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

Intitulé de l'Unité d'Enseignement (UE) : Commande des robots en interaction physique avec l'Humain

Responsable de l'UE : Mahdi Khoramshahi ()
Code UE :
Volumes horaires / étu : 12 h Cours, 2 h TD, 4 h TP
Nombre de crédits de l'UE/EC : 3 ECTS
Parcours-type : ☒ ROBOT (option) ☐ SI ☒ MeDH (option)
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
Robotique collaborative et interaction physique Homme–Robot (pHRI), contrôle compliant, autonomie partagée et robotique centrée utilisateur.
Mots-clés : pHRI, impedance control, admittance control, shared control, shared autonomy, intention detection, collaborative robotics, human-aware planning, compliance, cobotics

Prérequis
Afin de suivre cette UE, doivent être acquis précédemment :
- Modélisation et dynamique des robots manipulateurs
- Commande des systèmes robotiques (joint space task space control)
- Bases en algèbre linéaire et systèmes dynamiques
- Notions de stabilité (Lyapunov)
- Programmation (Python / MATLAB)
- Notions de base en planification de mouvement (optionnel)

Acquis d'apprentissage visés (AAV)
À l'issue de cette UE, les étudiantes ou étudiants seront capables de :
1. Comprendre les enjeux et applications de l'interaction physique Homme–Robot
2. Identifier les contraintes de sécurité en robotique collaborative
3. Modéliser les interactions physiques entre humain et robot
4. Concevoir un contrôleur en impédance
5. Concevoir un contrôleur en admittance
6. Analyser la stabilité et la passivité des systèmes en interaction physique
7. Implémenter une architecture de contrôle partagé
8. Comprendre et comparer différentes stratégies de détection d'intention
9. Intégrer des mécanismes d'adaptation dans le contrôle robotique
10. Analyser des méthodes de planification prenant en compte l'humain
11. Implémenter un système simple de robot collaboratif en simulation
12. Présenter et analyser un article scientifique en robotique interactive

Séquencement et modalités de l'enseignement (indicatif)

Semaine	C/TD/TP	Contenu	Préparation	AAV associé(s)
S1	C1	Introduction pHRI + sécurité	Lecture chapitre Handbook	AAV1-2
S2	C2	Impedance control	Revoir dynamique robot	AAV3-4
S3 AAV4-5	C3	Admittance	compliance avancée	Lire article fourni
S4	TD	Impedance / admittance + stabilité	Exercices analytiques	AAV4-6
S5	TP	Implémentation impedance (Drake simulator)	Python requis	AAV4-6,11
S6	C4	Shared control	Lire article fourni	AAV7
S7	C5	Intention detection et adaptation	Lire article fourni	AAV8
S8 AAV10	C6	Planning	AI pour pHRI	Lire article fourni
S9	Présentation - Articles	Revue de littérature par les étudiants : présentation d'articles scientifiques du domaine	Présentation orale	AAV2,6,8,10,12
S10	Projet	travail personnel (hors séances)		AAV4-5,7,11
S11	Projet	travail personnel (hors séances)		AAV4-5,7,11
S12	Présentation - Projet	Démo + code		AAV4-5,7,11

Déroulement de l'UE

Cours magistraux introduisant les concepts fondamentaux de l'interaction physique Homme–Robot, suivis de travaux dirigés axés sur la modélisation et l'analyse de stabilité.
Les travaux pratiques permettent l'implémentation de contrôleurs d'impédance et d'interaction dans un environnement simulé (Drake).
Un mini-projet en binôme permet d'intégrer les concepts vus en cours à travers la réalisation d'un système interactif (contrôle compliant ou contrôle partagé).
Une présentation d'article scientifique complète la formation en développant l'analyse critique.

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

Semaine	Indiv/collectif	Présentiel/distanciel	Type d'examen	AAV évalué(s)	Barème %
S1-S9	Individuel	Présentiel	Autre		10 %
S5	Collectif	Présentiel	TP	AAV4-6,11	30 %
S9	Collectif	Présentiel	Autre	AAV2,6,8,10,12	20 %
S12	Collectif	Présentiel	Autre	AAV4-5,7,11	40 %

2nde session

Session	Indiv/collectif	Présentiel/distanciel	Type d'examen	AAV évalué(s)	Barème %
2	Individuel	Présentiel	Écrit	AAV 1-10	100 %

Références bibliographiques

— Haddadin Croft, Physical Human-Robot Interaction, Springer Handbook of Robotics
— Hogan, Impedance Control : An Approach to Manipulation

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