

PROPOSITION D'UN SUJET DE THESE #26-7

Titre : Contribution à la conception d'un système embarqué intelligent pour la surveillance et l'analyse en temps réel du stress abiotiques et biotiques dans les cultures maraîchères

Directeur de la Thèse : Pr. Houda Daoud houda.daoud@enetcom.usf.tn

Structure d'Accueil : Le laboratoire des Systèmes Électroniques Avancés et de l'Energie Durable (ESSE), ENETcom

Résumé de la proposition :

L'agriculture moderne fait face à de nombreux défis liés aux stress environnementaux qui affectent la croissance et la productivité des cultures maraîchères. Ces stress peuvent être abiotiques (sécheresse, salinité, températures extrêmes) ou biotiques (attaques de parasites, maladies). Une détection précoce et un suivi précis de ces stress sont essentiels pour optimiser les interventions, améliorer les rendements et réduire l'usage excessif de pesticides ou d'eau.

Avec l'essor de l'Internet des Objets (IoT) et des systèmes embarqués, il est désormais possible de surveiller en temps réel plusieurs paramètres environnementaux et physiologiques des plantes, via des capteurs déployés directement sur le terrain. Couplé à l'intelligence artificielle (IA), cela permet d'analyser les données collectées pour détecter les signes de stress et anticiper les actions nécessaires. On envisage la conception d'un système embarqué autonome et robuste intégrant des capteurs IoT et des modèles d'IA permettant le suivi des signes de stress qui affectent les cultures maraîchères.

Les principales tâches dans ce travail s'intéressent à:

1. Concevoir un système embarqué autonome et robuste intégrant des capteurs IoT adaptés aux environnements maraîchers tout en effectuant :
 - la sélection et le déploiement de capteurs pour mesurer la température, l'humidité du sol, la luminosité, la salinité, la détection de pathogènes, etc.
 - le choix de l'architecture réseau sans fil (LoRa, Zigbee, NB-IoT) pour la communication des capteurs avec un dispositif central.
 - la gestion de l'énergie : optimisation de la consommation, mode veille, alimentation par énergie solaire possible.
 - l'utilisation de la technique Edge computing : traitement local de certaines données pour réduire la latence et la charge réseau.

2. Développer des algorithmes d'IA capables d'analyser en temps réel les données issues des capteurs pour détecter et classer les stress abiotiques et biotiques.
 - Prétraitement des données pour éliminer le bruit et gérer les données manquantes.
 - Extraction de caractéristiques pertinentes (indices de végétation, variations de température/humidité, détection d'anomalies).
 - Développement de modèles de machine learning/deep learning pour détecter et classifier les différents types de stress : des modèles adaptatifs capables de s'ajuster aux spécificités locales (climat, type de culture).
3. Mettre en place une architecture de communication fiable pour la transmission des données vers un serveur central ou un cloud, permettant un suivi à distance.
4. Fournir des recommandations précises et en temps réel aux agriculteurs pour une gestion proactive des cultures.
5. Assurer la consommation énergétique optimale du système pour une exploitation prolongée sur le terrain.

Références :

1. Narimani, M., Hajjahmad, A., Moghimi, A., Alimardani, R., Rafiee, S., & Mirzabe, A. H. (2025). Development of an intelligent aeroponic greenhouse for irrigation control and plant disease detection using deep learning and IoT. arXiv.
2. IIIT-Allahabad Researchers. (2025, August). AI technology for real-time crop disease detection in Indian farms. Times of India.
3. Kumar, R., & Singh, S. (2024). Intelligent IoT-based monitoring system for crop stress detection using machine learning techniques. In Proceedings of the International Conference on Smart Agriculture and Environmental Sustainability (pp. 45–58). Springer.