



École Polytechnique de l'Université de Tours

64, Avenue Jean Portalis
37200 TOURS, France
Tél. +33 (0)2 47 36 14 14

www.polytech.univ-tours.fr

Département Informatique industrielle

Guide du développeur			
Projet :	Système de stabilisation motorisé pour caméra		
Réalisé par :	Sébastien LAPORTE	Encadré par :	Ameur SOUKHAL
Début du projet :	22/09/2015	Fin du projet :	10/02/2015
Historique des modifications			
Version	Date	Note de version	
1.0	30/01/2016	Version de dépôt initial	

Table des matières

1.	Introduction.....	3
2.	Architecture des fichiers sources.....	3
2.1.	Programme principal	3
2.2.	Fichier de configuration	3
2.3.	Fichiers contenant les paramètres du système.....	3
2.4.	Le filtre de Madgwick	3
2.5.	La table des registres du capteur	3
2.6.	Les types de données.....	4
3.	Programmes annexes.....	4
3.1.	Exemple de commande des moteurs brushless en c natif.....	4
3.2.	Exemple de communication i2c en c natif	4
3.3.	Exemple d'acquisition des données du capteur MPU-9250	4
3.4.	Exemple de commande de moteurs brushless	4
3.5.	Exemple d'étalonnage du capteur MPU-9250	4
3.6.	Exemple de prototype sur 2 axes avec un filtre de Kalman.....	4
3.7.	Exemple de prototype sur 2 axes avec un filtre complémentaire	5
4.	Annexes.....	6

1. Introduction

Ce document est destiné à décrire l'architecture du code du système de stabilisation motorisé pour caméra réalisé dans le cadre d'un projet de fin d'étude à Polytech Tours.

Le code source du programme est disponible en annexe par l'intermédiaire d'un lien Github.

2. Architecture des fichiers sources

Le programme, développé sur environnement Arduino, est découpé en six parties.

2.1. Programme principal

- **Nom du fichier** : Version_finale.ino
- **Descriptif** : Le fichier principal contient la boucle d'initialisation ainsi que la boucle de fonctionnement normal. Il contient également l'ensemble des fonctions nécessaires au fonctionnement du système.

Remarque : Le descriptif de chaque fonction et les paramètres associés sont décrit en commentaire dans le code.

2.2. Fichier de configuration

- **Nom du fichier** : configuration.h
- **Descriptif** : Contient l'ensemble des paramètres matériel du système (Adresse du capteur i2c, numéro de broche pour chaque driver de moteur, ...)

2.3. Fichiers contenant les paramètres du système

- **Nom du fichier** : parameters.h
- **Descriptif** : Contient les paramètres logiciels du système (Coefficients PID pour chaque axe, fréquences des signaux PWM, ...)

2.4. Le filtre de Madgwick

- **Nom du fichier** : quaternionFilter.ino
- **Descriptif** : Contient uniquement la fonction du filtre de Madgwick. La fonction prend en paramètre les données suivantes : ax, ay, az, gx, gy, gz, mx, my, mz, quaternion.
 - o ax, ay, az : Les données issues de l'accéléromètre pour les 3 axes (float)
 - o gx, gy, gz : Les données du gyroscope pour les 3 axes (float)
 - o mx, my, mz : Les données du magnétomètre pour les 3 axes (float)
 - o quaternion : Tableau contenant les 4 valeurs du quaternion (float)

2.5. La table des registres du capteur

- **Nom du fichier** : registers_map.h
- **Descriptif** : Contient les adresses des registres du capteur MPU-9250. Pour le détail de chaque registre, se référer à au document disponible en annexe.

2.6. Les types de données

- **Nom du fichier** : types.h
- **Descriptif** : Contient les 3 structures de données pour le fonctionnement du système. Le détail de chaque structure est décrit dans le code source.

3. Programmes annexes

Pour s'affranchir des librairies et de l'environnement Arduino deux programmes Arduino, également disponible en annexe permettent de mettre en œuvre la commande des moteurs et la communication i2c.

Lors des premières versions du prototype et des phases de recherche, nous avons développé différents programmes. Ils sont également en annexe de ce document.

3.1. Exemple de commande des moteurs brushless en c natif

- **Nom du dossier** : Commande_moteur_brushless_servo_c_natif
- **Descriptif** : Permet de configurer les sorties du microcontrôleur, d'effectuer la configuration de la fréquence des signaux PWM et de faire varier le rapport cyclique des signaux.

3.2. Exemple de communication i2c en c natif

- **Nom du dossier** : I2C_c_natif
- **Descriptif** : Contient l'ensemble des fonctions permettant d'effectuer la communication i2c avec le capteur MPU-9250.

3.3. Exemple d'acquisition des données du capteur MPU-9250

- **Nom du dossier** : Acquisition_donnees_brutes
- **Descriptif** : Programme Arduino permettant d'effectuer l'acquisition des données brutes issues du capteur MPU-9250 pour l'accéléromètre, le gyroscope et le magnétomètre.

3.4. Exemple de commande de moteurs brushless

- **Nom du dossier** : Commande_moteur_brushless
- **Descriptif** : Programme Arduino permettant de mettre en œuvre la commande de moteurs brushless de type BLDC.

3.5. Exemple d'étalonnage du capteur MPU-9250

- **Nom du dossier** : Etalonnage_gyro_acc_mag
- **Descriptif** : Routine permettant d'effectuer l'étalonnage de l'accéléromètre, du gyroscope et du magnétomètre.

3.6. Exemple de prototype sur 2 axes avec un filtre de Kalman

- **Nom du dossier** : Exemple_2_axes_kalman
- **Descriptif** : Programme Arduino permettant de mettre en œuvre la stabilisation d'une caméra par le biais de deux servomoteurs en utilisant un filtre de Kalman.

3.7. Exemple de prototype sur 2 axes avec un filtre complémentaire

- **Nom du dossier** : Exemple_2_axes_filtre_complementaire
- **Descriptif** : Programme Arduino permettant de mettre en œuvre la stabilisation d'une caméra par le biais de deux servomoteurs en utilisant un filtre complémentaire.

4. Annexes

Lien Github du code source du programme : https://github.com/bibi03331/PFE-Polytech/tree/master/Developpement/Livrables/Version_finale

Lien Github du programme Processing : <https://github.com/bibi03331/PFE-Polytech/tree/master/Developpement/Livrables/Console>

Lien Github vers l'ensemble des codes sources : <https://github.com/bibi03331/PFE-Polytech/tree/master/Developpement/Livrables>

Lien vers la table des registres du capteur MPU-9250 : <http://43zrtwysvxb2gf29r5o0athu.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2015/02/MPU-9250-Register-Map.pdf>