COLLEGE ED MATHEMATIQUES
DOCTORAL STIC
PAYS DE LA LOIRE

Nantes Université

THÈSE DE DOCTORAT DE

NANTES UNIVERSITÉ

ÉCOLE DOCTORALE N° 641
Mathématiques et Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication
Spécialité : *Électronique / Traitement du signal*

Par
Rida MAYDANI

High-Resolution Direction-of-Arrival Estimation with Frequency-Beam-Scanning Leaky-Wave Antennas

Thèse présentée et soutenue à Nantes Université, le 03 Décembre 2026
Unité de recherche : Institut d'Électronique et des Technologies du numéRique (IETR)

Rapporteurs avant soutenance :

Jean-Pierre CANCES	Professeur, Université de Limoges / XLIM, Limoges
Anne FERRÉOL	Ingénieure de recherche/HDR, THALES SIX GTS, Gennevilliers

Composition du Jury :

Examinateurs :	Salah BOURENNANE	Professeur, Centrale Méditerranée / Institut Fresnel, Marseille
	Jean-Pierre CANCES	Professeur, Université de Limoges / XLIM, Limoges
	Anne FERRÉOL	Ingénieure de recherche/HDR, THALES SIX GTS, Gennevilliers
Dir. de thèse :	Yide WANG	Professeur, Nantes Université / IETR, Nantes
Co-dir. de thèse :	Julien SARRAZIN	Professeur, Sorbonne Université / GeePs, Paris

COLLEGE ED MATHEMATIQUES
DOCTORAL STIC
PAYS DE LA LOIRE

Nantes Université

Titre : Estimation à haute résolution de la direction d'arrivée avec des antennes à ondes de fuite à balayage de faisceau en fréquence

Mot clés : Antennes à ondes de fuite, estimation de la direction d'arrivée, sources cohérentes, interpolation spatialement filtrée, apprentissage bayésien parcimonieux, estimation hors-grille.

Résumé : Les antennes à ondes de fuite (LWA) à balayage de faisceau en fréquence fournissent une information angulaire à travers leur réponse dépendante de la fréquence. Cependant, en présence de composantes totalement cohérentes, la matrice de covariance des sources devient déficiente en rang, tandis que le manifold non-Vandermonde de la LWA empêche l'application directe du lissage spatial conventionnel. Cette thèse propose d'abord une méthode d'interpolation spatialement filtrée (SFI), qui sélectionne des sous-ensembles de fréquences associés à des secteurs angulaires et interpole les réponses correspondantes de la LWA vers des réseaux linéaires uniformes virtuels, permettant ainsi l'application du lissage spatial et de MUSIC. Une seconde approche estime directement les directions d'arrivée et les puissances des composantes multitrajets à partir du manifold physique de la LWA à l'aide de l'apprentissage bayésien parcimonieux, avec des formulations spatialement filtrées et hors-grille ainsi qu'une extension aux LWA multifaisceau. Les méthodes sont évaluées à partir de modèles théoriques et HFSS, montrant leur capacité à estimer plusieurs composantes totalement cohérentes.

Title: High-Resolution Direction-of-Arrival Estimation with Frequency-Beam-Scanning Leaky-Wave Antennas

Keywords: Leaky-wave antennas, DoA estimation,PAS, coherent sources, SFI, SBL.

Abstract: Frequency-beam-scanning leaky-wave antennas (LWAs) provide angular information through their frequency-dependent response. For fully coherent components, however, the source covariance matrix is rank deficient, while the non-Vandermonde LWA manifold prevents the direct use of conventional spatial smoothing. This thesis first proposes spatially filtered interpolation (SFI), which selects frequency subsets associated with angular sectors and maps the corresponding LWA responses onto virtual uniform linear arrays, enabling spatial smoothing and MUSIC. A second approach estimates DOAs and multipath-component powers directly from the physical LWA manifold using sparse Bayesian learning, including spatially filtered and off-grid formulations and an extension to multibeam LWAs. The methods are evaluated using theoretical and HFSS models, showing their ability to estimate multiple fully coherent components.