

MINI-PROJETS MASTER 2 IA2S 2025-2026



Sujet 1. Extraction et Modélisation des Asymétries Cinématiques de la Marche Post-AVC pour la Classification du Côté Parétique

Ce mini-projet vise à développer un modèle d'apprentissage supervisé capable d'identifier le côté parétique chez des participants post-AVC à partir de l'asymétrie spatio-temporelle de la marche. Les données, issues de sept centrales inertielles placées sur le bassin, les cuisses, les tibias et les pieds, seront prétraitées pour extraire des paramètres cinématiques clés (FG, FH, EH, vitesse et longueur de pas). Des caractéristiques d'asymétrie entre les côtés gauche et droit seront calculées et utilisées pour entraîner un modèle de classification binaire, tel qu'un Random Forest ou un CNN-1D. L'objectif est de vérifier la pertinence des features extraites et de confirmer que les données capturent bien les déficiences motrices post-AVC.

Contact : S. Mohammed samer.mohammed@u-pec.fr

Sujet 2. Prédiction de la Trajectoire de Récupération Fonctionnelle (Modèle de Régression)

Ce mini-projet vise à développer un modèle de régression capable de prédire l'évolution fonctionnelle des patients post-AVC, en se basant sur les caractéristiques cinématiques et cliniques mesurées à J14. Les paramètres cibles incluent la vitesse de marche (V), la longueur du pas (LP) et l'angle de flexion du genou (FG), tandis que les variables d'entrée combinent les mesures articulaires et spatio-temporelles (FG, FH, EH, V, LP, cadence) ainsi que le statut d'inclusion dans le programme CAG. L'objectif est d'estimer la différence entre J56 et J14 afin de quantifier la trajectoire de récupération, et d'évaluer l'impact du programme CAG sur la récupération fonctionnelle, en exploitant pleinement la dimension longitudinale du jeu de données.

Contact : S. Mohammed samer.mohammed@u-pec.fr



Sujet 3. Segmentation Automatique des Événements du Cycle de Marche par Réseaux de Neurones Récurrents (RNN)

Ce mini-projet vise à développer un modèle d'apprentissage profond capable de déetecter en temps réel les phases du cycle de marche (stance / swing) et les événements clés (Initial Contact – IC et Toe-Off – TO) à partir des signaux bruts des centrales inertielles (IMUs). Les données temporelles seront prétraitées pour créer des fenêtres normalisées et standardisées, tandis que le modèle, basé sur des architectures séquentielles telles que LSTM ou CNN-1D, apprendra à classifier les phases ou à détecter les instants précis des événements. La performance sera évaluée avec un protocole Leave-One-Subject-Out et comparée aux méthodes classiques basées sur le facteur de manœuvre, afin de fournir une segmentation plus robuste, notamment en cas de marche anormale, et d'intégrer une chaîne de traitement entièrement automatisée pour les analyses futures.

Contact : S. Mohammed samer.mohammed@u-pec.fr



Sujet 4. Classifieur Séquentiel de Modes de Locomotion avec Post-Filtrage Temporel Basé sur les Contraintes de Transition

Ce mini-projet vise à développer un système hybride combinant un classifieur séquentiel de Deep Learning (LSTM ou CNN-LSTM-ED) et un module de post-traitement symbolique pour assurer la cohérence temporelle des prédictions des modes de marche (LW, SA, SD, RA, RD). Le classifieur analysera les caractéristiques cinématiques prétraitées pour identifier en temps réel le mode de locomotion, tandis que le module de correction, inspiré d'une machine à états finis, filtrera les transitions incohérentes selon des règles temporelles strictes. L'efficacité du système sera évaluée en termes de réduction des retards de transition et des fausses classifications, offrant ainsi une méthode plus robuste et sûre pour le contrôle des orthèses et exosquelettes.

Contact : S. Mohammed samer.mohammed@u-pec.fr



Sujet 5. Analyse de la Représentation Latente et Identification des Caractéristiques Cinématiques Critiques pour la Reconnaissance des Modes de Marche

Ce mini-projet vise à explorer l'espace latent des caractéristiques cinématiques et à identifier les descripteurs les plus discriminants pour la classification des cinq modes de locomotion (LW, SA, SD, RA, RD). Les six features prétraitées (déplacements horizontaux et verticaux, vitesses horizontales et verticales, angles d'inclinaison des pieds) seront analysées à l'aide de méthodes de réduction de dimensionnalité linéaires (PCA) et non-linéaires (t-SNE ou UMAP) afin de visualiser la structure des classes et la séparation des modes cinématiquement proches. L'importance des features sera quantifiée pour déterminer les descripteurs critiques et éventuellement simplifier l'ensemble de caractéristiques, tout en maintenant la performance de classification. Cette approche contribue à l'interprétabilité clinique et à l'optimisation des systèmes embarqués pour la reconnaissance automatique des modes de marche.

Contact : S. Mohammed samer.mohammed@u-pec.fr



Sujet 6 : Apprentissage Continu pour la Reconnaissance Intelligente et Adaptative d'Activités Humaines

L'objectif de ce projet consistera à explorer des approches d'apprentissage continu et d'adaptation dynamique de modèles de machine learning, notamment via des techniques telles que le fine-tuning, les modèles à mémoire externe, ou les modèles adaptatifs pré-entraînés (comme les modèles fondation). L'enjeu est de permettre à un modèle initialement entraîné d'évoluer en continu face à des situations inconnues, qu'il s'agisse de nouveaux porteurs, de nouvelles activités, ou de changements contextuels, sans nécessiter de réentraînement complet ni perte de performance sur les anciennes connaissances (éviter le catastrophique forgetting).

Mots clés : Apprentissage continu, Reconnaissance d'activités humaines, Apprentissage en ligne, Apprentissage incrémental, Apprentissage profond pour l'analyse d'activités, Apprentissage par renforcement

Contact : F. Attal, ferhat.attal@u-pec.fr



Sujet 7 : Apprentissage machine pour l'aide au diagnostic de la maladie de Parkinson

L'objectif de ce projet est de concevoir un système intelligent basé sur des techniques d'apprentissage profond pour discriminer les sujets atteints de la maladie de Parkinson de sujets sains. Le travail s'appuiera à la fois sur des données de marche collectées en milieu clinique et sur des données accélérométriques issues de capteurs portés par les participants. Ces signaux permettront de modéliser avec précision les caractéristiques spatio-temporelles du mouvement. Le stage consistera à explorer et comparer différentes architectures de deep learning adaptées à l'analyse de signaux temporels (telles que les réseaux neuronaux convolutifs 1D/3D, les modèles récurrents ou les Transformers temporels), afin d'optimiser la performance du système de classification. À terme, ce projet contribuera au développement d'outils fiables pour la détection précoce et le suivi clinique de la maladie de Parkinson.

Mots clés : Diagnostic assisté par IA, Classification de courbes, Modélisation des courbes, Classification temporelle, Apprentissage non supervisé

Contact : F. Attal, ferhat.attal@u-pec.fr



Sujet 8 : Détection de micro-expressions faciales par apprentissage profond multimodal et calibration adaptative

L'objectif de ce projet est d'explorer des méthodes modernes de deep learning (modèles spatio-temporels, attention multi-niveaux, réseaux 3D-CNN ou Transformers temporels), combinées à des techniques de calibration de la confiance (e.g. temperature scaling, Dirichlet calibration, trust calibration) pour améliorer la fiabilité des prédictions, en particulier dans les cas ambigus.

Mots clés : Deep learning, modèles spatio-temporels, Transformers temporels, calibration de la confiance, fiabilité des prédictions, incertitude des modèles.

Contact : F. Attal, ferhat.attal@u-pec.fr



Sujet 9 : Développement d'un système de reconnaissance d'objets et de planification de saisie automatisée par un robot manipulateur (Tiago) à l'aide de l'apprentissage profond en vision artificielle.

L'objectif principal de ce projet est de concevoir et développer un système complet permettant au robot mobile manipulateur TIAGO de reconnaître automatiquement des objets et de planifier leur saisie à l'aide de techniques d'apprentissage profond en vision artificielle. Le stagiaire devra dans un premier temps réaliser une recherche bibliographique sur les approches récentes de détection d'objets et de préhension robotique assistée par apprentissage, notamment via des modèles tels que YOLO, DETR ou GraspNet. Il s'agira ensuite d'implémenter un pipeline de perception capable d'identifier et de localiser des objets en temps réel à partir de données issues des capteurs du robot.

Mots clés : Reconnaissance d'objets, Planification de saisie automatisée, Apprentissage profond, Systèmes robotiques autonomes, Détection et localisation d'objets, Planification de trajectoires, Interaction robot-objet

Contact : F. Attal, ferhat.attal@u-pec.fr



Sujet 10 : IA générative avec raisonnement argumentatif

Ce projet porte sur l'intégration de l'apprentissage par renforcement ou de l'apprentissage actif avec des modèles génératifs et un système de raisonnement argumentatif, afin de concevoir un système GraphRAG agentique auto-apprenant capable d'effectuer un raisonnement structuré multi-étapes et de produire des réponses argumentées. L'objectif est d'entraîner conjointement des agents de recherche (retrieval), de raisonnement (reasoner) et de vérification (verifyer) à l'aide de récompenses codant la qualité argumentative (ancrage factuel, cohérence logique, gestion des contre-arguments). Le raisonnement argumentatif est exploité pour extraire et évaluer des structures argumentatives, ainsi que pour sélectionner les composantes d'arguments servant d'objectifs ou de signaux de récompense lors de l'entraînement et de la vérification du raisonnement argumentatif dans les LLMs.

Contact : A. Chibani, achibani@gmail.com, chibani@u-pec.fr



Sujet 11 : IA générative avec modèles de diffusion, LLM et GraphRAG pour le raisonnement et le questionnement visuel médical.

Ce projet vise à étudier la faisabilité d'une architecture d'IA générative combinant modèles de diffusion, LLM et GraphRAG pour le raisonnement et le questionnement visuel médical. Les modèles de diffusion seront utilisés pour la génération, le débruitage et la reconstruction d'images médicales, tandis que le GraphRAG exploitera les mécanismes de raisonnement Chain-of-Thought (CoT) et Tree-of-Thought (ToT) pour améliorer la cohérence des réponses. L'objectif est de réduire les hallucinations, d'ancrez les réponses sur des faits vérifiables et de permettre un raisonnement médical multimodal. Ce travail consistera principalement à adapter et évaluer les approches existantes issues de la littérature sur des cas d'usage en radiologie et en pathologie.

Contact : A. Chibani, achibani@gmail.com, chibani@u-pec.fr



Sujet 12 : Architectures d'IA générative avec apprentissage par renforcement et modèles de diffusion pour améliorer la planification en environnements partiellement connus.

Les modèles génératifs de type LLM se sont imposés comme des outils efficaces pour la génération de plans complexes et l'extraction de connaissances symboliques dans des langages tels que le PDDL. Ce projet, mené dans le cadre européen OLGA avec plusieurs aéroports, vise à explorer les architectures d'IA générative combinant apprentissage par renforcement, apprentissage continu et modèles de diffusion pour améliorer la replanification dans des environnements partiellement connus. L'étude portera sur les approches récentes, notamment les planificateurs basés sur les LLMs et les planificateurs de diffusion, afin d'analyser leur capacité à générer, ajuster et réutiliser des plans après un événement bloquant. Une mise en œuvre illustrant l'usage de modèles de diffusion conditionnels pour la génération de trajectoires sera envisagée.

Contact : A. Chibani, achibani@gmail.com, chibani@u-pec.fr



Sujet 13 : Architecture d'IA générative pour la cybersécurité : génération de données et apprentissage adaptatif avec modèles de diffusion, LLM et GNN pour la détection d'attaques complexes.

Face à la montée rapide des cybermenaces, les systèmes de détection traditionnels peinent à suivre la complexité croissante des attaques. Ce projet vise à concevoir une architecture d'IA générative combinant génération de données, apprentissage continu et actif à l'aide de LLM, modèles de diffusion et GNN. L'objectif est de développer des modèles capables de catégoriser les sources, détecter les flux réseau malveillants et identifier les attaques en cours, en mettant l'accent sur les cyberattaques multi-sauts. Le projet inclura une étude de l'état de l'art, ainsi que la mise en œuvre, le test et l'évaluation de ces approches sur des données réelles issues de la plateforme GNSS.

Contact : A. Chibani, a.chibani@gmail.com, a.chibani@u-pec.fr



Sujet 14 : Etude de la faisabilité des processus de Hawkes dans le diagnostic de la maladie de Parkinson

Ce projet explore l'utilisation des processus de Hawkes, modèles probabilistes auto-excitateurs, pour analyser la dynamique temporelle de la marche chez des sujets atteints de la maladie de Parkinson. À partir de séries temporelles de forces de réaction au sol, les événements moteurs sont modélisés comme des points temporels dont chaque occurrence influence les suivantes. L'estimation des paramètres (intensité de base, auto-excitation, interaction gauche-droite, etc.) permet d'obtenir des indicateurs de coordination et de régularité locomotrice, ensuite utilisés pour classifier les sujets (sains vs parkinsoniens) à l'aide de modèles supervisés tels que SVM, Random Forest, XGBoost, LSTM ou Temporal Fusion Transformer.

Contact : Y. Amirat, y.amirat@u-pec.fr



Sujet 15 : Classification de sujets sains et parkinsoniens à partir de séries temporelles de forces de réaction au sol à l'aide du Quantum Machine Learning

Le projet vise à étudier les principes et les modèles du Quantum Machine Learning (QML), puis à évaluer leur faisabilité pour la classification de sujets sains et parkinsoniens à partir de séries temporelles de données de marche. Les caractéristiques extraites de ces signaux seront encodées dans des circuits quantiques variationnels afin de capturer les corrélations complexes entre cycles locomoteurs. D'autres modalités pourront également être explorées. Des modèles tels que le Quantum Neural Network (QNN) et le Quantum SVM (QSVM) seront comparés à des approches classiques (SVM, Random Forest, Temporal Fusion Transformer) afin d'évaluer les gains en précision, robustesse et généralisation dans l'analyse biomécanique de la marche.

Contact : Y. Amirat, y.amirat@u-pec.fr



Sujet 16 : Reconnaissance et anticipation d'activités humaines par transformers

Le projet vise à étudier et à évaluer les modèles Transformers récents les plus adaptés à la reconnaissance et à l'anticipation d'activités humaines en temps réel. Les travaux porteront sur l'implémentation et la comparaison de modèles tels que HyperAttention ou Informer, appliqués à

différents jeux de données d'activités, afin d'analyser leurs performances en termes de précision, de rapidité et de capacité de généralisation.

Contact : Y. Amirat, amirat@u-pec.fr



Sujet 17 : Reconnaissance des modes de marche et des transitions d'activités par transformers

Le projet vise à étudier et à évaluer les modèles Transformers récents les plus adaptés à la reconnaissance en temps réel des modes de marche et des transitions d'activités humaines. Des modèles tels que PatchTST et Time-FewShot Transformer seront implémentés et comparés sur différents jeux de données d'activités, afin d'analyser leurs performances en termes de précision, de robustesse et de rapidité d'inférence.

Contact : Y. Amirat, amirat@u-pec.fr



Sujet 18 : Méthode d'IA explicable pour mieux évaluer les modèles génératifs de segmentation et de classification d'images.

La segmentation et la classification d'images à l'aide de modèles génératifs pré-entraînés (comme Stable Diffusion ou CLIP) constituent une avancée majeure pour la vision cognitive et médicale. Grâce à leur apprentissage sur d'immenses jeux de données, ces modèles offrent de bonnes performances avec peu d'annotations, mais restent sensibles aux biais visuels et aux variations de qualité des images, notamment médicales. De plus, leur entraînement et leur utilisation exigent des ressources importantes. Les méthodes d'évaluation actuelles (Dice, IoU, Hausdorff) présentent des limites en termes de cohérence et d'interprétabilité. Ce projet propose une approche d'évaluation fondée sur l'IA explicable, intégrant des critères interprétables comme l'alignement des contours, la cohérence structurelle et les caractéristiques volumétriques, appliquée aux images médicales et à des scènes complexes.

Contact : A. Chibani, achibani@gmail.com, chibani@u-pec.fr