

Asservissement visuel d'un drone

Chapitre 1

Travail préliminaire

1.1 Introduction

La société parisienne Parrot commercialise depuis 2010 un quadricoptère grand public, l'AR.Drone. Conçu pour la production à grande échelle et pour une utilisation grand public, il est contrôlable directement depuis un smartphone. Sorti en 2012, l'AR.Drone 2.0 embarque deux caméras, l'une HD 720p filmant l'avant, l'autre QVGA (320x240) filmant le sol. Il est capable d'afficher en temps réel les images sur le smartphone servant de télécommande via Wi-Fi.

Pour permettre un pilotage aisé, le drone est asservi à l'aide d'une IMU (Inertial Measurement Unit), de la caméra QVGA et de capteurs d'altitude. Il est capable de maintenir une altitude constante, une assiette horizontale et une position statique. Cependant, la méthode utilisée pour garantir une position statique présente des défauts. Elle se base sur de la reconnaissance de formes au sol à l'aide de la caméra QVGA. Seulement, il arrive que le drone ait à évoluer sur un sol uni en intérieur, comme de la moquette ou un entrepôt. De plus lorsque la luminosité est mauvaise, la caméra QVGA est très sensible au bruit numérique et il n'est plus possible de distinguer quoi que ce soit.

Nous souhaitons donc remédier à ce problème en utilisant la caméra frontale comme source de données pour réaliser un asservissement visuel. Le drone devra pouvoir assurer son immobilité en se repérant par rapport aux divers objets du décor devant lui. Par la suite, nous souhaitons également le rendre capable d'aller d'un point A à un point B en lui fournissant une image de référence, validant ainsi l'asservissement réalisé pour une utilisation future au sein d'autres systèmes.

Pour réaliser notre objectif principal, nous pouvons lister un certain nombre de besoins :

- Le drone doit avoir conscience de sa dérive ;
- Il doit pouvoir se positionner par rapport à une image de référence pour rester statique ;
- Il doit pouvoir se positionner par rapport à une image de référence pour aller d'un endroit à un autre ;
- Cet endroit en question doit être vu depuis la position de départ.

Pour les réaliser, nous devons :

- Récupérer le flux vidéo émis par le drone ;

- Récupérer les données de l'IMU et des capteurs d'altitude ;
- Extraire des images des données permettant au drone de se positionner (points d'intérêt) ;
- Réaliser un correcteur pour asservir le drone à partir des données de l'image.

Un certain nombre de contraintes nous sont imposées :

- La caméra fonctionnant à 30 FPS, il est nécessaire que tout le traitement d'un échantillon prenne moins de $1000/30 = 33$ ms ;
- L'asservissement ne devra être réalisé qu'avec les données provenant des capteurs internes ;
- Le drone n'étant pas équipé de caméras 3D ou d'un système de stéréovision, la profondeur du champ de ce qui est vu n'est pas directement accessible ;
- Le traitement des données se fera sur un ordinateur en liaison Wi- Fi avec le drone.

1.2 Etat de l'art

La vision par ordinateur est un sujet vaste et étudié depuis plusieurs décennies avec des applications aussi bien en informatique qu'en robotique. Les images peuvent notamment servir à faire naviguer des robots à partir des informations contenues dans les images.

Il existe trois façons de faire [13] :

- Avec une carte préétablie,
- En construisant une carte de manière incrémentale,
- Sans carte mais avec de la reconnaissance et du traçage d'objets ou de points d'intérêt.

Les applications en robotique de ces techniques sont nombreuses car cette technique permet à un robot de se guider par rapport au décor qui l'entoure et les données visuelles se recoupent facilement avec celles d'autres capteurs comme le GPS.

Dans les deux premiers cas, l'asservissement est réalisé à partir de la carte dont le système dispose. Pour la dernière option, on parle d'asservissement visuel. Dans ce domaine, de nombreux travaux ont déjà été menés, les concepts géométriques utilisés pour les lois de commande étant bien établis.

On distingue deux approches, l'une basée sur les données directement accessibles depuis les images (Image Based Visual Servoing), l'autre qui repose sur des données 3D (Position Based Visual Servoing)[5].

Dans [4] et [2], des données visuelles d'intérêt sont d'abord extraites des images via de la détection de contours puis recoupées avec les données d'une IMU et d'un GPS pour mettre en oeuvre la loi de commande.

Dans [9], Une solution basée sur l'utilisation d'une seule caméra et d'une IMU est proposée pour déterminer le mouvement d'un drone volant en un nombre minimum d'itérations grâce à un algorithme RANSAC (random sample consensus) [8] modifié, et l'application du concept d'odométrie visuelle. En effet, il est possible de déterminer le mouvement de la caméra (et donc du système) en examinant les images successives produites au cours du déplacement.

Pour la construction incrémentale de carte, de nombreux travaux faisant également appel à l'odométrie visuelle ont également été menés [10]. Ils sont souvent couplés à une famille particulière d'algorithmes, les SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)[7]. Dans [14], un algorithme SLAM est implanté dans l'AR.Drone en utilisant la caméra du bas et le capteur à ultrasons pour construire la carte tridimensionnelle. On trouve d'ailleurs des programmes de shape from motion (SFM) disponibles gratuitement pour faire de la reconstruction 3D à partir d'images[18].

En odométrie visuelle, des méthodes de filtrage et de détection d'erreurs sont nécessaires afin de garantir la cohérence des données. Pour ce faire l'algorithme RANSAC peut être utilisé mais le filtre de Kalman est également une alternative.

Il existe également des travaux menés sur l'asservissement visuel en deux dimensions uniquement. Dans [17], un tel asservissement est mis en oeuvre en utilisant uniquement les données provenant de l'image actuelle et de l'image de référence, sans avoir besoin de la profondeur, pour calculer la loi de commande nécessaire, les six degrés de liberté d'un robot dans l'espace étant ainsi contrôlables.

Pour résumer, il est nécessaire d'avoir une idée de la position du drone à

un instant t pour être capable de l'asservir à l'aide d'une loi de commande. La difficulté réside dans l'acquisition et le traitement des données qui permettent d'extraire les informations nécessaires à la loi de commande. Les techniques d'estimation de pose pour en extraire des données 3D sont les plus répandues même s'il reste possible de faire un asservissement visuel à partir de données 2D.

III. Solution choisie Choix d'un algorithme Schéma synoptique de l'asservissement

IV. Développement Outils utilisés Parrot API Open CV IDE/Compilateurs

Tests de vol du drone Tests de capture de vidéos Implémentation de l'algorithme

Conclusion Perspectives