



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

Mme **JIHANI Nassima**
Soutiendra : le **Samedi 14/12/2024 à 15H00**
Lieu : **FSDM – Centre Visioconférence**

Une thèse intitulée :

« **Fault Detection in Wireless Sensor Networks for Smart Irrigation** »

En vue d'obtenir le **Doctorat**

FD : Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication
Spécialité : Génie Electrique

Devant le jury composé comme suit :

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
Pr EL BEKKALI Chakib	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Président
Pr MOUHIB Omar	Faculté des Sciences, Kénitra	PES	Rapporteur & Examineur
Pr MARHRAOUI HSAINI Abdallah	Ecole Supérieure de Technologie, Meknès	MCH	Rapporteur & Examineur
Pr BENCHEQROUNE Asmae	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Rapporteur & Examineur
Pr BOUAZI Aziz	Ecole Supérieure de Technologie, Meknès	PES	Examineur
Dr BENBRAHIM Mohammed	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Examineur
Pr KABBAJ Mohammed Nabil	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Directeur de thèse



Résumé :

Cette thèse aborde la problématique cruciale de la détection et de l'isolation des défauts (FDI) de capteurs dans les réseaux de capteurs sans fil (RCSF) déployés pour les systèmes d'irrigation intelligente. La fiabilité et la précision des données des capteurs sont essentielles pour le bon fonctionnement de l'irrigation intelligente, car ces systèmes dépendent fortement des données en temps réel pour optimiser l'utilisation de l'eau et assurer la santé des cultures. Les défauts de capteurs, s'ils ne sont pas détectés, peuvent entraîner des inefficacités majeures, notamment le gaspillage d'eau et les dommages aux cultures.

Nous proposons et développons deux stratégies innovantes pour la FDI dans les RCSF adaptées aux applications d'irrigation intelligente, en mettant particulièrement l'accent sur les contraintes de ressources des nœuds de capteurs. La première approche repose sur l'espace de parité et utilise la corrélation spatiale entre les nœuds de capteurs pour détecter et isoler les défauts. La seconde approche emploie un modèle autorégressif combiné avec un filtre de Kalman, exploitant la corrélation temporelle des données des capteurs pour la détection et l'isolation des défauts. Les deux méthodes sont conçues pour être faciles à implémenter et efficaces sur le plan computationnel, garantissant ainsi une consommation énergétique minimale.

Pour valider l'efficacité de nos approches, nous avons mené des implémentations réelles dans un environnement contrôlé d'irrigation intelligente. Les résultats de ces implémentations montrent une amélioration significative de la précision de détection des défauts et de l'efficacité de l'isolation, tout en maintenant une faible complexité computationnelle.

Nos solutions renforcent non seulement la robustesse et la fiabilité des systèmes d'irrigation intelligente, mais elles contribuent également à des pratiques agricoles durables en optimisant l'utilisation de l'eau et en préservant la viabilité des nœuds de capteurs.

Cette thèse apporte une contribution substantielle au domaine de l'agriculture intelligente en fournissant des stratégies de FDI pratiques, évolutives et économes en ressources pour les RCSF. Ces stratégies garantissent la fiabilité des systèmes d'irrigation pilotés par capteurs et ouvrent la voie à de futures recherches et développements dans le domaine de la fiabilité des réseaux de capteurs et des technologies d'irrigation intelligente.

Mots clés : Irrigation Intelligente, Réseau de Capteurs Sans Fil, Détection et Isolation des Défauts de Capteurs, Espace de Parité, Filtre de Kalman, Modèle Autorégressif.



FAULT DETECTION IN WIRELESS SENSOR NETWORKS FOR SMART IRRIGATION

Abstract :

This thesis addresses the critical issue of sensor fault detection and isolation (FDI) in wireless sensor networks (WSNs) deployed for smart irrigation systems. The reliability and accuracy of sensor data are paramount for the efficient operation of smart irrigation, as these systems rely heavily on real-time data to optimize water usage and ensure crop health. Sensor faults, if undetected, can lead to significant inefficiencies, including water wastage and crop damage.

We propose and develop two innovative strategies for FDI in WSNs tailored to smart irrigation applications, with a specific focus on the resource constraints of sensor nodes. The first approach is based on parity space and utilizes spatial correlation among sensor nodes to detect and isolate faults. The second approach employs an autoregressive model combined with a Kalman filter, leveraging temporal correlation in the sensor data for fault detection and isolation. Both methods are designed to be easy to implement and computationally efficient, ensuring minimal energy overhead.

To validate the effectiveness of our approaches, we conducted real-world implementations in a controlled smart irrigation environment. The results from these implementations demonstrate a significant improvement in fault detection accuracy and isolation efficiency, while maintaining low computational complexity. Our solutions not only enhance the robustness and reliability of smart irrigation systems but also contribute to sustainable agricultural practices by optimizing water usage and maintaining sensor node viability.

This thesis offers a substantial contribution to the field of smart agriculture by providing practical, scalable, and resource-efficient FDI strategies for WSNs. These strategies ensure the dependability of sensor-driven irrigation systems and lay the groundwork for future research and development in sensor network reliability and smart irrigation technologies.

KeyWords : Smart Irrigation, Wireless Sensor Network, Sensor Fault Detection and Isolation, Parity Space, Kalman Filter, Autoregressive Model.