



UNIVERSITÉ
LAVAL

Faculté des sciences et de génie
Département de génie mécanique

Proposition de projet

Présenté à :
Professeur Claude-Guy Quimper

Par :
André Gallant - 111 062 993
Alexis Fortin-Côté - 908 191 694
Vincent Babin - 910 227 872

dans le cadre du cours :
IFT-7020
Optimisation Combinatoire

9 mars 2014

Proposition

Un facteur principal limitant la charge utile des manipulateurs robotiques est le couple maximal de leurs articulations. Afin d'augmenter les capacités des manipulateurs sans les modifier, il est possible d'exploiter l'inertie de celui-ci et de la charge. Par exemple, le cas du pendule simple montré dans la Fig. 1, il est possible de concevoir une trajectoire qui passe par $\theta = \pi/2$ avec un couple inférieur à mgL . Le couple nécessaire pour maintenir la charge m à l'horizontal est mgL .

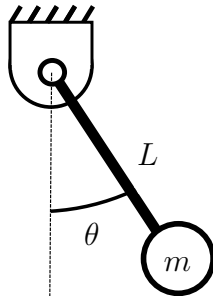


FIG. 1 – Pendule simple

Ce projet porte sur la détermination d'une trajectoire permettant de transférer la charge m d'un état initial à un état final en respectant les contraintes sur les couples articulaires. Le problème se pose donc comme un problème de satisfaction de contraintes avec la possibilité d'optimiser certains paramètres tel que le temps total d'exécution.

Dans le but de résoudre ce problème, une première approche sera de représenter la trajectoire de chaque articulation par un polynôme d'ordre n . Les variables principales seront donc les coefficients de ces polynômes. Cette approche a pour avantage de limiter le nombre de variables et offre une solution régit par une fonction analytique. L'optimisation sur les coefficients du polynôme sera tout d'abord faite avec des méthodes de descente de gradient.

Une seconde approche sera d'utiliser une approche d'optimisation par essaim particulaire (PSO) pour tenter de résoudre le même problème et de vérifier si la solution trouvée par la méthode de descente de gradient est un minimum global ou local. Par la suite, nous tenterons non pas d'optimiser les coefficients d'un polynôme mais plutôt de discrétiser le temps et d'optimiser la position articulaire à chaque instant. Cette méthode aura pour avantage de donner une forme arbitraire à la trajectoire, mais aura pour inconvénient de grandement augmenter le nombre de variables. Il sera alors possible de comparer les trajectoires et de voir si un polynôme admet une solution adéquate au problème.

La dernière approche consistera en la recherche de chemin faisable par discrétisation de la trajectoire. Un graphe où chaque nœud représente l'état du système, dans notre exemple les états sont définis par θ et $\dot{\theta}$, peut être créé. Le problème devient donc de trouver le chemin entre l'état initial et l'état final. Les nœuds sont reliés entre-eux par des segments qui représentent un chemin possible, c.-à-d. qui respecte les contraintes de couple du mécanisme.

Références

- [1] O. Stursberg, “A graph search algorithm for optimal control of hybrid systems,” in *Decision and Control, 2004. CDC. 43rd IEEE Conference on*, vol. 2, pp. 1412–1417 Vol.2, Dec 2004.
- [2] R. Toogood, H. Hao, and C. Wong, “Robot path planning using genetic algorithms,” in *Systems, Man and Cybernetics, 1995. Intelligent Systems for the 21st Century., IEEE International Conference on*, vol. 1, pp. 489–494 vol.1, Oct 1995.
- [3] C. Wurrll and D. Henrich, “Point-to-point and multi-goal path planning for industrial robots,” *Journal of Robotic Systems*, vol. 18, no. 8, pp. 445–461, 2001.
- [4] P. Huang and Y. Xu, “Pso-based time-optimal trajectory planning for space robot with dynamic constraints,” in *Robotics and Biomimetics, 2006. ROBIO’06. IEEE International Conference on*, pp. 1402–1407, IEEE, 2006.
- [5] Y. Del Valle, G. K. Venayagamoorthy, S. Mohagheghi, J.-C. Hernandez, and R. G. Harley, “Particle swarm optimization : basic concepts, variants and applications in power systems,” *Evolutionary Computation, IEEE Transactions on*, vol. 12, no. 2, pp. 171–195, 2008.