

Denumirea disciplinei	Metode si sisteme de viziune artificiala
Domeniul de studiu	
Specializarea	Electronica; Telecomunicații
Codul disciplinei	
Titularul disciplinei	Prof. dr. ing. Aurel Vlaicu
Colaboratori	Conf. dr. ing. Mihaela Gordan
Catedra	Comunicatii
Facultatea	Electronica, Telecomunicatii si Tehnologia Informatiei

Sem	Tipul disciplinei Disc.Fundamentala, Disc.Ing.din Dom, Disc.de Spec, Disc.Optionala, Disc.Facultativa	Curs [ore/ sapt]	Aplicații [ore/sapt]			Curs [ore/ sem]	Aplicații [ore/sem]			Studiu Individual [ore/ sem]	Practica	TOTAL	Puncte credit	Forma de verificare
			S	L	P		S	L	P					
II	Disciplină de specialitate	1	1			14	14			25	-		2.5	Examen

Cerințe prealabile - prerequisites
Prelucrarea digitala a imaginilor
Notiuni de baza de programare (C sau Matlab)

A. Conținutul Disciplinei (Titlul cursurilor/laboratorului)

Curs 1 – Viziunea umana si viziunea artificiala. Psihofizica vederii umane. Achizitia si reprezentarea imaginilor analogice si digitale, monocrome si color, in domeniul vizibil, infrarosu, ultrasonografic, raze X.

Curs 2 – Descrierea imaginilor digitale monocrome si color in domeniul spatial. Spatii de culoare. Descrierea imaginilor digitale monocrome si color in domenii transformate.

Curs 3 – Imperfectiuni ale procesului de achizitie a imaginilor si compensarea lor. Estimarea degradarii, modele ale degradarii, restaurarea imaginilor si compensarea distorsiunilor.

Curs 4 – Structura generala a sistemelor de viziune artificiala. Localizarea regiunilor de interes. Extragerea trasaturilor si selectia trasaturilor; tipuri de trasaturi si algoritmi de extragere a trasaturilor.

Curs 5 – Segmentarea si interpretarea scenelor. Algoritmi de segmentare dupa luminanta, culoare si textura.

Curs 6 - Algoritmi de segmentare bazati pe contur. Detectia si urmarirea conturului. Descriptori de contur.

Curs 7 – Metode de reprezentare si descriere a obiectelor din imagini digitale. Descriptori bazati pe momente statistice si pe date-pixel. Analiza componentelor principale si analiza componentelor independente.

Curs 8 – Recunoasterea obiectelor bazata pe model. Modele statistice, modele fuzzy, modele bazate pe invarianti globali ai obiectelor, modelarea prin campuri aleatoare Markov. Modele active de contur si modele active de forma.

Curs 9 – Structura sistemelor de interpretare a imaginilor bazate pe clasificatoare. Recunoasterea obiectelor din imagini digitale bazata pe clasificare. Clasificatoare nesupervizate pentru recunoasterea obiectelor.

Curs 10 – Clasificatoare supervizate pentru recunoasterea obiectelor din imagini digitale. Strategii de antrenare a clasificatoarelor supervizate pentru aplicatii de recunoastere a obiectelor in imagini digitale.

Curs 11 – Aplicatii ale sistemelor de viziune artificiala in inspectia industriala si supravegherea mediului.

Curs 12 – Aplicatii medicale ale sistemelor de viziune artificiala. Analiza imaginilor medicale pentru diagnoza asistata.

Curs 13 – Aplicatii ale metodelor de viziune artificiala in indexarea si adnotarea continutului bazelor de date-imagini din institutii culturale (muzee) si biblioteci electronice.

Curs 14 – Aplicatii ale metodelor de viziune artificiala in autentificarea/verificarea persoanelor si in interactiunea multimodala om-calculator.

B. Tematica studiului individual (Tematica studiilor bibliografice, materiale de sinteza, proiecte, aplicatii, etc)

Structura pregătirii individuale	Studiu materiale curs	Studiu materiale tutoriale	Rezolvări teme	Pregătire aplicații	Timp alocat examinărilor	Total ore pregătire individuală
Nr. ore	8	6		8	3	25

Bibliografie

Mihaela Gordan, *Sisteme de analiză a imaginilor digitale folosind clasificatoare mașini cu vectori suport*, Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2006, ISBN 973-686-867-2
A. Vlaicu, *Prelucrarea numerică a imaginilor*, Editura Albastră, Cluj-Napoca, 1997
S. E. Umbaugh, *Computer Imaging: Digital Image Analysis and Processing*, CRC Press, Boca Raton, FL, 2005
R. O. Duda, P. E. Hart, D. G. Stork, *Pattern Classification*, 2nd ed., John Wiley & Sons, NY., 2001
Sonka, M, Hlavac, V., Boyle, R., J. *Image Processing, Analysis, and Computer Vision*, PWS Publishing, NY, 1999

Competente Dobindite:

Cunostinte teoretice - Programa analitică

- Principiile psiho-fizice ale percepției vizuale umane. Bazele formării imaginilor și percepției vizuale umane ale imaginilor monocrome și color. Metodologii și echipamente de achiziție a imaginilor în domeniul vizibil, cu echipamente analogice și digitale. Imagini analogice și digitale în alte domenii spectrale: infraroșu, ultrasonografic, raze X. Reprezentarea matematică a imaginilor monocrome și color în diferite domenii spectrale: reprezentarea continuă; reprezentarea discretă matricială și vectorială.
- Descrierea imaginilor digitale monocrome și color în domeniul spațial: descrierea la nivel de pixel. Spații de culoare: spațiul culorilor primare; transformări liniare ale spațiului culorilor primare (OPP, YUV, YIQ, YCrCb); transformări neliniare ale spațiului culorilor primare (HLS, HSV, Munsell); proprietăți ale spațiilor de culoare; atribute perceptuale ale culorii. Descrierea imaginilor digitale monocrome și color în domenii transformate: recapitularea transformărilor sinusoidale (DFT, DCT, DST) și rectangulare (Walsh, Haar, Slant) în contextul descrierii imaginilor digitale pentru aplicații de analiză a imaginilor/recunoaștere de obiecte și structuri în imagine. Analiza imaginilor în domeniul frecvență.
- Imperfecțiuni ale procesului de achiziție a imaginilor: distorsiuni geometrice; efectele reflexiei și difracției luminii pe suprafețe; modele de reflexie ale suprafețelor. Zgomotul aditiv în imagini. Modele de zgomot. Algoritmi de estimare a degradării. Algoritmi de compensare a distorsiunilor geometrice; compensarea rotației, translației, distorsiunilor de tip proiecție; transformări afine. Algoritmi de filtrare a zgomotului; filtre adaptive; filtre Wiener.
- Structura generală a sistemelor de viziune artificială: componentele sistemelor de viziune artificială. Preprocesarea imaginilor; definirea și localizarea regiunii de interes – metode manuale, semiautomate și complet automate. Metode și algoritmi de extragere a trasaturilor din regiunea de interes pentru descrierea regiunii de interes: trasături la nivel de pixel; trasături în domeniul transformărilor de imagini; trasături de tip contur; trasături de tip textură; trasături de tip culoare. Spațiul trasaturilor, vectori ai trasaturilor; algoritmi de selecție a trasaturilor după puterea lor discriminativă, decisa în scheme cu clasificatoare.
- Segmentarea și interpretarea scenelor: trecere în revistă a algoritmilor de segmentare simpli – segmentarea pe baza analizei histogramei, segmentarea region-growing, segmentarea region splitting, segmentarea split-and-merge. Algoritmi de segmentare bazati pe trasaturi de luminanță, culoare și textură, folosind tehnici de grupare/clasificare a pixelilor: KNN; algoritmi bazati pe norme-distanță în spații Euclidiene și ne-Euclidiene; fuzzy c-means; SOM. Algoritmi de segmentare avansați bazati pe contur: detectori de muchii; algoritmi de urmărire a conturului; interpolarea conturului cu funcții spline. Modele active de contur (snakes); inițializare, implementare, aplicații.
- Metode de reprezentare a obiectelor din imagini digitale; descriptori ai obiectelor reprezentate vizual. Descriptori bazati pe contur: esantionarea conturului în puncte de referință; descriptori Fourier; descrierea prin primitive și înlănțuirea primitivelor; descrierea B-spline. Descriptori bazati pe momente statistice: momente centrale de ordin superior; momente Zernike. Descriptori vectoriali bazati pe date-pixel; profile de distribuție a nivelelor de gri și culorii. Transformări de imagini bazate pe valori și vectori proprii. Aplicații pentru reprezentarea regiunilor de interes și imaginilor digitale prin imagini proprii. Analiza componentelor principale și analiza componentelor independente.
- Recunoașterea obiectelor din imagini digitale. Tehnici de recunoaștere bazate pe potrivirea cu un model: modele statistice, modele fuzzy, modele bazate pe invarianți globali ai obiectelor, modelarea obiectelor prin câmpuri aleatoare Markov. Modele construite cu algoritmi supervizați. Algoritmi de calcul a potrivirii cu modelul: arbori de decizie, algoritmi probabilistici, algoritmi fuzzy; modele active de formă (ASM), modele active de aspect (AAM), modele active de contur (ACM); modele deformabile de formă.
- Sisteme de interpretare a imaginilor bazate pe clasificatoare: principii, structură, componente. Formularea problemei interpretării imaginii din perspectiva recunoașterii de forme. Recunoașterea de forme prin clasificare. Formularea matematică a problemei clasificării. Clasificatoare nesupervizate și supervizate: KNN, clasificatoare Bayesiene, LDA, rețele neuronale, SOM, mașini cu vectori suport. Strategii de antrenare a clasificatoarelor supervizate pentru aplicații de recunoaștere a obiectelor în

imagini digitale. Spatii tipice de trasaturi ale clasificatoarelor pentru recunoasterea obiectelor reprezentate vizual. Clasificarea binara; scheme de clasificatoare multi-clasa; clasificatoare cu iesiri fuzzy si clasificatoare cu iesiri probabilistice in interpretarea imaginilor.

- Aplicatii tipice ale sistemelor de viziune artificiala: sisteme de viziune artificiala pentru inspectia industriala si supravegherea mediului; sisteme de viziune artificiala pentru analiza imaginilor medicale. Structuri tipice si exemple de aplicatii. Domenii spectrale specifice de reprezentare a informatiei vizuale. Reprezentarea cunostintelor si modelarea schemelor de rationament uman specifice aplicatiilor vizate. Arhitecturi de sisteme de viziune artificiala specifice inspectiei industriale. Arhitecturi de sisteme de viziune artificiala specifice supravegherii mediului. Arhitecturi de sisteme de viziune artificiala specifice diagnozei medicale asistate.
- Sisteme si algoritmi de viziune artificiala pentru indexarea si adnotarea continutului bazelor de date-imagini din institutii culturale (muzee) si biblioteci electronice. Regasirea imaginilor bazata pe cuvinte-cheie. Regasirea si organizarea imaginilor bazata pe: continut; culoare; textura; tip de informatie (ex. gravuri, picturi, schite). Algoritmi bazati pe corelatia histogramelor/potrivirea histogramelor.
- Aplicatii ale metodelor de viziune artificiala in autentificarea/verificarea persoanelor si in interactiunea multimodala om-calculator: localizarea si recunoasterea fetelor in imagini statice si secvente video; urmarirea fetei in secvente video; recunoasterea emotiilor din imagini faciale; recunoasterea vizuala a vorbirii. Algoritmi de viziune artificiala si arhitecturi specifice.

Abilitati dobândite: (Ce știe să facă)

Dupa parcurgerea acestei discipline, studentii vor sti:

- Sa faca legatura intre perceptia si interpretare vizuala a imaginilor de catre om si reprezentarea matematica respectiv metode matematice de baza de prelucrare a imaginilor digitale
- Sa selecteze/aleaga echipamente de achizitie a imaginilor in diverse domenii de reprezentare, cele mai adecvate aplicatiei vizate: in domeniul vizibil, infraros, ultrasonografic, raze X, monocrome sau color, si sa integreze aceste echipamente hardware in sisteme mixte de prelucrare si interpretare a imaginilor
- Sa descrie matematic/numeric datele-imagini monocrome si color, in diverse domenii spectrale de perceptie, in vederea prelucrării, si sa implementeze software aceste structuri de date-imagini. Sa aleaga modalitatile optime de reprezentare pentru situatia/aplicatia practica in care se doreste implementarea unui sistem de viziune artificiala.
- Sa identifice prin analiza vizuala manuala a imaginilor achizitionate, tipurile de degradare specifice sistemului de achizitie/conditiilor reale de achizitie. Sa implementeze in modulul de preprocesare, algoritmi corespunzatori de corectie a degradarii si sa ajusteze parametrii acestor algoritmi la particularitatea aplicatiei.
- Sa proiecteze, la nivel de schema-bloc si module componente, un sistem complet de viziune artificiala, de recunoastere a obiectelor, de analiza a imaginilor cu iesire in format specificat de beneficiar. Sa selecteze, teoretic si prin experimentare, algoritmi adecvati implementarii fiecarui modul component.
- Sa identifice, in functie de contextul concret al aplicatiei (industriala, de mediu, medicala, indexarea bazelor de date de imagini etc.) si de specificul inspectiei vizuale umane in aplicatia respectiva, criteriile de definire a regiunii de interes, iar pentru reprezentarea regiunii de interes – cele mai adecvate trasaturi discriminatorii, in concordanta cu modalitatea umana de rezolvare a problemei. In cazul in care astfel de informatii de tip expert nu sunt disponibile, sa aplice si implementeze algoritmi automati de extragere a trasaturilor si selectie a trasaturilor.
- Sa selecteze si implementeze, daca este cazul, metode de segmentare a scenei in obiecte componente. Sa aleaga modalitatea de reprezentare a obiectelor si sa implementeze algoritmi de reprezentare (descriere) a obiectelor in cazul aplicatiilor de viziune artificiala bazate pe recunoasterea de obiecte.
- Sa proiecteze si implementeze sisteme de recunoastere de obiecte reprezentate vizual, bazate pe potrivirea cu un model. Sa proiecteze si implementeze modulul de generare a modelelor si algoritmi de potrivire cu modelul.
- Sa proiecteze si implementeze sisteme de interpretare si recunoastere a imaginilor bazate pe clasificatoare, nesupervizate si supervizate. In cazul clasificatoarelor supervizate – sa genereze seturile de date de antrenare si de test. Sa selecteze parametrii clasificatoarelor pentru performante optime de clasificare si sa implementeze scheme de clasificare multiclasa pentru imagini digitale.
- Sa verifice si evalueze cantitativ performantele sistemului de viziune artificiala/ recunoastere de obiecte/ interpretare a imaginilor pe date-imagini artificiale si date-imagini reale.

Aceste abilitati sunt orientate pe aplicatii de: inspectie vizuala industriala (ex. diagnoza de circuite electronice/sisteme electrice prin inspectie in infraros, control tehnic vizual de calitate al produselor, cititoare de coduri de bare), imagistica medicala si diagnoza vizuala medicala asistata (din analiza imaginilor ultrasonografice monocrome si color, analiza imaginilor radiologice, imagini color ale biopsiilor), indexare si cautare a continutului bazelor de date-imagini, recunoastere si autentificare faciale si recunoastere vizuala a vorbirii (specifice interactiunii vizuale om-calculator).

--

Modul de examinare și atribuire a notei	
Modul de examinare	Teoretic (examen) și practic (proiecte în C și/sau Matlab)
Componentele notei	40% - examen teoretic; 40% - proiect practic; 20% - referat din literatura de specialitate recentă în domeniul viziunii artificiale și aplicațiilor sale.
Formula de calcul a notei	

Informații suplimentare despre disciplină	
Discipline similare	<p>1. Computer Graphics Laboratory, ETH Zurich, Elvetia - master program, Specialization Track Visual Computing, http://graphics.ethz.ch/main.php?Menu=4&Submenu=1#motivation</p> <p>2. The University of Liverpool, UK, The Faculty of Science/Computer Science Department - COMP307 - Image Processing, Computer Vision and Graphics, http://www.csc.liv.ac.uk/teaching/modules/year3s1/comp307.html</p> <p>3. The University of Manchester, UK – MSc in Computer Science, CS644: Advanced Machine Vision, http://www.cs.manchester.ac.uk/Study_subweb/Postgrad/ACS-CS/webpages/syllabus/cs/CS644.php</p> <p>4. University of Applied Sciences Südwestfalen, Germania, Department of Computer Science and Natural Sciences - Master of Science "Computer Vision (CV) and Computational Intelligence (CI)", http://www3.fh-swf.de/fbin/cvci_en.htm</p> <p>5. VIBOT - Erasmus Mundus Masters in VIsion & roBOTics, http://vision.u-bourgogne.fr/masters/newvibot/index.php; http://vision.u-bourgogne.fr/masters/newvibot/index.php?option=com_content&task=view&id=30&Itemid=40</p> <p>6. Faculty of Information Technology, Brno University of Technology, Cehia, PhD. study programme in Information Technology, Machine Vision course, https://www.fit.vutbr.cz/study/course-1.php?id=5302; Computer Vision course, https://www.fit.vutbr.cz/study/course-1.php?id=191</p> <p>7. Telecom Paris, Franța - MSc in Signal, Image & Computer Vision - http://www.enst.fr/en/msci/signal_image_computer_vision/</p>
Baza materială disponibilă	<p>Echipamente specifice: rețea de stații multimedia, camere video color, camere Web, plăci de achiziție National Instruments</p> <p>Medii de dezvoltare software: Borland C++ Builder, Visual C, Matlab; LabView și ImaqVision;</p> <p>seturi de date de imagini color, inclusiv subacvatice, ale barajelor; baze de date audio-vizuale de recunoaștere a vorbirii; baze de date de imagini faciale pentru recunoașterea persoanelor; seturi de date de imagini medicale ecografice și secvențe video ecografice, monocrome și color; baze de date de imagini standard color pentru aplicații de regasire a imaginilor după conținut; biblioteci software open-source pentru implementarea metodelor statistice, modelelor Markov ascunse (HTK), mașinilor cu vectori suport (SVMLight). Aplicații software proprii pentru: inspecția vizuală, diagnoza și monitorizarea comportării barajelor; analiza imaginilor și secvențelor video ecografice medicale</p> <p>Spațiu: laborator Obs. 509, CTMed</p>

		pentru diagnoza asistata medicala, cu interactiunea utilizatorului; segmentarea si analiza imaginilor radiologice; localizarea, urmarirea si recunoasterea faciala; recunoasterea vizuala a vorbirii la nivel de vizema si cuvant; diversi algoritmi de segmentare a imaginilor color; diversi algoritmi de recunoastere a obiectelor bazata pe model; recunoasterea de imagini (aplicatie client-server) cu masini cu vectori suport.
Entități interesate de curs	Firme/Absolvenți/ - se atașează susținerea exprimată	

Dotări propuse pentru cercetarea în cadrul masterului.

1. Denumirea echipamentului
2. Valoarea echipamentului
3. Posibili furnizori
4. Actualitatea și competitivitatea pe plan mondial a echipamentelor solicitate
5. Obiective urmărite prin utilizarea echipamentului
6. Tipuri de activități ce vor fi organizate cu ajutorul echipamentului
7. Modul de valorificare a facilităților oferite de echipament