

Projet Njörd

AIGREAU Clément - HENRIO Jordan - PHAM Chitin

22 octobre 2014

Introduction

Nous vivons dans un monde où la technologie a atteint un point permettant de “donner vie” à des objets. Si bien qu’ils peuvent prendre des décisions, apprendre et communiquer. Une telle avancée permet des milliers d’applications aussi bien pour le divertissement, la domotique, l’industrie, ou encore l’assistance. Parfois l’Homme peut être amené à devoir exécuter certaines missions sur des terrains dont on ne possède pas une connaissance exacte (comme par exemple une ville ayant subi une catastrophe naturelle). Ainsi un des problèmes majeurs des agents de sécurité est de connaître exactement la situation afin de mettre en place une stratégie d’approche. La création d’une équipe de robots permettant l’analyse d’un lieu peut être d’une très grande utilité dans ce genre de situation. C’est pourquoi nous avons choisi, dans le cadre de notre projet de fin d’études, de créer une équipe de drones volants qui communiquent ensemble par l’implémentation d’un serveur central qui reçoit des informations de la part des drones et qui dessine la topographie de la zone analysée. Ce rapport a pour but de présenter le développement et les choix technologiques de ce projet. Il explique les calculs réalisés pour le choix des composants, les erreurs que nous avons faites et présente les résultats obtenus pendant les phases de tests.

Table des matières

1	Environnement	3
1.1	Gestionnaire de version	3
1.2	Communication	3
1.3	Fabrication	3
2	Premier drone	5
2.1	Composants	5
2.1.1	Microcontrôleur	5
2.1.2	Equilibrage et localisation	6
2.1.3	Communication avec le serveur	7
2.1.4	Contrôle moteur	7
2.2	Circuit	8
3	Deuxième drone	10

Chapitre 1

Environnement

1.1 Gestionnaire de version

Pour ce projet nous avons choisi de former un groupe de trois personnes. Travailler en équipe a ses avantages, notamment pour le partage de tâches. Mais ceci peut entraîner des problèmes de version entre les travaux de chacun. Pour palier ce problème nous avons choisi d'utiliser le gestionnaire de version Git. Cet outil est vraiment pratique, puisqu'il permet de travailler à distance, de mettre à jour le code de tout le monde, d'avoir un suivi de chaque implémentation, de faire des versions tests (sans toucher à la version fonctionnelle) ou encore de revenir à des versions précédentes du projet. Aussi cet outil nous permet de donner une visibilité à notre travail. Ainsi, si une personne compte faire un projet semblable au nôtre il pourra consulter, reprendre, modifier, améliorer... ce que nous avons fait. Notre répertoire Git est accessible depuis cette adresse[1].

1.2 Communication

Dès le début du projet nous avons pensé qu'il serait intéressant de tenir un blog[2] pour communiquer l'avancée du projet. Lorsque l'on se lance dans un projet de cette envergure il est toujours utile de trouver des ressources sur Internet. Cela peut donner des idées et résoudre des problématiques que l'on rencontre. Afin de pouvoir communiquer avec le plus de monde possible, ce blog est rédigé dans trois langues : anglais, français et japonais. Ce blog présente l'avancée du projet, nos choix de développement, quelques notions de physique et les résultats de nos essais afin de guider les lecteur qui veulent créer une application similaire. Nous avons souhaité présenter le processus de construction d'un drone, sous une forme simple, en expliquant comment les choses fonctionnent.

1.3 Fabrication

Pour ce qui est de la fabrication des appareils nous sommes passés par le fablab[3] de l'université de Cergy-Pontoise. Cet atelier se trouve à Gennevilliers (92), il propose un grand nombre d'outils mis à disposition gratuitement. La seule contrepartie est de donner de son temps à la vie du laboratoire. Toutefois

pour utiliser certaines machines comme les imprimantes 3D (de qualité), les découpeuses lazer, les fraiseuses, etc... il est nécessaire de suivre une formation. Les gérants étant conscients que nous sommes soumis à des deadlines, nous ont proposé de faire les choses à notre place. En échange on devait simplement faire des formations sur l'utilisation du logiciel Fritzing et sur la fabrication d'un drone.

Chapitre 2

Premier drone

Etant donné notre cursus, nous ne savions pas réellement comment procéder pour monter un drone. Nous avons commencé par nous renseigner sur ce qui se fait en matière de drones. Il faut savoir qu'il en existe de plusieurs types, des petits, des grands, des appareils avec un vol "agressif" (rapide et agile), d'autres avec un vol optimisé pour la prise de vues, certains avec un vol dit "hybride", etc.

Pour l'application que nous voulons faire nous avons plutôt besoin d'un drone avec un vol hybride. Le but est de dessiner la topographie d'une zone, pour cela nous utilisons un capteur ultrason qui mesure la distance entre le drone et ce qu'il y a en dessous. Nous n'avons donc pas besoin d'un vol assez lent pour faire des prises de vues, mais il ne faut pas que le drone soit trop rapide afin de prendre le plus d'informations possible. De plus, pour des questions pratiques, il faut que le drone ait assez d'autonomie pour ne pas demander que sa batterie soit rechargée pendant une session d'analyse.

Parmi les drones déjà existants, le drone *Crazyflie* de chez *Bitcraze*[4] nous a intéressés par sa petite taille (voir Figure 2.1), par le fait qu'il soit libre et qu'on puisse facilement acheter tous les composants séparément. Nous avons donc décidé de baser notre modèle sur ce petit drone. Plus concrètement, le nôtre a une taille similaire au Crazyflie et dispose de la même batterie, des mêmes moteurs et des mêmes pales mais le reste des composants sont différents. Nous ne voulions pas passer directement par un Crazyflie, car un de nos objectifs est de construire le robot d'A à Z. De plus ce modèle n'est pas tout à fait adapter à ce que nous voulons faire, car il est trop léger et est alors trop vélocé. Donc dans tous les cas nous aurions été obligés de le modifier.

2.1 Composants

L'objectif de cette section est de présenter les différents composants que nous avons utilisés pour construire ce premier drone.

2.1.1 Microcontrôleur

Au début de notre année scolaire, nous avons eu un séminaire pour nous apprendre le langage *Arduino*. Nous avons pu découvrir un langage vraiment

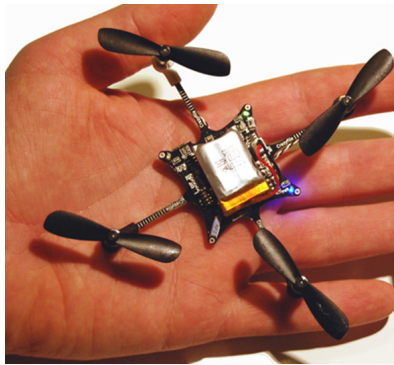


FIGURE 2.1 – Crazyflie

simple à prendre en main lorsque l'on a déjà quelques bases en programmation avec des langages comme le *C*. Nous nous sommes donc tourné vers les technologies proposés par *Arduino* pour le choix du microcontrôleur. Finalement, nous avons opté pour une *Arduino Pro Mini*. Le principal intérêt de cette carte se trouve dans sa petite taille et sa légèreté, 18 sur 33 millimètres pour 2 grammes. De plus elle propose un nombre suffisant de broches pour notre montage.

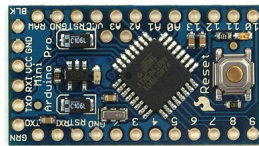


FIGURE 2.2 – Arduino Pro Mini

2.1.2 Equilibrage et localisation

Il est important de disposer d'une technologie pour assister le drone à se stabiliser. Pour cela, ce dernier doit connaître "en permanence" son angle d'inclinaison. Nous avons donc besoin d'un gyroscope. Le large catalogue de modules *Arduino* propose une pièce qui fournit un gyroscope et un accéléromètre, le *MPU-6050*. Ce module a une taille et un poids similaires à ceux du microcontrôleur, 25.5 sur 15.2 millimètres pour 1.5 grammes.

Pendant un certain moment nous nous sommes demandé comment nous pourrions connaître la position de notre drone dans l'espace. Naturellement nous avons pensé au GPS, mais la précision de ces technologies (pour rester dans un budget abordable) n'est clairement pas assez précise. Bien entendu, dans le cadre où le drone devrait faire son analyse en extérieur sur une zone assez grande, les GPS sont intéressants. Mais notre drone devra simplement analyser une salle de classe, alors une précision "au mètre près" est beaucoup trop large. Nous aurions plutôt besoin d'une précision de l'ordre du décimètre. Une autre solution a été évoquée, créer notre propre système de localisation, en créant une triangulation à l'aide d'un réseau d'antennes. Toutefois, pour des raisons de coûts et de poids, cette solution ne nous semble pas viable sur notre

drone. Finalement une connaissance, nous a conseillé de travailler avec un accéléromètre. Un accéléromètre est un module permettant de mesurer l'accélération linéaire d'un système. En connaissant l'accélération de notre drone, il sera alors possible de déterminer sa vitesse et donc, ses déplacements dans l'espace. Nous avons donc choisi de nous tourner vers cette solution.



FIGURE 2.3 – MPU-6050

2.1.3 Communication avec le serveur

Afin que le drone puisse communiquer avec le serveur nous avons dans un premier temps pensé à utiliser des modules *XBee*, qui utilisent le protocole de communication sans fil, défini par le standard *IEEE 802.15.4*. Les modules *XBee* étant relativement chers (23 €), nous nous sommes penchés vers une autre technologie. Nous avons finalement opté pour un module de transmission 2.4GHz. Comme pour les autres composants que nous avons choisis, il est bon marché (0.8 €) et d'une taille de 15 sur 29 millimètres pour 2 grammes.

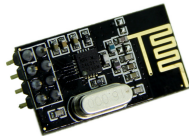


FIGURE 2.4 – Module de communication sans fil NRF24L01

2.1.4 Contrôle moteur

La plupart des drones implémentent un Electronic Speed Controller (ESC) pour chaque moteur. Ces composants servent à contrôler la vitesse du moteur ainsi que son sens de rotation. Il faut savoir qu'un ESC vaut environ 16 €. Ce qui fait 64 € pour un quadcopter. Outre le prix important de ces modules, leur poids (25 grammes/module) aussi nous oblige à nous orienter vers une autre solution. Nous avons donc pensé à créer notre propre ESC à l'aide d'un *MOFSET*, de composants basiques (condensateurs, résistances,...) et l'*Arduino*.

2.2 Circuit

Pour pouvoir assembler tous ces composants il faut réaliser le circuit imprimé. Pour cela nous avons utilisé le logiciel Fritzing. C'est un logiciel libre qui permet de réaliser des schémas électroniques ainsi que le PCB associé. Ce logiciel propose un large catalogue de base mais il est aussi possible de créer ses propres composants. Aussi, un grand nombre de personnes utilisent ce logiciel, ce qui permet dans la plupart des cas de ne pas avoir à créer de composants puisqu'il y a de grandes chances que des utilisateurs les aient déjà dessinés.

La figure 2.5 représente le schéma électronique de notre drone et la figure 2.6 le PCB associé.

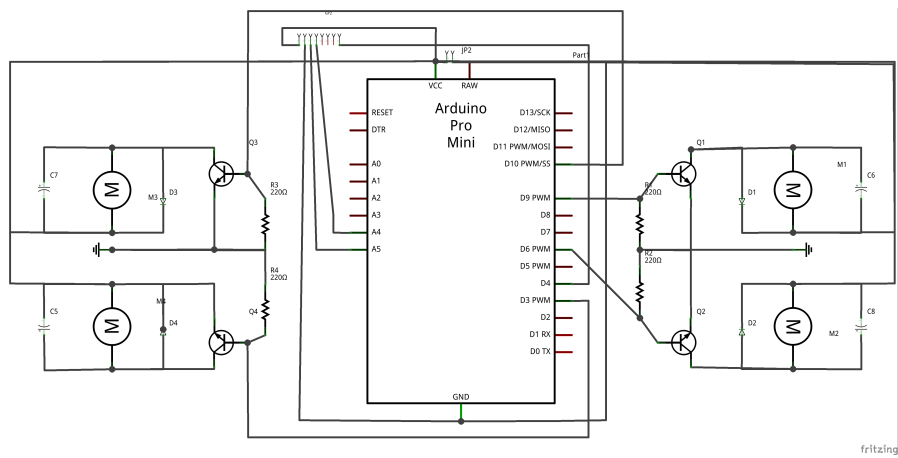


FIGURE 2.5 – Schéma du premier drone

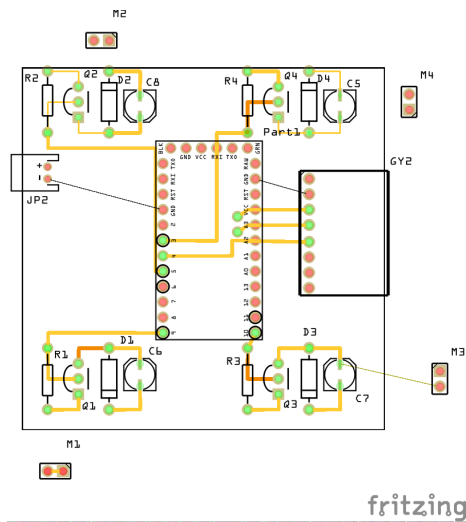


FIGURE 2.6 – PCB du premier drone

Nous avons fait le choix de ne pas utiliser de châssis. Ces composants sont assez compliqués à choisir, car il faut choisir entre un matériau léger mais coûteux et un matériau "lourd" et bon marché. Donc nous avons pensé que le circuit pourrait lui-même faire office de châssis. Bien entendu, ce choix est risqué car le drone est plus fragile. Mais notre application n'est pas vraiment "à risque" dans le sens où notre drone n'est pas censé faire des acrobaties et que nous comptons mettre en place des sécurités pour qu'il évite les obstacles de son environnement.

Avec les technologies choisies, on s'en sort pour environ 23 € de composants pour un drone. Le kit complet du crazyflie coûte à peu près 120 €. Nous comptons sur le fait que notre drone soit plus lourd (environ 35 grammes) que le *Crazyflie* (19 grammes) pour se ramener à un vol un peu moins agressif, mais cela n'a pas fonctionné. Aussi la batterie utilisée n'est pas intéressante en terme d'autonomie et fournit une tension de 3.3 Volts. Cependant les capteurs ultrason que nous comptons utiliser fonctionnent en 5 volts. Il nous a donc fallu changer aussi de batterie, ce qui nous a obligé à revoir beaucoup de choses. Car le type de batterie qu'il nous faut est plus lourd, ce qui implique de changer les moteurs. Ceci nous entraîne à la création d'un deuxième drone.

Chapitre 3

Deuxième drone

Table des figures

2.1	Crazyflie	6
2.2	Arduino Pro Mini	6
2.3	MPU-6050	7
2.4	Module de communication sans fil NRF24L01	7
2.5	Schéma du premier drone	8
2.6	PCB du premier drone	8

Bibliographie

- [1] Répertoire Git du projet Njord. <https://github.com/NjordProject>.
- [2] Blog du projet Njord. <http://njordproject.github.io/>.
- [3] Site Internet du Faclab. <http://www.faclab.org/>.
- [4] Site Internet de Bitcraze. <http://www.bitcraze.se/>.