

Titre : Contributions à l'analyse de la performance des robots parallèles continus.

Mots clés: Robots parallèles continus, analyse de performances, espace de travail, stabilité des équilibres.

Résumé: Les robots parallèles continus (RPCs) sont des manipulateurs utilisant plusieurs tiges flexibles disposées en parallèle et connectées à une plateforme rigide. Les RCPs promettent des capacités de charge et une précision plus élevée que les robots sériels continus, tout en gardant une grande flexibilité. Puisque le risque de blessure lors d'un contact accidentel entre un humain et un CPR devrait être réduit, les RCPs peuvent être utilisés dans des tâches collaboratives à grande échelle ou dans de tâches de chirurgie robotique assistée. Différentes architectures de RCP existent, mais la conception du prototype est rarement basée sur des considérations de performance, et la réalisation de RCPs est principalement à partir d'intuitions en utilisant d'architectures de manipulateurs parallèles rigides. Les thèmes de recherche de cette thèse portent sur l'analyse des performances des RCPs, et sur les outils nécessaires à une telle évaluation, ainsi que sur les algorithmes de calcul de leur espace de travail. En particulier, les stratégies de calcul de l'espace de travail pour les RCPs sont essentielles

pour l'évaluation de la performance, car l'espace de travail peut être utilisé comment un indice de performance, par exemple pour des outils de conception optimale. Deux nouveaux algorithmes de calcul de l'espace de travail sont proposés dans ce manuscrit, le premier se concentrant sur le calcul du volume de l'espace de travail et la certification de ses résultats numériques, et le second sur le calcul des bords de l'espace de travail uniquement. En raison de la nature élastique des RCPs, un indicateur de performance essentiel pour ces robots est la stabilité de leurs configurations d'équilibre. Cette thèse propose la validation expérimentale de l'évaluation de la stabilité des équilibres sur un prototype réel, démontrant les limites de certaines hypothèses couramment utilisées. De plus, un indice de performance mesurant la distance à l'instabilité est proposé dans ce manuscrit. Contrairement à la majorité des approches existantes, l'avantage évident de l'indice proposé est une signification physique bien défini

Title: Contributions to the Performance Analysis of Continuum Parallel Robots

Keywords: Continuum parallel robots, performance analysis, workspace, equilibrium stability.

Abstract: Continuum parallel robots (CPRs) are manipulators employing multiple flexible beams arranged in parallel and connected to a rigid end-effector. CPRs promise higher payload and accuracy than serial CRs while keeping great flexibility. As the risk of injury during accidental contact between a human and a CPR should be reduced, CPRs may be used in large-scale collaborative tasks or assisted robotic surgery. There exist various CPR designs, but the prototype conception is rarely based on performance considerations, and the CPRs realization in mainly based on intuitions or rigid-link parallel manipulators architectures. This thesis focuses on the performance analysis of CPRs, and the tools needed for such evaluation, such as workspace computation algorithms. In particular, workspace computation strategies for CPRs are essential for the performance assessment, since the CPRs workspace may be used as a performance index or it can serve for optimal-design tools.

Two new workspace computation algorithms are proposed in this manuscript, the former focusing on the workspace volume computation and the certification of its numerical results, while the latter aims at computing the workspace boundary only. Due to the elastic nature of CPRs, a key performance indicator for these robots is the stability of their equilibrium configurations. This thesis proposes the experimental validation of the equilibrium stability assessment on a real prototype, demonstrating limitations of some commonly used assumptions. Additionally, a performance index measuring the distance to instability is originally proposed in this manuscript. Differently from the majority of the existing approaches, the clear advantage of the proposed index is a sound physical meaning; accordingly, the index can be used for a more straightforward performance quantification, and to derive robot specifications.