

Pilote automatique bio-inspiré pour la navigation en 3D

G. PORTELLI, J. SERRES, F. RUFFIER, ET N. FRANCESCHINI

Institut des Sciences du Mouvement CNRS / Univ. de la Méditerranée
Correspondant : G.PORTELLI, email : geoffrey.portelli@univmed.fr

Mots clés : flux optique, pilote automatique, bionique, biorobotique, biomimétisme.

Les insectes volants sont capables de naviguer dans un environnement inconnu en se basant sur le *flux optique* (FO) engendré par leur propre déplacement. Ils utilisent ce FO pour éviter les obstacles [1, 2], pour contrôler leur vitesse et leur altitude, ainsi que pour atterrir [3].

Le but de cette étude est d'étendre aux trois dimensions (x,y,z) le principe de régulation du FO. Le pilote automatique que nous avons conçu, ALIS (*AutopiLot using an Insect based vision System*) [4] permet de naviguer en 3D dans un tunnel.

Nous avons simulé une abeille (Fig.1) dont la dynamique est décrite dans ses trois degrés de liberté en translation (x,y,z). L'abeille simulée est équipée d'un système visuel minimaliste composé de quatre capteurs de FO (2 latéraux, 1 ventral, 1 dorsal), sous la forme de Détecteurs Élémentaires de Mouvement (DEM).

La clé du fonctionnement de ce pilote automatique réside dans les deux *régulateurs de FO* qui tendent à réguler (= maintenir constant) le FO perçu en agissant d'une part sur la poussée d'avance, d'autre part sur la poussée latérale ou verticale. L'avantage de ce système visuo-moteur est qu'il fonctionne sans aucune mesure *explicite* de vitesse ou de distance. Le pilote automatique ALIS ne requiert donc ni capteur de vitesse ni capteur de distance. Les systèmes de contrôle visuo-moteur basés sur l'étude des insectes permettent d'accéder à des solutions efficaces, ne nécessitant que de faibles ressources calculatoires. Ces solutions biomimétiques ouvrent la voie à des systèmes de guidage visuel légers, peu gourmands en énergie, et susceptibles d'être appliqués à la navigation de véhicules autonomes ainsi qu'à des systèmes d'alarme pour avions.

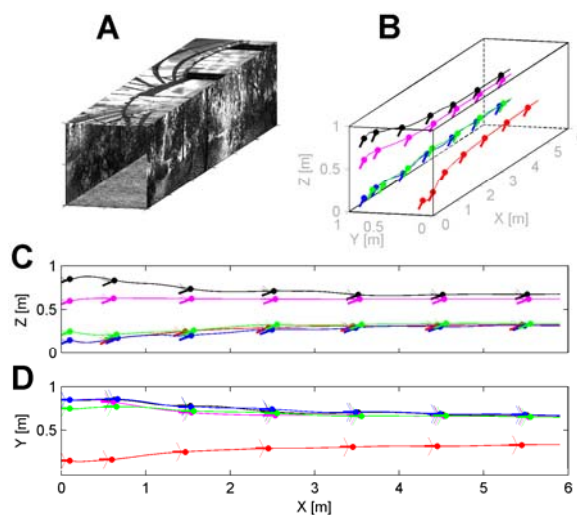


Fig. 1 : Trajectoires de l'abeille simulée, volant dans un tunnel 3D, pour différentes positions initiales.

Références :

- [1] M.V. Srinivasan, M. Lehrer, W.H. Kirchner, and S.W. Zhang, "Range perception through apparent image speed in freely flying honeybees," *Vis. Neurosci.*, vol. 6, pp. 519-535, 1991.
- [2] J. Serres, F. Ruffier, G.P. Masson, and N. Franceschini, "A bee in the corridor: centring and wall-following," *Naturwissenschaften*, vol. 95, pp. 1181-1187, 2008.
- [3] N. Franceschini, F. Ruffier, and J. Serres, "A bio-inspired flying robot sheds light on insect piloting abilities," *Current Biology*, vol. 17, pp. 329-335, 2007.
- [4] G. Portelli, J. Serres, F. Ruffier, and N. Franceschini, "A 3D insect-inspired visual autopilot for corridor following," *Proc. 2nd IEEE/RAS-EMBS Int. Conf. Biomedical Robotics and Biomechanics BIOROB2008*, pp. 19-26, 2008.