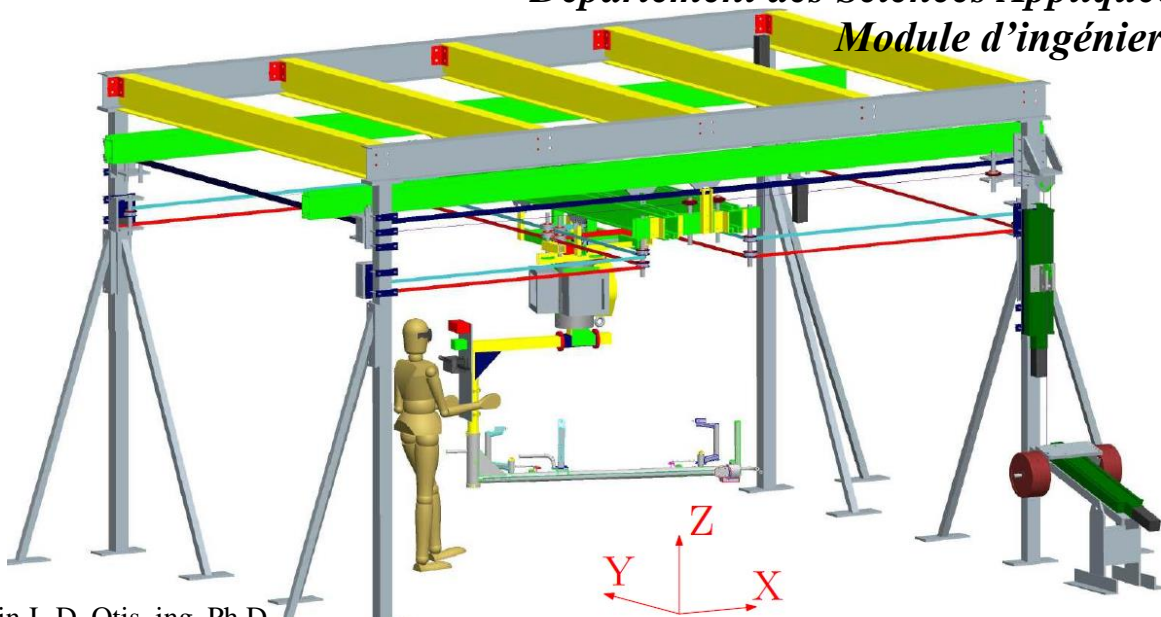


Devoir No 2
Réductions des vibrations à l'aide d'un réseau de neurones
Été 2021

Commande d'un robot collaboratif
6GEI608

Interactions humain-robot
6MIG841

Département des Sciences Appliquées
Module d'ingénierie



Martin J.-D. Otis, ing. Ph.D.
Professeur agrégé



ANNEXE

Table des matières

Introduction	3
Problématique	3
Rappels	3
Énoncé 1 : Conception du modèle du mécanisme	4
Énoncé 2 : Simulation	4

Liste des figures

Figure 1: Modèle du mécanisme robotique et de l'humain [2]	3
Figure 2: Commande du mécanisme robotique avec l'humain dans la boucle [3]	4

ANNEXE

Introduction

Dans le cadre de ce laboratoire, vous devez expliquer, dans l'introduction, l'utilisation d'un observateur de stabilité dans un contexte d'automatisation des procédés industriels, l'amélioration de la productivité et la réduction des coûts. Vous devez aussi introduire la notion du processus de conception d'une commande adaptative incluant un humain dans la boucle qui sera utilisé dans la solution proposée. **Au choix de l'étudiant**, la solution **pourrait être** basée sur un algorithme d'intelligence artificielle **ou simplement sur des analyses statistiques** (devoir 1).

Problématique

À partir du devoir 1, vous devez concevoir un observateur ainsi qu'une commande adaptative complète incluant l'humain dans la boucle pour démontrer la réduction des vibrations.

Rappels

Lorsque l'humain augmente la rigidité structurelle de son bras, le système génère des vibrations. Dans le devoir 1, une première solution a été développée lors des analyses temporelles et fréquentielles par l'utilisation de modèles statistiques. Cette solution calcule un niveau de vibration indésirable et ajuste le gain de la boucle d'une commande de type proportionnel. Ainsi, plus l'indice de vibration augmente, plus le gain de boucle diminue favorisant une réduction des vibrations, mais une augmentation de la masse ressentie du mécanisme par l'opérateur. Enfin, cette commande contient plusieurs paramètres difficiles à ajuster. Bien entendu, hormis le désagrément du ressenti des vibrations chez l'opérateur, ces vibrations ont une conséquence importante lors de l'assemblage des pièces dont vous devez discuter dans votre rapport. Le modèle du robot qui sera utilisé dans ce laboratoire est le suivant :

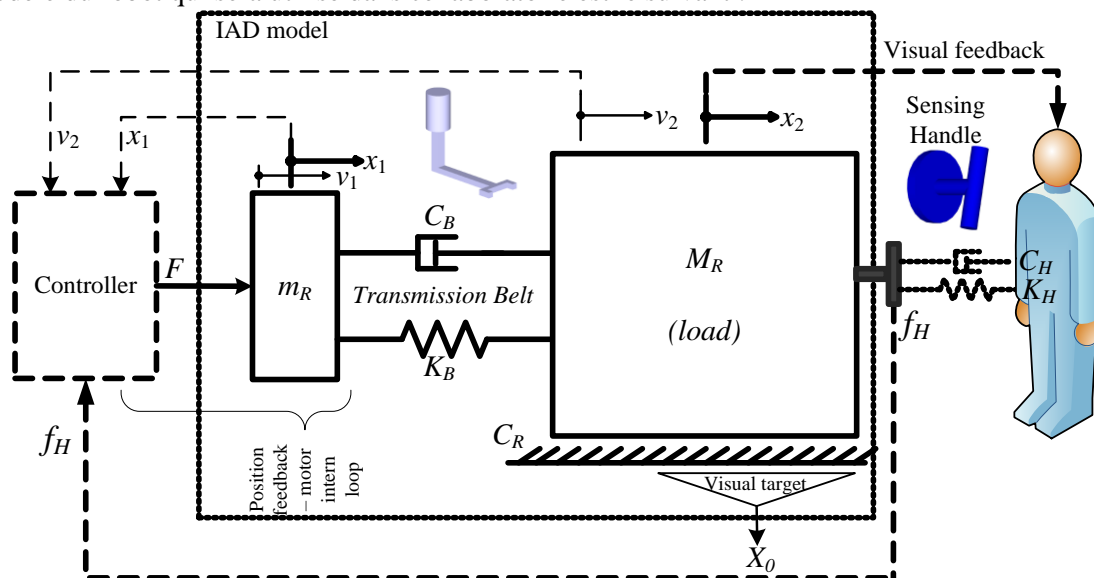


Figure 1: Modèle du mécanisme robotique et de l'humain [2]

6GEI608 / 6MIG841 Interactions humain-robot Devoir 1	Martin J.-D. Otis, professeur agréé	Été	Page 3 de 4
---	--	-----	-------------

ANNEXE

Vous devez modifier la figure 2 et suggérer une solution incluant l'observateur et incluant la méthode d'adaptation de la commande. Dans cette figure, le gain K_P est à ajuster en fonction de votre observateur.

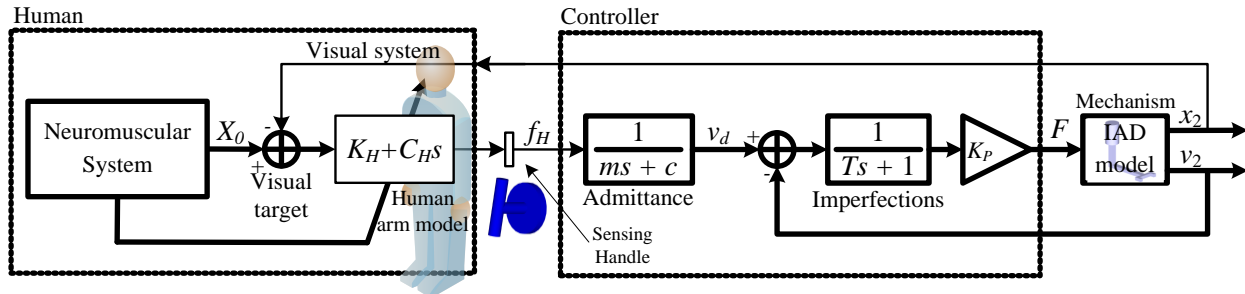


Figure 2: Commande du mécanisme robotique avec l'humain dans la boucle [3]

Puisque les vibrations provenant de l'interaction entre l'humain et le robot sont non-linéaires, l'utilisation d'une approche non-linéaire semble intéressante. Afin de concevoir votre observateur de vibrations, vous pouvez, à votre choix, concevoir un réseau de neurones qui remplacera les modèles statistiques.

Énoncé 1 : Conception du modèle du mécanisme

Question 1.1 Dans la figure 2, proposer un modèle variable d'états pour l'IAD (*Intelligent Assistive Device*).

Question 1.2 À partir de la figure 2, ajouter l'observateur et la méthode d'adaptation du compensateur.

Question 1.3 Vous devez utiliser le critère de Routh-Hurwitz afin de déterminer les plages de gain admissible et vérifier la position des pôles et des zéros avec le lieu d'Evan (lieux des racines).

Énoncé 2 : Simulation

Question 2.1 Valider par simulation les plages admissibles du gain de boucle en utilisant une entrée pour X_0 et une fonction croissante de la rigidité structurelle de l'humain.

Question 2.2 Démontrer la stabilité du système en utilisant les marges de gain et de phase dans toutes les plages d'opération utiles du gain de boucle sans la présence de l'humain.

Question 2.3 Présenter, analyser et discuter des courbes de simulation pour différentes rigidités et différents amortissements structurels de l'humain avec l'ajustement automatique du gain de boucle. Vous pouvez utiliser une simulation avec la méthode Monte Carlo dans les plages d'opération utiles.