

Asservissement d'un drone : Peut-on se passer d'une centrale inertielle ?

Les drones sont généralement équipés d'une caméra pouvant être utilisée pour capturer des images ou du flux vidéo. L'analyse en temps réel de cet enregistrement permet de déterminer la variation d'angle. Cette analyse nous permet de substituer l'utilisation d'une centrale inertielle par un algorithme.

Ces dernières années, de nombreux usages pour les drones ont été développés, notamment en milieu urbain. La photogrammétrie, la livraison de repas et la surveillance de chantier sont quelques exemples de ces usages.

Positionnement thématique (ÉTAPE 1) :

- *SCIENCES INDUSTRIELLES (Automatique)*
- *INFORMATIQUE (Informatique pratique)*

Mots-clés (ÉTAPE 1) :

Mots-clés (en français) Mots-clés (en anglais)

<i>Drone</i>	<i>Drone</i>
<i>Vision par ordinateur</i>	<i>Computer vision</i>
<i>Variation angulaire</i>	<i>Angle variation</i>
<i>Asservissement</i>	<i>Servo control</i>
<i>Centrale inertielle</i>	<i>Inertial measurement unit</i>

Bibliographie commentée

Les drones à voilure tournante sont utilisés de manière croissante dans diverses industries, notamment le BTP pour la surveillance de chantiers, l'inspection de toitures ou de charpentes [1]. Une utilisation en forte croissance est la photogrammétrie, qui consiste en la modélisation d'une scène (souvent urbaine) en 3 dimensions, à l'aide d'une caméra embarquée en vol. Cette utilisation, bien plus efficace et bien moins coûteuse que la modélisation 3D sur des logiciels informatiques nécessite néanmoins une stabilisation précise de la nacelle supportant la caméra [2].

Cette stabilisation est assurée par un asservissement de la nacelle grâce à la centrale inertielle, qui mesure l'accélération et la vitesse de rotation de l'appareil pour déterminer sa position et sa trajectoire. Les drones portant généralement une caméra [6], il est légitime de se demander si les informations fournies par la centrale inertielle ne peuvent être déduites du flux vidéo acquis.

Certaines méthodes existantes permettent en effet de détecter les déplacements dans une image. On parle alors de corrélation d'image. La corrélation d'image est une technique utilisée en

traitement d'image pour mesurer la similitude ou la dissimilarité entre deux ou plusieurs images. Elle permet de comparer les pixels d'une image à ceux d'une autre et de déterminer s'il y a une correspondance ou un décalage entre eux. On détecte pour cela une zone de référence (appelée point d'intérêt) à l'aide d'un algorithme comme ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF) [3] que l'on cherche ensuite sur la seconde image.

La corrélation d'image est le plus souvent utilisée pour la détection de translations. Ce qui permet notamment la surveillance de la déformation des sols après des séismes [5] ou de la dérive de la banquise arctique [9]. Toutefois, l'objet de ce TIPE étant d'asservir un drone sur son axe de roulis, l'image acquise subit une rotation tout comme le point d'intérêt. Il est donc nécessaire de définir des points d'intérêts invariants par rotation, c'est-à-dire restant stables et reconnaissables bien que l'image soit tournée. Cette propriété est obtenue dans ORB grâce à l'utilisation de la technique rBRIEF (Rotation-aware Binary Robust Independent Elementary Features) [3].

L'information de variation d'angle détectée est ensuite utilisée afin de stabiliser le drone en vol. Elle est généralement acquise à l'aide d'un gyromètre [4].

L'asservissement du drone est rendu possible par la modélisation dynamique de celui-ci à l'aide des données techniques des moteurs [8] et de ses cotations. Une fois cette modélisation faite, il est possible de calculer l'influence qu'ont différents correcteurs, qu'ils soient proportionnels, intégrateurs ou dérivateurs. Le plus efficace d'entre eux peut ensuite être implémenté sur le drone par le biais de la carte Arduino qui le pilote [7].

Problématique retenue

L'objectif de ce travail est d'identifier des pistes de réalisation d'un algorithme de vision par ordinateur pouvant permettre la détection rapide d'une variation d'angle dans un flux vidéo. Cette variation d'angle une fois détectée permet la mise en oeuvre d'un asservissement du drone à l'aide de correcteurs numériques.

Objectifs du TIPE du candidat

Ce TIPE présente deux objectifs. Il s'agira d'abord de déterminer s'il est possible de détecter la variation d'angle entre deux images prises successivement. Le second étant de mettre en oeuvre un correcteur permettant de stabiliser le drone sur son axe de roulis par le biais d'un asservissement de la donnée angulaire.

Je développerai moi-même un algorithme de corrélation simple. Le cas échéant, je mettrai en oeuvre des algorithmes plus complexes disponibles dans différentes bibliothèques Python.

J'établirai ensuite les équations dynamiques de mon drone afin d'expérimenter l'implémentation de différents correcteurs sur une maquette de drone utilisant une carte Arduino.

Références bibliographiques (ÉTAPE 1)

- [1] OLE B. JENSEN : Drone city – power, design and aerial mobility in the age of “smart cities” : https://www.researchgate.net/publication/301331973_Drone_city_-_power_design_and_aerial_mobility_in_the_age_of_smart_cities
- [2] : La photogrammétrie par drone : <https://numerisation3d.construction/photogrammetrie-drone/?v=11aedd0e4327>
- [3] RATSIMBAZAFY T.H. , RANDRIAMITANTSOA P.A. : Art n°23 2020 vol 2 pp 276-286 Comparaison de performances des détecteurs : madarevues.recherches.gov.mg/IMG/pdf/art_no23_2020_vol_2_pp_276-286_comparaison_de_performances_des_detecteurs.pdf
- [4] ARNAUD KOEHL : Modélisation, Observation et Commande d'un Drone Miniature à Birotor Coaxial : <https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01749154/document>
- [5] AURÉLIEN AUGIER : Corrélation d'images – Principes et utilisation dans la surveillance de la déformation du sol : <https://planet-terre.ens-lyon.fr/pdf/correlation-images.pdf>
- [6] : Samsung ISOCELL GW1 image sensor : <https://semiconductor.samsung.com/image-sensor/mobile-image-sensor/isocell-bright-gw1/>
- [7] : PID: Implémentation du correcteur avec Arduino : <https://www.electronique-mixte.fr/pid-implementation-du-correcteur-avec-arduino-3/>
- [8] : Fiche Technique MOTEUR A2212-10T BRUSHLESS : <https://poids-plume-rc.fr/fr/tous-nos-moteurs/1627-moteur-brushless-52gr-kv1400-a2212-10t-poussee-780gr-180w--3760277490191.html>
- [9] KERGOMARD CLAUDE : Le «puzzle» de la banquise arctique vue par le radar du satellite ERS-1. In: Mappemonde, 1994/1. pp. 31-36. : https://www.persee.fr/doc/mappe_0764-3470_1994_num_33_1_1119

DOT

- [1] : *[Septembre à octobre : Recherche du sujet de TIPE]*
- [2] : *[Octobre à novembre : Étude de la littérature disponible sur la corrélation d'image et l'asservissement]*
- [3] : *[Novembre à fin décembre : Échec des différentes itérations sur l'algorithme de détection de variation d'angle]*
- [4] : *[Janvier : Implémentation satisfaisante mais lente de l'algorithme]*
- [5] : *[Février : Recherche des pièces et construction de la maquette du drone, début de la modélisation dans MatLab et Simulink]*
- [6] : *[Mars et avril : Début des relevés expérimentaux sur la maquette]*
- [7] : *[Mai à juin : Réalisation de la présentation finale du TIPE]*