



Etude et Commande des Systèmes Non-Linéaires : Système Twin Rotor

Thème présenté par:

- Aliouane Rahim
- Benderradji Mouhamed Mounib

Dirigé par : Mr Djellal Adel

État de l'art

Les systèmes asservis

Un système asservi est un algorithme dont l'objet principal est d'atteindre le plus rapidement possible et de limiter l'écart par rapport à sa valeur de consigne, quelles que soient les perturbations externes. Le principe général est de comparer la consigne et l'état du système de manière à le corriger efficacement

Les systèmes linéaire

Un système linéaire est un objet du monde matériel qui peut être décrit par des équations linéaires (équations linéaires différentielles ou aux différences), ou encore qui obéit au principe de superposition : toute combinaison linéaire des variables de ce système est encore une variable de ce système.

Les méthodes d'étude des systèmes linéaires sont très puissantes en raison des outils disponibles (algèbre linéaire, équations différentielles et systèmes différentiels linéaires, etc.).

Les systèmes non linéaire

Les systèmes non linéaires sont des systèmes dont le comportement n'est pas linéaire, c'est-à-dire soit qui ne peut pas être décrit par des équation différentiel linéaires à coefficients constants

Outils et méthodes

Les Algorithmes Génétiques

Le but des AG est de déterminer les extrêmes d'une fonction $f: X \rightarrow R$ où X est une ensemble quelconque appelé espace de recherche et f est appelé fonction d'adaptation ou fonction d'évaluation encore appelée fonction fitness. La fonction agit comme une "boite noire" pour l'AG. Aussi des problèmes très complexes peuvent être approchés par programmation génétique sans avoir de compréhension particulière du problème.

Les éléments des AG

- Une fonction objectif
- Une population initiale
- Une méthode de codage
- Des opérateurs
- Un critère d'arrêt

Déroulement d'un AG

1. La création de la population initiale
2. L'évaluation des individus
3. La création de nouveaux individus
4. L'insertion des nouveaux individus dans la population
5. Répétition du processus

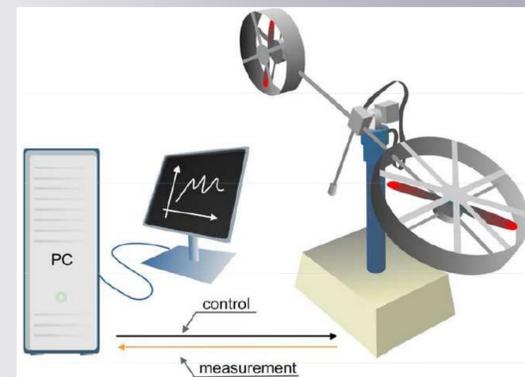
Twin Rotor MIMO System

Le Système Twin Rotor est utilisé comme une modèle très proche d'un hélicoptère. Cependant, le système souffre de plusieurs simplification, première, ce système est attaché a une base immobile. Avec deux entrées (la tension injecté au moteurs des rotors) et deux sortie (les deux angles de déplacement du système), le système Twin Rotor offre un système de modélisation MIMO non linéaire très intéressant pour la recherche.

Travail envisagé

Ce mémoire sera composé des phases suivantes:

- Commander le système réel par un régulateur PID classique, et trouver par essais la réponse optimale selon les critère de dépassement maximal horizontal et vertical.
- Identifier le système par les AG.
- Trouver le régulateur optimal selon les techniques de commande optimale (placement de pôles, etc.).
- Vérifier le régulateur sur le système réel.
- Essayer de comparer les résultats trouvés avec d'autres techniques d'identification (General Model Estimator using Predictive Error Method, etc.).



Systeme Twin Rotor

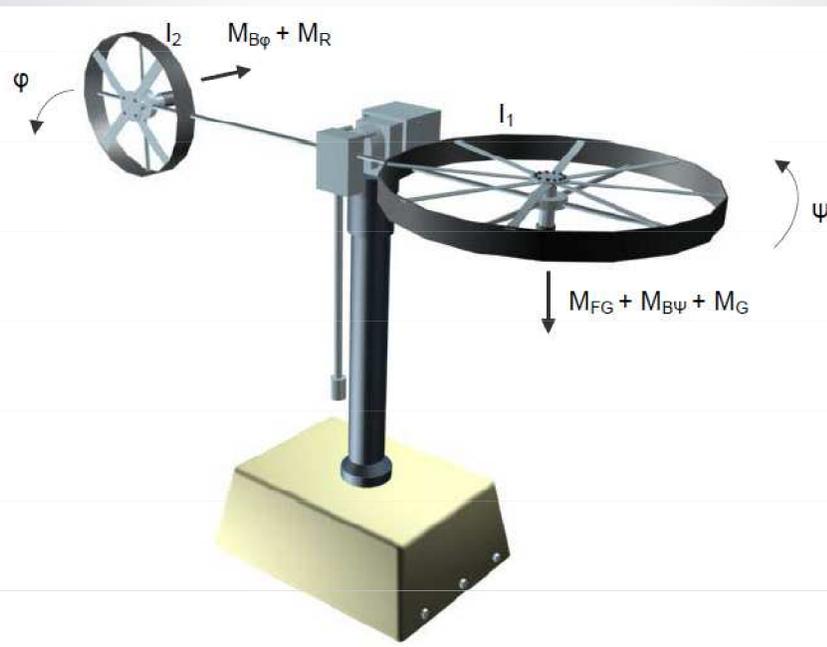
Problématique

Malgré tout, se cantonner aux systèmes linéaires présente plusieurs limitations :

- Aucun système physique n'est complètement linéaire. Les méthodes linéaires ne sont donc applicables que dans un domaine de fonctionnement restreint.
- Certains systèmes sont impossibles à modéliser, même localement, à des systèmes linéaires. Un exemple simple est le relais, que ce soit sous sa forme électro-magnétique ancienne ou sous sa forme électronique (transistor en commutation, thyristor, etc.).

Du non linéaire au linéaire (linéarisation)

Les systèmes non linéaires sont plus difficiles à étudier que les systèmes linéaires. Néanmoins, en linéarisant (quand c'est possible) un système non linéaire autour d'un point d'équilibre ou d'une trajectoire, on obtient un système linéaire qui représente correctement le système non linéaire au voisinage de ce point d'équilibre ou de cette trajectoire. La linéarisation d'un système non linéaire autour d'une trajectoire non réduite à un point d'équilibre engendre un système linéaire à coefficients variables (en fonction de temps),



Modèle du system Twin Rotor

Modèle des systèmes linéaire

Equation différentielle :

$$a_n y^{(n)} + \dots + a_1 y' + a_0 y = b_m u^{(m)} + \dots + b_1 u' + b_0 u$$

$$D(r)y = N(r)u \text{ et } m \leq n$$

Fonction de transfert :

$$G(s) = \frac{b_m s^m + \dots + b_1 s + b_0}{a_n s^n + \dots + a_1 s + a_0} ; m \leq n$$

Equation d'état :

$$\dot{x} = Ax + Bu$$

$$y = Cx + Du$$

Conclusions

- Devant des problèmes simples, pour pouvoir faire une commande robuste, il est nécessaire d'avoir un système linéaire, mais en réalité, les systèmes non linéaires font la majorité des cas.
- L'objectif de ce Master est d'étudier le cas d'un système multi entrées et multi sorties qui est le Twin Rotor.
- Ce thème fait l'objet d'un travail très intéressant pour les étudiants de master vu qu'ils verront une partie bien familière avec, les systèmes linéaires, utilisé sur un cas de système réel non linéaire. Ainsi que l'identification à l'aide des AG sera très importante pour se familiariser avec ce type de programmation évolutionnaire.

REFERENCES

1. B. Boulebtateche, A. Djellal, R. Youcef Khodja et M. Bedda. Supervised reinforcement learning for autonomous agents. CGE'05. Ecole Militaire Polytechnique, 2007.
2. Manuel d'utilisation, Twin Rotor, Feedback Corporation.
3. Melanie Mitchell, « Genetic Algorithms: An Overview » Complexity, 1 (1) 31{39, 1995.

Ce travail est complètement supporté par le Département d'électronique et de télécommunication, Université Kasdi Merbah – Ouargla