

SurfAlce

AI-Based Surface Roughness Prediction Model for Automated CAM-Planning Optimization

Programm / Ausschreibung	Produktion der Zukunft, PdZ - 2021 Nationale Projekte	Status	abgeschlossen
Projektstart	04.04.2022	Projektende	03.05.2025
Zeitraum	2022 - 2025	Projektlaufzeit	38 Monate
Keywords	Artificial Intelligence; Surface Roughness; Chattering; Machine Learning; Predictive Models		

Projektbeschreibung

Die flexible Sachgüterproduktion kleiner Losgrößen stellt einen wesentlichen Hebel zur Erreichung der österreichischen Nachhaltigkeits- und Klimaziele dar. Es gilt Technologien zu entwickeln, welche die ökonomisch sowie ökologisch effiziente Herstellung geringer Stückzahlen ermöglichen und gleichzeitig den flexiblen Anforderungen des Marktes an hochwertigen Wirtschaftsgütern, niedrigen Kosten, schnellen Lieferzeiten und nachhaltigen Lieferketten gerecht werden. Trotz innovativer Ansätze im Bereich der Digitalisierung („Industrie 4.0“) ist es Unternehmen in dieser Industrie noch nicht gelungen, automatisierte Prozesse zur stabilen Prozessplanung und -durchführung zu implementieren. Gerade bei der Zielsetzung „Losgröße 1“ gilt es stabile Prozessparameter ohne aufwändige Versuche an den meist teuren CNC-Werkzeugmaschinen zu fixieren. Industrielle Ansätze von Best-Practice Prozessen in Computer-Aided-Manufacturing-Systemen (CAM-System) werden zwar weitläufig eingesetzt, jedoch decken diese Ansätze nur Bearbeitungen im Bereich von selektiven Teilefamilien ab. Neuartige Bauteilgeometrien, andere Materialien, unterschiedliche Werkzeuge etc. führen zu einer Neuplanung des Prozesses und können im aktuellen Stand der Technik nur durch erfahrene CNC-Mitarbeiter in der Arbeitsvorbereitung und Produktion durchgeführt werden. Innovative Forschungs- und Entwicklungsansätze im Bereich der Künstlicher Intelligenz in Verbindung mit unterschiedlichen, sensorischen Systemen in den Werkzeugmaschinen, bieten hier vielversprechende Ansätze.

Ziel des Projektes „SurfAlce“ ist die Entwicklung eines prototypischen, KI-basierten Oberflächenrauheits-Vorhersagemodells, zur automatisierten CAM-Bearbeitungsplanung aufgrund gelernter Bearbeitungsregeln. Durch geeignete Sensoren in der Werkzeugmaschine sowie eine speziell hierfür entwickelte Versuchsreihe, gelingt es der Werkzeugmaschine, ihr dynamisches Verhalten bei der Bearbeitung von verschiedenen Bauteilen zu charakterisieren. Hieraus können über moderne Datenanalyse-Modelle, Aussagen in Bezug auf Bearbeitungsstrategie und -parameter, sowie die resultierende Oberflächengenauigkeit hervorgehen. Hierdurch können neue Bauteile sowie kleine Losgrößen automatisiert geplant und validiert werden. Prozessparameter werden dabei so gewählt, um die gewünschten Oberflächeneigenschaften zu erhalten. Das vorgestellte Projekt zeigt dabei in vier ausgewählten Aspekten einen Innovationsgehalt über dem Stand der Technik: (a) Entwicklung einer feature-orientierten Datenbank bestehend aus Maschinen-, Sensor- sowie Metadaten aus den zugehörigen CAM-Planungssystemen, (b) der Einsatz eines innovativen sensorischen Werkzeughalters welcher besonders feinfühlig Prozessdaten zur Identifikation stabiler und instabiler Prozesse bereitstellt, (c) der Einsatz innovativer Ansätze aus den

Bereichen der Künstlichen Intelligenz (z.B. Machine Learning) sowie (d) die Erarbeitung innovativer Bearbeitungsregeln basierend auf den aufgezeichneten und analysierten Datensätzen der Werkzeugmaschine. Das Ergebnis des Projektes, ist ein durchgängiger Prototyp, welcher eine als Input gelieferte Bearbeitungsplanung, anhand gelernter Maschinenregeln überarbeitet, und entsprechend den Vorgaben optimiert in das CAM-Planungssystem zurückspielt.

Das hier vorgestellte Projekt liefert einen wesentlichen Beitrag am Weg zu „selbst-lernenden“

Werkzeugmaschinensystemen. Funktionalitäten dieser Art ermöglichen eine möglichst automatisierte Planung, sowie Fertigung von kleinen Losgrößen und neuartiger Bauteile, basierend auf gelernten, komplexen Zusammenhängen direkt an der ausgewählten Werkzeugmaschine und hat hierdurch das Potential aktuelle Ansätze zur Prozessplanung sichtlich zu revolutionieren.

Abstract

Flexible production of small lot sizes has been identified as major contributor for the successful achievement of Austrians sustainability and climate targets. The industry requires technologies, which support both, ecological as well as economical production, in alignment with customer expectations such as cost levels, delivery times as well as sustainable supply chains. Although promising approaches such as Industry 4.0 have been identified, manufacturers still struggle to provide automated and efficient planning and execution systems for “Lotsize 1” type of environments. Many industrial companies rely entirely on individual experience of employees when planning and producing new parts in small lots, without utilizing digital technologies such as CAM or Artificial Intelligence, although many potentials have been identified in research and development sectors.

The presented project “SurfAlce” aims to support the further development of promising Artificial Intelligence (AI) applications by developing a Model for AI-based surface-roughness prediction for automated planning of manufacturing strategies and cutting parameters. Specifically selected sensor systems will provide sensitive process and quality data for further data analytics using innovative machine learning models and approaches. Combining these new abilities with conventional CAM manufacturing planning tools, leads to a first prototype of a self-learning machine tool, capable to identify optimal manufacturing strategies and cutting parameters in regard to an expected surface roughness of the considered part. The presented project targets four innovative elements, exceeding current state of the art developments (SOTA): (a) a feature-oriented database contextualizing process data with meta information of CAM planning tools, (b) integration of innovative sensory tool holder equipment, capable to provide sensitive cutting vibration data in real-time, (c) implementation of modern data analytic algorithms and infrastructure, and (d) die development of surface-roughness focused manufacturing rules, based on machine tool individual data sets. The result of the project is a first prototype, demonstrating how an initially provided manufacturing plan, will be updated and automatically fed back to the CAM system.

The project will demonstrate new functionalities towards the vision of “self-learning” machine tools” focusing on the context of surface-roughness predication and optimization. Using the developed results will lead to higher degrees of automation when planning and executing new part orders with small lot sizes and has hereby the potential to not only significantly impact, but rather revolutionize the metal cutting industrial sector.

Projektkoordinator

- Technische Universität Wien Institut für Fertigungstechnik und Photonische Technologien

Projektpartner

- craftworks GmbH

- ModuleWorks GmbH