UCLouvain

lelme2732

2026

Robot modelling and control

5.00 crédits	30.0 h + 30.0 h	Q2

Enseignants	Jeong Hwayeong ;Ronsse Renaud ;
Langue d'enseignement	Anglais > Facilités pour suivre le cours en français
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Préalables	Les étudiants doivent maîtriser les compétences suivantes: connaissances de base en description et analyse des mécanismes et en automatique linéaire, telles que couvertes dans le cadre des cours LMECA1210 et LINMA1510.
Thèmes abordés	La robotique est une discipline qui requiert la synthèse de compétences multiples. La conception d'un robot nécessite en effet d'intégrer une structure mécanique, un ou plusieurs actionneurs, un ou plusieurs capteurs, ainsi qu'une méthode de contrôle régissant le comportement du robot, et qui doit être implémentée en utilisant les outils informatiques adéquats. Historiquement, la robotique s'est développée dans le cadre d'applications industrielles, avec un boom situé à la fin des années 70. Le but de la robotique industrielle est l'automatisation des procédés de fabrication, avec pour objectif l'augmentation de la productivité. Depuis lors, la robotique pénètre d'autres domaines d'applications, qui ont comme point commun le fait que l'environnement dans lequel le robot circule n'est plus prévisible (comme l'est une zone d'opération industrielle), et nécessite donc que le robot soit capable de s'adapter à des changements liés à son interaction avec l'environnement. Ces applications comprennent : · Les robots mobiles (robots sur roues et robots à pattes), évoluant sur des terrains inconnus et potentiellement irréguliers. · Les robots d'assistance à la chirurgie, permettant au médecin d'accéder à des zones difficiles, de réaliser des gestes au-delà de la précision humaine, etc. · Les robots de rééducation, qui permettent à des patients atteints de déficiences motrices de recouvrir une part de leur autonomie. · Les robots « compagnons », qui fournissent un service quelconque (transport de charges, guide de musée, etc.) à une ou plusieurs personnes. Le but de ce cours sera de donner aux étudiants une vision globale des challenges liés à la robotique, à la fois dans ses applications classiques (robotique industrielle) et ses applications plus avant-gardistes.
Acquis d'apprentissage	**A la fin de cette unité d'enseignement, l'étudiant est capable de :** Eu égard au référentiel AA du programme « Master ingénieur civil électromécaniciens », ce cours contribue au développement, à l'acquisition et à l'évaluation des acquis d'apprentissage suivants : · AA1.1, AA1.2, AA1.3 · AA2.4 · AA3.1, AA3.3 · AA4.2, AA4.3, AA4.4 · AA5.2, AA5.5 · AA6.1, AA6.2 LMECA2732 intègre différents concepts techniques qui sont nécessaires pour la modélisation et la commande des robots mobiles et industriels. Ce cours ouvre des perspectives aux étudiants en regard des différents aspects de la robotique, donnant accès à des cours plus avancés et/ou à un travail de fin d'études dans le domaine. Plus précisément, au terme du cours, l'étudiant sera capable de : a. Acquis d'apprentissage disciplinaires · intégrer et synthétiser des concepts et des connaissances acquises dans d'autres cours, vers le domaine de la robotique. Par exemple, synthétiser un contrôleur linéaire typique pour un robot simple dont les modèles cinématiques et dynamiques ne sont à dériver, et choisir les capteurs permettant d'implémenter ce contrôleur; · dériver les modèles géométriques, cinématiques, et dynamiques (à la fois directs et inverses) d'un robot simple (typiquement 2D), et établir quelques caractéristiques propres à ces modèles (par exemple des singularités); · proposer une méthode de planification de trajectoire, et quelques approches classiques de synthèse de contrôleurs, qui tiennent en compte les modèles précédemment établis; · intégrer des concepts fondamentaux tels que la localisation et la planification de trajectoire au domaine particulier de la robotique mobile; · programmer le contrôleur d'un robot mobile en implémentant ces concepts, et en utilisant des logiciels de robotique issus de l'état de l'art; · décrire et expliquer le principe de fonctionnement des capteurs typiques trouvés sur les robots; · soulever des questions éthiques fondamentales liées à la robotique, à la fois dans l'industrie et dans les applications de service;

	· décrire les caractéristiques spécifiques de différents types de robots dont la morphologie et/ou l'utilité est différente de celles des robots industriels séries classiques (exemples: robots parallèles, robots mobiles, robots de service), et faire des liens entre eux. b. Acquis d'apprentissage transversaux A l'issue de ce cours, l'étudiant sera capable de: · répondre immédiatement à des questions de base se rapportant et/ou mettant en pratique des concepts couverts lors de la séance; · rédiger un rapport de projet concis et efficace, incluant éventuellement du matériel multimédia (vidéo).
Modes d'évaluation des acquis des étudiants	Dans le cadre de ce cours, les étudiant·es sont évalué·es par : · une évaluation continue certificative sous la forme d'un projet d'« apprentissage par problème » en robotique mobile, réalisé durant le quadrimestre, en groupe d'étudiants. · une évaluation continue sous la forme de petits questionnaires en ligne proposés à la fin de quelques séances de cours, sur un sujet couvert durant la séance elle-même. · un examen écrit individuel, réalisé en session, et qui comporte à la fois des questions théoriques et des exercices, similaires à ceux réalisés pendant l'année et dans l'APP. Aucune référence n'est autorisée pendant l'examen. Pour constituer la note finale, la pondération est : · si la note de l'examen écrit individuel est strictement supérieure à 6/20: 40% pour le projet de robotique mobile, 10% pour les questionnaires en ligne, et 50% pour l'examen. · si la note de l'examen écrit individuel est inférieure à 6/20: 0% pour le projet de robotique mobile, 0% pour les questionnaires en ligne, et 100% pour l'examen. La note relative à l'évaluation continue est individualisée en fonction de l'implication de l'étudiant·e au sein du groupe pendant le quadrimestre (présence aux séances de tutorat, etc.). Les travaux donnant lieu à la note d'évaluation continue ne peuvent être refaits en seconde session; la note d'évaluation continue acquise en première session est conservée en cas de seconde session, avec les même règles de pondération pour établir la note finale. Langue d'évaluation: anglais, avec possibilité de répondre aux questions de l'examen écrit en français. L'utilisation des logiciels d'IA génératives tels que chatGPT est autorisée pour l'assistance à la rédaction des documents demandés dans le cadre de ce projet. Cependant, celle-ci devra être renseignée de façon claire et complète dans le(s) document(s) concerné(s).
Méthodes d'enseignement	Le cours suit une table des matières logique, en commençant par la dérivation des modèles, de la planification de trajectoire, et se terminant par des leçons sur le contrôle et la programmation. Quelques séances sur les robots mobiles sont données suffisamment tôt afin d'être utiles pour le projet intégré en mécatronique (LELME2002). Un cours sur l'éthique en robotique est donné par un orateur externe, vers S10. D'autres leçons, plus ouvertes, sont données en fin de cours : robotique de service, etc. Une visite technique et/ou des présentations par des orateurs externes seront inclues au programme si les modalités d'orgasniation pratique le permettent. De plus, un projet de robotique mobile est organisé. Ce projet est réalisé en groupe.
Contenu	Le cours couvre les chapitres suivants : · Introduction · Cinématique des robots mobiles · Planification de trajectoire et contrôle des robots mobiles · Localisation pour les robots mobiles · Programmation temps-réel des robots (mobiles) · Systèmes d'exploitation spécifiques à la robotique · Modélisation cinématique et planification de trajectoire des robots industriels · Planification de trajectoire, revisitée · Capteurs en robotique · Dynamique · Contrôle de robots · Contrôle en force et en impédance · Ethique en robotique · Robots humanoïdes · Q&R – carte conceptuelle
Ressources en ligne	Moodle (http://moodle.uclouvain.be/course/view.php?id=5143) est utilisé pour: · Gérer les questionnaires onlines, organisés à la fin de certaines séances. · Diffuser les informations générales relatives au cours. · Distribuer tous les transparents du cours et toutes les références nécessaires. · Gérer un forum pour discuter et répondre aux questions posées par les étudiants. · ...

Bibliographie	The two main references for the course are the books: • "Introduction to Autonomous Mobile Robots" (http://www.mobilerobots.ethz.ch/) by Roland Siegwart et al.; • "Robot Modeling and Control" (https://www.wiley.com/en-us/Robot+Modeling+and+Control%2C+2nd+Edition-p-9781119524045) by Mark W. Spong et al. Several samples of these two books are available at the library (BST). Chapters from other books are provided as complementary material for some specific lectures. The main reference for complementary materials is: • "Springer Handbook of Robotics", 2nd edition (the 'bible' of robotics, http://www.springer.com/us/book/9783319325507) by Bruno Siciliano and Oussama Khatib (Eds.). This book is available on-line (from the UCL network).
Autres infos	Une connaissance de base de programmation en C est recommandée pour ce cours
Faculté ou entité en charge:	ELME

Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)				
Intitulé du programme	Sigle	Crédits	Prérequis	Acquis d'apprentissage
Master [120] : ingénieur civil biomédical	GBIO2M	5		
Master [120] : ingénieur civil mécanicien	MECA2M	5		
Master [120] : ingénieur civil électromécanicien	ELME2M	5		
Master [120] : ingénieur civil en mathématiques appliquées	MAP2M	5		