Département des Masters de Sciences de l'Ingénieur
Mention Automatique, Robotique

Intitulé de l'Unité d'Enseignement (UE) : Traitement avancé des images

Responsable de l'UE : Islem Ben Doudou (islem.ben$_d$oudou@$sorbonne - universite.fr$)
Code UE : UM5RBI20
Volumes horaires / étu : 12 h Cours, 16 h TP
Nombre de crédits de l'UE/EC : 3 ECTS
Parcours-type : ☐ ROBOT ☒ SI ☐ MeDH
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
"L'UE ""Traitement avancé des images"" est dédiée à l'analyse et à l'interprétation des images numériques, au cœur de la vision par ordinateur. Elle a pour objectif de fournir aux étudiants des méthodes avancées pour le traitement d'images complexes et l'extraction d'informations pertinentes. Les approches d'IA sont utilisées comme outils complémentaires pour renforcer ces traitements. Le programme couvre principalement la segmentation d'images 2D et 3D (U-Net, Mask R-CNN), la détection et le suivi d'objets dans des images et vidéos (YOLO, tracking), ainsi que les techniques de prétraitement, d'augmentation et d'adaptation de modèles à différents types d'images. Une initiation à l'analyse et à la présentation d'articles scientifiques récents est également proposée, accompagnée de travaux pratiques sur données réelles. À l'issue de cette UEt et des enseignements en IA, les étudiants seront capables de concevoir et mettre en œuvre des méthodes avancées pour le traitement et l'analyse d'images, et de les appliquer à des problématiques concrètes en vision par ordinateur, imagerie et systèmes de perception visuelle."
Mots-clés : Segmentation (U-net, Mask R-CNN), Détection et suivi des objets (YOLO, tracking), Transfer Learning, Adaptation de domaine, Augmentation des données, Prétraitement d'images, Vision par ordinateur, Convolution, Images 2D/3D, Métriques d'évaluation (ROC, F1-score, ...), Lecture d'articles scientifiques.

Prérequis
Afin de suivre cette UE, doivent être acquis précédemment :
- Connaissances en mathématiques, notamment en analyse et en probabilités
- Bases en statistiques, incluant la compréhension et l'utilisation des histogrammes
- Notions de base en algèbre linéaire (vecteurs, matrices, opérations matricielles)
- Bases en programmation Python et manipulation de données
- Bases de traitement d'images (filtrage, convolution, histogrammes)
- Des notions sur l'évaluation des modèles (accuracy, F1-score et autres métriques classiques).

Acquis d'apprentissage visés (AAV)
À l'issue de cette UE, les étudiantes ou étudiants seront capables de :
1. Analyser et représenter des images numériques complexes en 2D et 3D.
2. Mettre en œuvre des méthodes de segmentation d'images (U-Net, Mask R-CNN).
3. Appliquer des techniques de détection et de suivi d'objets dans des images et des vidéos (YOLO, tracking).
4. Utiliser des techniques de prétraitement et d'augmentation de données pour améliorer les performances des modèles.
5. Adapter des modèles existants à de nouveaux contextes via le transfer learning et l'adaptation de domaine.
6. Implémenter des pipelines de traitement d'images à partir de données réelles.

7. Analyser, critiquer et présenter des articles scientifiques en traitement d'images
8. Évaluer les performances de méthodes de traitement d'images selon des critères pertinents.
9. Comparer et analyser différentes méthodes de traitement d'images

Séquencement et modalités de l'enseignement (indicatif)

Semaine	C/TD/TP	Contenu	Préparation	AAV associé(s)
S1	C1	Segmentation avancée (2D/3D, U-Net, Mask R-CNN)	Révision des bases du traitement d'images (convolution, filtrage) et algèbre linéaire (Prérequis 3,5). Prise en main des bibliothèques Python (Prérequis 4,9).	
S2	C2 / TP1	Détection d'objets : principes, YOLO et approches modernes de détection/ TP : Segmentation avancée et applications sur données réelles (optimisation, métriques de segmentation)	Relecture des notions de métriques (Prérequis 6). Mise en pratique des méthodes vues en C1.	AAV2-4, AAV8
S3	C2 / TP1	Détection d'objets : principes, YOLO et approches modernes de détection/ TP : Segmentation avancée et applications sur données réelles (optimisation, métriques de segmentation)	Relecture des notions de métriques (Prérequis 6). Mise en pratique des méthodes vues en C1.	AAV2-4, AAV8
S4	C3	Tracking et analyse de vidéos	Compréhension des bases de détection (C2). Révision des notions de représentation temporelle et manipulation de séquences d'images.	AAV3, AAV6, AAV9
S5	C4 / TP2	Adaptation de domaine et transfert learning appliqués aux images/ TP : : suivi d'objets, pipelines complets détection + tracking	Connaissances de base en apprentissage automatique (Prérequis 8). Préparation de datasets simples. Travail en groupe pour implémentation.	AAV5-6
S6	C5	Augmentation des données et prétraitement avancé	Révision des histogrammes et statistiques (Prérequis 2). Expérimentation sur différentes techniques d'augmentation.	AAV4, AAV8, AAV9
S7	C6 / TP3	Analyse et lecture d'articles scientifiques en traitement d'images / Projet : Lecture et analyse d'un article en segmentation, détection, augmentation de données ou transfer learning, avec préparation d'une implémentation et d'une présentation. Le projet prolonge les TP1 et TP2 en réutilisant les méthodes déjà étudiées.	Lecture préalable d'un article scientifique. Identification des contributions, méthodes et résultats. Préparation du projet	AAV6-9
S8	TP4	Soutenance de projet : présentation finale et discussion	Finalisation du projet en groupe. Présentation orale et discussion,	AAV6-9

Déroulement de l'UE
L'UE se déroule en 4 séquences successives :

Séquence 1 : segmentation d'images et architectures avancées
(C1-2 + TP1 + Quiz)
Séquence 2 : détection et suivi d'objets dans les images et vidéos

(C3 + TP2 + Quiz)
Séquence 3 : pipelines avancés en traitement des images
(C4-5 + TP3)
Transfer learning, adaptation de domaine et augmentation des données
Séquence 4 : analyse scientifique et mise en pratique avancée
(C6 + TP4 (projet))

Projet : Les étudiants réalisent un projet portant sur une problématique de segmentation, détection d'objets ou conception d'un pipeline complet de traitement d'images.
Ce projet comprend une recherche bibliographique (état de l'art), une implémentation pratique et une analyse des résultats obtenus. Il s'inscrit dans la continuité des algorithmes déjà implémentés lors des TP1 à TP3.
Le travail est réalisé en trinôme et donne lieu à une présentation orale, qui constitue un élément central de l'évaluation.

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

Semaine	Indiv/collectif	Présentiel/distanciel	Type d'examen	AAV évalué(s)	Barème %
S4	Individuel	Distanciel	Quiz	AAV 1 à 3	10 %
S7	Individuel	Présentiel	TP	AAV 1 à 9	40 %
S10	Individuel	Présentiel	Écrit	AAV 1-9	50 %

2nde session

Session	Indiv/collectif	Présentiel/distanciel	Type d'examen	AAV évalué(s)	Barème %

Références bibliographiques

— Gonzalez, R. C., Woods, R. E. Digital Image Processing, 4th Edition, Pearson, 2018
— Szeliski, R. Computer Vision : Algorithms and Applications, 2010
— Ronneberger, O., Fischer, P., Brox, T. U-Net : Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation, MICCAI 2015
— Rajalingappaa Shanmugamani, Deep Learning for Computer Vision : Expert Techniques, 2018
— David A. Forsyth, Jean Ponce, Compputer Vision : A modern Approach, 2011

Date de génération de la fiche d'UE : 6 octobre 2026