

[Thèse à l'IMT Mines Alès] Analyse multi-capteurs et modélisation du comportement collectif des abeilles : suivi individuel, interactions sociales et impact des stress environnementaux

Sujet de thèse [Projet ANR] :

Cette thèse s'inscrit dans le cadre du projet *Multisensor Analysis and Modeling of Honeybee Superorganism Behavior*, qui vise à caractériser la dynamique collective des abeilles en intégrant des approches de vision par ordinateur, d'analyse de données et de modélisation statistique.

L'objectif principal est de quantifier le comportement individuel et collectif des abeilles au sein de la ruche en utilisant des techniques avancées de suivi et de classification. Le travail de recherche sera organisé autour des axes suivants :

1. **Détection et suivi des abeilles** : Développement d'algorithmes de vision par ordinateur pour identifier et suivre chaque abeille à partir d'images haute résolution, tout en caractérisant leur morphologie, leur pose et leurs interactions avec leurs congénères (notamment à l'intérieur de la ruche, avec des caméras infrarouges).
2. **Extraction et classification des comportements stéréotypés** : Amélioration du logiciel *Beeterface* pour annoter les vidéos et extraire automatiquement des comportements typiques par apprentissage supervisé et non supervisé.
3. **Analyse statistique des trajectoires et de l'organisation spatiale** : Modélisation des structures et dynamiques collectives des abeilles par des outils issus de la physique statistique, permettant d'étudier la propagation des interactions sociales au sein des cohortes.
4. **Évaluation des effets des stress environnementaux** : Corrélation des modifications comportementales avec des paramètres externes (température, humidité, qualité de l'air, présence de prédateurs, etc.) via des analyses statistiques avancées (ACP, PPA, réseaux de neurones profonds).

Les travaux s'appuieront sur une base de données unique constituée d'enregistrements vidéo en continu de plusieurs colonies d'abeilles sur une période de quatre ans. Cette thèse vise à fournir une compréhension approfondie du fonctionnement collectif de la ruche et à proposer des outils de diagnostic pour l'évaluation de son état de santé.

Formation académique

- ♦ **Master ou diplôme d'ingénieur (bac + 5)** dans l'un des domaines suivants :
 - Informatique, intelligence artificielle, vision par ordinateur
 - Traitement du signal et des images
 - Physique appliquée ou physique statistique
 - Mathématiques appliquées et modélisation
 - Bio-informatique ou biologie computationnelle
 - Sciences des données et apprentissage automatique

Compétences techniques

- ♦ **Vision par ordinateur et traitement d'images** : expérience avec l'extraction d'informations à partir d'images ou de vidéos, techniques de détection et suivi d'objets.
- ♦ **Apprentissage automatique et intelligence artificielle** : maîtrise des méthodes supervisées et non supervisées (CNN, clustering, classification, etc.).
- ♦ **Analyse statistique et modélisation** : utilisation d'outils comme l'Analyse en Composantes Principales (ACP), la Projection Pursuit Analysis (PPA) et autres méthodes de physique statistique.
- ♦ **Programmation et développement logiciel** : bonne maîtrise de **Python**, avec des bibliothèques comme **OpenCV, TensorFlow, PyTorch, Scikit-learn**, et des outils d'analyse de données (**Pandas, NumPy, Matplotlib**).
- ♦ **Traitement et gestion de données massives** : manipulation de grandes bases de données d'images et vidéos, techniques d'annotation automatique et de suivi.

Connaissances scientifiques complémentaires

- ♦ **Écologie et biologie des abeilles** : un intérêt pour l'éthologie et les systèmes biologiques complexes sera un atout.
- ♦ **Capteurs et acquisition de données** : compréhension des capteurs environnementaux (température, humidité, vibrations, etc.) et des méthodes de fusion de données.

Aptitudes personnelles

- ♦ Capacité à travailler à l'interface entre plusieurs disciplines scientifiques.
- ♦ Esprit d'analyse et rigueur dans le traitement et l'interprétation des données.
- ♦ Intérêt pour la recherche appliquée et l'innovation technologique.
- ♦ Autonomie et capacité à travailler en équipe dans un environnement de recherche interdisciplinaire.

Candidatures, CV et lettres de recommandations à envoyer à :

Stefan.janaqi@mines-ales.fr

Baptiste.magnier@mines-ales.fr