

Avion d'intérieur : une plateforme de recherche pour la robotique bio-inspirée

Jean-Christophe Zufferey*, Cyril Halter*, Jean-Daniel Nicoud**

* Evolutionary & Adaptive Systems Team [EAST], Institut de Systèmes Robotiques, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

** DIDEL SA, Belmont, Suisse (cf. [DIDEL])

Pour toute correspondance : Jean-Christophe.Zufferey@epfl.ch

A travers cet article, nous souhaitons présenter un avion d'intérieur un peu spécial puisqu'il a été conçu pour servir de base à un projet robotique. Pour le moment, il s'agit d'un modèle télécommandé. A terme, il est destiné à voler de façon autonome en utilisant la vision comme seul capteur.

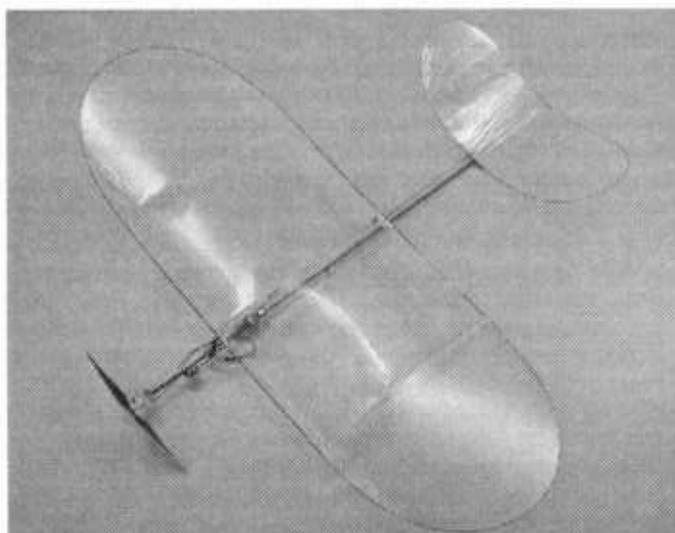


Figure 1 – La dernière version de notre modèle C

Une plateforme robotique

En robotique autonome, l'intelligence artificielle (IA) sert de base théorique pour la programmation du centre de commande des agents mobiles. Dans ce domaine en pleine ébullition, il existe essentiellement deux tendances. D'un côté l'approche classique, basée sur des algorithmes bien structurés souvent lourds et lents, requérant une modélisation quasi-parfaite de l'environnement du robot, du "monde extérieur". De l'autre, la "nouvelle IA" s'inspire du comportement des insectes et de leur câblage neuronal pour développer des contrôleurs de robot rapides, adaptatifs et situés. C'est à cette dernière tendance que ce projet appartient.

Notre idée est de montrer qu'avec des méthodes dites "bio-inspirées" comme les algorithmes génétiques (cf [RobEvo] pour une description accessible), on peut obtenir des systèmes de contrôle efficaces, peu gourmands en puissance de calcul et pouvant s'adapter à différentes conditions extérieures. Depuis plusieurs années, les recherches se font avec des robots mobiles roulant dans des cages, espaces relativement restreints. Le robot volant est notre défi avec, comme premier objectif, un avion d'intérieur apprenant à voler et évitant les obstacles grâce à des capteurs optiques qui restent à développer.

Cet énoncé surprendra plus d'un adepte du vol d'intérieur puisqu'en s'inspirant d'un avion standard de vol libre - autonome par nature -, un premier effort doit être accompli dans le but de le rendre dirigeable (télécommandable), pour finalement re-développer son autonomie et le faire voler sans pilote ! Ceci est pourtant bel et bien notre objectif. Mais nous

n'en sommes pas encore là, puisque le projet (voir [AVBFR]) vient de prendre son envol, il y a quelques mois.

Quelques données techniques

Télécommandé, notre modèle actuel, résultat d'un développement assez rigoureux, vole plutôt élégamment. Sa structure est composée essentiellement de tiges en fibres de carbone, de balsa et de Mylar pour l'entoilage des parties portantes. Côté servomoteurs, réception et propulsion, il est équipé de composants commercialement disponibles (essentiellement de chez [WES]):

- Récepteur : JMP RX5-2.3
- Servos : 2x LS-2.4
- Variateur : robbe RSC 105uP
- Moteur : escap 08GS61, 0.5W
- Hélice : WES Carbon 20x10cm
- Réducteur : 1:5, engrenages DIDEL sur roulements
- Batteries : 6x Sanyo NiCd, 70mAh

Dès le début du développement, l'accent a été mis sur la vitesse minimale, sur la maniabilité (afin d'évoluer dans des espaces restreints) et sur la possibilité d'emporter une charge utile par la suite (système de vision et de commande). Voici quelques caractéristiques de notre dernière version (le modèle C) :

- Poids en ordre de vol : 47 g
- Envergure : 80 cm
- Charge alaire : 2.1 g/dm²
- Vitesse minimum : 1.4 m/s
- Avec charge utile de 15 g : environ 1.8 m/s
- Espace minimum pour voler : environ 8 x 8 mètres
- Autonomie : environ 4 minutes 30''

Vol à faible vitesse – rappels théoriques

Rappelons ici que la force de portance F_z est proportionnelle au carré de la vitesse de l'air v , à la surface de l'aile S et à un coefficient de portance C_z :

$$F_z = \frac{1}{2} \rho v^2 S C_z$$

Où ρ représente la densité de l'air. Le coefficient de portance C_z dépend essentiellement du profil d'aile et du type d'écoulement. Celui-ci est déterminé par le nombre de Reynolds, dénoté "Re", qui est, entre autres, proportionnel à la vitesse de l'air et à la grandeur de l'avion (Re est le rapport entre les forces d'inertie et les forces de frottement visqueux).

Naturellement, pour un vol horizontal stabilisé, cette force de portance doit compenser exactement le poids de l'avion. Notre principal objectif étant de voler lentement, la formule ci-dessus nous aide à comprendre qu'il faut une surface alaire S maximale pour tenter de contrer l'effet désastreux du peu de