilizată şi defineşte noţiuni specifice Descrie şi explică noţiuni, concepte şi metode ştiinţifice moderne aplicare în diferite clase de probleme specifice domeniului Evidenţiază şi analizează consecinţele modului de achiziţie şi de analiză a datelor avute la dispoziţie asupra calităţii rezultatelor diverselor metode studiate
Aptitudini	*Capacitatea de a aplica cunoştinţe şi de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini şi a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive şi creative) sau practice (implicând dexteritate manuală şi utilizarea de metode, materiale, unelte şi instrumente).* · Demonstrează capacitate de utilizare adecvată a noţiunilor specifice · Demonstrează capacitatea de utilizare adecvată a unui sistem software pentru prelucrarea de imagini într-o aplicaţie de uz general Verifică experimental soluţii identificate. Rezolvă aplicaţii practice prin utilizarea sistemelor deja existente şi/sau prin dezvoltarea de module software dedicate pentru sisteme de analiza şi prelucrare a imaginilor · Identifică soluţii şi elaborează planuri de rezolvare pe baza instrumentelor pe care le are la dispoziţie în cadrul sistemelor studiate. · Interpretează adecvat relaţii de cauzalitate, demonstrând capacitate de analiză şi interpretare a diverselor scenarii posibile. · Argumentează soluţiile identificate/modurile de rezolvare.

Responsabilitate și autonomie	*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.* · Selectează surse bibliografice potrivite şi 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 studențească/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 principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător. · Analizează și valorifică oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate. Demonstrează abilități de management al situațiilor din viața reală (gestionarea timpului colaborare vs. conflict).

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 rămâneri în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)*

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

10. Conţinuturi

CURS		
Capitolul	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	1. Introducere. Descrierea culorilor. Modele de prelucrare 1.1 Sistemul vizual uman; caracteristici de percepţie 1.2 Spaţii de culoare fundamentale; spaţii de culoare derivate liniar 1.3 Spaţii de culoare de cromaticitate uniformă 1.4 Spaţii de culoare perceptuale 1.5 Modele fundamentale de prelucrare a imaginilor color	6
2	2. Operaţii 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 constanţa 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. Detecţia mişcării: - secvenţelor video; - detecţie cu prag fix; - tehnici de estimare a fundalului; - detecţie cu prag adaptiv	4
7	8. Estimarea mişcării 8.1 Metode diferenţiale 8.2 Metode parametrice 8.3 Estimarea bazată pe blocuri (standard MPEG)	4
8	9. Filtrarea spaţio-temporală 9.1 Filtre liniare 9.2 Filtre statistice de ordine 9.3 Filtre multirezoluţie 9.4 Filtrarea artefactelor (ex. deblocking) 9.5 Restaurare video (corecţie moiré, zgârieturi, blotches, vinegar etc.)	6
	Total:	42

Bibliografie:

C. Vertan Prelucrarea şi 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 şi analiza imaginilor digitale. Elemente fundamentale şi aplicaţii avansate, Ed. MatrixRom, 2013.

C. Vertan, C. Florea, Achiziţia şi prelucrarea imaginilor color. Note de curs, Ed. POLITEHNICA Press, Bucureşti, 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 şi Prelucrarea Secvenţelor Video: Indexarea Automată după Conţinut, Editura Tehnică, Bucureşti, 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.	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	Reprezentarea imaginilor color. Spaţii 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	Îmbunătăţirea imaginilor color Modificarea contrastului, egalizarea de histogramă Identificarea automată a expunerii corecte în imagini	4
4	Algoritmi pentru evaluare relativa a contrastului; Algoritmul de autofocalizare	2
5	Filtrarea liniară a imaginilor color. Filtrarea de netezire, filtrarea derivativă Filtrarea neliniară de ordine 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	Detecţia mişcării. Accesarea şi prelucrarea informaţiei spaţio-temporale. Tehnici de detecţie a mişcării. Estimarea fundalului. Caracterizarea obiectelor din prim-plan Estimarea mişcării. Tehnici de estimare a mişcării. Aproximarea fluxului optic. Metode bazate pe blocuri de pixeli (căutare completă, căutare logaritmică, căutare intercalată, căutare ortogonală). Evaluare performanţe	4
8	Filtrare spațio-temporală. Filtrare spațio-temporală. Reducerea artefactelor (deblocking). Evaluare performanţe	2
9	Colocviu de laborator	2
	Total:	28

PROIECT

Nr. crt.	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	Proiectul presupune implementarea și testarea unui algoritm de filtrare de zgomot în imagini color. Algoritmul este cel descris de un articolul științific alocat individual. Implementarea se va face individual în Python sau Matlab. Funcționarea corectă a implementării va fi dovedită prin experimente care trebuie sa 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). Performantele 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 contururilor, artefacte vizibile, senzația generală, etc.), cât și obiectivă (bazată pe cel puțin 2 măsuri de calitate: SNR/ PSNR, MAE, SSIM etc.). Experimentele se vor centraliza într-un document scris care trebuie sa conțină: descrierea filtrului implementat (algoritmul) cu cuvintele voastre (!), descrierea modului de implementare, experimentele, concluzii și comentarii personale și referințe bibliografice. Se punctează separat fiecare din cele menționate.	14
	Total:	14

Bibliografie:
- C. Vertan, Prelucrarea şi 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 şi analiza imaginilor digitale. Elemente fundamentale şi aplicaţii avansate, Ed. MatrixRom, 2013
- C. Vertan, C. Florea, Achiziţia şi prelucrarea imaginilor color. Note de curs, Ed. POLITEHNICA Press, Bucureşti, 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 şi Prelucrarea Secvenţelor Video: Indexarea Automată după Conţinut, Editura Tehnică, Bucureşti, 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	- cunoaşterea noţiunilor teoretice fundamentale de prelucrarea imaginilor şi computer vision; - cunoaşterea modului de aplicare a teoriei la probleme specifice; - analiza diferenţială a tehnicilor şi metodelor teoretice în contextul unor aplicaţii practice.	Examen scris + oral în sesiunea de examene corespunzătoare semestrului; subiectele acoperă întreaga materie, realizând o sinteză între parcurgerea teoretică comparativă a materiei şi explicitarea prin exerciţii şi probleme a modelelor de aplicaţie.	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 şi caracterizarea funcţionării unui filtru descris într-un articol din literatura de specialitate	Prezentare scrisa si orală care pune accent pe înțelegerea metodelor folosite	20
11.6 Condiţii de promovare			
Masteranzii reuşesc să înţeleagă şi să descrie funcţionarea blocurilor esenţiale din componenţa unui dispozitiv de achiziţie a imaginilor digitale color şi totodată să asigure proiectarea şi funcţionarea post-procesărilor legate de achiziţie, adaptate unei aplicaţii specifice.			

12. Coroborarea conţinutului disciplinei cu aşteptările reprezentanţilor angajatorilor şi asociaţiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum şi cu stadiul actual al cunoaşterii în domeniul ştiinţific abordat şi practicile în instituţii de învăţământ superior din Spaţiul European al Învăţământului Superior (SEÎS)

Imagistica digitală a devenit o piaţă matură cu ritm rapid de creştere. Tranziţia consumatorilor la imagistica digitală este completă, industria urmând îndeaproape această tendinţă. Industria are o cerere importantă de ingineri calificaţi, cu specializări legate de imagistica digitală şi cu un fundament solid în electronică, sisteme şi tehnologia informaţiei, astfel încât să se poată menţine ritmul de dezvoltare de noi produse hardware şi aplicaţii software.

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

Se asigură astfel absolvenţilor competenţe adecvate cu necesităţile calificărilor actuale si o pregătire ştiinţifică şi tehnică moderne, de calitate şi competitive,care să le permită angajarea rapidă după absolvire, fiind perfect încadrat în politica Universităţii Politehnica din Bucureşti, atât din punctul de vedere al conţinutului şi structurii, cât şi din punctul de vedere al aptitudinilor şi deschiderii internaţionale oferite studenţilor.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicaţii
21.09.2026	Prof. Dr. Constantin VERTAN	Prof. Dr. Constantin VERTAN

Data avizării în departament	Director de departament

Data aprobării în Consiliul Facultăţii	Decan
22.09.2026	Prof. Dr. Mihnea Udrea

Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București

Facultatea de Electronică, Telecomunicații și

Tehnologia Informației

