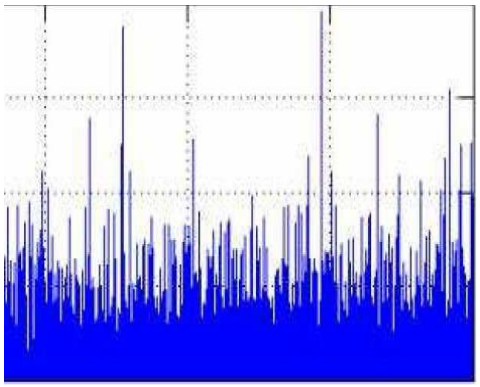
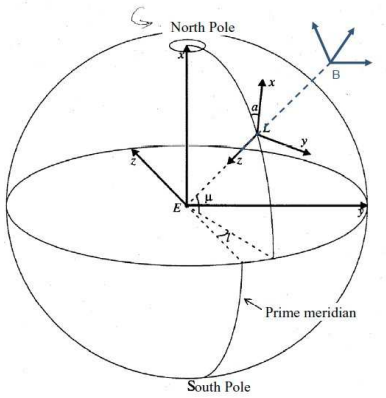
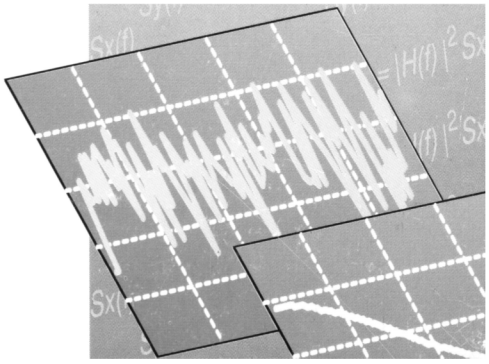




Etude des traitements de donnée dans une centrale inertielle du type INS-Strapdown Inertial navigation system





Etude des traitements de donnée dans une centrale inertielle du type INS-Strapdown Inertial navigation system

1) But

A Partir d'une carte INS, Identifier, caractériser définir les différents éléments d'une INS

2) Objectifs : L'étudiant devra être capable :

-D'identifier les différents capteurs d'une IMU

-De Caractériser la phase de calibration des différents capteurs

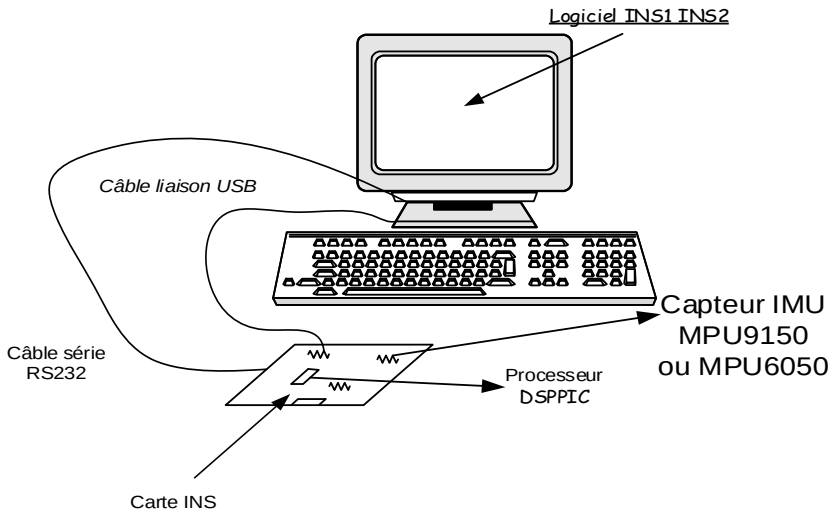
-D'identifier le quaternion et de le caractériser

-De définir les différents traitements sur les données permettant d'établir les attitudes, la position et la vitesse.

3) Prérequis

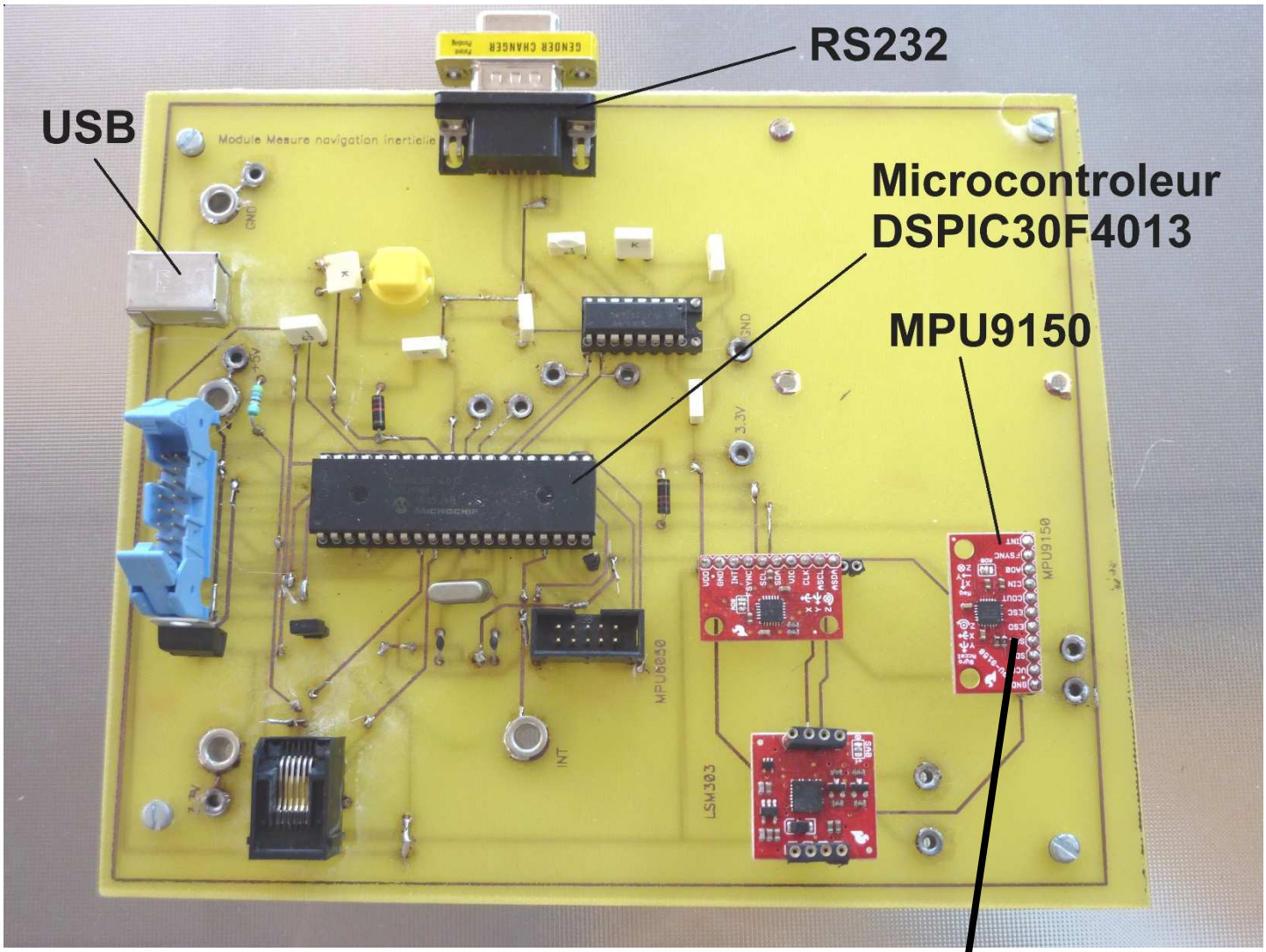
Connaissance des différentes grandeurs physiques de base (Accélération , vitesse ….)

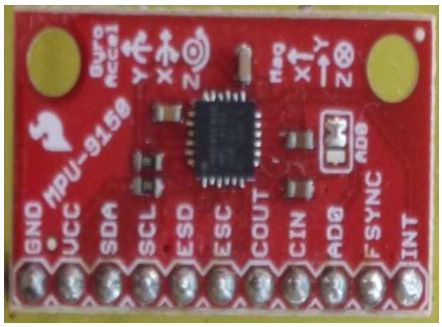
Cours sur le calcul matriciel et les fonctions trigonométriques.



4) Présentation

LA carte INS est composée d'une IMU (capteur MPU6050, MPU9150) et d'un microcontrôleur DSPIC30F4013 permettant d'acquérir les informations inertielles. Les informations sont transmises sur la liaison série RS232 et traitées par le logiciel INS1 et INS2 sur l'ordinateur.





Capteur
MPU9150

5) Questionnaire

5.1) Etude des capteurs de l'IMU

A partir de la documentation constructeur du circuit MPU9150 page N°, donnez les différents types de capteurs implantés et leurs gammes de mesure.

✍

Ouvrir le logiciel INS1 et encadrez sur le schéma page N° les différentes mesures des capteurs (fonction F1).
Donnez la gamme de mesure pour chacun des capteurs
Lancez le logiciel, Pourquoi les grandeurs physiques mesurées fluctuent elles ?

✍

Que remarque t'on sur l'axe Z de l'accéléromètre, tournez la carte en (roulis tangage) conclure.
Observez les angles d'attitude (roulis, tangage, lacet) allez dans menu attitude

✍

5.2) Etude de la phase de calibrage ou d'initialisation

Posez la carte bien à l'horizontale, calibrez les gyromètres et relevez les valeurs des biais pour chaque axe.
Calibrez les accéléromètres en X et en Y et relevez les valeurs des biais pour chaque axe.

✍

Ou se trouve le repère NED ou le repère réel après la phase de calibrage?

5.3) Etude de la direction (quaternion) du repère body par rapport au repère réel

Pourquoi le quaternion à l'initialisation à la valeur suivante :

$$Q = \begin{matrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix}$$

Observez le quaternion quand vous tournez la carte, que se passe t'il si vous revenez à votre position d'origine (repère NED)

Donnez la formule générale qui lie le quaternion aux vitesses angulaires fournies par les gyromètres

✍

Que se passe t'il pour le quaternion si vous inhibez la calibration des gyromètres, expliquez pourquoi ?

✍

La dérive importante du quaternion nous impose d'utiliser un estimateur du type Mahony quels nouveaux paramètres sont évalués dans le calcul

✍

Quelle grandeur physique va nous permettre de calculer Les angles d'attitude ?

Quel est le rôle de la matrice des cosinus directeur ?

5.4) Elaboration des informations de vitesse et de déplacement

Quelles opérations doit on effectuer pour obtenir les accélérations vraies dans le repère réel
Observez ces nouvelles accélérations dans menu→ navigation → accélérations
En faisant tourner la carte, conclure

✍

Quelles opérations doit on effectuer pour obtenir la vitesse et la position dans le repère réel.
Cochez la case Intégrateur Euler
Observez ces grandeurs dans menu→ navigation → vitesse ou positions
En faisant une translation dur l'axe Zconclure

✍

Cochez la case Intégrateur Runge Kutta, réinitialisez la position à 0 et observez la valeur de la position lorsque vous faites une translation par rapport à l'axe Z. Comparez les résultats entre les 2 intégrateurs, conclure

En gardant la case Intégrateur Runge Kutta, bougez la carte suivant l'axe X, Y, Z, conclure.

Calculez est la dérive en position sur l'axe C pour un biais accélérométrique de 5mg pendant 5S. Conclure

3 Product Overview

3.1 MPU-9150 Overview

MotionInterface™ is becoming a "must-have" function being adopted by smartphone and tablet manufacturers due to the enormous value it adds to the end user experience. In smartphones, it finds use in applications such as gesture commands for applications and phone control, enhanced gaming, augmented reality, panoramic photo capture and viewing, and pedestrian and vehicle navigation. With its ability to precisely and accurately track user motions, MotionTracking technology can convert handsets and tablets into powerful 3D intelligent devices that can be used in applications ranging from health and fitness monitoring to location-based services. Key requirements for MotionInterface enabled devices are small package size, low power consumption, high accuracy and repeatability, high shock tolerance, and application specific performance programmability – all at a low consumer price point.

The MPU-9150 is the world's first integrated 9-axis MotionTracking device that combines a 3-axis MEMS gyroscope, a 3-axis MEMS accelerometer, a 3-axis MEMS magnetometer and a Digital Motion Processor™ (DMP™) hardware accelerator engine. The MPU-9150 is an ideal solution for handset and tablet applications, game controllers, motion pointer remote controls, and other consumer devices. The MPU-9150's 9-axis MotionFusion combines acceleration and rotational motion plus heading information into a single data stream for the application. This MotionProcessing™ technology integration provides a smaller footprint and has inherent cost advantages compared to discrete gyroscope, accelerometer, plus magnetometer solutions. The MPU-9150 is also designed to interface with multiple non-inertial digital sensors, such as pressure sensors, on its auxiliary I^2C port to produce a 10-Axis sensor fusion output. The MPU-9150 is a 3rd generation motion processor and is footprint compatible with the MPU-60X0 and MPU-30X0 families.

The MPU-9150 features three 16-bit analog-to-digital converters (ADCs) for digitizing the gyroscope outputs ,three 16-bit ADCs for digitizing the accelerometer outputs and three 13-bit ADCs for digitizing the magnetometer outputs. For precision tracking of both fast and slow motions, the parts feature a user-programmable gyroscope full-scale range of ±250, ±500, ±1000, and ±2000°/sec (dps), a user-programmable accelerometer full-scale range of ±2*g*, ±4*g*, ±8*g*, and ±16*g*, and a magnetometer full-scale range of ±1200µT.

The MPU-9150 is a multi-chip module (MCM) consisting of two dies integrated into a single LGA package. One die houses the 3-Axis gyroscope and the 3-Axis accelerometer. The other die houses the AK8975 3-Axis magnetometer from Asahi Kasei Microdevices Corporation.

An on-chip 1024 Byte FIFO buffer helps lower system power consumption by allowing the system processor to read the sensor data in bursts and then enter a low-power mode as the MPU collects more data. With all the necessary on-chip processing and sensor components required to support many motion-based use cases, the MPU-9150 uniquely supports a variety of advanced motion-based applications entirely on-chip. The MPU-9150 thus enables low-power MotionProcessing in portable applications with reduced processing requirements for the system processor. By providing an integrated MotionFusion output, the DMP in the MPU-9150 offloads the intensive MotionProcessing computation requirements from the system processor, minimizing the need for frequent polling of the motion sensor output.

Communication with all registers of the device is performed using I^2C at 400kHz. Additional features include an embedded temperature sensor and an on-chip oscillator with ±1% variation over the operating temperature range.

By leveraging its patented and volume-proven Nasiri-Fabrication platform, which integrates MEMS wafers with companion CMOS electronics through wafer-level bonding, InvenSense has driven the MPU-9150 package size down to a revolutionary footprint of 4x4x1mm (LGA), while providing the highest performance, lowest noise, and the lowest cost semiconductor packaging required for handheld consumer electronic devices. The part features a robust 10,000*g* shock tolerance, and has programmable low-pass filters for the gyroscopes, accelerometers, magnetometers, and the on-chip temperature sensor.

ADVANCE INFORMATION

5 Features

5.1 Gyroscope Features

The triple-axis MEMS gyroscope in the MPU-9150 includes a wide range of features:

- Digital-output X-, Y-, and Z-Axis angular rate sensors (gyroscopes) with a user-programmable full-scale range of ±250, ±500, ±1000, and ±2000°/sec
- External sync signal connected to the FSYNC pin supports image, video and GPS synchronization
- Integrated 16-bit ADCs enable simultaneous sampling of gyros
- Enhanced bias and sensitivity temperature stability reduces the need for user calibration
- Improved low-frequency noise performance
- Digitally-programmable low-pass filter
- Factory calibrated sensitivity scale factor
- User self-test

5.2 Accelerometer Features

The triple-axis MEMS accelerometer in MPU-9150 includes a wide range of features:

- Digital-output 3-Axis accelerometer with a programmable full scale range of ±2*g*, ±4*g*, ±8*g* and ±16*g*
- Integrated 16-bit ADCs enable simultaneous sampling of accelerometers while requiring no external multiplexer
- Orientation detection and signaling
- Tap detection
- User-programmable interrupts
- High-G interrupt
- User self-test

5.3 Magnetometer Features

The triple-axis MEMS magnetometer in MPU-9150 includes a wide range of features:

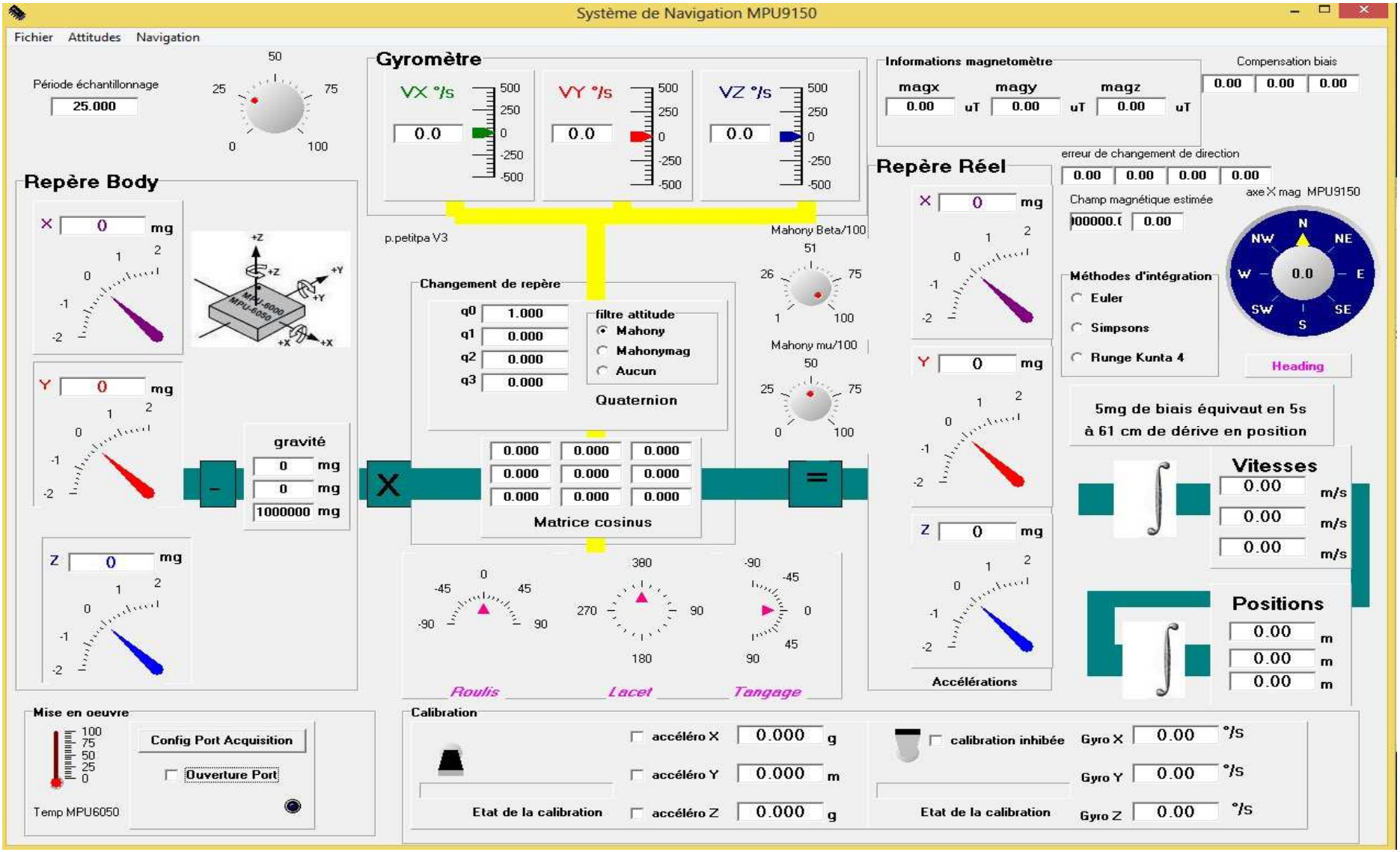
- 3-axis silicon monolithic Hall-effect magnetic sensor with magnetic concentrator
- Wide dynamic measurement range and high resolution with lower current consumption.
- Output data resolution is 13 bit (0.3 µT per LSB)
- Full scale measurement range is ±1200 µT
- Self-test function with internal magnetic source to confirm magnetic sensor operation on end products

5.4 Additional Features

The MPU-9150 includes the following additional features:

- 9-Axis MotionFusion via on-chip Digital Motion Processor (DMP)
- Auxiliary master I^2C bus for reading data from external sensors (e.g., pressure sensor)
- Flexible VLOGIC reference voltage supports multiple I^2C interface voltages
- Smallest and thinnest package for portable devices: 4x4x1mm LGA
- Minimal cross-axis sensitivity between the accelerometer, gyroscope and magnetometer axes
- 1024 byte FIFO buffer reduces power consumption by allowing host processor to read the data in bursts and then go into a low-power mode as the MPU collects more data
- Digital-output temperature sensor
- User-programmable digital filters for gyroscope, accelerometer, and temp sensor
- 10,000 *g* shock tolerant

ADVANCE INFORMATION


Système de Navigation MPU9150
Fichier Attitudes Navigation
Période échantillonnage
25.000
Gyromètre
VX °/s
VY °/s
VZ °/s
Informations magnetomètre
magx
magy
magz
Compensation biais
Repère Body
Repère Réel
erreur de changement de direction
Champ magnétique estimée
axe X mag MPU9150
p.petitpa V3
Mahony Beta/100
Mahony mu/100
Changement de repère
q0 1.000
q1 0.000
q2 0.000
q3 0.000
filtre attitude
Mahony
Mahonymag
Aucun
Quaternion
Matrice cosinus
Méthodes d'intégration
Euler
Simpsons
Runge Kunta 4
Heading
5mg de biais équivaut en 5s
à 61 cm de dérive en position
Vitesses
Positions
gravité
Roulis
Lacet
Tangage
Accélérations
Mise en oeuvre
Config Port Acquisition
Ouverture Port
Temp MPU6050
Calibration
accéléro X
accéléro Y
accéléro Z
calibration inhibée
Etat de la calibration
Gyro X
Gyro Y
Gyro Z