

5.0 crédits

30.0 h + 30.0 h

2q

Enseignants:	Ronsse Renaud ;
Langue d'enseignement:	Anglais
Lieu du cours	Louvain-la-Neuve
Ressources en ligne:	<p>iCampus (> http://icampus.uclouvain.be/claroline/course/index.php?cid=MECA2732) est utilisé pour:</p> <p>Gérer les petites évaluations onlines, propres à chaque lecture obligatoire, et y répondre pour les étudiants. 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.</p>
Préalables :	-- LELEC2811 (Instrumentation et capteurs) -- LINMA1510 (Automatique linéaire (optionnel)) -- LMECA2755 (Automatisation industrielle)
Thèmes abordés :	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Depuis une bonne dizaine d'années, 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 :</p> <p>--</p> <p>Les robots mobiles (robots sur roues et robots à pattes), évoluant sur des terrains inconnus et potentiellement irréguliers.</p> <p>--</p> <p>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.</p> <p>--</p> <p>Les robots de rééducation, qui permettent à des patients atteints de déficiences motrices de recouvrer une part de leur autonomie.</p> <p>--</p> <p>Les robots « compagnons », qui fournissent un service quelconque (transport de charges, guide de musée, etc.) à une ou plusieurs personnes.</p> <p>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.</p>
Acquis d'apprentissage	<p>LMECA2732 implémente l'intégration de différents concepts couverts dans d'autres cours (géométrie de base, automatisation industrielle, contrôle/automatique linéaire, instrumentation et capteurs, etc.).</p> <p>L'intégration de disciplines différentes est donc la compétence principale qui est mise en avant dans ce cours. Il devrait ouvrir 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.</p> <p>Eu égard au référentiel AA du programme « Master ingénieur civil mécaniciens », ce cours contribue au développement, à l'acquisition et à l'évaluation des acquis d'apprentissage suivants :</p> <p>--</p> <p>AA1.1, AA1.2, AA1.3</p> <p>--</p> <p>AA2.4</p> <p>--</p> <p>AA3.1, AA3.3</p> <p>--</p> <p>AA4.2, AA4.3, AA4.4</p> <p>--</p> <p>AA5.2, AA5.5</p> <p>--</p>

	<p>AA6.1, AA6.2 Plus précisément, au terme du cours, l'étudiant sera capable de :</p> <p>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. Décrire et expliquer le principe de fonctionnement des capteurs typiques trouvés sur les robots. Développer une opinion critique par rapport aux questions éthiques liées à la robotique, à la fois dans l'industrie et dans les robots 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.</p> <p>b. Acquis d'apprentissage transversaux Lire rapidement un chapitre de bouquin ou un article scientifique et répondre à des questions de base (choix multiples) s'y rapportant. Rédiger un rapport de laboratoire court, concis et efficace (maximum 1 page), incluant éventuellement du matériel multimédia (vidéo). <i>La contribution de cette UE au développement et à la maîtrise des compétences et acquis du (des) programme(s) est accessible à la fin de cette fiche, dans la partie « Programmes/formations proposant cette unité d'enseignement (UE) ».</i></p>
<p>Modes d'évaluation des acquis des étudiants :</p>	<p>La cote finale est obtenue comme suit :</p> <p>10% sont attribués sur base des petits questionnaires (QCM) liés aux lectures obligatoires, à lire avant chaque leçon. Il y a une lecture obligatoire avant chaque leçon sauf 3 : la leçon introductive (S1), la leçon sur l'éthique, et la leçon finale (S14). Un bonus est offert tel que chaque étudiant peut passer un des QCM (ou 2 questions en tout) sans compromettre ses chances d'obtenir le score maximum.</p> <p>Un projet d'« apprentissage par problème » doit être réalisé par groupe de 4-5 étudiants, afin d'appliquer les concepts théoriques du cours à un exemple concret. La note obtenue pour ce projet compte pour 30% de la note finale.</p> <p>Un labo de robotique humanoïde compte pour 10% de la cote finale.</p> <p>Finalement, l'examen final (écrit) compte pour 50% de la cote globale. Il dure approximativement 4 heures, et inclut 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.</p>
<p>Méthodes d'enseignement :</p>	<p>Dispositif</p> <p>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. Quelques séances sur les robots mobiles sont données suffisamment tôt afin d'être utiles pour le projet intégré en mécatronique (LMECA2845). Un cours sur l'éthique en robotique ' donné par un collègue de l'ESP, le Professeur Mark Hunyadi ' est organisé autour de S10, de telle façon que les étudiants puissent interagir avec lui si besoin. D'autres leçons, plus ouvertes, sont données en fin de cours : robotique de service, etc'</p> <p>En résumé, le cours couvre les chapitres suivants :</p> <p>Introduction Récap de LMECA2755: modélisation cinématique Planification de trajectoire Planification et navigation pour les robots mobiles Cinématique et contrôle des robots mobiles Localisation pour les robots mobiles Capteurs en robotique Dynamique Contrôle de robots Contrôle en force et en impédance Ethique en robotique Robots humanoïdes Robots parallèles (optionnel) Q& mp;R (carte conceptuelle)</p> <p>De plus, un laboratoire sur la robotique humanoïde est organisé, en utilisant le robot "NAO" (http://www.aldebaran-robotics.com). Les étudiants le réalise par groupes de 2. Un petit rapport (maximum 1 page) est demandé. 10% de la cote finale est attribuée sur base de la réalisation du labo.</p>
<p>Contenu :</p>	<p>Introduction : historique de la robotique ; justifications technico-économiques ; classification des robots. Changements de coordonnées et problèmes associés : modèles géométriques, cinématiques, et dynamiques, directs et inverses ; transformations homogènes ; singularités. Robots parallèles, robots mobiles, robots humanoïdes, robots médicaux : spécificités, constituants (actionneurs/capteurs) et méthodes de commande associés. Les concepts vus au cours seront illustrés à l'aide de deux laboratoires : -- Un laboratoire donnant aux étudiants l'occasion de piloter et programmer un robot industriel réel. -- Un deuxième laboratoire donnant aux étudiants l'occasion de piloter et programmer un petit robot humanoïde.</p>

<p>Bibliographie :</p>	<p>Supports de cours Les deux références principales pour le cours sont les livres -- « Robot Modeling and Control » (http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-EHEP000518.html) de Mark W. Spong et al. -- Introduction to Autonomous Mobile Robots (http://www.mobilerobots.ethz.ch/) de Roland Siegwart et al. ; Des exemplaires de ces deux livres sont disponibles à la bibliothèque (BST). Des chapitres d'autres bouquins sont fournis comme matière complémentaire pour certaines leçons. La référence principale pour ces chapitres supplémentaires est: -- Springer Handbook of Robotics (la "bible" de la robotique, http://www.springerlink.com/content/978-3-540-23957-4) de Bruno Siciliano et Oussama Khatib (Eds.). Ce livre est disponible en ligne (depuis le réseau de l'UCL)</p>
<p>Autres infos :</p>	<p>La leçon sur l'éthique en robotique est donnée par Mark Hunyadi (http://www.uclouvain.be/260169.html), en Français.</p>
<p>Cycle et année d'étude :</p>	<p>> Master [120] : ingénieur civil électromécanicien > Master [120] : ingénieur civil en mathématiques appliquées > Master [120] : ingénieur civil mécanicien</p>
<p>Faculté ou entité en charge:</p>	<p>MECA</p>