

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}, Patrick Gagnon², Laurence Maignel³, Jamie Ahloy Dallaire¹, Eric Paquet¹

¹Département des sciences animales, Université Laval, Québec, QC, Canada

²Centre de développement du porc du Québec (CDPQ), Lévis, QC, Canada

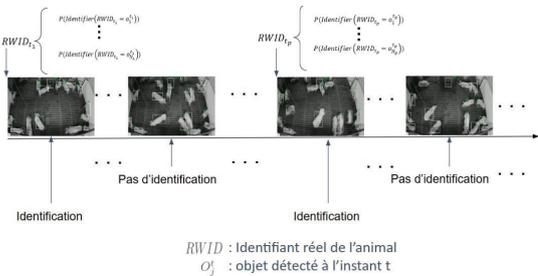
³Centre canadien pour l'amélioration des porcs (CCAP), Ottawa, ON, Canada

Résumé

Nous proposons une nouvelle méthodologie pour le suivi (*tracking*) à long terme avec des identités du monde réel (RWID) lorsque celles-ci sont rares et incertaines. Cette approche combine les avantages des méthodes traditionnelles de suivi en temps réel et des identifications externes issues de diverses sources, comme des mangeoires, par exemple.

Le principe fondamental de cette approche repose sur la reformulation du problème de suivi sous la forme d'un modèle de Markov caché (HMM - *Hidden Markov Model*), où le *tracker* et l'identificateur jouent des rôles clés dans la résolution du HMM. Elle exploite l'algorithme *Forward-Backward* pour identifier la correspondance optimale entre les RWID et les détections, en prenant en compte toutes les identifications externes incertaines, tout en assurant un calcul en temps polynomial et des probabilités exactes. Grâce à ce processus, les RWID sont assignées de manière plus précise, et les identifications externes incertaines peuvent être intégrées avec le *tracker* pour prendre des décisions éclairées en matière de suivi. L'évaluation de notre approche avec un *tracker* performant issu de la littérature montre qu'il améliore les performances du suivi tout en restant robuste face aux identifications peu fiables.

Contexte



➢ Plus la vidéo est longue, moins les performances des *trackers* sont bonnes (1). Ils ne sont donc pas adaptés à un contexte de suivi à long terme

➢ Disponibilité d'identifications externes éparpillées et incertaines, telles qu'un modèle de reconnaissance faciale, une station d'alimentation/abreuvoir dans le contexte de l'élevage, etc.

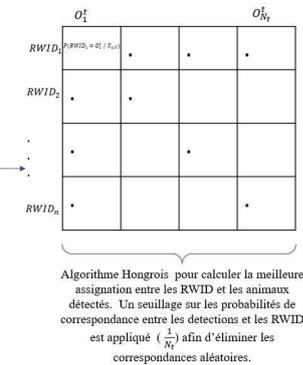
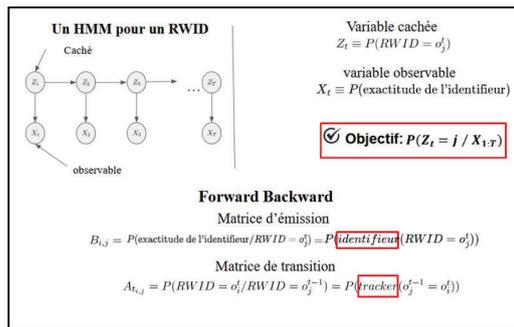
Objectifs :

- Attribuer des RWID aux animaux détectés
- Améliorer le suivi dans un contexte long terme en étant conscient des identifications externes et de leurs incertitudes

Notations :

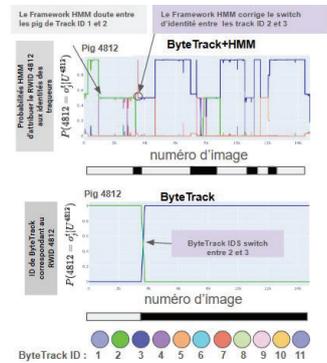
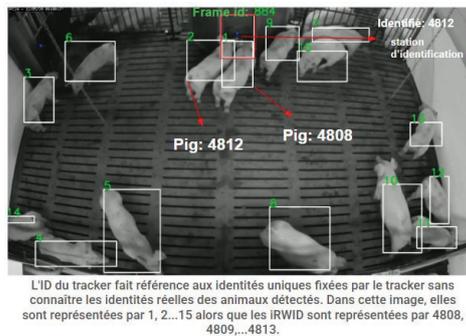
- RWID : Real world identities
- N : Nombre moyen d'objets en images
- T : Nombre d'images
- O_j^t : Objet j détecté à l'image t

Méthode



Avantages de l'approche :

- Prise en compte de l'incertitude de l'identifiant
- Tout *tracker* fournissant une matrice de transition entre les images peut être utilisé dans notre approche
- Complexité temporelle linéaire en termes de T le nombre de d'images $O(T * N^2)$ donc favorable pour le contexte longue durée



Exemple de correction d'un changement d'identité. Un animal est suivi par un *tracker* et une identification est fournie par la station d'alimentation. Il y a deux animaux à l'abreuvoir au moment de l'identification, auquel doit-on attribuer l'identité ?

Protocole expérimental

- **Métriques d'évaluation :** MOTA, IDF1, Precision, Recall, F1-score
- **Jeu de données d'évaluation :** Une vidéo de 10 minutes de 15 porcs annotée en moyenne toutes les secondes avec 21 identifications incertaines à partir de la station d'alimentation.

$$P(\text{Identifieur}(RWID = O_j^t)) = \frac{1}{\text{distance}(O_j^t, \text{feeder})}$$

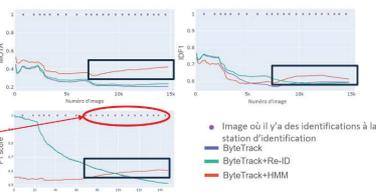
- **Expérimentations :** Tester l'approche avec ByteTrack (2) comme *tracker* et comparer :
 - La performance globale entre ByteTrack, ByteTrack+Re-ID (réidentification), ByteTrack+HMM (notre approche)
 - Les performances de ByteTrack+Re-ID et ByteTrack+HMM en termes de nombre d'identifications

Résultats

Performances

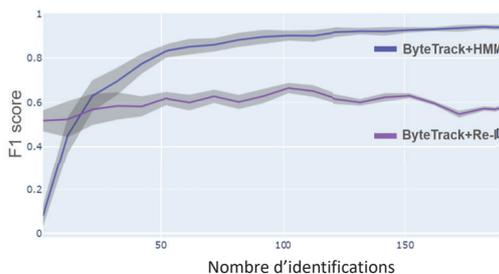
Performance sur le jeu de données au complet	Dataset	MOTA	IDF1	Pr	Rc	F1
	ByteTrack	0.21	0.59	0.52	0.5	0.51
	ByteTrack+HMM	0.42	0.61	0.64	0.56	0.6
	ByteTrack+Re-ID	0.24	0.59	0.51	0.51	0.51

Performances au fil du temps



Effet sur les identifications incertaines

Score F1 sur le nombre d'identifications artificielles dont 25% sont distribuées de manière aléatoire (20 répétitions)



Conclusions

En Résumé

- ✓ Amélioration des performances de suivi
- ✓ Performances stables dans le temps
- ✓ Robustesse face à des identifications peu fiables
- ✓ Adapté au suivi à long terme

Perspectives

- ✓ Tester l'approche avec d'autres *trackers*
- ✓ Utiliser les modèles de reconnaissance comme identificateur

Remerciements



Références

- Valmadre J., Bertinetto L., Henriques J.F., Tao R., Vedaldi A., Smeulders A.W., Torr P.H., Gavves E., 2018. Long-term tracking in the wild: A benchmark. ECCV, 670-685
- Zhang Y., Sun P., Jiang Y., Yu D., Weng F., Yuan Z., Luo P., Liu W., Wang X., 2022. ByteTrack: Multi-object tracking by associating every detection box. ECCV, 1-21.
- Sin B., Kim J.H., 1995. Nonstationary hidden Markov model. Signal Process., 46(1), 31-46.