Conception et commande d'un système robotisé à base de bras manipulateurs pour la palettisation en entrepôt logistique

JOURNÉES NATIONALES DE LA RECHERCHE EN ROBOTIQUE
BIARRITZ – 7-10 NOVEMBRE 2017

KHAIRIDINE BENALI, JEAN-FRANÇOIS BRETHÉ, FRANÇOIS GUÉRIN
MARC GORKA, YASSINE NASRI, JEAN-YVES PARÉDÉ

Introduction

L'utilisation de systèmes robotisés et autonomes pour la réalisation des tâches de préhension est encore peu fréquente dans les entrepôts logistiques, notamment pour les opérations de palettisation ou de dépalettisation. Les robots industriels actuels permettent de faire des opérations de saisie avec un seul bras muni d'un préhenseur spécifique. Ils sont adaptés aux chaines manufacturières classiques où le produit à saisir est toujours identique. Or la préhension en logistique s'effectue souvent sur des objets de taille et de masse différentes, ce qui nécessite une grande polyvalence du système de préhension. Nous proposons une solution innovante utilisant un torse humanoïde muni de deux bras UR10. Nos objectifs sont:

- de concevoir le système robotisé et autonome à partir d'un torse humanoïde et de deux bras manipulateurs.
- d'assurer une collaboration entre les deux bras pour la réalisation des tâches de préhension.
- de développer un système capable de s'adapter à l'environnement matériel et humain.

Matériels et logiciels utilisés

- Deux bras universal robots UR10.
- Un torse CROM.
- Des capteurs de force "Robotiq" FT150.
- Middleware ROS indigo.

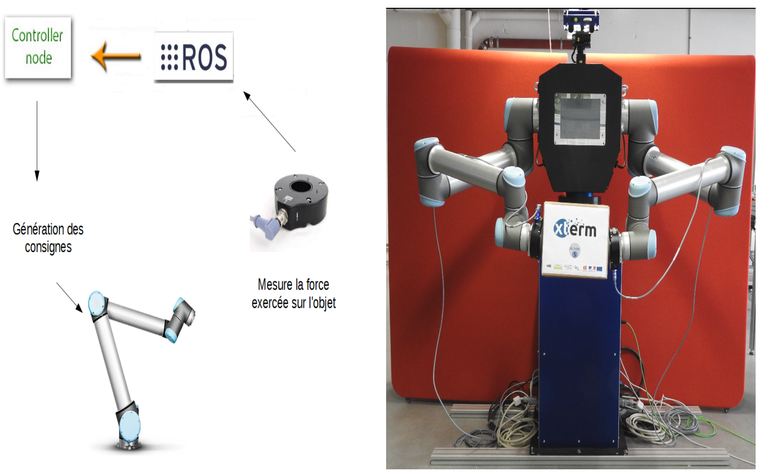

Figure 1: Robot CROM avec bras UR10

La commande proposée consiste à déplacer l'objet tenu conjointement par les effecteurs en coordonnant les mouvements des deux bras.

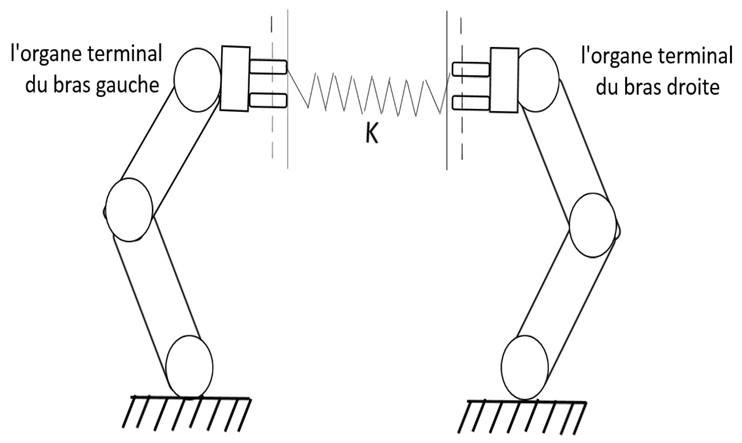

Figure 2: Modelisation du contact entre les effecteurs

La méthode proposée se compose en deux parties:

1. Calcul de la trajectoire de l'objet dans l'espace pour déterminer la posture des effecteurs situés à l'extrémité des bras manipulateurs.

2. Contrôle de l'effort exercé par les 2 bras sur l'objet en utilisant une commande hybride force/position.
La commande en force est proportionnelle à l'erreur entre la force désirée et mesurée.

$$x_F = K(f_d - f_e)$$

Modélisation du système

Les contraintes géométriques de saisie d'un objet par un robot bi-bras sont:

$$x_k = x_o + R_o r_k^o$$

$$R_o = R_k$$

$$\dot{x_k} = \dot{x_o} + \mathcal{S}(w_o) R_o r_k^o$$

$$w_o = w_k$$

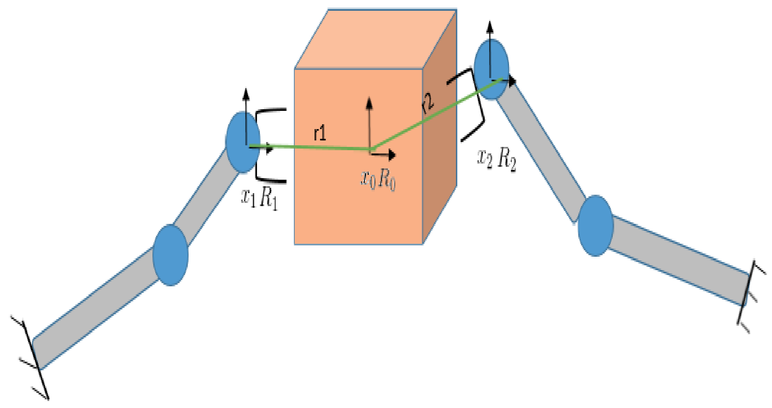

Figure 3: Configuration du robot bi-bras lors de la saisie d'un objet.

Stratégie de commande retenue

En ce qui concerne la stratégie de commande, nous avons opté pour la structure force/position présentée figure 4.

Dans ce contexte, l'objectif est de manipuler et de déplacer (à vitesse variable) un objet (de forme et de masse variable) dans l'espace de travail sans provoquer sa chute. Le système robotisé doit donc contrôler la force et suivre efficacement la trajectoire (position et orientation) souhaitée pour l'objet dans l'espace.

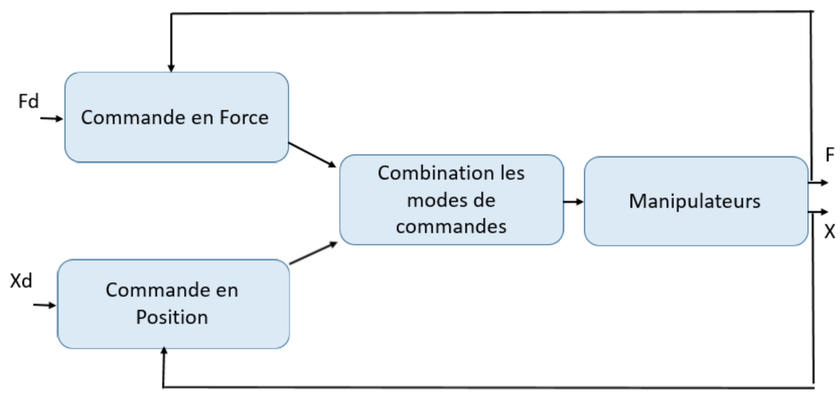

Figure 4: Schéma de commande en hybride force/position

Résultats obtenus

Pour évaluer les performances lors du déplacement d'un objet, une série d'expériences a été mené. L'une d'entre elles consiste à suivre une trajectoire circulaire d'un rayon de 0,2 m au dessus d'un plan horizontal avec un contrôle simultané en force et en position.

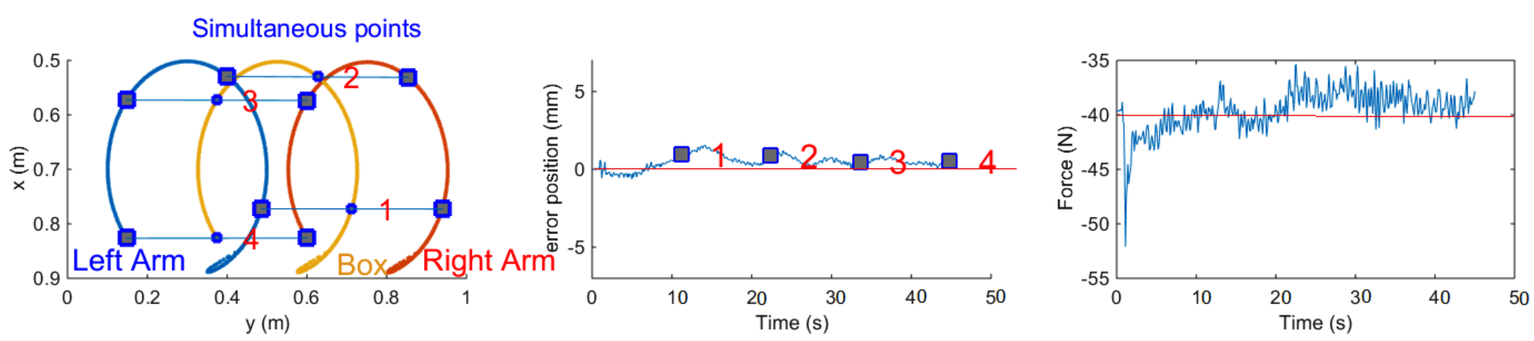

Figure 5: Trajectoires obtenues - Erreurs en position et en force

Perspectives

- Conception d'une commande optimale pour le contrôle et la synchronisation des mouvements des bras du robot lors d'une tâche de palettisation.
- Intégration d'une caméra 3D pour la perception globale de la scène de palettisation.
- Autonomisation générale du système de palettisation.

Contact

Web: https://greah.univ-lehavre.fr/
Email: khairidine.benali@univ-lehavre.fr