

Mise au point et validation d'un système embarqué pour mesurer l'activité posturale des truies allaitantes

Laurianne CANARIO (1), Yann LABRUNE (1), Jean-François BOMPA (1), Yvon BILLON (2), Laure RAVON (2), Sébastien REIGNIER (2), Jean BAILLY (2), Edmond RICARD (1)

(1) UMR1388 GenPhySE, INRA / INPT ENSAT / INPT ENVT, 31326 Castanet-Tolosan, France

(2) GenESI, INRA, 17700 Surgères, France

laurianne.canario@inra.fr

Development and validation of an embedded tool to measure postural activity of lactating sows

The objective was to develop a tool to measure sow postural activity during lactation that is kept between fences in the farrowing crate. Several sensors, placed in a single metal box, were attached to the upper part of the back of sows with a custom-built belt that passes underneath the belly, just behind the front legs. For validation of the positions predicted from sensor data, sow behavior was recorded with use of a digital camera and video records were analyzed by a single observer. Prediction ability was tested with machine learning applied to random forests for the three-axis data provided by the sensors in the X, Y and Z dimensions. When comparing information provided by three sensors, i.e. two accelerometers (sensors A and B) and an application developed for a smartphone (sensor C), one sensor detected five positions more accurately than the other two. The error rate of prediction from 30% of the data was 2.1% with sensor A, 3.1% with sensor B, and 4.8% with sensor C. Additional trials focused on the ability of sensor A to distinguish among the five positions, using five sows. Statistical sensitivity was 0.94 and 0.95 for the right and left lateral positions, respectively; 0.79 for the ventral position; 0.75 for the standing position; but only 0.33 for the sitting position (because it represented only 4% of sows' time budget). One single axis was sufficient to detect the two lateral positions. More trials will enable to better consider factors of variations among sows and optimize the sampling rate to detect the five positions accurately.

INTRODUCTION

L'amélioration de la survie des porcelets dépend notamment de l'amélioration des qualités maternelles. Face aux exigences imposées à la filière en termes de bien-être animal, les caractères associés à la capacité d'adaptation des truies à l'environnement de maternité revêtent un intérêt grandissant. L'héritabilité du comportement maternel est modérée, ce qui en fait un bon candidat pour la sélection (Canario *et al.*, 2013). L'analyse en temps continu d'enregistrements vidéos a permis d'établir des corrélations entre l'activité des truies en entrée de maternité et leur production de porcelets avec des contrastes marqués entre races (Canario *et al.*, 2009).

Les travaux portent sur le développement d'un outil pour mesurer de façon automatique l'activité des truies en lactation. Ce projet a pour finalité l'acquisition simplifiée d'information sur leur activité pour étudier les mécanismes associés à la capacité d'adaptation des truies au système de maternité et leurs relations avec la survie et la croissance des porcelets.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Animaux et mesures réalisées

Les développements sont réalisés à l'unité expérimentale porcine de l'INRA du Magneraud, dans les salles de maternité où les truies sont bloquées entre des barrières de contention

pendant la lactation, avec un revêtement au sol en caillebottis partiel. L'objectif était de dissocier cinq positions de la truie : debout (D), assis (A), coucher ventral (CV), coucher latéral gauche (CG) et coucher latéral droit (CD). La comparaison des signaux obtenus entre capteurs et leur confrontation avec le comportement réel de la truie évalué par un unique observateur à partir d'enregistrements vidéos, a permis d'évaluer la capacité de détection des différents capteurs au cours d'essais indépendants. Pour cette validation, une caméra numérique était fixée au-dessus de chaque case de mise bas utilisée. Nous avons confronté l'information délivrée par deux capteurs de mouvements (A, B) de type accéléromètres disponibles dans le commerce, et l'information procurée par une application développée sur un smartphone (C) à partir des informations collectées sur une truie suivie pendant environ 22h. Le capteur A était un data logger, le capteur B assurait la transmission d'enregistrement vers un serveur via bluetooth. Les trois capteurs, d'autonomie différente, étaient protégés dans un boîtier métallique en aluminium. Le système comprend une ceinture qui permet de fixer le boîtier sur le haut du dos de l'animal, avec des attaches qui passent derrière les pattes avant, pour assurer la stabilité des capteurs dans le boîtier centré sur la colonne vertébrale. Nous avons concentré les essais suivants sur cinq truies indépendantes, réparties en trois bandes de mises bas, dont le comportement a été étudié sur une période de 12h (N = 2) ou 22h (N = 3) pour étudier la répétabilité des résultats avec le capteur le plus performant. La ceinture de fixation a été modifiée pour limiter l'inconfort

de l'animal et protéger l'unique capteur fixé sur l'intérieur de la ceinture en contact avec le dos.

1.2. Validation par processus d'apprentissage machine

L'information fournie par les capteurs a été confrontée avec des observations du comportement en continu ajustées à la fréquence d'enregistrement des accéléromètres qui était de 30 secondes. La validation se fait par l'utilisation de forêts aléatoires sous le logiciel R (R Core Team, 2014), en se basant sur l'information fournie par les trois axes de chaque capteur. Pour la comparaison des capacités de détection des trois capteurs, nous avons utilisé 70% de la base, choisis aléatoirement, comme jeu d'apprentissage pour prédire les 30% de données restantes. Le taux d'erreur de prédiction global a permis de définir le capteur le plus pertinent pour la discrimination des positions. Nous avons réalisé des analyses plus approfondies sur le capteur ainsi sélectionné. A partir des taux de vrais/faux positifs (Vp et Fp) et vrais/faux négatifs (Vn et Fn), nous avons mesuré sur chaque truie la qualité de la mesure, exprimée par la sensibilité ($SE = Vp/(Vp+Fn)$) et la spécificité ($SP = Vn/(Vn+Fp)$). La SE mesure la capacité de la méthode à donner un résultat positif lorsque l'hypothèse est vérifiée. Elle mesure la probabilité qu'une truie qui se trouve dans une position donnée soit détectée dans cette position. La SP mesure la capacité à donner un résultat négatif lorsque l'hypothèse n'est pas vérifiée. Elle mesure la probabilité qu'une truie qui n'est pas dans une position ne soit pas détectée dans cette position par l'accéléromètre.

2. RESULTATS - DISCUSSION

2.1.1. Confrontation des résultats obtenus avec trois capteurs

Les taux d'erreur de prédiction globaux étaient de 2,1% avec le capteur A, 3,1% avec le capteur B et 4,8% avec le capteur C et de 1,6% en considérant l'information fournie par les trois capteurs ensemble.

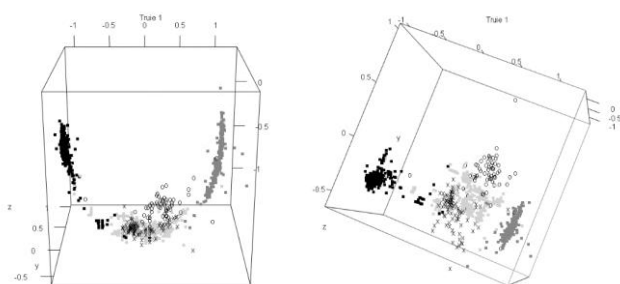


Figure 1 - Représentations 3D du nuage de données collectées sur la truie 1. ●= Coucher latéral droit ; ●=Coucher latéral gauche ; ●=Coucher ventral ; o=Assis ; x=Debout.

Les capteurs donnent un taux de détection d'autant plus élevé que le temps passé dans chaque position est élevé. La truie 1 qui a été étudiée pendant 21h38 a passé 37,5% du temps en CD, 33,8% en CG, 22,3% en CV, 2,3% en A et 4% en D.

Le taux d'erreur de prédiction correspondant était de 0,71% et 0,37% pour les positions CD et CG respectivement, 5,35% pour la position CV, 8,33% pour la position D et 14,3% pour la position A. La représentation 3D illustre la capacité de détection du capteur A (Figure 1).

2.1.2. Capacité de prédiction du capteur sélectionné

Nous avons moyenné les résultats obtenus sur cinq truies, période sur laquelle elles étaient observées la majorité du temps en position coucher latéral (Tableau 1). Les processus d'apprentissage, tels que nous les avons définis (30% de la base comme base de test), permettent de détecter avec une très bonne précision les positions coucher latéral droit et gauche (sensibilité $\geq 94\%$) et avec une assez bonne précision les positions CV et D. L'étude de la position assise est plus compliquée du fait de la faible fréquence de temps passé dans cette posture. La spécificité de la méthode était très bonne, quelle que soit la position étudiée.

Tableau 1 – Sensibilité et spécificité de détection des positions de cinq truies allaitantes observées sur plus de 12h

Position	% temps ¹	Sensibilité ²	Spécificité ²
CD	28,83	0,94	0,97
CG	35,69	0,95	0,97
CV	20,76	0,79	0,94
A	4,15	0,33	0,98
D	10,57	0,75	0,98

¹Pourcentage du temps d'observation passé dans les différentes positions

²Exprimée sous forme de ratio

Nous avons favorisé les changements de posture des truies en intervenant régulièrement dans leur case pour faciliter cette mise au point. Néanmoins, les résultats sur la position assise sont pour le moment peu satisfaisants. Nous poursuivons la mise au point en prenant en compte plusieurs facteurs de variation dans les analyses (ex. gabarit et identité de la truie). Des optimisations sont possibles en changeant la fréquence d'enregistrement et le nombre d'axes considérés pour la détection de chaque position. Un seul axe est suffisant pour détecter les deux positions coucher latéral droit et gauche. Nous cherchons aussi à définir la fréquence de mesure optimale (10 sec vs 30 sec). Le fait d'inclure la variable temps dans les analyses pourrait faciliter la détection des positions via la prise en compte de séquences posturales.

CONCLUSION

L'activité des truies est liée à leurs qualités maternelles et leur bien-être. Le positionnement de capteur sur le dos d'une truie allaitante est efficace pour distinguer plusieurs positions et étudier le temps passé dans différentes postures. Dans l'étude comparative, un capteur se distinguait des deux autres par un meilleur compromis entre capacité de détection et autonomie du système. La validation se poursuit par équipement de plusieurs truies simultanément. De tels outils ont une vocation scientifique et pourraient être adaptés et utilisés pour évaluer à grande échelle l'activité des truies allaitantes en élevages.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Canario L., Billon Y., Mormède P., Poirel D., Moigneau C., 2009. Temperament, adaptation and maternal abilities of Meishan and Large White sows kept in a loose-housing system during lactation. In: Book of abstracts of the 60th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, 282. Barcelona, Spain.
- Canario L., Mignon-Grasteau S., Dupont-Nivet M., Phocas F., 2013. Genetics of behavioural adaptation of livestock to farming conditions. Animal, 7, 357-377.
- R Core Team, 2014. R: A Language and Environment for Statistical Computing. (R Foundation for Statistical Computing, Ed.) Vienna, Austria.