

Détermination de l'attitude d'un Drone

TP Intégration numérique

Contexte : Pour piloter les moteurs d'un drone ou de nombreux autres véhicules disposant d'un pilotage automatique ou assisté comme les navires, les automobiles ou les avions, il est nécessaire de connaître l'attitude dans l'espace de l'appareil. Dans le cas d'un déplacement dans l'espace d'un appareil il s'agit de déterminer 3 angles pour le positionner dans l'espace. Par exemple les angles de roulis, de tangage et de lacet Figure 1. Pour un véhicule on ne peut pas utiliser un capteur externe fixé à une référence (le sol), il faut donc utiliser une centrale inertielle comportant un accéléromètre et un gyroscope.



Figure 1 Gauche : Axes de tangage roulis et lacet. Droite : Drone D2C, axe tangage de drone seul.

Nous utiliserons pour cette étude des données expérimentales provenant de la maquette de drone « D2C », celle-ci maintient un berceau simulant uniquement l'axe de tangage d'un drone. Ainsi seul cet axe sera étudié ce qui entraîne certaines simplifications. A l'aide de la maquette, un enregistrement des données des capteurs embarqués dans le drone est fait. Ces capteurs comprennent un gyroscope (mesure de vitesse de rotation à l'aide d'un barreau oscillant) et une paire d'accéléromètres alignés avec l'axe vertical et horizontal du berceau. Un capteur supplémentaire permet aussi l'enregistrement de l'angle de la liaison pivot du berceau, qui sera notre angle de référence.

Objectifs : A partir des données des capteurs embarqués nous allons déterminer l'angle de tangage du drone. On pourra le comparer à l'angle mesuré par le capteur de référence pour évaluer la qualité de notre prédiction.

Préparation : Dans un premier récupérer les fichiers drone_donnee.sce et D2angles1.csv. Ouvrir le fichier scilab et :

- observer les commandes permettant de récupérer les données dans le fichier.
- Les lignes 7 à 23 correspondent correction offset et correction échelle des capteurs.
- Les lignes 25 à 36 permettent de tracer l'angle du pivot avec le label « Mesure référence » pour observer AnglePivot au cours du temps, de tracer dans une autre figure (numéro 2) le signal du gyroscope et dans une troisième figure les signaux de l'accéléromètre AccX et AccY.

Q1 : Commenter les liens entre l'angle du pivot et ces mesures.

- Les lignes 38 à 45 permettent de calculer l'angle d'inclinaison à partir des valeurs AccX et AccY. (Revoir le TP de cinématique sur la Nacelle Stabilisée pour les formules !)
- Les lignes 47 à 52 permettent de filtrer le signal de l'accéléromètre, pour essayer de diminuer le bruit dû aux vibrations des pales.

Le filtre passe-bas a été obtenu sur TFilter : <http://t-filter.engineerjs.com>. Il a été sélectionné « low-pass filter » avec un échantillonnage de 72hz (nombre de mesure par seconde), une cassure à 4Hz, un -40dB garanti à 6Hz et une

fréquence max de 35Hz. Les valeurs des coefficients ont été stockées dans le fichier filtseq.txt et le calcul a été fait par produit de convolution.

Q2 : La valeur de l'angle issu de l'accéléromètre filtré est-elle satisfaisante ?

Exploitation du gyroscope :

Q3 : Procéder à une intégration du signal Gyro par une méthode des rectangles à gauche. Le signal obtenu sera stockée dans la liste AngleGyroRec. Afficher sur la figure 1 la courbe AngleGyroRec. Comparer les valeurs obtenues par rapport au signal référence.

Rmq : L'initialisation est ici réalisée en utilisation la première valeur du capteur de référence AnglePivot(1). Pour une utilisation réelle il faudrait initialiser la valeur grâce aux valeurs de l'accéléromètre.

Q4 : Essayer de diminuer l'erreur obtenue en procédant à une intégration par la méthode des trapèzes. Stocker les valeurs dans la liste AngleGyroTrap. Afficher sur la figure 1 la courbe AngleGyroTrap. Comparer les valeurs obtenues par rapport au signal référence.

Fusion avec le filtre de Kalman :

Une solution au défaut de dérive de la mesure par le gyroscope est l'utilisation de la fusion de capteur par les filtres de Kalman : L'angle sera calculé en combinant l'angle obtenu par intégration du gyromètre avec l'angle obtenu par les accéléromètres. Le paramètre α permet d'adapter la fusion entre les valeur du gyroscope et des accéléromètres.

$$\theta_{kalman}(t) = \alpha \cdot \theta_{gyro}(t) + (1 - \alpha) \cdot \theta_{accelero\ filtré}(t)$$

Angle calculé par intégration : $\theta_{gyro}(t + dt) = \theta_{kalman}(t) + Gyro(t) * dt$

Angle calculée par l'accéléromètre : Voir Q2

Q5 : Compléter le code correspondant au filtre de Kalman et stocker les résultats dans la liste AngleFusion. Tracer cette courbe sur la figure 1 et comparer aux valeurs de l'angle de référence.