

SOUTENANCE DE THÈSE DE MARWAN HAMZE

Marwan HAMZE soutiendra sa thèse intitulée "Contrôle d'équilibre des robots en contacts compliants", le mardi 11 avril 2023 à 9h00 en salle Casimir (visioconférence avec le Japon).

11 avril 2023

Marwan HAMZE soutiendra sa thèse le mardi 11 avril 2023 à 9h00 en salle Casimir (visioconférence avec le Japon).

Titre : Contrôle d'équilibre des robots en contacts compliants

Résumé :

Le contrôle d'équilibre des robots reste un problème complexe qui nécessite des recherches supplémentaires, en particulier dans le cas des robots humanoïdes. Ceci est particulièrement vrai lorsque l'interaction robot-environnement est souple, par exemple lorsque les surfaces de contact sont faites de matériaux mous. L'hypothèse classique d'interaction rigide échoue dans ce cas, car le contrôleur construit sur cette hypothèse ne réussit pas à suivre les forces requises pour l'équilibre du robot. Certains travaux dans la littérature tentent de compenser l'effet de compliance, mais cela ne fonctionne que pour des effets de compliance relativement faibles. D'autres se sont appuyés sur la modélisation de l'environnement compliant, mais leurs approches ne fonctionnent que sur des robots spécifiques contrôlés en couple.

Cette thèse traite le contrôle de l'équilibre des robots pendant l'interaction compliante avec l'environnement, et propose une stratégie de contrôle qui est applicable à différents types de robots. Un modèle réduit utilisant le modèle visco-élastique des forces est proposé pour étudier la dynamique imposée par l'interaction compliante sur le robot. Le modèle prend un nombre quelconque de contacts avec l'environnement, ce qui le rend utilisable sur des robots quadrupèdes ainsi que sur des robots humanoïdes avec des configurations de contact multiples. Un processus de linéarisation est utilisé pour linéariser le système non linéaire, et une représentation de l'espace d'état est utilisée pour représenter la dynamique linéaire. Pour suivre les forces et les moments au niveau des contacts avec une bonne précision, les données des capteurs de force sont utilisées dans un compromis avec la cinématique des contacts. Un programme quadratique linéaire est utilisé pour générer des signaux d'accélération des membres du robot en contact avec l'environnement, nécessaires pour minimiser l'erreur d'état. Les signaux d'accélération sont ensuite incorporés dans un programme quadratique, qui est utilisé pour générer le mouvement du robot en question.

Abstract:

The balance control of robots is still a complex problem that requires additional research, especially in the case of humanoid robots. This is particularly true when the robot-

environment interaction is compliant, such as when the contact surfaces are made of soft material. The classical rigid interaction assumption fails in such case, as the controller built on this assumption struggles to produce the required forces for the robot's balance. Some works in the literature try to compensate for the compliance effect, but this works only with relatively small compliance effects. Others have relied on modeling the compliant environment, but their approaches only work on specific torque-controlled robots.

This thesis deals with the balance control of robots during compliant interaction with the environment, and proposes a control strategy that is applicable to different types of robots. A reduced model using the viscous-elastic model of the forces is proposed to study the dynamics imposed by the compliant interaction on the robot. The model takes any number of contacts with the environment, which make it usable on quadruped robots as well as humanoid robots with multiple contact configurations. A linearization process is used to linearize the non-linear system, and a state-space representation is used to represent the linear dynamics. To follow the desired contact forces and moments, the force sensor data is used in a trade-off with the contacts' kinematics. To minimize the error of the state, a linear quadratic program is used to generate the required command signal for this minimization, consisting of acceleration signals of the robot's limbs in contact with the environment. The acceleration signals are then incorporated into a whole body quadratic program, which is used to generate the motion of the robot in question.