

ReMAIntAI

AI-Based Repair and Reuse in Resource Intensive Machinery

Programm / Ausschreibung	KLWPT 24/26, KLWPT 24/26, Kreislaufwirtschaft und Produktionstechnologien 2024	Status	laufend
Projektstart	01.04.2025	Projektende	31.03.2028
Zeitraum	2025 - 2028	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	circularity, resource efficiency, machine maintenance, repair, artificial intelligence, machine learning		

Projektbeschreibung

Industrien mit hohem Ressourcenverbrauch, wie die Aluminium-Stranggussindustrie, stehen vor großen technischen und wirtschaftlichen Herausforderungen. Insbesondere die Kleinserienfertigung mit einer großen Produktvielfalt, zahlreichen Rezepturen und Parametereinstellungen kann zu einer Vielzahl von Verschleißerscheinungen und Defekten führen. Diese Fehlerursachen können von Sensoren oft nicht erkannt und somit mit herkömmlichen Zustandsüberwachungstechniken nicht identifiziert werden, was zu langen Fehlerbehebungszeiten führt. Stillstandszeiten verursachen somit hohe Kosten und einen hohen Energieverbrauch. Daher halten Unternehmen in der Regel große Mengen an Ersatzteilen auf Lager und tauschen oft Teile, die noch funktionsfähig sind, frühzeitig aus, um Ausfallzeiten zu minimieren. Dies führt jedoch zur Verschwendung wertvoller Ressourcen. Das Wissen über vergangene Ausfälle und die Erfahrung mit der Maschine steht in der Regel nur dem Wartungspersonal zur Verfügung und wird oft in Wartungs- und Maschinenprotokollen dokumentiert, ist aber selten mit Sensor- und Prozessdaten verknüpft.

Um diese Herausforderungen zu bewältigen, zielt das Forschungsprojekt darauf ab, objekt- und auftragsorientierte Daten mit historischen und Echtzeitdaten zu kombinieren. Mithilfe von nicht-stationären dynamischen Bayesschen Netzen (nsDBN) soll das zu entwickelnde System vorhersagen, wann aktuelle Fehler das Ende der Restnutzungsdauer (RUL) von Komponenten erreichen werden und welche Maßnahmen am ressourceneffizientesten sind, um die Lebensdauer von Komponenten und damit der Anlage zu verlängern. Dabei sollen Reparaturen und Wiederverwendung priorisiert werden, um den Ressourcenverbrauch zu reduzieren und die Lagerkosten für Ersatzteile zu senken. Die genaue Vorhersage der Fehlerursache, des Zeitpunkts des Auftretens von Fehlern und der erforderlichen Maßnahmen, einschließlich der benötigten Ersatzteile, ermöglicht eine präzisere und effizientere Wartung.

Um dieses Ziel zu erreichen, wendet das Forschungsprojekt die Design-Science-Forschungsmethode an, um ein innovatives und ressourcenschonendes Wartungsempfehlungssystem zu entwickeln, das das Wartungspersonal bei der Entscheidungsfindung unterstützt. Der Industriepartner Neuman Aluminium stellt einen Anwendungsfall zur Verfügung, in dem ein reales Szenario definiert wird, in dem das System entwickelt und getestet werden kann. Mit Hilfe eines digitalen Zwillings der Anlage können verschiedene Prozessdaten und Alarmer generiert werden. Mesify entwickelt die verschiedenen

Schnittstellen zwischen den Systemen und integriert das von den beiden Forschungspartnern FHWN und TU Wien entwickelte System, das fallbasiertes Lernen nutzt, um Informationen aus verschiedenen Anwendungen des maschinellen Lernens zu generieren und daraus zu lernen. Der nsDBN verknüpft die verschiedenen Datentypen und lernt aus neuen Fehlern und deren Behebung, indem er die Änderungsrate des Verschleißes und die Wiederherstellungszeit bestimmt.

Zu den erwarteten Ergebnissen gehören unter anderem eine Erhöhung der Restnutzungsdauer (RUL) um 12 %, eine Verbesserung der mittleren Zeit bis zum Ausfall (MTTF) um 20 %, eine Reduzierung der Ausfallzeiten um 15 %, eine Erhöhung der Maschinenverfügbarkeit um 10 %, eine Verbesserung der Reparierbarkeit von Komponenten um 15 % und der Wiederverwendbarkeit um 10 %, eine Reduzierung der Ersatzteillagerung um 20 % und eine Reduzierung des Energieverbrauchs um 9 %.

Abstract

Industries with high resource consumption, such as the aluminum continuous casting industry, face major technical and economic challenges. In particular, small-batch production with a wide variety of products, numerous formulations and parameter settings can lead to a multitude of wear phenomena and defects. These causes of defects often cannot be detected by sensors and thus cannot be identified using conventional condition monitoring techniques, which leads to long troubleshooting times. Downtimes thus result in high costs and high energy consumption. As a result, companies usually keep large quantities of spare parts in stock and often replace parts that are still functional early to minimize downtime. However, this results in the waste of valuable resources. Knowledge about past failures and experience with the machine is usually only available to maintenance personnel and is often documented in maintenance and machine logs, but is rarely linked to sensor and process data.

To overcome these challenges, the research project aims to combine object- and order-oriented data with historical and real-time data. Using non-stationary dynamic Bayesian networks (nsDBN), the system to be developed aims to predict when current faults will reach the end of the remaining useful life (RUL) of components and which measures are most resource-efficient to extend the service life of components and thus of the plant. In doing so, repairs and reuse are to be prioritized in order to reduce resource consumption and lower storage costs for spare parts. Accurately predicting the cause of the failure, the time of failure occurrence and the required actions, including the needed spare parts, enables more precise and efficient maintenance.

To achieve this goal, the research project applies the design science research method to develop an innovative and resource-efficient maintenance recommendation system that supports maintenance personnel in decision-making. The industrial partner Neuman Aluminium provides a use case in which a real-world scenario is defined in which the system can be developed and tested. With the help of a digital twin of the plant, various process data and alarms can be generated. Mesify is developing the various interfaces between the systems and integrating the system developed by the two research partners FHWN and TU Vienna, which uses case-based learning to generate information from different machine learning applications and learn from it. The nsDBN links the different data types and learns from new faults and their recovery by determining the rate of change of wear and recovery time.

Expected results include, but are not limited to, a 12% increase in remaining useful life (RUL), a 20% improvement in mean time to failure (MTTF), a 15% reduction in downtime, a 10% increase in machine availability by 10%, an improvement in the

reparability of components by 15% and in reusability by 10%, a reduction in spare parts storage by 20% and a reduction in energy consumption by 9%.

Projektkoordinator

- Fachhochschule Wiener Neustadt GmbH

Projektpartner

- MESify Solutions GmbH
- Fried. v. Neuman Gesellschaft m.b.H.
- Technische Universität Wien