

Invitation à la soutenance de thèse

DETECTION D'ANOMALIES DANS LES SERIES TEMPORELLES ALTEREES
APPLICATION A LA SURVEILLANCE DES ROBOTS INDUSTRIELS

WARPED TIME SERIES ANOMALY DETECTION
APPLICATION TO INDUSTRIAL ROBOT MONITORING

Charlotte Lacoquelle

Jeudi 12 décembre 2024 à 14h00
LAAS-CNRS - Salle de Conférences
7 avenue du Colonel Roche
31077 TOULOUSE Cedex 4
<https://live.laas.fr>

Devant le jury composé de :

Pierre GANÇARSKI
Maan EL BADAoui EL NAJJAR
Romain TAVENARD
Gerald STEINBAUER-WAGNER

ICube – Université de Strasbourg
CRISTAL – Université de Lille
IRISA - Université de Rennes
Institute for Software Technology,
Graz University of Technology
Vitesco Technologies
DTIS, ONERA
LAAS-CNRS

Rapporteur
Rapporteur
Examineur
Examineur

Christophe MERLE
Xavier PUCCEL
Louise TRAVE-MASSUYES

Invité
Co-directeur de thèse
Directrice de thèse

Résumé

Cette thèse aborde le problème de la détection d'anomalies dans les séries temporelles, en se concentrant sur les systèmes à comportement répétitif, tels que les robots industriels opérant sur les lignes de production. La recherche aborde plusieurs défis, notamment la quantité importante de données manquantes dans les données collectées qui entraîne un échantillonnage irrégulier, ainsi que les variations dans la durée de chaque répétition de tâche à travers la série temporelle.

L'approche de détection d'anomalies présentée dans cette thèse se compose de trois étapes.

1. Identification des cycles répétitifs dans les longues séries temporelles qui sont segmentées en fonction des cycles, tout en tenant compte des éventuelles distorsions temporelles,
2. Calcul d'un prototype pour les cycles à l'aide d'un algorithme de barycentre basé GPU spécifiquement adapté aux très grandes séries temporelles,

3. Utilisation du prototype pour détecter les cycles anormaux en calculant un score d'anomalie pour chaque nouveau cycle.

L'approche globale, appelée WarpEd Time Series ANomaly Detection (WETSAND), utilise l'algorithme Dynamic Time Warping et ses variantes qui sont adaptés à la nature altérée des séries temporelles.

Les expériences ont été réalisées avec des robots manipulateurs des usines de Vitesco Technologies. Conçus pour effectuer des tâches spécifiques et répétitives aux côtés d'opérateurs humains, il est essentiel de prédire et de diagnostiquer tout écart par rapport à leur comportement attendu. Ceci est important en termes de sécurité, afin de minimiser les temps d'arrêt des chaînes de production et d'ajuster les calendriers de maintenance. Les expériences montrent que WETSAND s'adapte à des signaux de grande taille, calcule des prototypes intuitifs, fonctionne avec très peu de données et surpasse certaines approches neuronales reconnues de détection d'anomalies telles que les auto-encodeurs. Une interface utilisateur basée sur le cloud a été conçue pour déployer WETSAND dans les usines de Vitesco Technologies et surveiller en ligne différents robots des lignes de production.

Cette thèse est un projet CIFRE dans le cadre de la chaire « IA collaborative : Transformations synergétiques en diagnostic basé sur des modèles et sur des données » d'ANITI, collaboration entre le LAAS-CNRS, l'ONERA et Vitesco Technologies (remerciements à Alex Reymonet et Benoit Eynaux pour les échanges et conseils).

Mots clés

Anomaly detection, irregularly sampled time series, Dynamic Time Warping, cyclic behavior, Industrial robots