Centre d'Etudes Doctorales : Sciences et Techniques et Sciences Médicales

Avis de Soutenance

THESE DE DOCTORAT

Présentée par

Monsieur AHMED BENDIMRAD

Discipline : Sciences de l'Ingénieur
Spécialité : Automatique

Sujet de la thèse

Modélisation et commande d'un robot mobile articulé auto-adaptable à un environnement inconnu

Formation Doctorale " Sciences de l'Ingénieur, Sciences Physiques, Mathématiques et informatique"

Thèse présentée et soutenue **le jeudi 28 décembre 2023 à 10h** à l'Ecole Normale Supérieure de Fès, devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Titre	Etablissement	
Tajdine LAMCHARFI	PES	Faculté des Sciences et Techniques de Fès	Président
Zakia HAMMOUCH	PES	Ecole Normale Supérieure de Meknès	Rapporteur
Lotfi AJANA	PES	Ecole Normale Supérieure de Fès	Rapporteur
Khalid RAHMANI	PH	Ecole Normale Supérieure de Rabat	Rapporteur
Ahmed SALI	PH	Faculté des Sciences Dhar El Mehraz de Fès	Examinateur
Imad MANSSOURI	PH	Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers de Meknès	Examinateur
Bouchta EL AMRANI	PES	Ecole Normale Supérieure de Fès	Directeur de Thèse
Azzedine DEHBI ALAOUI	PES	Ecole Normale Supérieure de Fès	Invité

Laboratoire de recherche : laboratoire Mathématiques, Modélisation et Physique Appliquée
Etablissement : Ecole Normale Supérieure de Fès

Résumé de la thèse

La robotique mobile est un domaine captivant de recherche, qui englobe une variété de robots équipés d'une base mobile plutôt qu'un bras manipulateur. L'évolution historique de ces robots a révélé des défis complexes malgré leur apparence relativement simple. Bien que les progrès technologiques, notamment les capteurs modernes, améliorent considérablement la perception des robots mobiles, leur adaptation à des environnements dynamiques et souvent imprévisibles demeure un défi lié à la gestion de l'information complexe. Pour relever ce défi, il est nécessaire de mettre en œuvre une approche réactive de planification de trajectoire portant des solutions pour les différents problèmes rencontrés dans la littérature. Outre les robots mobiles traditionnels, conçus pour la navigation autonome, une nouvelle génération de robots peut non seulement se déplacer de manière autonome dans des environnements inconnus, mais également effectuer des tâches complexes grâce à leurs bras articulés. Cette convergence de mobilité et de manipulation ouvre la voie à des applications diverses. Ceci exige une conception mécanique permettant assez de mobilité et de stabilité pour la plateforme mobile et une stratégie de commande appropriée.

Ce travail contient des contributions dans le domaine de la robotique mobile équipée de bras robotiques. Tout d'abord, nous développons une méthodologie de planification de trajectoire basée sur les champs de potentiels. Cette approche intègre des ajustements stratégiques visant à surmonter les défis associés aux minimas locaux, et qui ont démontré son efficacité à travers diverses simulations, en particulier dans des environnements complexes et inconnus. Ensuite, nous présentons une étude approfondie de la commande par mode glissant, en introduisant une méthodologie qui consiste à trouver des paramètres optimisant cette commande pour qu'elle donne le meilleur de ses performances, en prenant comme exemple d'application, un bras robotique à deux degrés de liberté. Les résultats obtenus révèlent une amélioration considérable des temps d'établissement et une meilleure synchronisation des positions angulaires du bras robotique. En outre, nous proposons une méthode innovante pour transformer une plateforme mobile à quatre roues afin d'avoir le même comportement d'une plateforme différentielle à deux roues, en utilisant des engrenages fonctionnels spécifiques. Cette approche conserve la stabilité inhérente aux plateformes à quatre roues tout en renforçant la mobilité de cette plateforme. Les résultats de simulation valident le comportement attendu, offrant ainsi une solution prometteuse pour surmonter les limitations de certains types de trajectoires. Enfin, nous élaborons une stratégie de commande finale pour le robot mobile articulé, introduisant deux méthodes distinctes selon la distance de la plateforme au point d'arrivée, en combinant les avantages de la méthode des champs de potentiel, et de celle de la fonction de Lyapunov, comme démontré par les résultats de simulation.

Mots clés : Robot mobile, Bras robotique, Articulation, Modélisation mathématique, holonomie, Planification de trajectoire, Commande par mode glissant, Environnement inconnu, Obstacles, Champs de potentiels, Minimas locaux, Adaptabilité, Conception mécanique.