

Traitement des données d'un accéléromètre

Julien Dupuy – UPSTI

Savoirs et compétences :

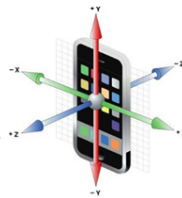
- Alg – C16 : Piles - Algorithmes de manipulation : fonctions «push» et «pop».

Mise en situation

Objectif Déterminer le mouvement (trajectoire et déplacement) d'un tramway à partir de mesures réalisées par un accéléromètre.

Les mesures ont été réalisées à l'aide d'un téléphone portable tenu par un passager de la façon suivante :

- le vecteur +Y orienté dans le sens du mouvement ;
- le vecteur +Z s'oppose à la pesanteur ;
- le vecteur +X est par conséquent orienté «latéral droit».



Tracé des accélérations

Le capteur du téléphone portable fournit un fichier texte de points de mesure organisé de la manière suivante :

tramway.txt - Bloc-notes						
Fichier	Edition	Format	Affichage	?		
	temps		x	y	z	
2	0,002	-4	-0,04	3	0,03	0,98
52	0,052	0	0	-1	-0,01	1,01
102	0,102	-1	-0,01	1	0,01	0,99
152	0,152	-1	-0,01	1	0,01	0,97
203	0,203	-1	-0,01	1	0,01	0,99
253	0,253	-2	-0,02	2	0,02	1,02
302	0,302	-2	-0,02	2	0,02	1
352	0,352	-2	-0,02	1	0,01	1
403	0,403	-1	-0,01	2	0,02	0,99
453	0,453	-1	-0,01	3	0,03	1
503	0,503	-1	-0,01	2	0,02	0,99
553	0,553	-1	-0,01	3	0,03	0,99
603	0,603	-1	-0,01	3	0,03	0,99
654	0,654	3	0,03	0	0	1,01
704	0,704	2	0,02	1	0,01	1,01
754	0,754	-1	-0,01	1	0,01	1
804	0,804	1	0,01	0	0	1,01
854	0,854	-1	-0,01	3	0,03	1
905	0,905	-1	-0,01	3	0,03	1
955	0,955	-1	-0,01	2	0,02	1,01
1004	1,004	-1	-0,01	1	0,01	0,99
1054	1,054	-3	-0,03	2	0,02	0,98
1105	1,105	-2	-0,02	2	0,02	1,01

La première ligne indique le nom de mesure des colonnes.

- la première colonne est le temps en millisecondes ;
- la deuxième colonne est le temps en secondes ;
- la troisième colonne est l'accélération latérale (selon \vec{x}) en centièmes de g (accélération de pesanteur, on prendra $g = -9.81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$) ;
- la quatrième colonne est l'accélération latérale (selon \vec{x}) en g ;
- la cinquième colonne est l'accélération longitudinale (selon \vec{y}) en centièmes de g ;
- la sixième colonne est l'accélération longitudinale (selon \vec{y}) en g ;
- la septième colonne est l'accélération selon \vec{z} en g .

L'objectif de cette partie est de tracer les accélérations longitudinale et latérale mesurées pour en déduire la trajectoire du tramway.

Question 1 Ouvrir le fichier tramway.txt et créer les listes temps, acceleration et accel_lat.

Question 2 Compléter le programme qui convertit les éléments des listes temps, acceleration et accel_lat en flottant et en $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Question 3 Écrire une fonction affiche ayant pour argument deux listes, liste1 (liste des abscisses) et liste2 (liste des ordonnées) et qui permet d'afficher la courbe.

Question 4 Tracer et sauvegarder les courbes de l'accélération longitudinale et de l'accélération transversale.

Question 5 En déduire la trajectoire simple effectuée par le tramway.

Filtrage des mesures

Le signal de l'accélération étant bruité, on souhaite le filtrer à l'aide d'une moyenne glissante. C'est une moyenne qui au lieu d'être calculée sur l'ensemble des n valeurs d'un échantillonnage, est calculée tour à tour sur chaque sous-ensemble de N valeurs consécutives ($N \leq n$) ; le sous-ensemble utilisé pour calculer chaque moyenne «glisse» sur l'ensemble des données. On appelle N , l'ordre de la moyenne glissante.

Par exemple, le tableau suivant montre les moyennes mobiles simples sur 3 valeurs, pour une série de 9 mesures.

Mesures	2	3	5
Moyennes glissantes	Néant	Néant	$(2+3+5)/3$ 3,3333
Mesures	8	8	7
Moyennes glissantes	$(3+5+8)/3$ 5,3333	$(5+8+8)/3$ 7	$(8+8+7)/3$ 7,6666
Mesures	8	5	2
Moyennes glissantes	$(8+7+8)/3$ 7,6666	$(7+8+5)/3$ 7,6666	$(8+5+2)/3$ 5

Une formule permettant de calculer une moyenne

mobile est : $x_n = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} x_{n-k}$.

Question 6 Écrire la fonction `filtre_mg` ayant pour arguments une liste L et l'entier N (ordre de la moyenne glissante) et qui renvoie la liste L filtrée. Il ne doit pas y avoir d'effet de bord.

Détermination de la distance parcourue

Question 7 Écrire la fonction `trapeze` ayant pour arguments une liste et un pas de temps et qui renvoie la liste des valeurs calculées par la méthode des trapèzes.

Question 8 Tracer la courbe de la vitesse longitudinale du tramway par rapport au temps et la courbe de la position du tramway par rapport au temps. Quelle est la distance parcourue par le tramway ?

Détermination de l'accélération maximale

L'objectif de cette partie est de déterminer l'accélération longitudinale maximale en réalisant deux fonctions récursives qui donnent l'élément maximal suivant les méthodes suivantes :

- la fonction `maxi1` comparera son premier élément au maximum du reste de la liste ;
- la fonction `maxi2` comparera le maximum de la première «moitié» de la liste au maximum de la deuxième «moitié».

Rappel Rappel : $L[n:p]$ (slicing) désigne la liste des éléments $[L[n], L[n+1], \dots, L[p-1]]$.

Question 9 En respectant la méthode imposée dans l'objectif, écrire la fonction récursive `maxi1` ayant pour argument une liste L et renvoyant le plus grand des éléments de la liste. Il ne doit pas y avoir d'effet de bord.

On note que :

- une comparaison ou une affectation comptera comme une opération ;
- un appel à la fonction `return` comptera comme une opération ;
- une affectation comptera comme une opération.

On note n la longueur de la liste L . Déterminer la relation de récurrence entre la complexité au rang n , noté $C(n)$, et la complexité au rang $n-1$, $C(n-1)$. En déduire l'ordre de la complexité de la fonction `maxi1` (L) (linéaire, exponentielle, logarithmique...).

Question 10 En respectant la méthode imposée dans l'objectif, écrire la fonction récursive `maxi2` ayant pour argument une liste L et renvoyant le plus grand des éléments de la liste. Il ne doit pas y avoir d'effet de bord.

On note n la longueur de la liste L , on supposera que $n = 2^k$.

Question 11 Déterminer la relation de récurrence entre la complexité $C(2^k)$ et $C(2^{k-1})$. En déduire l'ordre de la complexité de la fonction `maxi2` (L) par rapport à n . Comparer à la complexité de `maxi1` (L).