Conception et optimisation d'algorithmes de coordination multi-robot pour l'exploration autonome de réseaux de galerie.

I Introduction

Definition d'un robot, Spécification du type étudier dans ce rapport, les défis de la plannification de trajectoire, l'évitement d'obstacle (petit point sur l'optimisation de trajectoire en milieu ouvert pour de la recherche de victime par exemple) Les contraintes extérieures et celle du robot lui même

II Etat de l'art

II.1 Planification de la trajectoire et évitement d'obstacle

La planification de la trajectoire d'un système méchatronique est la base de tous les systèmes autonomes allant des drones au bras de manutention et d'assemblage.

Parmis les méthodes déterministe, on trouve une large variete de méthodes principalement basées sur trois approches différentes. Les approches par graphs, celle de décomposition célullaire et enfin les celles utilisant des champs potentiels.[1][2]

La méthodes des graphs consistent à construire une carte des chemins empruntable en partant des obstacles de la scène. Parmis ces méthodes utilisant des graphs, on peut distinguer quatres types differents : Les graph de visibilité[3], les diagrammes de Voronoï [4] ou encore la méthode des Silhouette[2].

Les méthodes associés au decomposition celulaire consistent à diviser l'espace libre du robot en régions simples, appelées cellules, où il est facile de générer un chemin entre deux configurations. Un graphe représentant les relations d'adjacence entre les cellules est ensuite construit et exploré.[1][5][6][7]

Une autre méthode repose sur une subdivision fine de l'espace afin de repérer les zones libres. La méthode des champs potentiels s'appuie sur cette idée en définissant des potentiels qui traduisent des forces d'attraction, dirigées vers les coordonnées cibles, et de répulsion, correspondant par exemple aux obstacles. Le chemin est ensuite déterminé en suivant l'opposé du gradient du potentiel total ainsi calculé.[1][8]

III Définitions mathématiques

Soit $\Omega \in \mathbb{R}^2$, soit $\mathbf{X}(t)$ les coordonées du robot à l'instant t dans cet espace.
Soit $V(t)$ le champ de vision du robot à l'instant t
Soit $\mathbf{M}(t,\theta)$ le premier point d'intersection entre un segment et les murs,

$$\mathbf{M}(t,\theta) = \mathbf{X}(t) + R(t,\theta)\begin{pmatrix}\cos\theta & 0 \\ 0 & \sin\theta\end{pmatrix}\mathbf{X}(t)$$

On note $\mathbf{M}_{max}(t,\theta)$ le point tel que $R(t,\theta) = R_{max}$
Ici,

$$R(t,\theta) = \min(\text{distance}(\,\mathbf{X}(t),\ L(\theta) \cap W\,))$$

$$L(\theta) = \{\,(1-l)\,\mathbf{X}(t) + l\,\mathbf{M}_{max}(t,\theta)\,|\,l \in [0,1]\,\}$$

$$W = \{\,\text{Segment}(\Omega)\,\}$$

On défini le champ de vision du robot tel que:

$$V(t) = \{\,(1-l)\,\mathbf{X}(t) + l\,\mathbf{M}(t,\theta)\,|\,l \in [0,1], \theta \in [0,2\pi[\,\} \tag{1}$$

Autrement dis, $V(t)$ est l'ensemble des points de Ω présents dans un disque de rayon R_{max} et situé entre le robot et la plus proche intersection à un mur

References

[1] Latombe Jean-Claude. Robot Motion Planning. Springer US, Boston, MA, 1991.

[2] Bhattacharyya Aneeta, Singla Ekta, and Dasgupta Bhaskar. Robot path planning using silhouette method. In 13th National Conference on Mechanisms and Machines, pages 12–13, January 2008.

[3] Lozano-Pérez Tomás and Wesley Michael A. An algorithm for planning collision-free paths among polyhedral obstacles. Communications of the ACM, 1979.

[4] Garrido Santiago, Moreno Luis, Abderrahim Mohamed, and Martin Fernando. Path planning for mobile robot navigation using voronoi diagram and fast marching. In 2006 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pages 2376–2381, 2006.

[5] Zhu David and Latombe Jean-Claude. New heuristic algorithms for efficient hierarchical path planning. IEEE Transactions on Robotics and Automation, 7:9–20, 1991.

[6] Kedem K. and Sharir M. An efficient motion-planning algorithm for a convex polygonal object in two-dimensional polygonal space. Discrete and Computational Geometry, 5(1):43–76, 1990.

[7] Avnaim Francis, Boissonnat Jean-Daniel, and Faverjon Bernard. A practical exact motion planning algorithm for polygonal objects amidst polygonal obstacles. In Proceedings of the 1988 IEEE International Conference on Robotics and Automation, volume 3, pages 1656–1661, 1988.

[8] Koren Y. and Borenstein J. Potential field methods and their inherent limitations for mobile robot navigation. In Proceedings of the 1991 IEEE International Conference on Robotics and Automation, volume 2, pages 1398–1404, 1991.