

KI-gestützte Werkzeugidentifikation zur automatisierten Nachschleifauftragserstellung in SAP

Wirtschaftszweig: Maschinen- und Werkzeugbau

Anwendungsfall und Projektziel

Die Wiederaufbereitung von Werkzeugen stellt einen hochindividualisierten Prozeß dar. Von Kunden zurückgesendete gebrauchte Werkzeuge werden bislang durch erfahrene Mitarbeitende manuell auf Fehler identifiziert und für Nachschleifaufträge zugeordnet. Anschließend werden die gebrauchten Werkzeuge mittels Schleifbearbeitungsprozessen aufbereitet, sodass sie erneut in der Fertigung eingesetzt werden können. Der gesamte Prozess ist zeitaufwendig, fehleranfällig und bindet wertvolle Fachressourcen. Die große Variantenvielfalt und geometrische Komplexität der Werkzeuge erschweren eine standardisierte Erfassung erheblich.

Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines KI-gestützten Systems zur automatisierten Erkennung von Werkzeugen und deren Merkmalen auf Basis von Bilddaten. Zu den Merkmalen der Werkzeuge zählen bspw. Lasergravuren, Längen und Durchmesser, Anzahl an Schneiden, Werkzeugtyp, Beschichtungen sowie der Verschleiß. Zur Erkennung werden die Werkzeuge aus mehreren Perspektiven mit einem eigens aufgebauten Kamerasystem erfasst.

Lösungsansatz und Herausforderungen

Zur Erreichung des angestrebten Ziels werden verschiedene Methoden aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz kombiniert, um die bestehenden Anforderungen ganzheitlich zu adressieren. Die Aufgabenstellung ist bspw. durch heterogene Merkmale gekennzeichnet: Die Erkennung von Textinformationen erfolgt mittels Optical Character Recognition (OCR) in Verbindung mit Objekterkennungsverfahren, die Bestimmung von Verschleißzuständen basiert auf Objekterkennung, während Klassifikationsmethoden die Anzahl von Schneiden bestimmen sowie die Längen- bzw. Durchmesserbestimmung durch eine Kombination aus Objekterkennung und Regressionsmethoden realisiert werden.

Eine weitere zentrale Anforderung ergibt sich aus der begrenzten Verfügbarkeit von Trainingsdaten. Entsprechend werden Ansätze des Few-Shot Learnings, des Transfer Learnings sowie der Domänenanpassung berücksichtigt, um auch unter restriktiven Datenbedingungen robuste Modelle zu ermöglichen.

Darüber hinaus ergeben sich mehrere spezifische Herausforderungen im Rahmen der visuellen Datenerfassung und -auswertung. Eine Herausforderung besteht in störenden Spiegelungen sowie stark variierenden Beleuchtungsverhältnissen. Die metallischen Oberflächen der Werkzeuge führen häufig zu Reflexionen, die relevante Bildinformationen überlagern und die verschiedenen Erkennungsformen beeinträchtigen können. Eine weitere Herausforderung ergibt sich aus den unterschiedlichen Skalenebenen der zu analysierenden Merkmale. Während bestimmte Eigenschaften auf der Ebene des gesamten Werkzeugs bestimmt werden müssen, etwa geometrische Grundparameter, treten Verschleißerscheinungen häufig nur lokal und in sehr kleinen Bereichen auf. Als dritte Herausforderung ist die Erkennung von lasergravierten Textinformationen zu nennen. Lasergravuren weisen oftmals nur geringe Kontrastunterschiede zum umgebenden Material auf und können durch Abnutzung oder Verschmutzung zusätzlich verfälscht sein.

gefördert vom

Schließlich besteht eine weitere Herausforderung darin, dass Verschleißerscheinungen potenziell über den gesamten Umfang des Werkzeugs auftreten können. Da sich relevante Abnutzungsmerkmale in einem 360°-Bereich um das Werkzeug verteilen, ist eine vollständige Erfassung nur durch das Drehen des Werkzeugs und die Aufnahme mehrerer Perspektiven möglich.

Potenziale

Die entwickelten Methoden weisen das Potenzial auf, als vielseitiges Erkennungssystem eingesetzt zu werden. Da zahlreiche Problemstellungen im visuellen Bereich metallischer Bauteile ähnliche Charakteristika aufweisen, ergibt sich eine hohe Übertragbarkeit der Ansätze auf unterschiedliche Anwendungsfälle. Insbesondere eine modulare Ausgestaltung der einzelnen Komponenten ermöglicht eine flexible Anpassung an verschiedene visuelle Analyseaufgaben und unterstützt die Wiederverwendbarkeit der entwickelten Verfahren.

Darüber hinaus kommt der KI-gestützten Analyse zurückgeführter Bauteile eine besondere Bedeutung im Kontext kreislauffähiger Produktionssysteme zu. Die automatisierte Bewertung von Zustand, Verschleiß und Wiederverwendbarkeit stellt eine zentrale Voraussetzung für die effiziente Wiederaufbereitung und den nachhaltigen Ressourceneinsatz dar und leistet somit einen Beitrag zur Umsetzung von Prinzipien der Circular Economy.

Ein weiteres wesentliches Potenzial liegt in der Unterstützung bislang überwiegend manueller Prozesse. Durch den gezielten Einsatz KI-basierter Verfahren können zeit- und ressourcenintensive Arbeitsschritte automatisiert oder teilautomatisiert werden, was zu einer Reduktion des personellen Aufwands und zu Effizienzgewinnen in den betroffenen Prozessketten führt.

Umsetzendes KMU	Forschungspartner
K.-H. Müller Präzisionswerkzeuge GmbH Fürst-Dominik-Strasse 44 55758 Sien	RP TU Kaiserslautern FBK - Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation https://www.fbk-kl.de

Weitere Informationen zu KI4KMU-RLP finden sie unter: www.ki4kmu-rlp.de

gefördert vom