Suivi long terme des porcs par vision numérique : développement d'un modèle de chaînes de Markov cachées utilisant des identifications individuelles

Sophie NGO BIBINBE (1), Laurence MAIGNEL (2), Patrick GAGNON (3), Jamie AHLOY-DALLAIRE (1), Éric PAQUET (1)

(1) Département des sciences animales, Université Laval, Québec, G1V 0A6, Canada

(2) Centre canadien pour l'amélioration des porcs inc., 2417 Holly Lane, Suite 201, Ottawa, Ontario, K1V 0M7, Canada

(3) Centre de développement du porc du Québec inc., 815 Rte Marie-Victorin, Lévis, Québec, G7A 3S6, Canada

eric.paquet@fsaa.ulaval.ca

Long term pig tracking with computer vision: development of a hidden Markov model using individual identification

Multi-object tracking (MOT) is a computer vision process in which multiple objects are detected and uniquely identified over all frames of a video. The need for long-term MOT is growing due to the demand for analysing individual behaviours in videos that span several minutes. Unfortunately, due to identity switches between objects, the tracking performance of existing MOT approaches decreases over time, making them difficult to apply for long-term tracking. However, in many real-world applications, such as in the livestock sector, it is possible to obtain sporadic identifications for some of the animals from sources such as RFID-enabled automated feeders or drinkers. To address the challenges of long-term MOT, we developed a new framework that combines both uncertain identity information and tracking information using a Hidden Markov Model (HMM) formulation. In this way, our HMM framework provides real-world identities for animals tracked on video. In addition, it improves the F1 score of ByteTrack, a leading MOT algorithm, by 9%, even with re-identification, for a 10-minute pig tracking dataset with 21 identifications at the pen feeding station. We also show that this framework is robust to the uncertainty in identifications, with performance improving as identities are provided more frequently. The code for this new HMM framework and the new 10-minute pig tracking video dataset are available at: <https://github.com/ngobibinbe/uncertain-identity-aware-tracking>.

INTRODUCTION

L'analyse du comportement, ainsi que le suivi de l'état de santé des animaux sont des besoins essentiels en production animale. Le suivi longue durée des animaux peut être effectué automatiquement grâce à la vision numérique. Cependant, même si les approches actuelles parviennent à effectuer le suivi de plusieurs animaux pour des vidéos de courte durée, les performances des modèles se détériorent considérablement avec le temps (Valmadre *et al.*, 2018 ; Luo *et al.*, 2021). Plusieurs solutions à ce problème ont été proposées, notamment des approches nécessitant l'ajout de marqueurs sur les animaux afin d'effectuer le suivi en réidentifiant l'animal (Psota *et al.*, 2020). Cependant, ces approches demandent beaucoup de maintenance et peuvent même dégrader le bien-être des animaux, ce qui les rend difficilement utilisables en pratique.

D'un autre côté, les stations d'alimentation automatisées sont de plus en plus utilisées en production porcine et permettent un suivi automatisé de la consommation des animaux. Grâce à ces systèmes, il est possible d'obtenir sporadiquement les identifications des animaux aux stations. Ces identifications ont la particularité d'être incertaines, car il est fréquent d'avoir plusieurs animaux près des stations d'alimentation. Si elles sont mises en commun avec le suivi des animaux à l'aide de la vision numérique, cela permettrait possiblement d'attribuer les identités à ces animaux et même d'améliorer le suivi en corrigeant les erreurs.

Dans cette étude, nous proposons une nouvelle approche de suivi basée sur les chaînes de Markov cachées (HMM) qui utilise conjointement les informations sur l'identité des animaux aux stations d'alimentation et un outil de suivi de base (e.g. ByteTrack) pour améliorer les performances du suivi longue durée. Nous décrivons ici les principes de cette approche et une évaluation de ses performances de suivi.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Description de l'approche

La méthode consiste à reformuler le problème de suivi en un problème de résolution d'un HMM pour l'attribution de chaque identité (Sin et Kim, 1995). Brièvement, pour chaque identité réelle, un HMM est créé où la variable cachée du HMM est liée à la probabilité d'assignation de l'identité à un animal détecté et sa variable observée est liée à l'exactitude de l'identification de l'animal à la station d'alimentation. En définissant ces variables, il est possible de déterminer la probabilité qu'un animal ait une identité donnée connaissant toutes les identifications obtenues dans la vidéo. Ceci est possible grâce à l'algorithme de *forward-backward* du HMM.

Pour que le *forward-backward* puisse être appliqué, il est nécessaire d'avoir la matrice d'émission et de transition. Ces deux matrices sont respectivement obtenues à partir des identifications de la station d'alimentation et de la matrice de