

THÈSE DE DOCTORAT DE

NANTES UNIVERSITÉ

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

Par

Mehdi MELIHA

AI/ML-Based Channel Prediction Approaches for B5G Networks

Thèse présentée et soutenue à Nantes Université, le 13 novembre 2025
Unité de recherche : IETR UMR 6164

Rapporteurs avant soutenance :

Ali KHALIGHI Maître de Conférences/HDR, Centrale Méditerranée, Marseille
Julien SARRAZIN Professeur des Universités, Sorbonne Université, Paris

Composition du Jury :

Examinateurs :	Ali KHALIGHI Anne SAVARD Emanuel RADOI Julien SARRAZIN	Maître de Conférences/HDR, Centrale Méditerranée, Marseille Maître de Conférences/HDR, IMT Nord Europe, Douai Professeur des Universités, Université de Bretagne Occidentale (UBO), Brest Professeur des Universités, Sorbonne Université, Paris
Dir. de thèse :	Pascal CHARGE	Professeur des Universités, Nantes Université
Co-dir. de thèse :	Yide WANG	Professeur des Universités, Nantes Université
Encadrant :	Salah Eddine BOUZID	Maître de Conférences, Nantes Université

Invité(s) :

Tony TOM Directeur R&D, Nokia Networks France, Lannion

Titre : Approches de prédiction de canal basées sur l'IA/ML pour les réseaux B5G

Mot clés : Apprentissage profond, au-delà de la 5G, domaine angle-retard, extraction de trajet, prédiction de canal.

Résumé : La prédiction de canal fondée sur le Deep Learning s'impose comme une solution complémentaire face à l'obsolescence rapide des informations d'état de canal, induite par la forte mobilité des utilisateurs dans les réseaux post-5G. Cette thèse propose une méthode exploitant la parcimonie des systèmes millimétriques et 5G. L'approche développée isole les trajets dominants du canal et conçoit un modèle de Deep Learning capable de prédire chacun d'eux individuellement. Cette stratégie permet une meilleure exploitation de la structure physique du canal et une intégration plus précise de ses paramètres dans le modèle

de réseau de neurones. En réduisant la complexité et en optimisant l'utilisation des ressources, l'approche proposée répond à l'objectif de frugalité de l'intelligence artificielle. Elle confère également aux réseaux de neurones une capacité de généralisation renforcée dans des environnements dynamiques et hétérogènes. Enfin, la prédiction par trajets dominants améliore l'explicabilité en établissant un lien direct entre les performances prédictives du modèle et les caractéristiques physiques du canal, constituant un atout précieux pour l'analyse et l'interprétation dans les réseaux de communication au-delà de la 5G.

Title: AI/ML-Based Channel Prediction Approaches for B5G Networks

Keywords: Angular-delay domain, beyond 5G, channel prediction, deep learning, path extraction.

Abstract: Deep learning-based channel prediction is emerging as a complementary solution to the rapid obsolescence of Channel State Information, induced by high user mobility in beyond 5G networks. This thesis proposes a method leveraging the inherent sparsity of millimeter-wave and 5G systems. The developed approach isolates the dominant channel paths and designs a deep learning model that predicts each path individually. This strategy enables a more effective exploitation of the channel structure and a more accurate

integration of its physical parameters into the neural network model. By reducing computational complexity and optimizing resource use, the proposed approach supports the objective of AI frugality. It also strengthens the generalization of neural networks in dynamic and heterogeneous environments. Finally, the path-wise prediction method improves explainability by directly linking predictive performance to the physical characteristics of the channel, which is a valuable asset for analysis and interpretation in beyond 5G networks.