JJCR'17

6-7 novembre 2017, Bayonne

Vérification et Amélioration du Changement de Mode d'Assemblage des Robots Parallèles

Adrien Koessler[1], Alexandre Goldsztejn[2], Sébastien Briot[2]
Nicolas Bouton[1], B. Chedli Bouzgarrou[1], Youcef Mezouar[1]

[1]Institut Pascal, UCA, CNRS, SIGMA Clermont-Ferrand [2]Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes, CNRS

Problématique

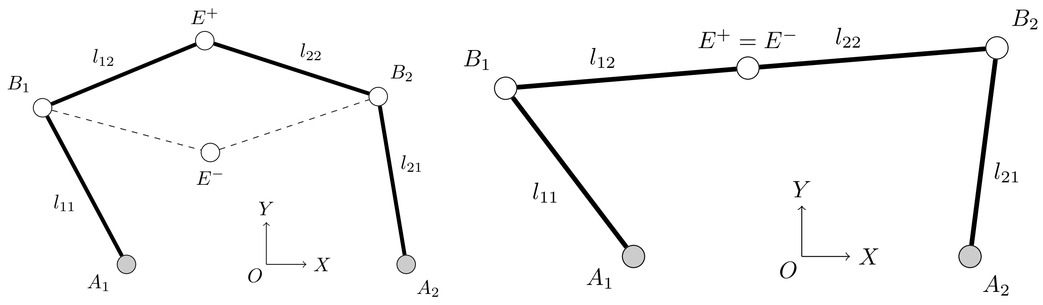
Enjeux de la robotique parallèle :

- reconfigurabilité
- agrandissement de l'espace de travail atteignable

⇒ Traversée des singularités de Type 2 avec commande et génération de trajectoire dédiée.

Objectifs :

- éliminer les cas où l'échec est possible
- permettre un meilleur suivi de trajectoire

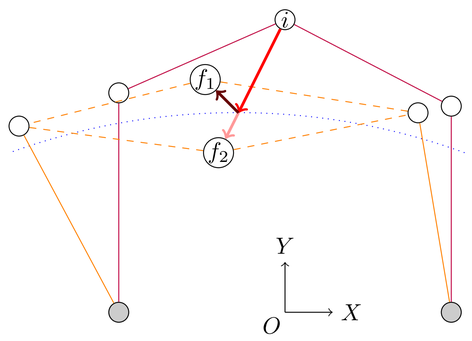


- Dans une singularité de Type 2 le robot perd sa rigidité structurelle.
- Dans quel Mode d'Assemblage le robot sortira-t-il ?

First Definition of Type 2 Singularities	Non-degenerating Dynamical Modelling	Control Scheme for Singularity Crossing	Motion Generation Ensuring Crossing
C. Gosselin & J. Angeles	*S. Briot & V. Arakelian*	*G. Pagis & N. Bouton*	Scope of the current work!
1990	2007	2014	2015-2018

Détection du Mode d'Assemblage Courant

Quelle est la configuration finale réelle ?



- suivi de position **et de vitesse** nécessaire
- analyse par intervalles pour certifier les résultats

L'état du robot est $\mathbf{x}$, $\dot{\mathbf{x}}$ est recherché en fonction des mesures $\mathbf{q}$, $\dot{\mathbf{q}}$, $\ddot{\mathbf{q}}$ et $\boldsymbol{\tau}$.

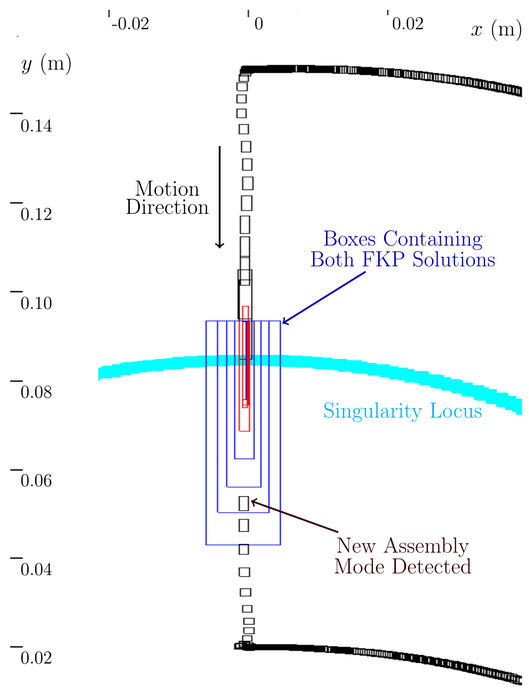
Modèles exploitables :

- FB $\mathbf{f}(\mathbf{x}, \mathbf{q}) = 0$
- MCD $\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{J}\dot{\mathbf{q}}$
- MCD2 $\ddot{\mathbf{x}} = \mathbf{J}\ddot{\mathbf{q}} + \mathbf{b}$
- MDD $\ddot{\mathbf{x}} = \mathbf{M}_p^{-1}\mathbf{J}_{inv}(\boldsymbol{\tau} - \boldsymbol{\tau}_b)$

Algorithme en deux étapes :

- prédiction de l'état suivant → résolution d'une inclusion différentielle sur $\ddot{\mathbf{x}}$ avec MCD2 et MDD
- mise à jour de l'état → contraction de $\mathbf{x}$, $\dot{\mathbf{x}}$ suivant FB et MCD avec les mesures $\mathbf{q}$, $\dot{\mathbf{q}}$

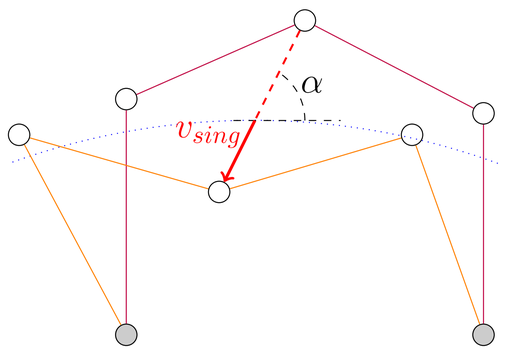
Si les encadrements sont assez précis, les solutions parasites sont éliminées.



Génération de Trajectoires Certifiées

Paramètres introduits :

- vitesse de traversée désirée v_{sing}
- angle au lieu des singularités de Type 2 α



Les trajectoires sont réalisées sur le robot DexTAR et passées dans l'algorithme précédent. On teste sa capacité à détecter que le Mode d'Assemblage a bien été modifié.

Des tableaux sont générés pour relever l'influence des différents paramètres.

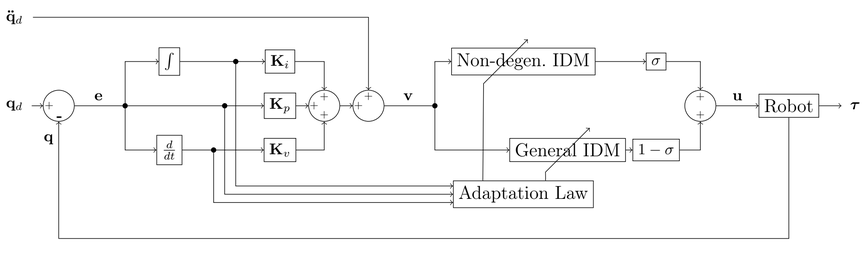
v_{sing} (m/s)	0.4	0.6	0.8	1
$\alpha = 30$ deg	×	×	×	×
$\alpha = 45$ deg	×	×	×	✓
$\alpha = 60$ deg	×	×	✓	✓
$\alpha = 75$ deg	×	✓	✓	✓
$\alpha = 90$ deg	×	✓	✓	✓

Les **vitesses de traversée élevées** et les trajectoires **perpendiculaires à la singularité** garantissent le changement de Mode d'Assemblage.

Commande Avancée pour les Traversées

Problèmes de la commande en couples calculés :

- impact excessif des erreurs d'asservissement aux abords des singularités
- modèle dynamique interne difficile à identifier



Commande adaptative sur les paramètres dynamiques (synthèse linéaire) :

- utilité démontrée si les paramètres varient
- pas d'amélioration flagrante pour les traversées
- réglage difficile

Commande prédictive sur les paramètres dynamiques :

- peut s'avérer utile dans les traversées
- n'a pas besoin d'une forme structurée pour l'erreur modèle
- à relier avec la certification des trajectoires
- ouvre le champ à une regénération locale des trajectoires

Publication

A. Koessler, A. Goldsztejn, S. Briot et N. Bouton. *Certified Detection of Parallel Robot Assembly Mode under Type 2 Singularity Crossing Trajectories*. International Conference on Robotics and Automation (ICRA), Singapour, Mai 2017.