LIMBHA

LS2N

RobEcolo

Modélisation élastique de robots en bois : adaptation de la théorie des poutres

C. Boudaud[1], L. Kaci[2], S. Briot[3], P. Martinet[4]

1. LIMBHA, ESB 2. LS2N, ECN 3. LS2N, CNRS 4. INRIA

Contexte et objectifs

Projet RobEcolo : robot en bois à performances « industrielles »

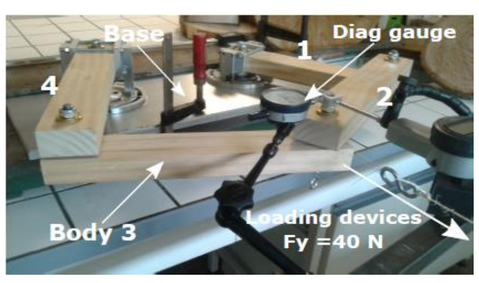
- Déformation sous charge de 1 kg : < 0,5 mm
- Répétabilité < 0,5 mm

Besoin de modèle élastique :

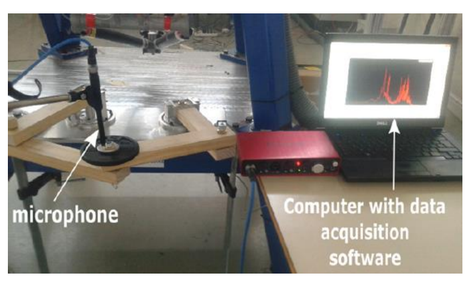
- Soit pour l'optimisation du robot (conception)
- Soit la boucle d'asservissement en temps réel (contrôle)

Modèle élastique à la fois précis et rapide :

- Déformation sous charge statique (erreur < 10%)
- Fréquence fondamentale (erreur < 10%)
- Temps de calcul < 0,1 secondes

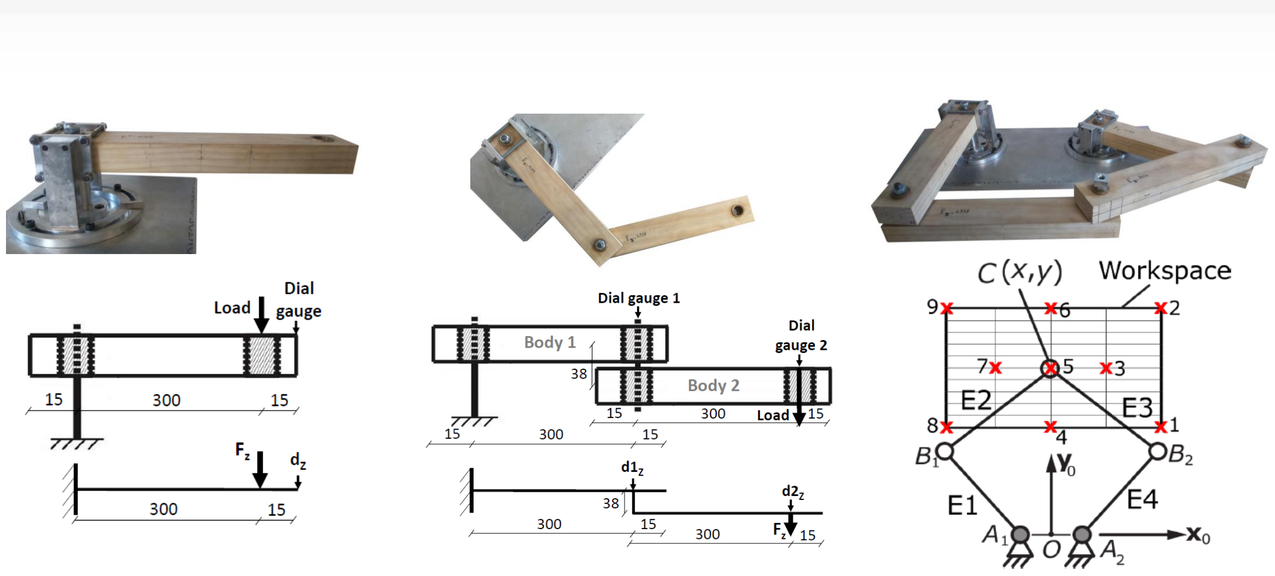


a. Déformations sous charges statiques



b. Mesures des fréquences propres par impact/micro/FFT

Figure 2 : Mesures expérimentales



a. 1 bras seul b. 2 bras seuls c. Maquette

Figure 1 : Echelles étudiées

Méthode et résultats

Réalisation d'essais de flexion 4pts sur des éléments de longueur équivalente aux bras de robot : identifier la loi de probabilité suivie par la rigidité et ses paramètres.

Modélisation d'un robot 5 barres selon la théorie des poutres

- Erreur importante du modèle par rapport à expérimental (Num1 fig4)

Expérimentation sur 1 bras seul (fig1.a), 2 bras seuls (fig1.b).

- Mesure de la perte de rigidité apportée par la liaison
- Identification de la loi décrivant le coef de perte de rigidité en fonction de E_{bras} (fig3). Coef = $E_{apparent}$ / E_{bras}

Modèle numérique initial utilisant les valeurs corrigées de E

- Erreur moyenne < 10% en statique (déformation sous charge, Num2 fig4) et en dynamique (fréquence fondamentale).
- Temps de calcul < 0,1 secondes (sur ordinateur « standard »).

Tests expérimentaux

- Statique (fig2.a) : masses accrochées à la maquette, mesure par comparateurs
- Dynamique (fig2.b) : mesure sonore des vibrations suite à impact, puis FFT.

Figure 3 : Identification du coefficient de réduction à partir de 4 essais exp

Figure 4 : Comparaison déformation exp/num (pour un bras seul)

Conclusions et perspectives

- Le modèle élastique est suffisamment précis en statique et dynamique tout en respectant le temps de calcul max fixé.
- L'approche nécessite des essais expérimentaux pour calibrer le coef (lié notamment à la perte de rigidité au niveau des liaisons). Si liaisons différentes, besoin de refaire des essais.
- Pour le futur : étude par modèle numérique 3D du comportement dans les liaisions pour prédire les affaiblissements sans devoir passer par les essais expérimentaux.

- Sur les bases de ce travail, le prototype final du projet RobEcolo (fig5) a pu être conçu par une approche d'optimisation robuste. Les mesures expérimentales ont confirmé le respect du cahier des charges (déformation sous charge et répétabilité).

Figure 5 : Prototype final du projet RobEcolo

Remerciements : Financement Région Pays de la Loire (convention No. 2018-10773). Aide matérielle de Accsys Group.

CONTACTS : sebastien.briot@ls2n.fr clement.boudaud@ecoledubois.fr

GROUPE ESB Enseignement – Recherche Sciences & technologies du bois

LS2N

Centrale Nantes

cnrs advancing the frontiers

Région PAYS DE LA LOIRE