

THÈSE DE DOCTORAT DE

L'UNIVERSITÉ DE NANTES

ÉCOLE DOCTORALE N° 601
*Mathématiques et Sciences et Technologies
de l'Information et de la Communication*
Spécialité : *Informatique*

Par

Mahmoud El Krim FERHAT

**Decouverte et Généralisation de Connaissances appliquées aux
Procédés de Fabrication**

Thèse présentée et soutenue à « l'amphi2 ISITEM, Nantes », le « 05/12/2022 »
Unité de recherche : Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes

Rapporteurs avant soutenance :

Julien LE DUIGOU Maître de Conférences (HDR) à l'Université de Technologie de Compiègne
Faicel CHAMROUKHKI Professeur des Universités à l'Université de Caen Normandie

Composition du Jury :

Attention, en cas d'absence d'un des membres du Jury le jour de la soutenance, la composition du jury doit être revue pour s'assurer qu'elle est conforme et devra être répercutée sur la couverture de thèse

	Prénom NOM	Fonction et établissement d'exercice (à préciser après la soutenance)
Président :		
Examineurs :	Faicel CHAMROUKHKI	Professeur des Universités à l'Université de Caen (détaché à l'IRT SystemX)
	Julien LE DUIGOU	Maître de Conférences (HDR) à l'Université de Technologie de Compiègne
	Catherine DA CUNHA	Professeure des Universités à Centrale Nantes
	Benoit IUNG	Professeur des Universités à l'Université de Lorraine
Dir. de thèse :	Philippe LERAY	Professeur des Universités à l'Université de Nantes
Co-enc. de thèse :	Mathieu RITOU	Maître de Conférences (HDR) à l'Université de Nantes

Invité(s) :

Nicolas LE DU Établissement Georges Renault

Titre : Découverte et Généralisation des Connaissances dans les Procédés de Fabrication

Mot clés : Apprentissage automatique, Base de connaissances, Détection de défauts

Résumé : L'objectif de cette thèse est de proposer une nouvelle architecture dédiée à la détection de défauts dans les procédés de fabrication. Cette dernière repose sur la combinaison des techniques d'apprentissage automatique (ML) avec une Ontologie générique. L'architecture est évolutive dans le sens où de nouveaux défauts peuvent être découverts par le ML et ajoutés en tant que nouvelles connaissances dans l'ontologie de façon périodique. Cela facilite la détection des défauts dans les contextes industriels, où les défauts sont généralement rares. D'autre part, l'inspection périodique des connaissances capturées itérativement par l'Ontologie nous permet de définir des connaissances plus gé-

nériques. Celles-ci permettront dans un premier temps d'améliorer la détection de défauts dans des contextes connus et puis, dans un second temps, de reconnaître les défauts connus dans de nouveaux contextes industriels. Ces tâches sont liées aux domaines de l'apprentissage par transfert et de l'adaptation au domaine, appliquées ici pour induire de nouvelles connaissances dans l'Ontologie, et augmenter les performances du système de détection de défauts. Des expériences sur des données UCI ainsi que sur des données issues des opérations de vissage réelles nous ont permis de valider la fiabilité et la robustesse de l'approche.

Title: Discovery and Generalization of Knowledge in Manufacturing Processes

Keywords: Machine Learning, Knowledge Base, Fault detection

Abstract: The objective of this thesis is to propose a novel architecture dedicated to fault detection in manufacturing processes. It is based on the combination of Machine Learning (ML) techniques with a generic Ontology. The architecture is evolving in the sense that new defects can be discovered by the ML and added as new knowledge in the ontology periodically. This facilitates defect detection in industrial contexts, where defects are generally rare. On the other hand, the periodic inspection of the knowledge captured iteratively by the Ontology allows us to define more generic

knowledge. This knowledge will first allow us to improve the detection of defects in known contexts and then, in a second step, to recognize known defects in new industrial contexts. These tasks are related to the fields of transfer learning and domain adaptation, applied here to induce new knowledge in the Ontology, and to increase the performances of the fault detection system. Experiments on several UCI datasets as well as on data from real screwing operations allowed us to validate the reliability and robustness of the approach.