

Sachbericht zum Verwendungsnachweis

zum Teilvorhaben:

Machine Learning Center auf Shopfloorlevel

im Verbundprojekt:

Digitaler Remote Assistent zur Zustandsanalyse und on-line Fehlerkorrektur von **Lasermaterialbearbeitungsprozessen (DiReAL)**

Zuwendungsempfänger: 4D Photonics GmbH

Förderkennzeichen des Teilvorhabens: 13N15348

Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2021 - 31.12.2024

Berichtszeitraum: 01.08.2021 - 31.12.2024

GEFÖRDERT VOM



Teil I: Kurzbericht

Die Basis für eine effiziente Produktion in Hochlohnländern sind Qualität und Prozesssicherheit. Diese müssen an allen Produktionsstandorten sichergestellt sein, obwohl lokal Materialschwankungen, schwankende Umweltbedingungen und mangelnde Kenntnisse der Maschinenbediener dies erschweren. Zur Aufrechterhaltung der Produktqualität und Produktivität auch bei einer Verlagerung der Fertigung, bedarf es einer kontinuierlichen Kontrolle aller relevanten Fertigungsparameter, und im Fehlerfall einer schnellen und sicheren „Anamnese“ des Fertigungszustands, um geeignete Gegenmaßnahmen einleiten zu können.

Bereits heute sind Maschinenhersteller und Nutzer in der Lage, den Zustand ihrer Produktionsmaschinen, auch online und auf Distanz, zu überwachen und mit Hilfe eines Predictive

Maintenance-Ansatzes Wartungsmaßnahmen durchzuführen. Werkstoff-, Bauteil- und vor allem prozessspezifische Zustände werden jedoch aufgrund fehlender Analysemöglichkeiten nicht erfasst und können demnach auch nicht korrigiert werden.

Ziel des Projektes ist erstens die Entwicklung eines neuartigen Sensorkonzepts basierend auf der Kombination unterschiedlicher Sensoren, zweitens die Realisierung eines Sensordatennetzwerkes mit einer KI-basierten Sensordatenauswertung und drittens die Visualisierung der Prozess- und Maschinendaten für den Maschinenbediener im Sinne eines Laser-Remote-Assistenten, mit dem Laser-Fertigungsprozesse eingestellt und im Wartungsfall neu kalibriert werden können.

Teilvorhabensspezifische Ziele befassen sich mit Datenbankarchitekturen zur Ablage großer Datenmengen in Echtzeit, der Vernetzung von Sensorsystemen, Maschine und Datenserver sowie Entwicklung von Auswertekonzepten für multispektrale Prozessdaten beim Laserschweißen.

Hierfür wurden zunächst die Anforderungen an das Sensorsystem und dessen Schnittstellen basierend auf den Bedürfnissen der Endanwender (Scansonic, Cloos) definiert (AP1). Basierend darauf wurde die Hardware zur Datenerfassung mit dem multispektralen Sensor von 4D entwickelt. Diese ermöglicht eine Feldbusanbindung zur Kommunikation mit Bearbeitungsanlagen. Weiterhin wurde ein Konzept entwickelt, wie die videographische Überwachung von Scansonic mit den multiplen Zeitreihen des 4D-Sensors synchronisiert werden kann. Für die grundlegende Machbarkeit wurden erste Untersuchungen an einer Anlage bei Scansonic durchgeführt. Im weiteren Verlauf des Projekts konnte dieser Aufbau in eine Roboterzelle am Fraunhofer ILT transferiert werden.

Für die Ablage der Prozessdaten wurden unterschiedliche Datenbankarchitekturen analysiert. Ergebnis war für 4D der Wechsel von einer SQL Datenbank hin zu einer NoSQL Datenbank basierend auf der MongoDB, da hier dynamische Datensätze direkt in eine schemalose Datenbank geschrieben werden können, ohne dass vorher eine (starre) Struktur festgelegt werden muss.

Zusammen mit dem ILT und Scansonic wurden umfangreiche Schweißversuchsreihen durchgeführt und dabei unterschiedliche Fehler simuliert. Für die Auswertung wurden zwei Ansätze verfolgt. Zum einen eine analytische Auswertung basierend auf dem Konzept Kanäle mathematisch miteinander zu kombinieren. Dadurch können charakteristische Signalverläufe im Fehlerfall deutlicher herausgearbeitet werden und so zuverlässiger überwacht werden. Parallel dazu hat das ILT die Daten mittels maschinellen Lernens in Verbindung mit den videographischen Daten vom Scansonic-System ausgewertet.

Weiterhin konnte ein User-Interface für das 4D-Sensorsystem implementiert werden. Über die Software 4D.watcher können die Daten aufgezeichnet, automatisiert ausgewertet und angezeigt werden. Die Daten können anschließend auf den ILT-Datenserver und das Oculavis-Share transferiert werden.

Die enge Zusammenarbeit zwischen der Forschungseinrichtung und Industriepartnern erwies sich als wesentlicher Erfolgsfaktor des Projekts. Der Demonstrator am Fraunhofer ILT vereint die Entwicklungen im Projekt und stellt einen wichtigen Schritt für einen Technologietransfer in die Industrie dar. Das Projekt DiReAL hat damit einen wesentlichen Beitrag zur Vernetzung von Laserprozess, Sensorik und Remote-Service geleistet und bildet eine Basis für eine zukünftige, digitalisierte Produktion.