

Etat de l'art

Introduction

Un drone est un robot piloté par plusieurs moteurs brushless (souvent 4) permettant à l'appareil de voler dans les airs.

Nous allons détailler ci-dessous, comment fonctionne un drone, comment fonctionne ces différents éléments ainsi qu'une approche sur les fonctionnalités de notre projet.

Physics of the drone:

Un drone plane grâce à la poussée produite par les hélices. Une hélice en rotation établit une pression inférieure au flux libre sur le dessus d'une hélice et supérieure au flux libre derrière l'hélice. En aval du disque, la pression revient finalement à l'état de flux libre. La poussée produite par une hélice peut être modélisée par cette équation:

$$Poussee = F = A * \Delta P$$

Où A est la surface des disques de l'hélice et ΔP est le changement de pression.

http://chiayolin.org/physics_drone/#:~:text=%20Physics%20of%20a%20Drone%3A%20%201%20Basics.,produces%20by%20the%20propellers.%20A%20spinning...%20More%20

Les drones utilisent des rotors pour la propulsion et le contrôle. Vous pouvez considérer un rotor comme un ventilateur, car ils fonctionnent à peu près de la même manière. Les lames tournantes poussent l'air vers le bas. Bien sûr, toutes les forces viennent par paires, ce qui signifie que lorsque le rotor pousse l'air vers le bas, l'air pousse vers le haut sur le rotor. C'est l'idée de base de la portance, qui revient à contrôler la force ascendante et descendante. Plus les rotors tournent vite, plus la portance est grande et vice-versa.

<https://www.wired.com/2017/05/the-physics-of-drones/>

Planer/ Hover Still – Pour planer, la poussée nette des quatre rotors pousse le drone vers le haut et doit être exactement égale à la force gravitationnelle qui le tire vers le bas.

Montée verticale – En augmentant la poussée (vitesse) des quatre rotors du quadricoptère de sorte que la force ascendante soit supérieure au poids et à la force de gravité.

Descente verticale – Pour redescendre, il faut faire exactement le contraire de la montée. Diminuez la poussée du rotor (vitesse) pour que la force nette soit vers le bas. Lacet / Yaw – Il s'agit de la rotation ou du pivotement de la tête du quadricoptère vers la droite ou vers la gauche. C'est le mouvement de base pour faire tourner le quadcopter.

Roulis/ Roll – La plupart des gens se confondent avec Roll et quadcopter sur le côté, soit à gauche, soit à droite.

Tangage/ Pitch – Il s'agit du mouvement du quadricoptère vers l'avant et vers l'arrière. Le pas vers l'avant est généralement obtenu en poussant la manette des gaz vers l'avant, ce qui fait que le quadcopter s'incline et se déplace vers l'avant, loin de vous.

Dans le diagramme ci-dessus, vous pouvez voir la configuration du moteur quadricoptère, avec les moteurs 2/4 tournent dans le sens antihoraire (moteurs CCW) et les moteurs 1/3 tournent dans le sens horaire (moteurs CW).

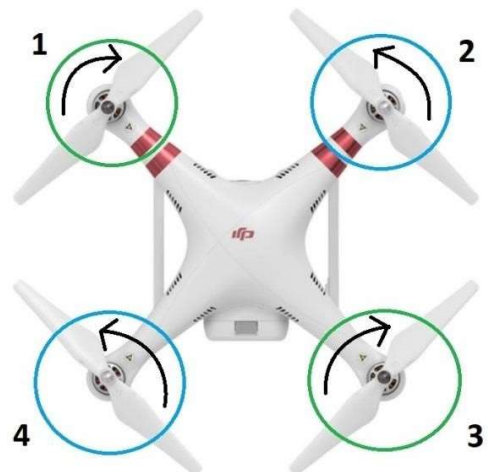


Figure 1 - Rotation des hélices

Avec les deux ensembles de moteurs quadricoptères configurés pour tourner dans des directions opposées, le moment cinétique total est nul.

Pour voler vers l'avant, une augmentation du régime du moteur quadricoptère (vitesse de rotation) des rotors 3 et 4 (moteurs arrière) et une diminution du taux des rotors 1 et 2 (moteurs avant) est nécessaire. La force de poussée totale restera égale au poids, donc le drone restera au même niveau vertical.

<https://www.dronezon.com/learn-about-drones-quadcopters/how-a-quadcopter-works-with-propellers-and-motors-direction-design-explained/>

Moteurs :

Le moteur brushless, comme son nom l'indique, est un moteur sans balais ce qui le rend plus fiable et demande moins de maintenance comparé aux moteurs DC classique. Par ailleurs, c'est un moteur à courant alternatif, il requiert donc 3 phases pour fonctionner.

Son rotor est composé d'aimant permanents et son stator est composé de 3 bobines placé comme ci-dessous.

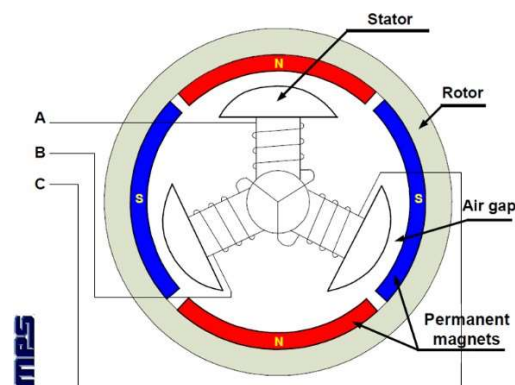


Figure 2 : Brushless Motor Schema

Pour que le moteur ait un couple maximum, on doit générer un champ magnétique perpendiculaire au champ produit par les aimants du rotor. C'est ce qu'on appelle l'autopilotage. Pour faire cela, la position du rotor par rapport au stator doit être connue.

Pour connaître la position du rotor par rapport au stator, le moteur peut être muni de capteur à effet de hall qui renverrait un 1 ou un 0 binaire quant à la position des différentes bobines. Cette information permettra d'alimenter correctement les phases chacune à leurs tours.

Si le moteur n'est pas muni de capteur à effet de hall, une autre technique dite BEMF (Back electromotive force) existe. Cette technique consiste à appliquer une tension sur une phase, le ground sur une autre phase et laissée la dernière phase flottante. Grâce aux champ magnétiques créer, un aimant permanent va maintenant arriver près de la phase flottante, ce qui va induire sur celle-ci, une certaine tension positive. Lorsque l'aimant aura dépasser cette phase, la tension aux bornes de notre phase flottante sera alors négative. Le meilleur moment pour changer d'étape à ce moment-là est lorsque l'aimant vient juste de dépasser la phase flottante, c'est-à-dire, lorsque l'on mesure zéro volts sur cette même phase. Il nous suffit donc d'utiliser cet indicateur pour passer à l'étape suivante et alimenter une autre phase.

Electronic Speed Control (ESC):

Tout robot pilotant des moteurs doit pouvoir contrôler la vitesse des moteurs pour pouvoir réguler sa propre vitesse. Cela est possible grâce à de l'électronique de contrôle de vitesse.

L'électronique de contrôle de vitesse de ces moteurs se simplifierait donc en un schéma comme suit :

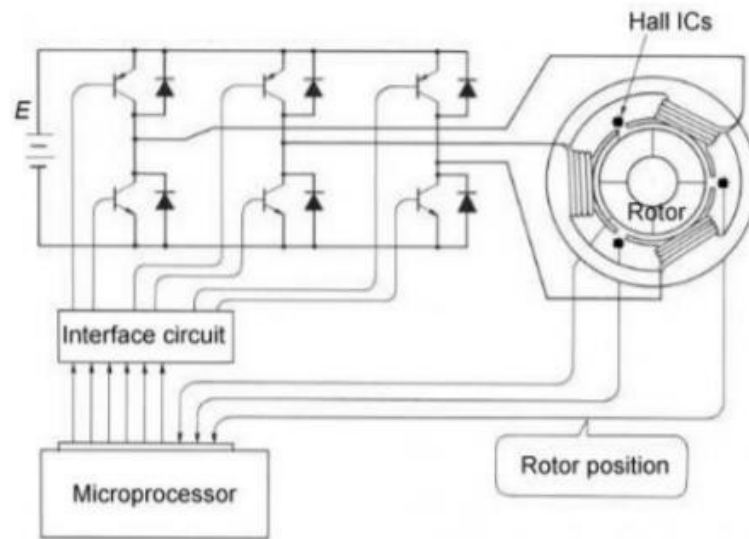


Figure 3 : Basic ESC

On observe qu'on a 2 majeurs parties, l'onduleur qui permet de créer les 3 phases pour le moteur et le microprocesseur qui permet de dicter toute la logique. Le microprocesseur fonctionnera donc via un algorithme qui permettra de dire quel interrupteur on ouvre/ferme dans l'onduleurs pour alimenter correctement les phases du moteurs.

MicroContrôleur:

Dans notre projet, nous avons besoin d'une certaine puissance pour faire tourner notre algorithme de déplacement mais également besoin d'une bonne quinzaine de GPIO pour faire les connexions.

Tout cela nous mène à nous orienter vers une Raspberry Pi qui n'est rien d'autre qu'un mini-ordinateur. Mais étant donné que nous n'avons pas besoin de la puissance d'une grosse Raspberry, il serait peut-être judicieux de nous orienter vers la Raspberry Zéro qui est la plus petite Raspberry.

Ces caractéristiques sont comme tels :

- 1GHz pour le CPU
- 512MB de RAM
- 1 Port Mini HDMI
- 1 Port Micro USB OTG
- 1 Port Micro USB pour l'alimentation
- 40 pin header (dont 26 GPIO)
- Connecteur pour une caméra CSI

On peut également la configurer via un software déjà tout créer s'appelant NOOBS, ce qui facilitera grandement sa configuration !

Le plus gros avantage à prendre ce modèle est qu'il ne coûte que 5€ pour toutes les fonctionnalités qu'il nous apporte, niveau qualité/prix pour ce que l'on recherche, on ne peut trouver mieux !

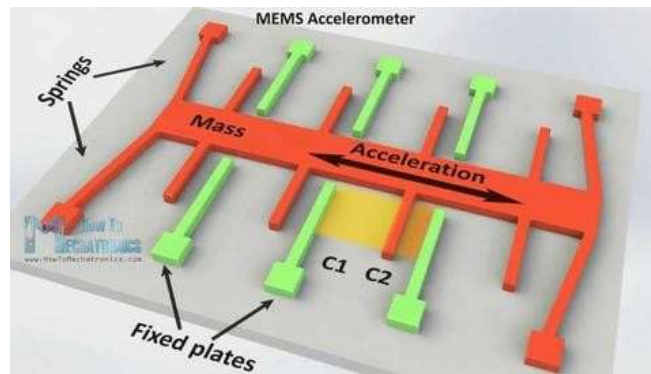
Capteurs :

<https://www.fierceelectronics.com/components/how-many-sensors-are-a-drone-and-what-do-they-do>

<https://www.fierceelectronics.com/sensors/what-accelerometer>

Accéléromètre :

Accéléromètre pour connaître la position et l'orientation du drone.



Les accéléromètres sont de très petits composants donc pratique à intégrer dans le design final. Ils permettent de renvoyer la position et l'orientation du drone pour, par la suite, utiliser ces données afin de stabiliser le drone ou de savoir dans quelle orientation il se trouve.

<https://www.electronicsspecifier.com/products/sensors/pressure-sensor-designed-for-altitude-tracking-in-drones>

Capteur de pression/Altimètre :

Mesure la pression ambiante pour déterminer la hauteur à laquelle se situe le drone. Le principe est de faire décoller le drone jusqu'à une hauteur limite pour qu'il puisse ensuite se rendre aux coordonnées GPS reçues sans rencontrer d'obstacle. Puis ensuite, descendre aux coordonnées.

La hauteur z est déterminée par l'équation $z = c \cdot T \cdot \log\left(\frac{P_0}{P_z}\right)$ où c est une constante (R/gm), T est la température de l'air, P_0 est la pression atm et P_z la pression à hauteur z .

<https://www.sport-passion.fr/comparatifs/drones-sport.php>

Capteur GPS :

Le capteur GPS servira au drone à connaître sa position x,y par rapport à la position GPS du client (position envoyée depuis son téléphone). Grâce à cette donnée, il pourra calculer la meilleure trajectoire pour se rendre au lieu.

Les données GPS renvoyées sont la latitude et la longitude en degrés décimaux ou en degrés minutes secondes.

Reconnaissance faciale:

La reconnaissance faciale c'est une application logicielle qui permet de "reconnaître", d'identifier une personne à partir d'une image, d'une vidéo ou tout autre élément audiovisuel de son visage.

C'est une méthode biométrique (la biométrie étant la "mesure du vivant") qui utilise le visage et la tête afin de vérifier l'identité d'un être humain.

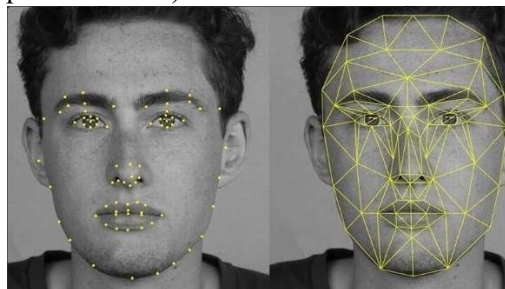
Pour se faire, la technologie récupère pour cela un ensemble de données biométriques propre à la personne.

Pour mettre en place cette technologie il suffit d'avoir un dispositif photographique digital capable d'obtenir les images et données nécessaires à créer et enregistrer la structure faciale biométrique de la personne devant être identifiée.

Comment cela fonctionne?

Les systèmes de reconnaissance faciale récupèrent une image entrante via une caméra. Ensuite la technologie saisit les informations pertinentes dont elle dispose et les comparent à une image qu'elle trouve dans une base de données (depuis une photo ou une vidéo). La procédure de reconnaissance faciale nécessite donc un accès à internet afin d'avoir accès à cette base de données.

Lors de cette comparaison entre visages (photo de la base de données avec image entrante), le système analyse mathématiquement l'image entrante sans aucune marge d'erreur. Ensuite il vérifie que les données biométriques correspondent à la personne qui doit faire usage du service (avec un threshold afin de négliger les petites erreurs).



Accessibilité:

- De nombreux langages proposent des algorithmes déjà élaboré et optimisé pour la reconnaissance faciale
- Par exemple, pour C, C++ ou encore Python il existe la librairie OpenCV qui permet d'élaborer une technologie fiable de reconnaissance faciale

Amélioration:

- En utilisant une IA et des technologies d'apprentissage automatique, ces systèmes peuvent fonctionner de manière très fiable et sécurisé !
- Grâce à l'intégration d'algorithmes et de techniques informatiques, le processus peut être exécuté instantanément.

++ de la technologie:

- Cette technologie est un des systèmes d'identifications les plus sûrs et effectifs car elle utilise des modèles mathématiques et dynamiques uniques contrairement à d'autres solutions comme les mots de passe, les selfies ou image ou l'identification des empreintes digitales.
- Cette technologie ne demande aucun contact entre l'appareil et la personne (COVID FRIENDLY)

Limite de la technologie :

- La personne devant être reconnue ne doit pas avoir changé depuis la photo. C'est-à-dire qu'il ne doit pas avoir fait pousser sa barbe, ne doit pas porter un masque ou encore ne doit pas avoir pratiqué de chirurgie esthétique
- Cette technologie peut parfois être défaillante avec certaine personne qui ont des caractéristiques biométriques très semblables à d'autres personnes. Ou du à la couleur de peau par exemple
- De plus la technologie dépend assez fort de l'image entrante (qualité, taille, netteté, ...) mais aussi de l'image provenant de la base de données. En effet cette image est souvent compressée afin de ne pas avoir une base de données trop lourde ce qui fait perdre de la qualité à la photo initiale.

Danger de la technologie :

- Afin d'utiliser cette technologie il est nécessaire d'avoir au préalable une photo biométrique du visage des personnes devant utiliser cette reconnaissance faciale. Ces photos se retrouvent dans une base de données. Il est donc indispensable de se renseigner quant au RGPD.
- Pour se faire il existe des lois par rapport à la biométrie et le RGPD. <https://www.protection-des-donnees.fr/expertises/biometrie-reconnaissance-faciale/>

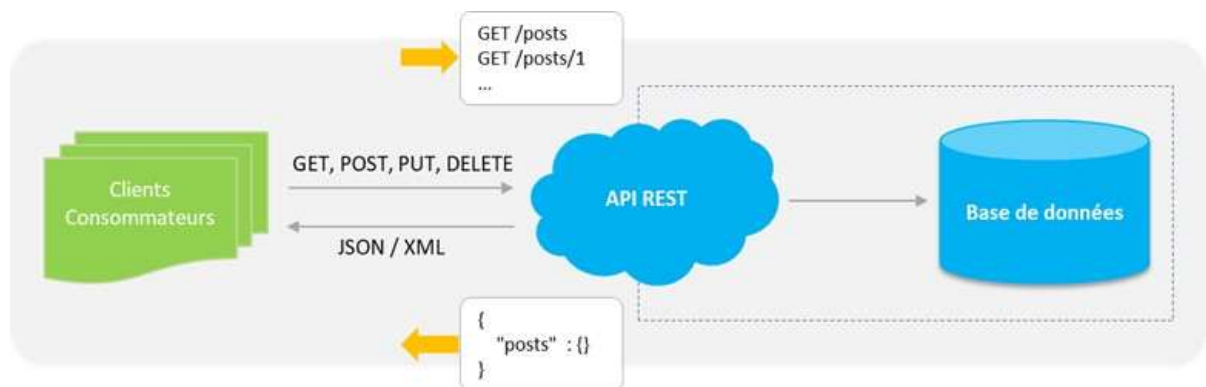
<https://www.electronicid.eu/en/blog/post/reconnaissance-faciale/fr>

<https://www.protection-des-donnees.fr/expertises/biometrie-reconnaissance-faciale/>

RESTful API

En utilisant un protocole sans état, les systèmes RESTful visent la rapidité, la fiabilité et la scalabilité. Les deux premiers étant nécessaires pour le service du drone et le dernier au cas où nous souhaiterions ajouter des fonctionnalités ou collecter des données par exemple. Il utilise aussi moins de bande passante que les technologies similaires comme SOAP.

L'utilisation du protocole HTTP permettrait aussi de pouvoir commander via une application mobile et/ou un site web, très simplement.



https://en.wikipedia.org/wiki/Representational_state_transfer

<https://raygun.com/blog/soap-vs-rest-vs-json/>

Serveur HTTP Apache :

Apache est un logiciel libre, cross-platform et open-source utilisé pour faire tourner des serveurs HTTP. Il est donc indispensable pour servir l'API grâce à laquelle le drone et l'application/site web vont communiquer.

https://en.wikipedia.org/wiki/Apache_HTTP_Server

<https://www.apache.org/>

Wi-Fi :

Le Wi-Fi est un protocole de communication sans-fil utilisé pour relier plusieurs appareils afin de former un réseau informatique. Dans notre cas, il sera utilisé pour connecter notre drone au World Wide Web et le rendre accessible facilement via une application de smartphone ou un site web.

<https://www.scientificamerican.com/article/how-does-wi-fi-work/>