
Titre : Commande référencée capteurs et réduction de vibrations de robots parallèles à câbles

Mots clés : Robots à câbles, commande, précision, capteurs, vibrations, commande prédictive, commande optimale, asservissement visuel, analyse de stabilité, robustesse

Résumé : Cette thèse présente des travaux relatifs à l'amélioration de la précision des Robots Parallèles à Câbles (RPC) par deux approches se basant sur l'utilisation de capteurs extéroceptifs. Les RPC sont une classe de robots parallèles utilisant des câbles flexibles à la place de liens rigides. Leurs caractéristiques leur permettent de déplacer de lourdes charges dans de grands espaces de travail, mais l'utilisation de liens flexibles implique aussi une perte en précision que ces travaux cherchent à améliorer. La première méthode présentée dans cette thèse consiste en une commande référencée capteurs combinant à la fois des mesures de distances entre la plateforme mobile du robot et la surface se trouvant en-dessous ainsi que des images du robot dans son environnement permettant de le déplacer par asservissement visuel. Le premier contrôleur proposé permet donc de combiner les deux types de capteurs et d'en résoudre

les redondances. Cela permet alors de pouvoir suivre une surface de forme et de position inconnue à distance et orientation constante entre plusieurs points repérés par des marqueurs visuels. La stabilité de cette commande a ensuite été évaluée par la méthode de Lyapunov. La seconde contribution principale de cette thèse est la réduction de vibrations à l'aide d'une commande prédictive. Le modèle dynamique du robot est d'abord établi, puis ajusté par des mesures du comportement oscillatoire du robot. Il est ensuite inséré dans une loi de commande qui résout à chaque pas de temps un problème d'optimisation à partir de l'état courant du robot, mesuré par des capteurs extéroceptifs là aussi, afin de minimiser les oscillations du robot. Des essais en situation de de suivi de trajectoire et d'arrêt brusque démontrent l'intérêt de cette méthode pour l'atténuation des vibrations.

Title : Sensor-Based Control and Vibration Reduction of Cable-Driven Parallel Robots

Keywords : Cable robots, control, sensors, vibrations, predictive control, visual servoing

Abstract : This thesis presents works related to the improvement of the accuracy of Cable-Driven Parallel Robots (CDPRs) by two approaches based on the use of exteroceptive sensors. CDPRs are a class of parallel robots that use flexible cables instead of rigid links. Their characteristics enable them to move heavy loads in large workspaces, but the use of flexible links also implies a loss in accuracy, which this work seeks to improve. The first method presented in this thesis consists of a sensor-based controller combining both distance measurements between the robot's moving platform and the surface below it, and images of the robot in its environment, enabling it to be moved by visual servoing. The first proposed controller therefore combines the two types of sensor and resolves their redundancies.

This makes it possible to track a surface of unknown shape and localisation at a constant distance and orientation between several points identified by visual markers. The stability of this control was then evaluated using the Lyapunov method. The second main contribution of this thesis is vibration reduction using a predictive controller. The dynamic model of the robot is first established, then adjusted by measurements of the robot's oscillatory behavior. This model is then fed into a controller which, at each time step, solves an optimization problem based on the robot's current state, as measured by exteroceptive sensors, in order to minimize robot oscillations. Tests in trajectory following and sudden stop situations demonstrate the value of this controller for vibration reduction.