SORBONNE UNIVERSITÉ

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

MASTERS Sdi Sciences de l'ingénieur

Intitulé de l'Unité d'Enseignement (UE) : Wearable robotics

Responsable de l'UE : Nathanaël Jarrassé Xavier Bonnet (jarrasse@isir.upmc.fr Xavier.BONNET@ensam.eu)
Code UE : UM5RBM32
Volumes horaires / étu : 6 h Cours, 16 h TP
Nombre de crédits de l'UE/EC : 3 ECTS
Parcours-type : ☒ ROBOT (option) ☐ SI ☒ MeDH
Semestre où l'enseignement est proposé : ☐ S1 ☐ S2 ☒ S3 ☐ S4
Langue d'enseignement : ☒ Français ☐ Anglais
Public concerné : ☒ Département SDI ☐ Autre (préciser) : ENSAM
Localisation : ☐ Campus PMC ☐ Autre (préciser) :

Thématique
La robotique portable regroupe des dispositifs technologiques portés sur le corps, conçus pour assister les mouvements et augmenter les capacités physiques humaines. Ces innovations soulèvent des enjeux majeurs de sécurité et d'intégration, tout en offrant d'importantes perspectives pour la rééducation médicale, la productivité industrielle et l'amélioration de la qualité de vie. La robotique portable doit relever des défis liés à la miniaturisation, à l'autonomie énergétique, à la souplesse des matériaux et aux interfaces utilisateur.
Mots-clés : Robotique portable

Prérequis
Afin de suivre cette UE, doivent être acquis précédemment :
- Trigonométrie
- Notions de base en cinématique et en dynamique des solides rigides
- Connaissances de base en systèmes de commande (commande PID)

Acquis d'apprentissage visés (AAV)
À l'issue de cette UE, les étudiantes ou étudiants seront capables de :

1. Acquérir une compréhension globale de la robotique portable, notamment de ses concepts clés, des recherches actuelles, de ses applications industrielles et des considérations éthiques associées.
2. Utiliser des capteurs conventionnels pour détecter l'intention et mesurer l'activité motrice à l'aide de systèmes embarqués (inertiels, d'effort, myoélectriques).
3. Mettre en œuvre et évaluer des stratégies de commande de l'interaction (impédance, admittance, effort).
4. Établir des protocoles d'évaluation de l'impact des dispositifs à partir des normes de la littérature.
5. Sélectionner des stratégies de commande adaptées aux besoins de l'application et aux capacités de l'utilisateur.
6. Dimensionner les actionneurs en arbitrant entre effort et réversibilité, en tenant compte de la réduction et de la transparence.
7. Concevoir et mettre en œuvre des dispositifs dotés d'une instrumentation et d'interfaces adaptées, en compensant les effets indésirables tels que l'inertie et les frottements.

Séquencement et modalités de l'enseignement (indicatif)

Semaine	C/TD/TP	Contenu	Préparation	AAV associé(s)
S1	C1-C2 (2x3h)	Deux cours explorent les domaines d'application de la robotique portable, présentent les exigences des systèmes embarqués interagissant avec le corps humain, couvrent la complexité technologique des systèmes passifs aux systèmes actifs et abordent à la fois les technologies conventionnelles de capteurs et d'actionneurs ainsi que les avancées les plus récentes du domaine. Une attention particulière sera portée aux prothèses et aux exosquelettes des membres supérieurs et inférieurs.	ENSAM et SU	AAV1, AAV2, AAV6
S2	C1-C2	"		AAV1, AAV2, AAV6
S3	TP1 (4h)	Les étudiants apprendront à mesurer le mouvement humain à l'aide de capteurs embarqués, avec un accent particulier sur les centrales inertielles (IMU). Les exercices pratiques porteront sur le suivi en temps réel et l'interprétation des données afin d'appliquer ces mesures à la robotique portable.	ENSAM	AAV2
S4	TP2 (4h)	Concevoir et mettre en œuvre des concepts logiciels (modélisation de systèmes dynamiques, commande en boucle ouverte ou fermée et correcteur PID). Les étudiants découvriront les principales boucles de commande utilisées dans les systèmes de robotique portable, telles que la commande anticipative en boucle ouverte pour la compensation de la gravité en conditions quasi statiques.	SU	AAV2, AAV3, AAV4
S5				
S6	TP 3 et TP 4	Ce travail pratique, mené sur deux séances, porte sur la commande de la marche au moyen de la modélisation d'une machine à états. L'objectif est de mettre en œuvre un algorithme de commande capable de gérer les différentes phases du cycle de marche (appui, oscillation, etc.) pour une prothèse de jambe, en ciblant plus particulièrement l'articulation de la cheville. Les étudiants mettront en œuvre l'ensemble de la chaîne de commande, y compris la machine à états, sur la prothèse active Synsys.	ENSAM	
S7				
S8	TP5	Signaux électromyographiques (EMG) et reconnaissance de formes (classification). Les étudiants acquièrent des signaux EMG à l'aide de dispositifs tels que Myoband et mettent en œuvre des algorithmes de classification pour interpréter les profils d'activité musculaire. L'objectif est d'associer ces profils à des intentions ou à des mouvements précis, ce qui est essentiel pour commander une prothèse.	SU	AAV2, AAV5
S9	TP6	Mise en œuvre de la commande sur un exosquelette ...	SU	AAV3, AAV7
S10				
S11				
S12				
S13				
S14				
S15				

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

Semaine	Indiv/collectif	Présentiel/distanciel	Type d'examen	AAV évalué(s)	Barème %
S3	Collectif	Présentiel	TP	AAV1, AAV2, AAV3	25 %
S6	Collectif	Présentiel	TP	AAV1, AAV2, AAV3, AAV5	50 %
S10	Individuel	Présentiel	Quiz	AAV1, AAV2, AAV3, AAV5	25 %

2nde session

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

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