

Maschinendatenanalyse mit KI für Vorhersage von Zuständen bei der CNC-Bearbeitung

Wirtschaftszweig: Automobil- und Zulieferindustrie

Anwendungsfall und Projektziel

In vielen kleinen und mittleren Unternehmen besteht der Maschinenpark aus heterogenen, älteren Anlagen, denen standardisierte Schnittstellen zur Einbindung in digitale Systeme fehlen. Der Austausch der Maschinen bzw. eine vom Hersteller angebotene Nachrüstung scheitert im KMU-Umfeld häufig an den hohen Investitionskosten. Gleichzeitig ist das Potenzial einer gezielten Digitalisierung dieser Bestandsmaschinen erheblich.

Das Projektziel ist also, bisher nicht digital angebundene Produktionsmaschinen mit einfacher Sensorik nachzurüsten, um ihre Betriebszustände automatisiert zu erfassen und für ausgewählte Geschäftsziele nutzbar zu machen. Die Unterscheidung von Rüst-, Lauf- und Stillstandszeiten sowie relevanter Fehlerzustände soll z.B. mit Hilfe von Vibrationssensoren getroffen werden. Die ermittelten Maschinenzustände werden anschließend mindestens in einem der drei zentralen Anwendungsfelder eingesetzt: Prozessüberwachung, Predictive Maintenance oder Nachkalkulation. Ziel ist es, die gewonnenen Zustandsinformationen so in bestehende Systeme bzw. das Shopfloor-Dashboard zu integrieren, dass Fertigungsleitung, Geschäftsführung und Produktionsmitarbeitende diese Informationen unmittelbar nutzen können – etwa zur schnelleren Fehlererkennung, zur besseren Einhaltung von Lieferterminen oder zur genaueren Angebotskalkulation.

Lösungsansatz und Herausforderungen

Ausgangspunkt ist die Installation von Vibrationssensoren an einer Pilotmaschine. Ergänzend können bei Bedarf weitere Sensoren wie Strommessgeräte, Beschleunigungs- oder Kraftsensoren eingesetzt werden, um spezifische Maschinenzustände zuverlässiger zu unterscheiden. Für den KI-Teil werden zunächst die Sensordaten für die Modellierung aufbereitet. Anschließend wird Maschinelles Lernen (ML) zur Mustererkennung eingesetzt. Mit Hilfe von Active Learning werden die erkannten Muster gelabelt. So können die bekannten Maschinenzustände wie Rüsten, Produktion, Stillstand oder Fehlerzustand zugeordnet werden. Mit Hilfe von Verfahren zum Clustering und zur Anomalieerkennung können dann bekannte oder auch unbekannte Zustände wie z.B. seltene Fehlerbilder identifiziert werden. In einer frühen Phase oder zur Absicherung kann regelbasiertes Expertenwissen (z.B. Grenzwerte für bestimmte Schwingungspegel oder Stromstärken) das ML-Modell ergänzen. Je nach Anwendungsfall fällt die weitere Verarbeitung unterschiedlich aus: Für Predictive Maintenance werden zeitliche Muster in den Sensordaten genutzt, um Wartungsbedarfe und Ausfallwahrscheinlichkeiten vorzusagen. In der Prozessüberwachung steht die Echtzeit-Erkennung relevanter Zustände im Vordergrund, deren Ergebnisse im Shopfloor-Dashboard angezeigt werden. Für die Nachkalkulation werden die aggregierten Maschinenzustände (z.B. tatsächliche Lauf- und Rüstzeiten) mit ERP-Daten verknüpft, um die Kostenermittlung zu verbessern. In all diesen Fällen kann generative KI (LLMs) unterstützend eingesetzt werden, um Dashboards und Berichte verständlicher aufzubereiten, Zustandsinformationen automatisch zu erläutern oder komplexe Zusammenhänge textuell zu erklären.

gefördert vom

Als Herausforderung wird die Unterscheidung der Detailzustände gesehen. Hier müssen ggf. zusätzliche passende Sensoren verwendet werden, falls Daten von Vibrationssensoren allein nicht zur Zustandsbestimmung ausreichen. Die Erkenntnisse müssen so ausgewertet werden, dass Leistungs- oder Verhaltensbewertung einzelner Mitarbeitender vermieden wird.

Potenziale

Die Erkennung und Auswertung von Maschinenzuständen ermöglicht eine deutlich schnellere Fehlerdetektion und damit die Reduktion von ungeplanten Stillstandszeiten. Dies wirkt sich unmittelbar auf Termintreue und OEE (Overall Equipment Effectiveness) aus. Durch Predictive-Maintenance-Funktionen können Wartungsintervalle an den tatsächlichen Zustand der Maschine angepasst werden, um Ausfälle zu reduzieren und die Lebensdauer kritischer Komponenten zu verlängern. Die präzise Nachkalkulation auf Basis realer Maschinenlaufzeiten und -zustände verschafft dem Unternehmen eine genauere Sicht auf Projekt- und Stückkosten. So basieren Angebotspreise auf Daten und weniger auf Schätzungen.

Viele produzierende KMU stehen vor denselben Herausforderungen eines nicht digitalisierten, heterogenen Maschinenparks. Damit fungiert der Use Case als Enabler für eine Vielzahl weiterer Industrie-4.0- und KI-Anwendungen im Unternehmen.

Umsetzendes KMU	Forschungspartner
rema fertigungstechnik gmbh Junkersstr. 10 67681 Sembach	Fraunhofer IESE Data Science www.iese.fraunhofer.de

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

gefördert vom