

DS05

Ingénierie numérique

Sources :

Consignes

1. **Lisez attentivement tout l'énoncé avant de commencer.**
2. Ce devoir est à réaliser seul, en utilisant Python 3.
3. Nous vous conseillons de commencer par créer un dossier au nom du DS dans le répertoire dédié à l'informatique de votre compte.
4. Nous vous rappelons qu'il est possible d'obtenir de l'aide dans l'interpréteur de votre IDE en tapant `help(nom_fonction)`.
5. Vous inscrirez vos réponses sur google form dont le lien est présent sur le site de la classe dans la rubrique "info/DS tronc commun".
6. Lorsque la réponse demandée est un réel, on attend que l'écart entre la réponse que vous donnez et la valeur attendue soit strictement inférieur à 10^{-2} . Donnez donc des valeurs **avec 3 chiffres après la virgule**.
7. Vos réponses dépendent d'un paramètre α , unique pour chaque étudiant, qui est donné sur le site de la classe dans la rubrique "info/DS tronc commun".
8. Sur le site de la classe dans la rubrique "info/DS tronc commun", il y a un lien pour déposer votre script qui vous a permis de réaliser le devoir. Vous nommerez ce script : "**DS05_nom_prenom.py**".
9. Sur ce même lien il faudra déposer les figures demandées dans les différentes questions.
10. Sur le site de la classe vous pouvez télécharger le fichier "donnees_ds.zip" que vous devez extraire dans un répertoire de votre machine. Vous aurez alors à votre disposition le fichier texte à manipuler selon votre numéro d'anonymat alpha.

Exercice 1 : Mesure d'une position par un accéléromètre

Un capteur accélérométrique permet de mesurer une accélération. Il est généralement constitué d'une masselotte fixée au boîtier de la pièce en mouvement par un ressort. L'élongation du ressort permet de déterminer l'accélération du boîtier par rapport à un référentiel galiléen. Ces composants ont été largement miniaturisés durant les 10 dernières années pour s'intégrer aux téléphones portables, tablettes, manettes de jeux et autres objets électroniques ayant besoin de mesurer un mouvement.

Ce problème vise à tester les possibilités de mesure de ces composants : peut-on, à partir de la mesure de l'accélération, remonter facilement à la vitesse, voire à la trajectoire du boîtier dans lequel est monté le capteur ?

Pour les besoins du test, un capteur accélérométrique a été branché sur un arduino chargé de récupérer les mesures par un bus I2C et de retransmettre ces mesures à l'ordinateur par un protocole série. Les données envoyées par l'arduino sont pour chaque ligne : l'intervalle de temps écoulé depuis la précédente mesure (en micro-secondes) et les accélérations mesurées suivant X , Y et Z .

Au début de la mesure, le capteur est à l'arrêt, à plat, durant quelques secondes puis il est déplacé en translation pour décrire un carré horizontal de côté environ égal à 0.5 m. Le fichier de point est fourni sur le site de la classe : `mesure_accelero α .txt` où α est votre numéro d'anonymat. Il comporte 4 colonnes de données (entiers) séparées par des virgules avec sur chaque ligne dans l'ordre respectif :

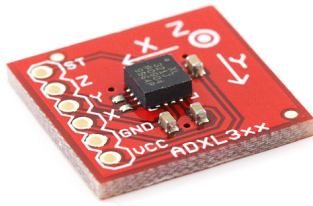


FIGURE 1 – Accéléromètre miniature

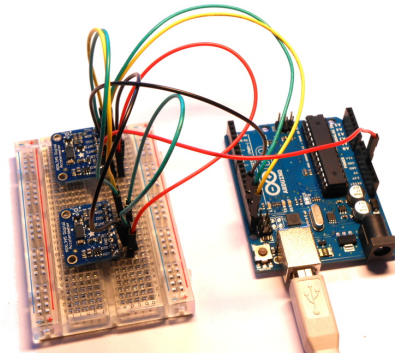


FIGURE 2 – Montage de l'accéléromètre sur l'arduino pour la mesure

- l'échantillonnage (DT) (durée écoulée depuis le précédent point de mesure) en $\mu s = 10^{-6} s$;
- AX : l'accélération sur la direction \vec{x} ;
- AY : l'accélération sur la direction \vec{y} ;
- AZ : l'accélération sur la direction \vec{z} ;

Remarque : la première valeur de DT sera prise arbitrairement égale à 0.

0.1 Importation des mesures et visualisation

Q 1 : Écrire le programme permettant de charger les données dans les variables DT , AX , AY et AZ . Donner le nombre de points de mesures.

Les pas de temps DT sont donnés en micro-secondes mais ne permettent pas en l'état de tracer l'évolution des courbes d'accélération en fonction du temps.

Q 2 : Écrire le programme permettant de calculer un vecteur des temps T qui permettra de tracer les courbes en fonction du temps (en secondes). Tracer la courbe donnant l'évolution du temps en fonction des mesures. La sauvegarder sous le nom : q02_nom_prenom.png et l'envoyer sur le dépôt de document pour le DS. Donner la valeur du temps final en s.

Par ailleurs, les accélérations sont données en incréments et doivent être étalonnées, sachant que 10 ms^{-2} correspond à 255 incréments.

Q 3 : Étalonner les courbes de façon à exprimer les données en ms^{-2} . Donner alors les valeurs maximales des accélérations respectives selon \vec{x} , \vec{y} et \vec{z} en m.s^{-2} à 10^{-3} près.

Q 4 : Tracer les trois courbes d'accélération en fonction temps en précisant bien les différentes légendes. Sauvegarder la figure sous le nom : q04_nom_prenom.png et l'envoyer sur le dépôt de document pour le DS.

0.2 Intégration de l'accélération et traitement des mesures

Pour obtenir la vitesse de déplacement, il faut intégrer l'accélération.

Q 5 : En utilisant la méthode des trapèze, proposer un programme permettant de calculer les composantes de vitesses VX , VY et VZ . Tracer l'évolution des composantes de vitesses. Sauvegarder la figure sous le nom : q05_nom_prenom.png et l'envoyer sur le dépôt de document pour le DS.

Q 6 : Donner alors les valeurs maximales des vitesses respectives selon \vec{x} , \vec{y} et \vec{z} en m.s^{-1} à 10^{-3} près.

Pour un résultat exploitable, une première précaution consiste à régler l'offset en début de mesure.

Q 7 : Calculer les moyennes des mesures d'accélération dans les trois directions durant le temps de repos (on prendra l'intervalle $[0, 2s]$).

Q 8 : Retrancher cette valeur aux accélérations de façon à assurer une accélération nulle en moyenne en début d'essai. Donner les valeurs maximales des accélérations respectives selon \vec{x} , \vec{y} et \vec{z} en m.s^{-2} à 10^{-3} près.

Q 9 : Refaire le calcul des vitesses avec les accélérations corrigées. Donner alors les valeurs maximales des vitesses respectives selon \vec{x} , \vec{y} et \vec{z} en m.s^{-1} à 10^{-3} près.

Q 10 : Tracer l'évolution des composantes de vitesses calculées précédemment. Sauvegarder la figure sous le nom : q10_nom_prenom.png et l'envoyer sur le dépôt de document pour le DS.

0.3 Double intégration et tracé de trajectoires

Q 11 : Intégrer à nouveau les composantes de vitesse de façon à obtenir les composantes de position du capteur. Donner alors les valeurs maximales des positions respectives selon \vec{x} , \vec{y} et \vec{z} en m.s^{-1} à 10^{-3} près.

Q 12 : Tracer la trajectoire du capteur calculée dans le plan (\vec{x}, \vec{y}) . Sauvegarder la figure sous le nom : q12_nom_prenom.png et l'envoyer sur le dépôt de document pour le DS.