

Avis de Soutenance

Monsieur Zuokun OUYANG

Sciences et Technologies Industrielles

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

prédiction de séries temporelles : de l'économétrie à l'apprentissage profond

dirigés par Monsieur PHILIPPE RAVIER

Ecole doctorale : Mathématiques, Informatique, Physique Théorique et Ingénierie des Systèmes - MIPTIS

Unité de recherche : PRISME - Laboratoire Pluridisciplinaire de Recherche en Ingénierie des Systèmes et Mécanique Energétique

Soutenance prévue le **mardi 11 juillet 2023** à 14h00

Lieu : 12 rue de Blois, Polytech Orléans, 45067 Orléans

Salle : Amphithéâtre Turing

Composition du jury proposé

M. PHILIPPE RAVIER	Université d'Orléans	Directeur de thèse
M. Romain TAVENARD	Université de Rennes 2	Rapporteur
Mme Karine ZEITOUNI	UVSQ, Université Paris-Saclay	Rapporteuse
Mme Meryem JABLOUN	Université d'Orléans	Co-encadrante de thèse
M. Paul HONEINE	Université de Rouen Normandie	Examineur
Mme Sylvie TREUILLET	Université d'Orléans	Examinatrice
M. Benoît LAHAYE	ATTILA Gestion	Invité
Mme Natacha OLIVIER	La technopole d'Orléans	Invitée

Mots-clés : Séries Temporelles, Prédiction, Econométrie, Apprentissage Profond, Transformer, Application Web

Résumé :

La prédiction des séries temporelles (TSF) est un problème fondamental dans de nombreux domaines, dont la finance, l'économie et la météorologie. Une prédiction précise des valeurs futures d'une série temporelle peut fournir des informations précieuses sur le processus sous-jacent, permettant une meilleure prise de décision et une planification plus efficace. Dans cette thèse, nous avons exploré en profondeur le problème de la TSF, apportant plusieurs contributions dans les domaines économétriques et de l'apprentissage profond. Notre exploration des méthodes de prédiction économétriques comprenait une revue approfondie des techniques de pointe, y compris, mais sans s'y limiter, les modèles AutoRegressive Integrated Moving Average (ARIMA), Exponential Smoothing State Space Model (ETS) et Vector AutoRegressive (VAR), ainsi que leurs variations respectives. Nous nous sommes également penchés sur les méthodes de décomposition des séries temporelles, y compris la décomposition canonique et la décomposition saisonnière-tendance utilisant LOESS (STL). De plus, nous discutons de la méthode Theta, une méthode de décomposition pour l'analyse des séries temporelles. Cette revue complète a formé la base de notre investigation expérimentale, où nous avons évalué la performance de ces techniques de prédiction avec la décomposition STL comme étape de prétraitement en utilisant les ensembles de données du M3-Competition. Simultanément, notre enquête a parcouru le paysage complexe des modèles d'apprentissage profond (DL) pour la TSF. Nous avons exploré des modèles clés tels que les MLP, les CNN, les RNN et le mécanisme d'attention. Nous avons ensuite approfondi les défis et les goulots d'étranglement inhérents à la TSF. Une vue d'ensemble détaillée du modèle Transformer et de ses dérivés a fourni des informations sur leurs améliorations par rapport au Transformer standard et à leurs précurseurs. Cela nous a amenés à évaluer trois modèles d'apprentissage profond, DA-RNN, LSTNet et TPA-LSTM, pour les problèmes de prédiction multi-étapes de TSF. Nos résultats mettent en évidence les pièges de certaines stratégies de prédiction multi-étapes, en particulier la stratégie Récurrente, et proposent une combinaison réfléchie de stratégies MIMO/MISMO comme solution. En faisant progresser le domaine de la TSF, nous présentons deux nouveaux modèles basés sur Transformer, Rankformer et STLformer, conçus pour les tâches de prédiction à long terme de TSF en combinant les mesures économétriques avec des modèles profonds, démontrant une performance supérieure par rapport aux modèles existants de pointe sur plusieurs ensembles de données et horizons de prédiction. Un autre aspect de notre contribution est une application web prototype qui démontre pratiquement

l'implémentation de nos modèles. L'application, développée avec Python et plusieurs bibliothèques d'assistance telles que Flask, Bootstrap et Plotly, adhère à un modèle de conception de type Modèle-Vue-Contrôleur (MVC), garantissant une maintenance pratique et une expansion potentielle. De plus, l'application est conteneurisée à l'aide de Docker, facilitant un déploiement et une exécution conviviaux sur n'importe quelle machine compatible. L'application offre une interface utilisateur intuitive pour interagir avec les modèles et visualiser les résultats. Cette application est actuellement en phase de test et sera déployée dans un futur proche avec l'intégration de fonctionnalités et de modèles supplémentaires.