

Optimisation de mouvements complexes pour les robots à pattes

Sébastien Lengagne

équipe MACCS - axe ISPR de l'Institut Pascal de Clermont-Ferrand
sebastien.lengagne@univ-bpclermont.fr

14 janvier 2014

Les robots à pattes et notamment les robots humanoïdes sont des systèmes complexes. Certains mouvements, comme la marche, sont générés en ligne par des algorithmes basés sur un modèle simplifié du robot [1]. Ces algorithmes permettent un calcul en temps réel des trajectoires articulaires, mais ignorent certaines limitations, par exemple les couples articulaires. Afin de prendre en compte toutes les limites physiques du robot et de générer des mouvements complexes, certaines méthodes se basent sur un processus d'optimisation et un modèle complet du robot [2].

Le problème de génération de mouvements est dit infini car il doit calculer des trajectoires articulaires continues (décomposables en une infinité de valeurs) qui vérifient des contraintes continues (elles aussi décomposables en une infinité de valeurs). Afin de rendre le problème fini, on procède généralement à une paramétrisation des trajectoires articulaires. On restreint donc le résultat à un sous-ensemble de mouvements possibles. De plus, elles utilisent le modèle dynamique inverse, qui permet de calculer les couples en fonction des trajectoires articulaires, et imposent des contraintes relatives aux lois physiques. Ces contraintes physiques viennent s'ajouter aux contraintes liées aux propriétés du mouvement et aux limites du robot. La paramétrisation et le grand nombre de contraintes peuvent mener à un problème mal conditionné donc difficile à résoudre. Par conséquent, le temps de calcul de l'optimisation de mouvements peut être de quelques minutes à plusieurs heures, voire journées [2].

L'objectif de ce stage est d'implémenter un autre algorithme d'optimisation de mouvements et d'en comparer les performances. Cet algorithme se base sur une simulation physique du mouvement. Le mouvement est décomposé en plusieurs phases. L'algorithme optimisera l'état au début de chaque phase et prendra en compte des contraintes pour assurer la continuité du mouvement. Ceci devrait permettre un meilleur conditionnement du problème et donc une résolution plus rapide.

Le stage commencera par la prise en main du simulateur actuel. La première tâche portera sur l'amélioration du simulateur afin de prendre en compte des corps complexes, décrits par des fichiers de type wrl, iv ou x3d. La deuxième tâche abordera la mise en place du problème d'optimisation (la résolution est laissée à des algorithmes spécialisés) et l'évaluation de ses performances. La troisième étape portera sur la mise en parallèle (sur plusieurs coeurs et/ou en cluster) de l'algorithme afin d'améliorer les temps de calcul.

Ces travaux seront utilisés pour la génération de mouvements complexes pour les robots humanoïdes, les bras manipulateurs et les robots hexapodes. Ils s'appliqueront également au transfert du mouvement humain vers les robots humanoïdes. Ils s'intégreront à l'outil MoGS (Motion Generation Software) [3] et donneront lieu à une ou plusieurs communications scientifiques. Le développement se fera en C++ sous Linux.

Références

- [1] S. Kajita, T. Nagasaki, K. Kaneko, and H. Hirukawa, "Zmp-based biped running control," *IEEE Robotics & Automation Magazine*, vol. 14, pp. 63 – 72, 2007.
- [2] S. Lengagne, J. Vaillant, A. Kheddar, and E. Yoshida, "Generation of whole-body optimal dynamic multi-contact motions," *International Journal of Robotics Research*, vol. 32, pp. 1104 – 1119, September 2013.
- [3] [Online]. Available : <https://github.com/lengagne/MoGS>