

## Vers une commande neuronale de robots flexibles

### Résumé

Le travail que nous présentons porte sur le contrôle de processus dynamiques complexes et plus précisément sur la commande de robots manipulateurs à bras flexibles. La tâche de commande d'un robot flexible consiste en deux sous tâches. Premièrement, le suivi de la trajectoire de consigne pour les variables rigides, qui sont les positions et les vitesses articulaires. Deuxièmement, l'amortissement des variables élastiques représentées, dans notre cas, par les flèches et les rotations élastiques de section au bout de chaque bras. Pour réaliser ces tâches, nous avons élaboré une commande hybride originale qui trouve son fondement dans la technique de modélisation de type 'boite grise'. Le modèle de type 'boite grise' peut être perçu comme un compromis entre le modèle à base de connaissances et le modèle statistique. Cette combinaison rend possible la prise en charge de phénomènes physiques qui ne sont, soit pas modélisés du tout car non connus, soit pas modélisés avec la bonne précision au travers d'une connaissance préalable. Une commande basée sur une modélisation de type 'boite grise' est très utile lorsqu'un modèle à base de connaissances existe mais reste incomplet. Elle l'est également si l'utilisation d'un modèle plus complet entraîne un temps de calcul et une complexité tels qui le rendent inutilisable dans les problèmes de contrôle en temps réel. Dans notre travail, nous commençons par établir le modèle dynamique d'un robot plan horizontal à deux bras flexibles. Nous proposons, ensuite, une architecture de commande originale, composée de deux contrôleurs. Le premier contrôleur est basé sur une approximation des fonctions non linéaires du modèle dynamique utilisé dans la commande, par un réseau de neurones artificiels. Le deuxième contrôleur est constitué d'une commande adaptative neuronale, avec apprentissage en ligne. L'intérêt du premier contrôleur est d'assurer un contrôle stable des variables rigides tout en amortissant les oscillations des variables élastiques. Le contrôleur adaptatif sert, quant à lui, à compenser les erreurs dues aux incertitudes structurées (incertitudes sur l'estimation des paramètres physiques) et non structurées (perturbations externes et phénomènes physiques non pris en charge par le modèle). Une meilleure précision et robustesse de la loi de commande globale sont, ainsi, obtenues. Enfin, une série de tests, en simulation, montre l'efficacité de l'architecture de commande proposée et sa robustesse face à une erreur importante sur l'estimation des paramètres du modèle. L'utilisation des réseaux de neurones permet d'alléger considérablement la structure de notre loi de commande et réduit significativement son temps de calcul, augmentant ainsi sa réactivité. Ceci nous laisse confiant quant à l'efficacité de cette commande originale dans la pratique.