

Ecole Doctorale

*Mathématiques et Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication*

*Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Information, de la Communication et  
de la Connaissance*

**AVIS DE SOUTENANCE DE THESE**

**Le jeudi 10 décembre 2020 à 14h**

à l'UBO Virtual via videoconferencing.

**Madame MOAWAD AZZA**

soutiendra une thèse de doctorat sur le sujet suivant :

"Enhancement of Spectrum Sensing in Cognitive Radio : Providing Reliable Spectral Opportunities".

**Le jury sera ainsi composé :**

- **M. ABALAIN HERVE, Professeur Emérite**  
Univ. de Bretagne Occidentale - BREST
- **MME EL BOUZ MARWA, Enseignante-Chercheure**  
ISEN BREST - BREST
- **M. HAMAD DENIS, Professeur des universités**  
Univ. Littoral Côte d'Opale - CALAIS
- **M. IOANA CORNEL, Maître de conférences**  
Grenoble Institut Polytechnique - SAINT-MARTIN-D'HERES
- **M. JUTTEN CHRISTIAN, Professeur des universités**  
INP Grenoble - SAINT-MARTIN-D'HERES
- **M. RADOI EMANUEL, Professeur des universités**  
Univ. de Bretagne Occidentale - BREST
- **M. YAO KOFFI-CLEMENT, Maître de conférences**  
Univ. de Bretagne Occidentale - BREST

**invité(e) :**

- **M. ABAZA MOHAMED, Professeur Associé**  
AASTMT CAIRO EGYPT - GIZA
- **M. GAUTIER ROLAND, Maître de conférences**  
Univ. de Bretagne Occidentale - BREST
- **M. MANSOUR ALI, Enseignant-Chercheur**  
ENSTA Bretagne - BREST

A BREST, le 27 novembre 2020

Le Président de l'Université de  
Bretagne Occidentale,



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Gallo'.

**M. GALLOU**

**Abstract :** The main objective of our thesis is to devise a reliable spectrum sensing algorithm, with low implementation and computational complexities that is able to detect the presence of noise-like PU signals in low SNR environments. The features revealing property of Cepstral Analysis (CA) and its implementation simplicity make it a suitable candidate for signal detection. In our thesis, we utilized the strength of different cepstral variants to formulate reliable cepstrum-based detector suitable for NarrowBand Spectrum Sensing (NBSS) and WideBand Spectrum Sensing (WBSS). First, we aim to tackle the misdetection problem of identifying the presence of a possible spread spectrum Primary User (PU) without having prior knowledge of the spreading pseudo random code. In this regard, we propose the PassBand-AutoCepstrum Detector (PB-ACD) technique that utilizes a major autocepstral peak for detection and its averaged form. The proposed detector is sufficiently able to distinguish between noise and noise-like signals. Further, we present the improved PB-ACD technique which has the role of smoothing out the fluctuations of the autocorrelation estimators by using the Total Variation Denoising (TVD) algorithm. Moreover, a WBSS approach is developed which involves an edge detection process is followed by a PU detection process.

#### Résumé :

L'objectif principal de notre thèse est de concevoir un algorithme de détection de spectre fiable, avec une faible implémentation et une complexité de calcul capable de détecter la présence de signaux PU de type bruit dans des environnements à faible SNR. Les caractéristiques révélant la propriété de Cepstral Analysis (CA) et sa simplicité de mise en œuvre en font un candidat idéal pour la détection de signaux. Dans notre thèse, nous avons utilisé la force de différentes variantes cepstrales pour formuler un détecteur fiable à base de cepstre adapté à la détection de spectre à bande étroite (NBSS) et à la détection à large bande (WBSS). Tout d'abord, nous visons à aborder le problème de détection erronée de l'identification de la présence d'un éventuel utilisateur primaire à spectre étalé (PU) sans avoir une connaissance préalable du code pseudo aléatoire d'étalement. À cet égard, nous proposons la technique PassBand-AutoCepstrum Detector (PB-ACD) qui utilise un pic autocepstral majeur pour la détection et sa forme moyenne. Le détecteur proposé est suffisamment capable de faire la distinction entre le bruit et les signaux de type bruit. En outre, nous présentons la technique PB-ACD améliorée qui a pour rôle de lisser les fluctuations des estimateurs d'autocorrélation en utilisant l'algorithme de réduction du bruit de variation totale (TVD). De plus, une approche WBSS est développée qui implique un processus de détection de bord suivi d'un processus de détection PU.

We introduced the Differential Log Spectral Density (DLSD) algorithm to identify the spectral boundaries of the target wideband spectrum. The advantage of the proposed DLSD technique, as compared to wavelet-based edge detection techniques, encompass its high detection accuracy, its implementation simplicity, and the low processing time required to identify the wideband spectral edges. Nevertheless, we particularly addressed an important problem in WBSS which is the possible errors encountered in the wideband spectral locations. For this purpose, we present the use of cepstral analysis by introducing the BaseBand-AutoCepstrum Detector (BB-ACD) technique to process the received signal in its baseband version, so that the PU detection process becomes independent of the carrier frequency value. The proposed technique showed high detection efficacy in a frequency selective fading channel. To utilize the periodicity of the power cepstrum of basic digitally modulated signals, we introduced the Cepstral Covariance Detector (CCD) which captures the period peaks of the digital signals.

De plus, une approche WBSS est développée qui implique un processus de détection de bord suivi d'un processus de détection PU. Nous avons introduit l'algorithme DLSD (Differential Log Spectral Density) pour identifier les limites spectrales du spectre large bande cible. L'avantage de la technique DLSD proposée, par rapport aux techniques de détection de bord à base d'ondelettes, englobe sa précision de détection élevée, sa simplicité de mise en œuvre et le temps de traitement réduit requis pour identifier les bords spectraux à large bande. Néanmoins, nous avons particulièrement abordé un problème important dans le WBSS qui est les erreurs possibles rencontrées dans les emplacements spectraux à large bande. A cet effet, nous présentons l'utilisation de l'analyse cepstrale en introduisant la technique BaseBand-AutoCepstrum Detector (BB-ACD) pour traiter le signal reçu dans sa version en bande de base, de sorte que le processus de détection PU devienne indépendant de la valeur de fréquence porteuse. La technique proposée a montré une efficacité de détection élevée dans un canal d'évanouissement sélectif en fréquence. Pour utiliser la périodicité du cepstrum de puissance des signaux modulés numériquement de base, nous avons introduit le détecteur de covariance Cepstral (CCD) qui capture les pics de période des signaux numériques.