



## Mise en œuvre de loi de commandes pour les modèles flous de type Takagi-Sugeno.

**RÉSUMÉ :** Comme dans le cas linéaire, il est nécessaire d'étudier la stabilité des boucles de régulation floue. Dans la plupart des cas, l'étude de la stabilité et de la stabilisation est faite par une approche utilisant une fonction de Lyapunov quadratique. Des propriétés de stabilité et de stabilisation peuvent alors être déduites par la résolution d'un ensemble d'inégalités linéaires matricielles (LMIs).

Ce mémoire propose quelques travaux basés sur l'utilisation de la méthode de Lyapunov, pour effectuer la synthèse de lois de commande pour des modèles utilisant une représentation floue de type Takagi-Sugeno. La formulation LMI et son potentiel de résolution seront utilisés afin d'étendre les conditions de stabilité trouvés dans la littérature.

Dans un premier temps, quelques propriétés qui permettent de "passer" d'un modèle non linéaire affine en la commande à un modèle flou de type Takagi Sugeno sont proposées, ainsi que de nouvelles conditions de stabilité basées sur l'utilisation d'une loi de type CDF (**C**ompensation et **D**ivision pour modèles **F**lous).

Ensuite, une seconde approche, basée sur l'utilisation d'une fonction de Lyapunov non quadratique, est présentée. Les travaux présentés sont focalisés sur le cas discret. Deux approches différentes sont utilisées pour obtenir des conditions de stabilité non quadratiques. La première approche correspond globalement à une extension du cas quadratique au cas non quadratique. La deuxième approche mise en œuvre est basée sur une proposition de transformation matricielle. Toutes les propositions sont illustrées par des exemples qui permettent de montrer que les conditions obtenues sont moins conservatives que leurs équivalents quadratiques.

Ces résultats théoriques ont été appliqués à un système connu en simulation et en temps réel : le double pendule inversé.

Enfin, quelques pistes sont données pour les travaux futurs dans la dernière partie. Elles consistent à obtenir une forme régulière pour les modèles flous T-S permettant de réduire, dans certains cas, la conservativité des résultats de stabilité et de stabilisation.

**MOTS CLÉS :** Modèle flou, commande floue, commande multi-variable, commande CDF, commande PDC, stabilité de Lyapunov, stabilité quadratique, stabilité non quadratique, observateur flou, inégalité linéaire matricielle (LMI), double pendule inversé.

## Design and implementation of control law for Takagi-Sugeno fuzzy models.

**ABSTRACT :** As in the linear case, stability of closed loop including a fuzzy regulator is a key point. In most of cases, the study of stability and stabilisation is done using quadratic Lyapunov functions. Stability and stabilisation conditions are then derived using Linear Matrix Inequalities (LMIs).

This thesis proposes some works based on Lyapunov functions to do the synthesis of control laws for Takagi Sugeno fuzzy models. The potential of LMI formulation is used in order to extend classical results found in the literature.

A first part deals with the obtention of a Takagi Sugeno fuzzy model according to a non linear model affine in the control. The classical control law for fuzzy model is turned out into another control law called CDF (Compensation and Division for Fuzzy models).

A second part proposes to use a non quadratic Lyapunov function for stability and stabilisation of T-S fuzzy models, and is mainly done in the discrete case. Two different approaches are considered. A first one corresponds to an extension of the quadratic case. The second one is based on a matrix transformation. These two approaches outperform the results of the quadratic case, and are illustrated on several examples.

An application to the well-known double inverted pendulum is also done.

At last some tracks for future works are also given in a last part, consisting in obtaining a regular form for T-S fuzzy models allowing to reduce, in some case, the conservatism of stability and stabilisation results.

**KEYWORDS :** Fuzzy model, fuzzy control, multivariable control, CDF control law, PDC control law, Lyapunov stability, quadratic stability, non quadratic stability, fuzzy observer, linear matrix inequality (LMI), double inverted pendulum.