

Comment aborder l'élevage de précision dans l'enseignement agricole ? : approche à partir d'exemples

Thibault Maillot, L'Institut Agro Dijon ; Christelle Philippeau, L'Institut Agro Dijon

CHAPITRE II - Mises-bas des animaux d'élevage

Matériel pédagogique

Corrigés

Objectifs et matériel utilisé

Durant cette séance de TP, vous vous servirez d'un accéléromètre afin de comprendre son principe de fonctionnement et comment il peut être utilisé en élevage de précision.

Les objectifs de la séance sont :

1. Utiliser et comprendre le fonctionnement d'un accéléromètre.
2. Découvrir et mettre en place une méthode simple d'analyse d'un signal d'accéléromètre.

Afin de compléter ces objectifs, vous utiliserez le matériel suivant :

- Une carte Arduino équipée d'un accéléromètre (9 Axis Motion Shield).

Table des matières

Détection de changements de posture

2

Détection de changements de posture

Le bon déroulement des mises-bas est important pour garantir la vitalité des jeunes animaux ainsi que les performances laitières et de reproduction futures des femelles. Le suivi en continu des femelles gestantes à l'approche de la mise-bas est le seul moyen pour avertir de l'approche du vêlage. Or, cette surveillance constitue une tâche très chronophage à réaliser 24h sur 24.

Pour accompagner l'éleveur, de nombreux systèmes de surveillance des mises-bas automatisés et à distance sont commercialisés. Ces systèmes sont basés, entre autres, sur la mesure en continu de certaines modifications comportementales précédant la mise-bas. Parmi les différents comportements prépartum, les changements répétés de posture de type « coucher et relever » sont observés chez la vache et la jument. En effet, vingt-quatre heures avant le vêlage, la vache modifie son activité. Elle passe moins de temps en position couchée que debout. Le ratio entre ces deux activités est alors modifié. Ainsi, les accéléromètres associés à un système d'identification peuvent être utilisés pour assurer le suivi des femelles à l'approche du vêlage. Les informations sont récupérées lorsque la vache passe à proximité d'une antenne de lecture positionnée à l'entrée d'un DAC. Ce système non invasif est d'intérêt pour avertir de l'approche du vêlage mais ne permet pas de donner d'information sur l'imminence de l'évènement.

Afin de mettre en avant une méthode simple de détection de changement de posture, cet exercice se déroulera en 3 étapes :

1. Acquisition de mesures lors de changement de posture (debout/assis).
2. Extraction des données et réflexion sur leurs contenus.
3. Proposition d'une méthode permettant de détecter les postures debout et assis.

Afin de suivre ce processus, vous avez à votre disposition le matériel suivant :

- Une carte Arduino, équipée d'un accéléromètre (9 Axis Motion Shield).
- L'application Arduino, équipée de la bibliothèque `Arduino_NineAxesMotion`, permettant de visualiser les acquisitions issues de l'accéléromètre.

La carte Arduino fera la liaison avec le capteur. Elle se programme avec le logiciel éponyme (voir le Matériel pédagogique de la Présentation de la partie 1).

QUESTIONS

1. Lisez l'ensemble des questions. D'après vous, où devra être porté le capteur pour obtenir les informations les plus fiables possible lors de leur acquisition ?

Étant donné que l'on souhaite observer des positions debout/assis, il est préférable de positionner le capteur à un endroit où le corps aura un mouvement ample : le positionnement à la cheville est à éviter. Tout autre positionnement du capteur, sur la personne, reste valable mais impacte la difficulté de traitement des données.

Dans la suite, le capteur sera porté au poignet.

2. Visualisation des données :

Une proposition de correction est disponible dans le programme `Accelerometer_fromExample.ino`.

a. À l'aide de l'application Arduino, ouvrez le croquis d'exemple `Accelerometer` de la bibliothèque `Arduino_NineAxesMotion`.

b. Si besoin, modifiez la fréquence d'échantillonnage¹ des acquisitions (valeur de la variable `streamPeriod`). Quelle valeur avez-vous choisie ? Pourquoi ?

La fréquence d'échantillonnage correspond au nombre d'acquisitions que la montre effectue, par seconde. Cette fréquence doit être supérieure au double de la fréquence maximale du signal à acquérir (théorème d'échantillonnage de Nyquist-Shannon) : si le changement de posture s'effectue toutes les 2 secondes (0.5 Hz), il faut que la fréquence d'échantillonnage soit au moins égale à 1Hz.

Dans le fichier de correction, la valeur de `streamPeriod` a été fixée à 1000 pour fixer la fréquence d'échantillonnage à 1Hz : période (ms) = 1000/fréquence (Hz).

c. Après avoir téléversé le programme, sur la carte Arduino, ouvrez le moniteur série (Outils > Moniteur Série). À quoi correspondent les données affichées ?

Après une phase d'initialisation, toutes les secondes (la fréquence d'échantillonnage est de 1Hz), 5 groupes de données sont affichés. Ci-après, une ligne d'acquisition, ainsi que la description des différents éléments la composant :

```
Time: 557628ms      aX: -0.03m/s²  aY: 0.40m/s²  aZ: 9.66m/s²      lX: 0.00m/s²
lY: 0.09m/s²  lZ: -0.13m/s²      gX: -0.02m/s²  gY: 0.31m/s²  gZ: 9.80m/s²      C:
1
```

- Time: 557628ms : Temps auquel l'acquisition a été effectuée, depuis que le programme a été démarré (ms).

- aX: -0.03m/s² aY: 0.40m/s² aZ: 9.66m/s² : Données brutes d'accélération (m/s²), selon 3 axes : X, Y et Z (les directions des axes sont indiquées sur la carte).

- lX: 0.00m/s² lY: 0.09m/s² lZ: -0.13m/s² : Données d'accélération linéaire mesurées (m/s²), selon 3 axes : X, Y et Z. L'accélération linéaire ne dépend que du mouvement du capteur.

1. La fréquence d'échantillonnage correspond au nombre d'acquisitions que la carte effectue, par seconde. Cette fréquence doit être supérieure au double de la fréquence du signal à acquérir : si le signal à mesurer a une fréquence de 1Hz, il faut que la fréquence d'échantillonnage soit au moins égale à 2Hz.

- $gX: -0.02\text{m/s}^2$ $gY: 0.31\text{m/s}^2$ $gZ: 9.80\text{m/s}^2$: Données d'accélération liées à la pesanteur (m/s^2), selon 3 axes : X, Y et Z.

- C: 1 : Plage de mesure de l'accéléromètre (ici : ACCEL_RANGE_4G)

d. Le logiciel Arduino permet l'affichage des données transmises par le capteur, sous forme de graphe. Modifiez le fichier d'exemple pour n'afficher que les valeurs d'accélération brutes, sous le format suivant : `x:<Valeur d'accélération en X> , y:<Valeur d'accélération en Y> , z:<Valeur d'accélération en Z>`

Les valeurs `<Valeur d'accélération en X>`, `<Valeur d'accélération en Y>` et `<Valeur d'accélération en Z>` seront issues de l'appel à la fonction `readAccelerometer`.

Voir le fichier `Accelerometer_fromExample_2.ino`.

3. Analyse des acquisitions du capteur :

a. Une fois le programme de la question 2.d téléversé, fixez le capteur à l'endroit défini en question 1 et observez l'évolution des données (graphes) lors du passage d'un état assis à un état debout, 3 fois, en prenant une pause de 2 secondes entre chaque changement de posture. Que constatez-vous ?

À chaque changement de posture, les accélérations changent : l'accélération sur X est maximale lorsque celle selon Z est minimale, et inversement (les axes concernés dépendent du positionnement du capteur). L'écart entre les phases où l'accélération est constante, est d'environ $1g$ (9.81m/s^2). Cette variation, lors du changement de posture, indique que l'accélération de pesanteur est mesurée par les axes Y et Z, en fonction de la position prise par le capteur, lorsque l'on est debout et assis.

b. Analysez les figures obtenues. Quelles sont, pour chaque axe (X, Y, Z), les valeurs d'accélération maximales et minimales ? À quels moments sont-elles obtenues ?

Valeurs maximales et minimales :

- Axe X : -0.4 ; 9.54

- Axe Y : 0.71 ; 1.01

- Axe Z : 0.10 ; 9.45

Sur les axes X et Z, les valeurs maximales et minimales sont atteintes en début et fin de paliers d'une durée de 2 à 3 secondes (équivalente à la durée des temps de pause). La valeur minimale sur l'axe X est atteinte en position assise et sa valeur maximale en position debout. C'est le contraire pour les valeurs extrêmes de l'axe Z.

Le changement de position n'a pas d'effet significatif sur la variation des valeurs de l'axe Y.

4. Proposez une méthode simple permettant de détecter les changements de posture.

Pour détecter les changements de posture, une réflexion peut d'abord être menée sur le positionnement du capteur : il faut que celui-ci soit positionné d'une manière à ce que l'accélération de pesanteur soit mesurée selon différents axes, en fonction de la posture prise. Ainsi, un seuil peut être utilisé, sur les données, pour définir dans quelle posture l'animal se trouve.