

## Contrôle des robots souples par un calcul mécanique temps-réel de leur structure déformable

C. Duriez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INRIA – Lille – Nord-Europe, Lille 1 University, France

---

**Résumé** — La robotique souple s’inspire de la nature, de la façon dont certains organismes vivants, entièrement déformables, se déplacent et adaptent leur forme à leur environnement. Ces robots sont construits à partir de matériaux très souples (silicone ou autres élastomères), ce qui leur permet d’accomplir des tâches avec sécurité et flexibilité. Ils sont particulièrement adaptés aux environnements fragiles. Leur conception mécanique sans articulation permet une plus grande facilité de miniaturisation. Les applications de ces robots pourraient être nombreuses dans l’industrie ou en médecine.

Cependant, un des grands défis de ce domaine est la modélisation et le contrôle de ces robots car, contrairement au cas rigide articulé, le modèle mécanique du robot ne peut plus être calculé de manière analytique et rapide pour le contrôle. Dans le cas général, il faudra utiliser un modèle numérique, de type FEM, et la taille du modèle sera d’un tout autre ordre de grandeur. Cela rend les choses peu compatibles avec les contraintes d’un contrôle temps-réel du robot. C’est ce problème qui va nous intéresser principalement dans cet exposé.

Cet exposé commencera donc par une rapide introduction au domaine des robots souples et de leurs applications. Nous détaillerons ensuite la problématique du contrôle en présentant les difficultés principales rencontrées en robotique souple : sous-actionnement, redondance, obtention d’un modèle cinématique direct et inverse, stabilité etc. . . Enfin, nous exposerons les solutions proposées par notre équipe de recherche DEFROST, basés sur des méthodes FEM calculés en temps réel (notamment avec des implémentations rapides et la réduction de la taille des modèles) et des méthodes d’optimisation (pour le calcul des contacts et la modélisation inverse sous contraintes). Nous verrons que ces recherches permettent d’utiliser les robots comme un capteur de force généralisé et actif. Nous montrerons aussi l’application de schémas de contrôle en boucle fermée sur ces robots. Le propos sera illustré par des vidéos d’expérimentations réalisées dans l’équipe et visera à montrer aux participants du congrès CSMA une application originale du calcul des structures déformables à la robotique.

---