

Künstliche Intelligenz für die Angebotserstellung und Arbeitsvorbereitung in der Metallbearbeitung

Wirtschaftszweig: Elektronik- und Informationstechnologie

Anwendungsfall und Projektziel

In der Arbeitsplanung für industrielle Bauteile sind zentrale Entscheidungen über die Auswahl geeigneter Fertigungsprozesse, deren Sequenzierung, die Bestimmung von Werkzeugen und Halterungen sowie die Ableitung von Werkzeugwegen zu berücksichtigen. Darüber hinaus sind die Fertigungszeiten zu ermitteln und eine Abschätzung der entstehenden Kosten vorzunehmen, die wesentliche Grundlage für die wirtschaftliche und technische Ausgestaltung der Produktion sind. In der aktuellen Praxis wird die Arbeitsplanung häufig individualisiert, personengebunden und nicht-standardisiert durch langjährige Wissensträger vor Ort durchgeführt. Die Arbeitsplanung ist entsprechend ressourcenintensiv. Zudem verschärft der demographische Wandel diese Situation, da zunehmend erfahrene Mitarbeitende in den Ruhestand treten und damit wertvolles implizites Wissen verloren zu gehen droht.

Ziel ist die Entwicklung eines KI-basierten Systems, das Arbeitsplanerinnen und Arbeitsplaner bei diesen Aufgaben unterstützt. Das System soll aus mehreren funktionalen Modulen bestehen. Hierzu zählen insbesondere die automatisierte Erkennung geometrischer Features, die Suche nach ähnlichen Bauteilen in bestehenden Datenbeständen sowie die Ableitung geeigneter Fertigungsstrategien, einschließlich der Auswahl von Prozessen, der Festlegung der Bearbeitungssequenz und der Bestimmung geeigneter Werkzeuge. Auf diese Weise soll eine wissensbasierte und effizientere Unterstützung der Arbeitsplanung ermöglicht werden.

Lösungsansatz und Herausforderungen

Zunächst wird das 3D-CAD-Modell in eine Graphstruktur überführt, in der sämtliche relevanten geometrischen sowie produktbezogenen Informationen explizit abgebildet werden. Diese Graphrepräsentation erlaubt es, sowohl topologische Beziehungen als auch geometrische Eigenschaften der einzelnen Bauteilelemente formal zu modellieren und als Eingabe für lernbasierte Verfahren nutzbar zu machen.

Auf dieser Grundlage erfolgt die automatisierte Erkennung geometrischer Features mittels Graph Neural Networks (GNN). Durch die Verarbeitung der graphbasierten Struktur können lokale und globale Zusammenhänge zwischen einzelnen Geometrieelementen berücksichtigt und charakteristische Merkmale zuverlässig identifiziert werden.

Darüber hinaus werden Graph Neural Networks zur Durchführung von Ähnlichkeitssuchen eingesetzt. Hierbei werden die Graphrepräsentationen unterschiedlicher Bauteile in einen gemeinsamen Merkmalsraum eingebettet, sodass strukturell und geometrisch ähnliche Bauteile aus bestehenden Datenbeständen identifiziert und für die weitere Planung herangezogen werden können.

Die Ableitung geeigneter Fertigungsstrategien erfolgt schließlich unter Verwendung von Reinforcement-Learning-Methoden.

gefördert vom



Rheinland-Pfalz
MINISTERIUM FÜR
WIRTSCHAFT, VERKEHR,
LANDWIRTSCHAFT
UND WEINBAU



Auf Basis der erkannten Features sowie der identifizierten Referenzbauteile soll ein Agent lernen, optimale Entscheidungen hinsichtlich Prozesswahl, Bearbeitungssequenz und Werkzeugauswahl zu treffen, indem er diese als sequenzielles Entscheidungsproblem modelliert und durch Interaktion mit einer simulierten oder datenbasierten Umgebung optimiert.

Potenziale

Der vorgestellte Ansatz bietet ein erhebliches Potenzial zur Unterstützung der Arbeitsplanung und damit zur Reduktion manueller Aufwände. Durch die teilautomatisierte Ableitung von Fertigungsstrategien können zeitintensive Routineaufgaben entlastet und Planungsprozesse effizienter gestaltet werden.

Ein weiteres wesentliches Potenzial liegt in der erhöhten Akzeptanz des Systems durch die Rückführung auf ähnliche Bauteile und Fertigungsstrategien aus der Vergangenheit. Indem Entscheidungen auf bekannten Referenzfällen basieren, wird implizites Expertenwissen explizit gemacht und in nachvollziehbarer Form bereitgestellt. Dies erleichtert sowohl die Validierung der Ergebnisse durch Fachpersonal als auch den Wissenstransfer innerhalb des Unternehmens.

Ein weiteres Potenzial liegt in der Unterstützung von weniger erfahrenen Mitarbeitenden, etwa Auszubildenden oder neu eingestellten Planerinnen und Planern. Durch die Bereitstellung begründeter Vorschläge und Referenzfälle kann das System als lernunterstützendes Werkzeug dienen und den Aufbau von Fachwissen beschleunigen.

Umsetzendes KMU	Forschungspartner
REFACTUM GmbH Trippstadter Str. 110 67663 Kaiserslautern	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