

Diagnostic automatisé des maladies des cultures par imagerie multimodale

Mots-clés : télédétection, imagerie multimodale, deep learning, fusion de données, agriculture

Encadrement

Ce projet sera encadré par Gabin Moulié au sein de l'équipe TAD (Traitement et Analyse de Données), rattachée au département Image et Son au LaBRI, et s'inscrira dans les travaux de recherche menés dans les domaines de la vision par ordinateur et du deep learning.

Domaine

Le projet s'inscrit dans le domaine de l'agriculture et de l'analyse d'images par deep learning. Il vise l'exploitation d'images issues de capteurs hétérogènes, comprenant des images RGB classiques, des images multispectrales et des images hyperspectrales, afin de diagnostiquer automatiquement l'état de santé des cultures. Ces modalités fournissent des informations complémentaires, tant sur l'apparence visuelle que sur les propriétés spectrales de la végétation, et constituent une base riche pour entraîner des modèles de vision multimodale.

Problématique

La détection précoce des maladies des cultures, telles que la présence de champignons *Pucciniales*, représente un enjeu majeur pour améliorer les rendements agricoles tout en limitant l'usage des produits phytosanitaires. Les images de télédétection offrent une vision globale et non invasive des parcelles, mais leur exploitation reste complexe en raison de la diversité des capteurs et de la grande variabilité des conditions d'acquisition. Les images RGB permettent d'observer des symptômes visibles, tandis que les images multispectrales et hyperspectrales capturent des signatures spectrales fines, souvent révélatrices de stress physiologiques invisibles à l'œil nu.

La problématique centrale du projet consiste donc à concevoir des méthodes d'apprentissage capables de tirer parti simultanément des informations spectrales et spatiales issues de ces différentes modalités. Cela soulève plusieurs défis scientifiques, notamment la fusion de données hétérogènes, la gestion de la forte dimensionnalité des données hyperspectrales, ainsi que la conception de modèles robustes et généralisables pour la détection et la classification des maladies des cultures.

Objectifs

Dans un premier temps, le projet visera à analyser et comprendre les jeux de données mis à disposition, en étudiant la nature des différentes modalités d'imagerie, leurs résolutions respectives

ainsi que les annotations associées aux états de santé des cultures. Cette étape permettra de mieux appréhender les contraintes et les spécificités des données de télédétection agricoles.

Dans un second temps, des modèles de deep learning exploitant une seule modalité à la fois seront mis en place afin d'établir des baselines. Ces expériences permettront d'évaluer séparément l'apport des images RGB, multispectrales et hyperspectrales pour la détection des maladies.

Le cœur du projet portera ensuite sur l'étude de stratégies de fusion multimodale.

Par ailleurs, le projet encouragera l'expérimentation de modèles avancés adaptés à la multimodalité, tels que des architectures à branches multiples, des réseaux intégrant des mécanismes d'attention ou des modèles de type transformer capables de capturer des dépendances spectrales et spatiales complexes.

Enfin, une évaluation approfondie des performances sera menée afin de comparer les approches unimodales et multimodales, tant du point de vue quantitatif que qualitatif.

Environnement technique

Le projet sera principalement développé en Python, en s'appuyant sur des bibliothèques de deep learning telles que PyTorch, ainsi que sur des outils classiques de traitement et d'analyse de données. L'entraînement des modèles nécessitera un accès à des ressources de calcul équipées de GPU. Les données sont disponibles ici :

<https://www.kaggle.com/competitions/beyond-visible-spectrum-ai-for-agriculture-2026/overview>

Résultats attendus

À l'issue du projet, les étudiants devront être en mesure de proposer une analyse comparative claire des différentes modalités d'imagerie et des stratégies de fusion étudiées. Le travail devra aboutir à la conception d'un modèle multimodal capable de diagnostiquer efficacement les maladies des cultures à partir d'images de télédétection. Les résultats feront l'objet d'une analyse critique mettant en évidence l'apport des informations spectrales et spatiales, ainsi que les limites et perspectives de l'approche proposée.

Références

- [1] Mohanty, S. P., Hughes, D. P., & Salathé, M. (2016). *Using deep learning for image-based plant disease detection*. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1419. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2016.01419>
- [2] Kamilaris, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2018). *Deep learning in agriculture : A survey*. *Computers and Electronics in Agriculture*, 147, 70–90. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.02.016>