

Gestion des problèmes d'occultation et de collision durant une tâche référencée vision

David FOLIO^{1*}

sous la direction de Viviane CADENAT¹

¹ LAAS/CNRS, 7 avenue du Colonel ROCHE, 31077 Toulouse Cedex 4

dfolio@laas.fr
cadenat@laas.fr

La réalisation de tâches référencées vision suppose que les indices visuels nécessaires sont disponibles à tout instant : ils ne doivent donc jamais être occultés ni perdus. La plupart des travaux s'intéressant à la gestion des occultations ou la visibilité du motif visuel ont été menés dans le cadre de la robotique de manipulation [Wunsch : 97, Marchand : 98, Mezouar : 02, Comport : 04]. Nous nous intéressons ici à un problème similaire pour la robotique mobile. Il s'agit de réaliser une tâche de navigation guidée par la vision dans un environnement encombré d'obstacles susceptibles d'occulter la caméra ou/et de présenter un danger pour un robot mobile. Le robot considéré (figure 1) comprend une base mobile de type char équipée d'une caméra montée sur une platine commandable en site et d'une ceinture de seize capteurs ultrasons. Les techniques proposées sont basées sur le formalisme des fonctions de tâche [Samson : 91] et se situent dans le prolongement de travaux menés au LAAS/CNRS [Cadenat : 99, Cadenat : 01]. La stratégie de commande envisagée ici consiste à synthétiser différents correcteurs qui sont ensuite combinés en fonction de l'environnement pour définir la loi de commande à appliquer au robot.

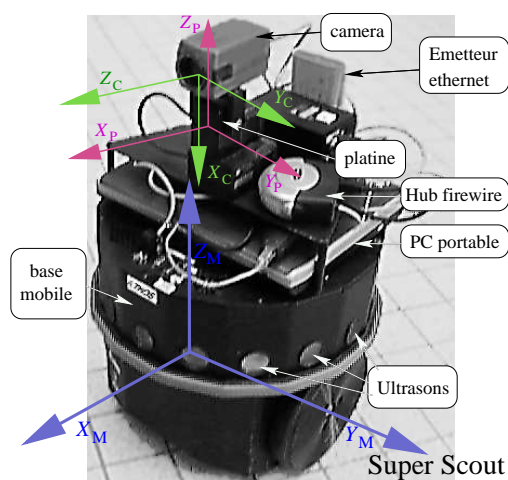


FIG. 1 – Le robot.

Nous présentons deux approches permettant de répondre au problème de la navigation référencée vision en environnement encombré. Dans la première, nous introduisons deux correcteurs, l'un assurant l'asservissement visuel, l'autre permettant de gérer à la fois les problèmes d'occultation et de collision. Le premier correcteur, synthétisé sur la base du formalisme des fonctions de tâches [Chaumette : 98], permet de réaliser la tâche référencée vision nominale en l'absence de contrainte. Le second correcteur permet de gérer les occultations tout en *minimisant* le risque de collision. La synthèse de ce correcteur repose sur le formalisme des tâches redondantes [Samson : 91]. Les occultations sont alors gérées par le biais d'une fonction de tâche redondante, l'évitement d'obstacles étant assuré au mieux avec les degrés de liberté laissés libres par cette tâche. La synthèse de la loi de commande globale est basée sur le lissage du basculement entre les deux correcteurs à l'aide d'une combinaison convexe dépendant des risques d'occultation et de collision. L'approche proposée a été simulée sous Matlab et est actuellement en cours d'intégration sur nos robots. La tâche choisie consiste à positionner la caméra embarquée face à une cible dans un environnement encombré de deux obstacles. La position de ces derniers et de la cible ainsi que la configuration initiale du robot ont été choisies de manière à provoquer des situations de collisions et d'occultations. Les figures 2.a et 2.b présentent respectivement la trajectoire effectuée par le robot et l'évolution des différentes distances au cours de la tâche de navigation. Ainsi que le montrent ces figures, les résultats obtenus sont satisfaisants puisque la tâche est correctement réalisée. Toutefois, l'évitement d'obstacles étant réalisé au mieux, la non collision ne peut être garantie et le robot peut ainsi être amené à passer dans un voisinage très proche des obstacles (cf. figure 2.a). C'est pourquoi, nous avons développé une seconde méthode permettant d'améliorer la qualité du contournement.

Le principe de la seconde méthode est le même que précédemment, l'asservissement visuel est toujours défini de la même manière grâce au formalisme des fonctions de

*Soutenu par le Fond Social Européen

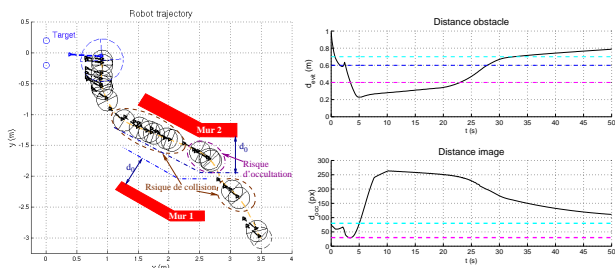


FIG. 2.a –

FIG. 2.b –

FIG. 2 – Trajectoire du robot et évolution des distances

tâches. En revanche, la tâche d'évitement d'occultation, bien que toujours déterminée à partir du formalisme des tâches redondantes, n'intègre plus de composante dédiée à la non collision. Ainsi, si la tâche redondante à réaliser en priorité est toujours conçue pour garantir la visibilité des indices visuels, la tâche secondaire est maintenant définie de façon à continuer à converger vers le motif de référence. Il est donc nécessaire de synthétiser un troisième correcteur permettant d'assurer la non collision, tout en gérant les occultations au mieux. Encore une fois, nous nous sommes ici appuyés sur le formalisme des tâches redondantes. Nous avons ainsi défini la tâche redondante à effectuer en priorité pour garantir la non collision et la tâche secondaire de manière à minimiser les problèmes d'occultations. La stratégie globale de commande consiste alors à choisir le correcteur à appliquer au robot en fonction des risques d'occultations et de collisions évalués à partir des données visuelles et ultrasoniques. Le basculement entre les différents correcteurs est lissé, comme précédemment, par une combinaison convexe. Cette approche a été validée sous Matlab. Afin de faciliter la comparaison des deux méthodes, nous avons choisi de simuler la même tâche robotique dans un environnement identique. Les résultats obtenus sont regroupés sur les figures 3.a et 3.b. La première présente la trajectoire effectuée par le robot, la seconde détaille l'évolution des distances à l'objet occultant (dans l'image) et à l'obstacle (dans la scène). Encore une fois, ces figures montrent que la tâche est parfaitement réalisée avec, dans ce dernier cas, un évitement de meilleure qualité grâce à notre stratégie de commande à trois correcteurs.

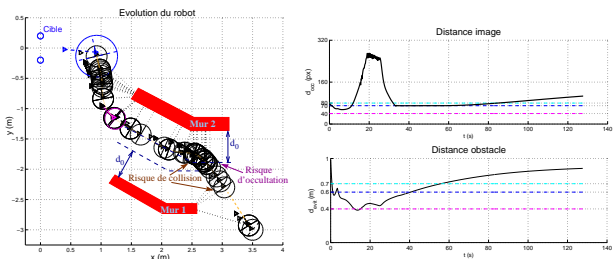


FIG. 3.a –

FIG. 3.b –

FIG. 3 – Trajectoire du robot et évolution des distances

Ces travaux ont donné des résultats intéressants et ouvert des perspectives prometteuses. Actuellement, nous expérimentons les deux lois de commande proposées sur les robots du LAAS/CNRS. Par la suite, nous envisageons d'améliorer l'enchaînement des différentes tâches, en gérant les transitions dynamiquement comme dans [Souères : 03, Mansard : 04]. Enfin, nous souhaitons aussi prolonger ces travaux en cherchant non plus à éviter les occultations mais au contraire à les tolérer pour mieux les gérer.

Références

- [Cadenat : 99] V. Cadenat. *Commande référencée multi-capteurs pour la navigation d'un robot mobile*. PhD thesis, Univ. of Toulouse III, France, December 1999.
- [Cadenat : 01] V. Cadenat, P. Souères & M. Courdresses. *Using system redundancy to perform a sensor-based navigation task amidst obstacles*. International Journal of Robotics and Automation, 2001.
- [Chaumette : 98] F. Chaumette. *De la perception à l'action : l'asservissement visuel ; de l'action à la perception : la vision active*. Habilitation à diriger les recherches, Université de Rennes 1, IRISA, 1998.
- [Comport : 04] A. I. Comport, E. Marchand & F. Chaumette. *Robust model-based tracking for robot vision*. In IROS'04, Sendai, Japan, October 2004.
- [Mansard : 04] N. Mansard & F. Chaumette. *Tasks sequencing for visual servoing*. In IROS'04, Sendai, Japan, September 2004.
- [Marchand : 98] E. Marchand & G.D. Hager. *Dynamic Sensor Planning in Visual Servoing*. In ICRA'98, Leuven, Belgium, May 1998.
- [Mezouar : 02] Y. Mezouar & F. Chaumette. *Avoiding self-occlusions and preserving visibility by path planning in the image*. Robotics and Autonomous Systems, November 2002.
- [Samson : 91] C. Samson, B. Espiau & M. Le Borgne. *Robot control : the task function approach*. Oxford University Press, Oxford, 1991.
- [Souères : 03] P. Souères & V. Cadenat. *Dynamical sequence of multi-sensor based tasks for mobile robots navigation*. In SYROCO'03, Wroclaw, Poland, September 2003.
- [Wunsch : 97] P. Wunsch & G. Hirzinger. *Real-Time visual tracking of 3D objects with dynamic handling of occlusion*. In ICRA'97, Albuquerque, Mexico, April 1997.