

Nom et Prénom : HOUSNY HAMILA

Date de soutenance : 02/10/2021

Directeur de Thèse : EL FADIL HASSAN

Sujet de Thèse :

Intelligent control design for trajectory tracking of quadrotor UAVs

Résumé :

Le quadrotor est l'un des véhicules aériens autopiloté les plus utilisés dans les environnements incertains en raison de sa structure simple, sa capacité de décollage et d'atterrissage verticaux et son faible coût. Cependant, ce système est complexe, non linéaire, sous-actionné et fortement couplé. Dans des environnements difficiles, la commande du quadrotor à l'aide d'un régulateur basé sur un modèle mathématique peut ne pas fournir des performances acceptables. Une solution alternative consiste à utiliser les commandes intelligentes telles que la commande floue (FLC) et le réseau de neurones artificiels (ANN) qui ont prouvé leur capacité à effectuer une commande efficace en utilisant respectivement des connaissances expérientielles et l'approximation des systèmes non linéaires.

Dans cette thèse, FLC et ANN sont à la base de la conception de différents régulateurs, à savoir la commande floue (FLC), floue PID (FLCPID), le réseau de neurones feedforward (FNN), adaptatif PID deep-feedforward (APIDDFN) et adaptatif neuro-floue (ANFIS) en plus du PID utilisé pour collecter les données d'apprentissage. Un nouvel algorithme déterministique a été implémenté en plus de l'optimisation par essais particuliers (PSO) pour : trouver des gains optimaux pour les régulateurs FLC, FLCPID et ANFIS, optimiser les paramètres de FNN et APIDDFN et optimiser les données nécessaires pour la conception du régulateur ANFIS. Des tests comparatifs ont été effectués pour examiner les performances de ces commandes intelligentes. Les résultats montrent l'efficacité des commandes proposés pour stabiliser le quadrotor pour la poursuite de trajectoire et leur capacité pour rejeter le bruit de mesure et le changement de masse.

Abstract :

The quadrotor system is one of the most applied unmanned aerial vehicles in uncertain environments due to its simple structure, vertical take-off and landing capability, and low cost. However, this UAV is a complex, nonlinear, under-actuated, and highly coupled system. Thus, controlling the quadrotor system using a mathematical model-based control cannot provide acceptable performances under challenging conditions. An alternative solution is the intelligent methods recognized as model-free controls such as fuzzy logic control (FLC) and artificial neural network (ANN). FLC and ANN have proven the ability to perform an effective control using experiential knowledge or complex nonlinear system approximation.

In this thesis, FLC and ANN are the main strategies used to design various controllers, including PD-like Fuzzy, Fuzzy PID, Feedforward Neural Network (FNN), Adaptive PID Deep Feedforward Network (APIDDFN), and Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) in addition to a conventional PID for the collection of datasets. In addition, a new deterministic algorithm was developed and implemented with the particle swarm optimization to accomplish various tuning processes: Find optimal values for the fuzzy, fuzzy PID, and ANFIS gains, optimize the FNN and the APIDDFN parameters and optimize the training datasets required in the design of the ANFIS controller.

Comparative simulation tests were conducted to look into the performances of the above intelligent controllers. The results show the effectiveness of the proposed controllers applied to the quadrotor system in trajectory tracking. In addition, these intelligent control methods have proven their robustness and superiority in rejecting measurement noise and mass change.