

Intitulé de l'Unité d'Enseignement (UE) : Traitement des images**Responsable de l'UE :** Xavier Clady (xavier.clady@sorbonne-universite.fr)**Code UE :** UM4RBI23-Image**Volumes horaires / étu :** 14h Cours, h TD, 16h TP**Nombre de crédits de l'UE/EC :** 3 ECTS

Parcours-type :	- E3A :	☐ CIMES	☐ Syscom	☐ IPS
	- AR :	☐ ROBOT	☒ SI	☐ MeDH
	- MECA :	☐ MS2	☐ MF2A	☐ CompMech
		☐ ACOU	☐ EE	☐ EE APP

Semestre où l'enseignement est proposé : ☐ S1 ☒ S2 ☐ S3 ☐ S4**Langue d'enseignement :** ☒ Français ☐ Anglais**Public concerné :** ☒ Département SDI ☐ Autre (préciser) :**Localisation :** ☒ Campus PMC ☐ Autre (préciser) :

Thématique

A l'instar de l'IA, la vision par ordinateur connaît un essor important comme un instrument de perception, de création et de mesure, intégrée de plus en plus dans notre quotidien (visiophonie, objets intelligents, etc). Ainsi en complémentarité aux UE de traitement d'images, d'apprentissage automatique et de reconnaissance des formes, cette UE a pour objectif d'initier les étudiants à la physique et aux modélisations photométrique, colorimétrique et géométrique des capteurs de vision, ainsi qu'à l'estimation de leurs paramètres. Des mises en oeuvres dans des cas applicatifs pourvoient une expérience concrète de ces modèles, de leurs outils associés et de quelques unes de leurs applications potentielles. A l'issue de cet enseignement, couplé avec ceux en IA, les étudiants seront familiarisés avec les connaissances théoriques et les compétences techniques clefs qui leur permettront d'évoluer en des ingénieurs polyvalents, capables de concevoir des dispositifs expérimentaux complets, ie. du capteur aux applications présentes et futures dans le domaine de la vision.

Mots-clés : Formation des images, espaces couleur, éléments technologiques des caméras industrielles (technologies, temps exposition, résolution, optique, focale et ouverture, distorsion, etc), géométrie pour la vision (algèbre linéaire, DLT, résolution de système par SVD, modèle pinhole, calibration, géométrie projective, affinité, homographie, etc), détection de points d'intérêts (Harris-Stephen, DLOG, FAST, etc), descripteurs locaux (patches, SIFT, Hog, ORB, DISK, etc), appariement et notions associées (distances, SAD/SSD/Lowe, précision, robustesse, outliers, aliasing, RANSAC, etc), apports de l'apprentissage profond pour la détection, la description et l'appariement de points d'intérêt.

Prérequis

Afin de suivre cette UE, doivent être acquis précédemment :

- Mathématiques : représentation matricielle des données, équations matricielles, géométrie, trigonométrie, statistique (matrice de covariance, histogramme, etc)
- Traitement des images : gradient, convolution, filtres, filtres de Gabor, contour/région, histogramme,
- Reconnaissance des formes : kNN, applications en vision par ordinateur (détection d'objets, classification d'objets, catégorisation d'images, etc),
- Machine learning : apprentissage automatique, apprentissage profond.
- Programmation Python (algorithmes de base)
- (souhaitable) Bibliothèques Python de traitement d'images (Pillow - extension de Python Imaging Library (PIL), OpenCV, scikit-image)

Acquis d'apprentissage visés (AAV)

À l'issue de cette UE, les étudiantes ou étudiants seront capables de :

1. Découverte Conception : capteur de vision, et ses caractéristiques principales : technologies,

focale, résolution/dénomination, taille du capteur, gain/offset, focus, sensibilité/réponse spectrale/correction gamma, etc ; Capacité à établir un cahier de charges matériel ;

2. Conception : Mise en oeuvre de caméras industrielles dans un dispositif expérimental (étalonnage couleur, balance des blancs, calibration, analyse spectrale)
3. Analyse : Analyser un problème de traitement d'images : définir les spécifications d'un algorithme adapté à la tâche, aux données et aux contraintes matérielles
4. Mise en oeuvre : Réaliser le traitement défini dans la phase de conception pour optimiser les paramètres et les méta-paramètres d'un algorithme.
5. Evaluation : Elaborer un protocole expérimental adéquat pour une analyse des performances d'un algorithme de traitement d'images ; établissement d'une vérité terrain automatisée.
6. Appliquer : Utiliser les modèles et les outils de géométrie pour la vision dans une application concrète.

Séquencement et modalités de l'enseignement (indicatif)

Semaine	C/TD/TP	Contenu	Préparation	AAV associé(s)
S1	C1 / C2	Formation des images	Prerequis 1	AAV 1 et 2
S2	C3 / C4	Espaces couleur, éléments technologiques des caméras	Prerequis 1	AAV 1 et 2
S3	C5 / C6	Géométrie pour la vision : éléments mathématiques, modèle d'une caméra et calibration, géométrie du plan et applications.	Prerequis 1, 4	AAV 6
S4	C7 / C8	Points d'intérêts (détection, description et appariement, méthodes conventionnelles et par apprentissage profond)	Prerequis 1, 4	AAV 6
S5	TP1	Etude du fonctionnement d'une caméra industrielle	Tous les prérequis	AAV 2 à 6
S6	TP2	Mise en oeuvre d'un banc de test pour des algorithmes de traitement d'images		AAV 2 à 6
S7	TP3	Mise en oeuvre des modèles et des outils de géométrie pour la vision dans une application (1/2)		AAV 2 à 6
S8	TP4	Mise en oeuvre des modèles et des outils de géométrie pour la vision dans une application (2/2)		AAV 2 à 6

Déroulement de l'UE

L'UE se déroule en 2 séquences successives :

- Séquence 1 : l'ensemble des notions théoriques, techniques et technologiques sont vues en CM (de 1h45), puis
- Séquence 2 : mise en oeuvre dans une série de 4 TP (de 4h)

Modalités d'évaluation des acquis d'apprentissage (1ère session)

Semaine	Indiv/collectif	Présentiel/distanciel	Type d'examen	AAV évalué(s)	Barème %
S6	Individuel	Présentiel	Quiz	AAV1,2 et 6	30 %
S6-11	Individuel	Présentiel	TP	AAV2-6	30 %
S12	Individuel	Présentiel	Écrit	AAV1-6	40 %

2nde session

Session	Indiv/collectif	Présentiel/distanciel	Type d'examen	AAV évalué(s)	Barème %
2	Individuel	Présentiel	Écrit		70 %
1	Individuel	Présentiel	TP	AAV2-6	30 %

Références bibliographiques

- C. Demant, B. Streicher-Abel, C. Garnica, Industrial Image Processing - Visual Quality Control in Manufacturing, 2nd Edition, 2013
- A. Hornberg, Handbook of Machine Vision, Wiley, VHC-Verlga, Weinheim, 2006
- N. Vandenbroucke, Système de vision industrielle, Techniques de l'Ingénieur, S7799, 2015
- A Trémeau, C. Fernandez-Maloigne, Image Numérique Couleur de l'acquisition au traitement, Dunod, 2004

— Richard Hartley, Andrew Zisserman, Multiple View Geometry in Computer Vision 2nd edition, 2004