

SOUTENANCE DE THESE

Huu Phuc NGUYEN

Unité de Recherche : UMR 7253 Laboratoire Heudiasyc

soutiendra sa thèse de **Doctorat**

sur le sujet :

Développement d'une commande à modèle partiel appris
Analyse théorique et étude pratique

A l'Université de technologie de Compiègne
Le vendredi 16 décembre 2016 à 14h
Bâtiment Blaise Pascal – GI042

Devant le jury composé de :

M. CHARARA Ali, Professeur des Universités, Université de technologie de Compiègne,
Laboratoire Heudiasyc

M. DE MIRAS Jérôme, Professeur des Universités, Université de technologie de Compiègne,
Laboratoire Heudiasyc

M. DUGARD Luc, Professeur des Universités, GIPSA-Lab, ENSE3, Saint Martin d'Hères

Mme FANTONI Isabelle, Directrice de Recherche, Université de technologie de Compiègne,
Laboratoire Heudiasyc

M. MEIZEL Dominique, Professeur des Universités, XLIM, Limoges

M. MORIN Pascal, Professeur des Universités, Université Pierre et Marie Curie, ISIR, Paris

Résumé

Classiquement, en théorie de la commande, un modèle du système est généralement utilisé pour construire la loi de commande et assurer ses performances. Les équations mathématiques qui représentent le système à contrôler sont utilisées pour assurer que le contrôleur associé va stabiliser la boucle fermée. Mais, en pratique, le système réel s'écarte du comportement théorique modélisé. Des non-linéarités ou des dynamiques rapides peuvent être négligées, les paramètres sont parfois difficiles à estimer, des perturbations non maîtrisables restent non modélisées.

L'approche proposée dans ce travail repose en partie sur la connaissance du système à piloter par l'utilisation d'un modèle analytique mais aussi sur l'utilisation de données expérimentales hors ligne ou en ligne. A chaque pas de temps la valeur de la commande qui amène au mieux le système vers un objectif choisi a priori, est le résultat d'un algorithme qui minimise une fonction de coût ou maximise une récompense.

Au centre de la technique développée, il y a l'utilisation d'un modèle numérique de comportement du système qui se présente sous la forme d'une fonction de prédiction tabulée ayant en entrée un n-uplet de l'espace joint entrées/état ou entrées/sorties du système. Cette base de connaissance permet l'extraction d'une sous-partie de l'ensemble des possibilités des valeurs prédites à partir d'une sous-partie du vecteur d'entrée de la table. Par exemple, pour une valeur de l'état, on pourra obtenir toutes les possibilités d'états futurs à un pas de temps, fonction des valeurs applicables de commande. Basé sur des travaux antérieurs ayant montré la viabilité du concept en entrées/état, de nouveaux développements ont été proposés. Le modèle de prédiction est initialisé en utilisant au mieux la connaissance a priori du système. Il est ensuite amélioré par un algorithme d'apprentissage simple basé sur l'erreur entre données mesurées et données prédites. Deux approches sont utilisées : la première est basée sur le modèle d'état (comme dans les travaux antérieurs mais appliquée à des systèmes plus complexes), la deuxième est basée sur un modèle entrée-sortie. La valeur de commande qui permet de rapprocher au mieux la sortie prédite dans l'ensemble des possibilités atteignables de la sortie ou de l'état désiré, est trouvée par un algorithme d'optimisation basé sur la nature discrète de la table.

Afin de valider les différents éléments proposés, cette commande a été mise en œuvre sur différentes applications. Une expérimentation réelle sur un quadricoptère et des essais réels de suivi de trajectoire sur un véhicule électrique du laboratoire montrent sa capacité et son efficacité sur des systèmes complexes et rapides. D'autres résultats en simulation permettent d'élargir l'étude de ses performances. Dans le cadre d'un projet partenarial, l'algorithme a également montré sa capacité à servir d'estimateur d'état dans la reconstruction de la vitesse mécanique d'une machine asynchrone à partir des signaux électriques. Pour cela, la vitesse mécanique a été considérée comme l'entrée du système.