

Nom de la discipline	Méthodes et systèmes de vision artificielle
Domaine d'étude	Ingénierie électronique et télécommunications
Master	Technologies multimédia
Code de la discipline	52331011
Titulaire du cours	Conf. dr. ing. Mihaela Gordan, Mihaela.Gordan@com.utcluj.ro
Collaborateurs	Dr.ing. Orghidan Radu, Radu.Orghidan@com.utcluj.ro
Département	Communications
Faculté	Électronique, Télécommunications et Technologie de l'Information

Sem.	Type de l'enseignement	Cours			Travaux pratiques			Cours			Travaux pratiques			Étude Ind.	TOTAL	Crédit	Modalité d'évaluation
		[heures phys./semaine]			[heures conv/sem.]			[heures conv/sem.]									
			S	L	P		S	L	P		S	L	P				
II	Specialite Optionelle	2	-	2	-	28	-	28	-	74	130	5	Examen				

Compétences acquises:																
Connaissances théoriques, (Ce que les étudiants doivent connaître)																
<p>Connaître les principes psycho-physiques de la perception visuelle humaine ; le processus de formation des images et l'effet de la source de lumière sur l'aspect de l'image en couleurs</p> <p>Connaître la représentation mathématique des images digitales monochromes et en couleur dans différents espaces de couleur (espace des couleurs primaires, espaces de couleur obtenus par des transformations linéaires, espaces de couleur perceptuellement uniformes obtenus par transformations non linéaires de l'espace des couleurs primaires)</p> <p>Connaître les principes des algorithmes de traitement des images en couleur, leurs particularités par rapport aux algorithmes de traitement des images monochromes ; connaître les principaux types d'algorithmes de traitement des images couleur, leur application et le choix de l'espace de couleur optimal pour le traitement en fonction de l'application</p> <p>Connaître la structure générale des systèmes de vision artificielle (les composantes des systèmes de vision artificielle) et les opérations de base requises par un tel système</p> <p>Connaître et comprendre le rôle des opérations suivantes : pré-traitement des images ; définition et localisation de la région d'intérêt – méthodes manuelles, semi-automatiques et entièrement automatiques ; méthodes et algorithmes d'extraction des caractéristiques pour la description de la région d'intérêt : caractéristiques au niveau du pixel ; caractéristiques du domaine des transformées d'images ; caractéristiques de type contour ; caractéristiques de type texture ; caractéristiques du type couleur</p> <p>Connaître les notions et les concepts de base concernant le processus d'extraction des caractéristiques et de sélection des caractéristiques : espace des caractéristiques, vecteurs des caractéristiques ; algorithmes de sélection des caractéristiques en fonction de leur pouvoir discriminant, décidé en schémas à classificateurs</p> <p>Connaître les algorithmes de classification /groupement des pixels non supervisés utilisés dans la segmentation des scènes, basés sur différentes caractéristiques (luminance, couleur, texture, etc.) KNN ; algorithmes basés sur des normes-distance dans des espaces euclidiens et non euclidiens ; k-means ; fuzzy c-means.</p> <p>Connaître les principaux descripteurs des objets représentés visuellement : descripteurs basés sur le contour, sur des moments statistiques, sur des transformations d'images.</p> <p>Connaître les techniques de reconnaissance des objets basées sur la similitude avec un modèle: modèles statistiques, fuzzy, basés sur des invariants globaux des objets.</p> <p>Connaître les notions de base concernant les classificateurs et leurs applications dans la mise en place de systèmes d'interprétation des images (reconnaissance des objets par classification) : principes, structure, composantes. Formuler le problème de la reconnaissance des objets présents dans les images digitales du point de vue de la classification. Classificateurs non supervisés et supervisés : KNN, Bayésienne, LDA, machines à vecteurs supports Stratégies d'entraînement des classificateurs supervisés pour des applications de reconnaissance des objets présents dans les images digitales. Classification binaire, schémas de classificateurs</p>																

multiclasse ; classificateurs à sorties probabilistiques dans la reconnaissance des objets et l'analyse des images.

Habilités acquises : (Ce que les étudiants savent faire)

Établir des rapports entre la perception et l'interprétation visuelle des images par l'être humain et la représentation mathématique, respectivement les méthodes mathématiques fondamentales d'interprétation de l'image digitale

Décrire du point de vue mathématique/numérique les données-image monochromes et couleurs afin de pouvoir les traiter, et mettre en oeuvre ces structures de données-image.

Choisir les meilleures modalités de représentation des images en couleur pour la situation/application pour laquelle on veut mettre en oeuvre un système de vision artificielle.

Identifier, par analyse visuelle manuelle des images acquises, les types de dégradation spécifiques. Mettre en place, dans le module de pré-traitement, les algorithmes appropriés de correction de la dégradation.

Concevoir, au niveau du schéma-bloc et des modules composants, un système complet de vision artificielle, de reconnaissance d'objets. Sélectionner, théoriquement et par voie expérimentale, les algorithmes appropriés à la mise en oeuvre de chaque modèle composant.

Identifier, dans le cadre concret de l'application et en fonction de la spécificité de l'inspection visuelle humaine, les critères de définition de la région d'intérêt, et pour la représentation de la région d'intérêt, les caractéristiques discriminantes les plus appropriées. S'il n'y a pas d'informations de type expert humain, appliquer et mettre en place des algorithmes automatiques d'extraction et de sélection des caractéristiques.

Sélectionner et mettre en oeuvre des méthodes de segmentation de la scène en objets composants par l'analyse du histogramme ; le groupement des pixels.

Choisir la modalité de représenter les objets et mettre en oeuvre des algorithmes de représentation (description) des objets au cas des applications de vision artificielle à base de reconnaissance d'objets.

Concevoir et mettre en place des systèmes de reconnaissance d'objets visuellement représentés, basés sur la ressemblance avec un modèle. Concevoir et mettre en place le module de génération des modèles et les algorithmes de correspondance avec le modèle.

Concevoir et mettre en place des systèmes d'interprétation et de reconnaissance d'images basés sur des classificateurs non supervisés et supervisés. S'il s'agit de classificateurs supervisés, créer les séries de données d'entraînement et de test. Sélectionner les paramètres des classificateurs pour performances optimales de classification et mettre en oeuvre des schémas de classification multiclasse pour des images digitales.

Vérifier et évaluer quantitativement les performances du système de vision artificielle/reconnaissance d'objets sur des données-image artificielles et des données-image réelles.

Savoir-faire acquis : (Les équipements, les instruments dont les étudiants savent se servir)

Connaître et pouvoir utiliser une série de fonctions Matlab destinées à l'analyse des images couleur et au traitement/transformation des espaces de couleur (toolbox-ul ColorLab), pour la mise en oeuvre d'applications spécifiques.

Connaître le mode d'emploi et les fonctions destinées à l'affichage et à la manipulation des images couleur ; la maîtrise de la mise en oeuvre de certaines applications de base de traitement des images couleur en Matlab.

Mise en place software de fonctions Matlab, et leur mise en oeuvre dans des applications destinées à l'amélioration des images monochromes et en couleur, en différents espaces de couleur, avec différents algorithmes.

Connaître, utiliser et intégrer dans les applications pratiques les fonctions de base de Matlab destinées à l'extraction des caractéristiques de type gradient, couleur, texture des images digitales, caractéristiques basées sur des transformations d'images, et des fonctions d'affichage graphique en vue de visualiser les caractéristiques et d'évaluer leur capacité de discrimination entre objets (pour la mise en oeuvre des algorithmes de sélection des caractéristiques)

Connaître et utiliser les fonctions de base Matlab et les fonctions des bibliothèques Matlab accessibles gratuitement pour la mise en place des classificateurs non supervisés et supervisés étudiés pendant les séances de cours et de travaux pratiques, dans des applications de segmentation des images et de reconnaissance des objets par classification.

Maîtriser le mode de développement d'applications en Matlab destinées au traitement et à la segmentation des images en couleur ; à l'analyse des images digitales en couleur afin d'identifier des régions d'intérêt et de reconnaître des objets par classification ; à l'extraction de caractéristiques discriminantes des images digitales en couleur.

Connaissances préalables (Si nécessaire)

Connaissances de base de traitement numérique de l'image
 Connaissances de base sur la théorie du traitement de l'information
 Connaissances de base de programmation

A. Cours (titre des cours + programme d'enseignement)

1	Introduction à l'étude des systèmes de vision artificielle. Concepts fondamentaux, notions préliminaires, applications pratiques des systèmes de vision artificielle	2 heures
2	Vision humaine et vision artificielle. La psycho-physique de la vision humaine. Représentation des images digitales, monochromes et en couleur	2 heures
3	Espaces de couleur : propriétés des espaces de couleur : attributs perceptifs de la couleur ; l'espace des couleurs primaires ; transformations linéaires de l'espace des couleurs primaires ; transformations non linéaires de l'espace des couleurs primaires	2 heures
4	Traitement des images en couleur : modalités générales de traitement des images en couleur; traitements dans l'espace des couleurs primaires ; traitements dans les espaces des couleurs obtenues par transformations linéaires ; traitements dans les espaces des couleurs obtenues par transformations non linéaires ; le choix de l'espace de couleur ; modèles de couleurs	2 heures
5	Structure générale des systèmes de vision artificielle. Localisation des régions d'intérêt. Segmentation des images en couleur	2 heures
6	Extraction des caractéristiques ; types de caractéristiques en images digitales ; algorithmes d'extraction des caractéristiques en images digitales monochromes et en couleur	
7	Sélection des caractéristiques ; algorithmes de sélection des caractéristiques ; méthodes d'évaluation de la qualité et la pertinence des caractéristiques dans les applications de vision artificielle	2 heures
8	Reconnaissance des objets par classification. Classificateurs pour la reconnaissance des objets des images digitales / analyse des images digitales: définition du problème de la classification ; types de classificateurs utilisés dans l'analyse des images digitales	2 heures
9	Classificateurs basés sur la similarité: k-means, fuzzy c-means, k-NN. Applications dans la segmentation des images digitales en couleur dans différents espaces de caractéristiques.	2 heures
10	Classificateurs de probabilité. Règle de Bayes. Le classificateur Bayesian. Applications dans la segmentation des images digitales en couleur et dans la reconnaissance des objets.	2 heures
11	Classificateurs basés sur l'optimisation. Le classificateur LDA. Le critère Fisher d'optimisation dans la classificateur LDA. Applications dans la reconnaissance des objets des images digitales pour différents espaces de caractéristiques.	2 heures
12	Classificateurs binaires machines à vecteurs support (SVM). Le principe de la classification en SVM linéaires. Déduction de l'hyperplan séparateur optimal dans l'espace des caractéristiques. L'étape d'entraînement, l'étape de test (classification) pour la reconnaissance (étiquetage) des objets.	2 heures
13	Classificateurs binaires machines à vecteurs support (SVM). Le principe de la classification en SVM non linéaires. Les fonctions kernel. Classificateurs binaires SVM à sortie probabiliste. Exemples d'applications.	2 heures
14	Stratégies d'entraînement des classificateurs supervisés pour les applications de reconnaissance des objets dans les images digitales. Espaces de caractéristiques „communes” pour la reconnaissance des objets représentés	2 heures

	visuellement. Schémas de classificateurs multiclasse utilisés dans la reconnaissance des objets pour l'analyse des images.	
--	--	--

B1. Applications – Travaux pratiques et dirigés (liste des travaux, thèmes des travaux dirigés, thème du projet)		
1	Présentation des séances de travaux pratiques. Regles de securite du travail	2 heures
2	Représentation des images monochromes et en couleur. L'amélioration des images monochromes : augmentation du contraste; egalisation d'histogramme.	2 heures
3	Analyse de l'effet du spectre de la source d'éclairage sur la couleur en scènes digitales. Les attributs perceptifs de la couleur et l'effet de leur modification sur l'aspect des images digitales en couleur. Examen de la représentation des images digitales en couleur dans différents espaces de couleur.	2 heures
4	Stratégies de traitement des images en couleur. L'amélioration du contraste des images en couleur dans différents espaces de couleur.	2 heures
5	Ségmentation des images basée sur la couleur – méthodes basées sur l'analyse des histogrammes 1-D dans différents espaces de couleur ; comparaison avec la segmentation basée sur l'analyse de l'histogramme luminance.	2 heures
6	Ségmentation des images en couleur selon le groupement des pixels d'après différentes caractéristiques ; luminance ; couleur ; texture locale, en utilisant des classificateurs non supervisés k-means et fuzzy c-means.	2 heures
7	Extraction et sélection des caractéristiques – application pour la reconnaissance des objets basée sur la forme.	2 heures
8	Reconnaissance des objets d'après la forme en utilisant des caractéristiques de type moments statistiques et le classificateur k-NN.	2 heures
9	Reconnaissance des objets par l'analyse de la similitude avec un patron (modèle) en images monochromes et en couleur. Application pour la reconnaissance des yeux dans les images faciales.	2 heures
10	Ségmentation des images en tant que problème de classification des pixels d'après la couleur en utilisant la règle de Bayes et classificateur Bayesian. Application dans la détection des visages par l'identification des régions de peau.	2 heures
11	Reconnaissance des objets des images digitales en couleur monoobjet, sans extraction et sélection des caractéristiques, en utilisant le classificateur LDA. Entraînement et test. Évaluation des performances de classification pour divers paquets d'entraînement.	2 heures
12	Reconnaissance des objets des images digitales en couleur monoobjet, sans extraction et sélection des caractéristiques, en utilisant le classificateur SVM linéaires et non linéaires. Évaluation des performances de classification pour divers paquets d'entraînement. Comparaison des performances de classification avec celles du classificateur LDA.	2 heures
13	Conception et mise en oeuvre d'une application de reconnaissance des objets de différents types en utilisant les classificateurs SVM à sortie probabiliste. Application à l'analyse des images en couleur : décomposition de l'image en régions ; classification des régions ; localisation des régions d'intérêt sur l'image analysée.	2 heures
14	Débat récapitulatif ; révision et éventuelles reprises de travaux pratiques	2 heures
B2. Salle de laboratoire Laboratoire PNI/Salle 509, no.2, ét.5, rue Observator		

C. Étude individuelle (thèmes des ouvrages bibliographiques, ouvrges de synthèse, projets, applications, etc.)	
1.	Espaces de couleur ; perception de la couleur dans le sytème visuel humain
2.	Concepts récents et tendances actuelles dans le traitement et l'analyse des images en couleur – perspective d'ensemble sur la problématique
3.	L'utilité des transformations cosinus discrète et Karhunen Loeve dans la génération des

espaces de caractéristiques pour l'analyse des images digitales. Analyse des principales composantes (PCA)						
4. Descripteurs de forme des objets des images digitales (régénératifs et non régénératifs) : caractéristiques géométriques ; moments statistiques ; descripteurs de contour.						
5. Systèmes d'analyse des images pour des applications industrielles utilisant la théorie des ensembles fuzzy et des systèmes à logique fuzzy						
6. Reconnaissance statistique des objets. Le problème de la reconnaissance des objets des images digitales formulé du point de vue statistique.						
7. Classificateurs SVM – fondements théoriques, applications dans l'analyse et l'interprétation des images.						
Structure de l'étude individuelle	Étude des thèmes du cours	Travaux pratiques, de laboratoire, projets	Préparer les travaux	Temps affecté aux examens	Étude de la bibliographie supplémentaire	Total heures d'étude individuelle
Nr. ore	14	-	14	3	53	74

Bibliographie – 5 (nombre des titres accessibles à la bibliothèque de l'UTC-N) Mihaela Gordan, <i>Sisteme de analiză a imaginilor digitale folosind clasificatoare mașini cu vectori suport</i> , Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2006 A. Vlaicu, <i>Prelucrarea numerică a imaginilor</i> , Editura Albastră, Cluj-Napoca, 1997 Milan Sonka, V. Hlavac, R. Boyle, <i>Image Processing, Analysis, and Machine Vision (3rd Edition)</i> , Thomson Learning, Apr 2007 Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, <i>Digital Image Processing (3rd Edition)</i> , Prentice Hall, 2008 S. E. Umbaugh, <i>Computer Imaging: Digital Image Analysis and Processing</i> , CRC Press, Boca Raton, FL, 2005 R. O. Duda, P. E. Hart, D. G. Stork, <i>Pattern Classification</i> , 2nd ed., John Wiley & Sons, N.Y., 2001

Evaluation	
Mode d'évaluation	L'examen écrit (2 heures) consiste en la vérification des connaissances par la solution de problèmes ainsi qu'en une partie théorique (questions)
Composantes de la note finale	Examen (note E); Laboratoire (note L); Matériel de synthèse (note MS);
Formule de calcul de la note finale	$N=0,7E+0,15L+0,15MS$; Condition d'obtention des crédits: $N>5$; $E>5$; $L>5$; $MS>5$

Titulaire de l'enseignement
(titre, prénom et nom)

Conf. dr. ing. Mihaela Gordan