AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

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

Mme (elle) **EL OUAKILI Hajar**
Soutiendra : **le Samedi 25/05/2024** à **10H00**
Lieu : **Centre des Etudes Doctorales - USMBA - Amphi 2**

Une thèse intitulée :

« Contribution à l'amélioration des codes correcteurs d'erreurs pour les transmissions à haut débit : les codes LDPC »

En vue d'obtenir le ***Doctorat***

FD : ***Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication***
Spécialité : ***génie électrique***

Devant le jury composé comme suit :

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
Pr QJIDAA Hassan	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Président
Pr CHERKAOUI Abdeljabbar	Ecole Nationale des Sciences Appliquées, Tanger	PES	Rapporteur & Examinateur
Pr SABBANE Mohamed	Faculté des Sciences, Meknès	PES	Rapporteur & Examinateur
Pr SABRI My Abdelouahed	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Rapporteur & Examinateur
Pr SAYYOURI Mhamed	Ecole Nationale des Sciences Appliquées, Fès	MCH	Examinateur
Pr EL GHZAOUI Mohammed	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	MCH	Examinateur
Pr EL ALAMI Rachid	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	MCH	Directeur de thèse

Résumé :

Dans cette thèse, nous mettons un accent particulier sur l'amélioration de la fiabilité des transmissions de données dans des environnements soumis à des niveaux élevés de bruit, d'interférences, et potentiellement exposés à des risques de sécurité. Alors que le codage source joue un rôle essentiel dans la protection préventive de l'information contre les accès non autorisés ou malveillants, notre focus se porte principalement sur le renforcement de la robustesse et de l'efficacité des systèmes de communication numérique à travers le codage canal. Plus spécifiquement, notre travail se concentre sur l'exploitation avancée et l'optimisation des codes LDPC, reconnus pour leur capacité à atteindre des performances proches de la limite théorique de Shannon. Ces codes se distinguent par leur efficacité dans la correction des erreurs, ce qui les rend particulièrement adaptés pour des applications exigeant des taux de transmission de données élevés et une grande fiabilité, telles que les technologies WiFi et 5G, ainsi que les communications spatiales conformes aux standards CCSDS et DVB-S2.

Un pan important de ce travail réside dans le développement d'un algorithme de décodage itératif hybride qui marie l'efficacité de l'algorithme Normalized Min-Sum ‘NMS’, basé sur une prise de décision souple, avec la robustesse de l'algorithme Modified Weighted Bit-Flip ‘MWBF’, qui opère selon un principe de décision dure. Cette fusion vise à combiner les avantages respectifs de ces approches pour minimiser le taux d'erreur binaire ‘BER’ sans complexifier outre mesure le processus de décodage. L'objectif est d'optimiser le pouvoir de correction des codes LDPC tout en conservant une complexité algorithmique gérable, comparable à celle de l'algorithme NMS. Par ailleurs, cette thèse introduit une innovation majeure avec la proposition d'un nouveau décodeur pour les codes LDPC basé sur les algorithmes génétiques. Cette approche novatrice se distingue par sa capacité à s'adapter dynamiquement à différents types de canaux sans nécessiter une connaissance préalable de leurs spécificités. L'efficacité de cet algorithme, indépendant des conditions du canal, a été démontrée à travers des simulations sur des standards bien établis comme Gallager et CCSDS, révélant une amélioration notable du BER par rapport aux méthodes de décodage traditionnelles telles que NMS et Belief Propagation ‘BP’. Cette recherche contribue significativement à l'amélioration des systèmes de communication numérique en proposant des méthodes de codage canal plus efficaces et adaptables. L'exploitation des codes LDPC, à travers des algorithmes de décodage innovants, ouvre des perspectives prometteuses pour la transmission de données à haute fiabilité et à haut débit, répondant ainsi aux exigences croissantes des applications modernes en matière de télécommunications.

Mots clés :

LDPC, NMS, TEB, MWBF, CCSDS, AG.

CONTRIBUTION TO THE IMPROVEMENT OF ERROR CORRECTING CODES FOR HIGH THROUGHPUT TRANSMISSIONS: LDPC CODES

Abstract :

In this thesis, we place a particular emphasis on improving the reliability of data transmissions in environments subjected to high levels of noise, interference, and potentially exposed to security risks. While source coding plays a crucial role in the preventative protection of information against unauthorized or malicious access, our focus is primarily on enhancing the robustness and efficiency of digital communication systems through channel coding. More specifically, our work concentrates on the advanced exploitation and optimization of LDPC codes, recognized for their ability to achieve performance close to the Shannon theoretical limit. These codes are distinguished by their efficiency in error correction, making them particularly suitable for applications requiring high data transmission rates and high reliability, such as WiFi and 5G technologies, as well as space communications conforming to CCSDS and DVB-S2 standards.

A significant part of this work lies in the development of a hybrid iterative decoding algorithm that combines the efficiency of the Normalized Min-Sum 'NMS' algorithm, based on soft decision-decision , with the robustness of the Modified Weighted Bit-Flip 'MWBF' algorithm, which operates on a hard decision principle. This fusion aims to combine the respective advantages of these approaches to minimize the bit error rate 'BER' without unduly complicating the decoding process. The goal is to optimize the error correction power of LDPC codes while maintaining manageable algorithmic complexity, comparable to that of the NMS algorithm. Moreover, this thesis introduces a major innovation with the proposal of a new decoder for LDPC codes based on genetic algorithms. This novel approach is distinguished by its ability to dynamically adapt to different types of channels without requiring prior knowledge of their specifics. The efficiency of this algorithm, independent of channel conditions, has been demonstrated through simulations on well-established standards like Gallager and CCSDS, revealing a notable improvement in BER compared to traditional decoding methods such as NMS and Belief Propagation 'BP'. This research contributes significantly to the improvement of digital communication systems by proposing more efficient and adaptable channel coding methods. The exploitation of LDPC codes, through innovative decoding algorithms, opens promising perspectives for high-reliability and high-throughput data transmission, thus meeting the growing demands of modern telecommunications applications.

Key Words :
LDPC , NMS , BER , MWBF ,CCSDS, GA