



DEEP LEARNING ZUR QUALITÄTSDIAGNOSE BEI DER LASERMATERIAL-BEARBEITUNG

Aufgabenstellung

Heutige Prozessbeobachtungssysteme erlauben es, die Wechselwirkungszone bei Lasermaterialbearbeitungsprozessen mehrdimensional zu erfassen. Diese Mehrdimensionalität wird durch hochauflösende Kamerasysteme erreicht, welche die Prozesszone örtlich und/oder spektral aufgelöst beobachten. Die dabei entstehenden großen Datenmengen müssen in geeigneter Weise ausgewertet werden, um daraus den aktuellen Prozesszustand robust erkennen zu können.

Vorgehensweise

Die Inline-Nutzung neuronaler Netze zur Verarbeitung von Sensordaten ist heute durch die Verfügbarkeit entsprechender Datenverarbeitungssysteme realisierbar. Vor allem Graphics Processing Units (GPUs) ermöglichen die parallele Verarbeitung großer Datenmengen und damit die Erstellung komplexer Modelle.

Nach der Strukturdefinition des neuronalen Netzes wird eine Trainingsphase durchgeführt. Dabei werden dem Algorithmus eine große Anzahl (> 10.000) prozessspezifischer Beispiele von Kombinationen aus mehrdimensionalen Messdaten und dem zugehörigen Prozesszustand vorgegeben. Die freien Parameter des Modells werden solange optimiert, bis die

erforderliche Vorhersagegenauigkeit erreicht wird. Das daraus hervorgehende Modell ist in der Lage, mehrdimensionale Messdaten anhand spezifisch erlernter Merkmale in zuvor definierte Prozesszustandsklassen einzuordnen. Bei der Lasermaterialbearbeitung kann die Einteilung der Prozessdaten in unterschiedliche Klassen, wie beispielsweise verschiedene Prozessfehler oder Qualitätsabstufungen, erfolgen.

Ergebnis

Zur simultanen Detektion der Fokusslage und der zugeführten Laserleistung wurde ein Convolution Neural Network (CNN) auf einem GPU-Hochleistungscluster definiert und trainiert. Die während eines Schweißprozesses aufgezeichneten IR-Bilddaten in Kombination mit den entsprechenden Prozessparametern dienen als Datenbasis zum Modelltraining. Die Anwendung des erzeugten Modells zeigt, dass sich mithilfe von Deep Learning spezifische Bildmerkmale, welche die Fokusslage und die Laserleistung unabhängig voneinander vorhersagen, extrahieren lassen.

Anwendungsfelder

In-situ-Messungen und Analysen in der Prozesszone ermöglichen es, auch auf Abweichungen im Prozess mittels nachgelagerter Regelstrategie zu reagieren. Zudem lassen sich Ereignisse, wie Nahtimperfectionen beim Schweißen, in mehrdimensionalen Prozessdaten identifizieren. Insgesamt können datenintensive Prozessüberwachungskonzepte für unterschiedliche industrielle Anwendungen realisiert werden.

Ansprechpartner

Christian Knaak M.Sc.
Telefon +49 241 8906-281
christian.knaak@ilt.fraunhofer.de

1 In-situ-Pyrometerdaten aus einer Bauteilebene.

2 LPBF-Anlage mit integriertem Sensorsystem.