



KI-BASIERTE PROZESSANALYSE BEIM ABSORBERFREIEN LASER- DURCHSTRAHLSCHWEISSEN

Aufgabenstellung

Beim absorberfreien Laserdurchstrahlenschweißen von Kunststoffen wird als Prozessüberwachung die Temperaturmessung mittels Pyrometrie verwendet. Das Messsignal ist jedoch lediglich ein Indikator für die Temperatur. Die Entstehung von thermischen Schäden wird als Signalpeaks erfasst, jedoch können keine Rückschlüsse auf die Art der Schädigung, wie z. B. Blasenbildung oder Verbrennung, gezogen werden. Ferner wird die emittierte Wärmestrahlung durch diverse optische Komponenten spektral gedämpft, sodass die Detektion der Strahlung anspruchsvoller wird, je kleiner die Schweißnaht ist.

Vorgehensweise

Zur Erweiterung der 1-dimensionalen Pyrometrie werden bildgebende Verfahren eingesetzt. Durch die Nutzung von mehrschichtigen faltungsbasierten Neuronalen Netzen können Bilder oder Objekte, welche mit Hilfe von Kameras aufgenommen werden, automatisiert identifiziert und klassifiziert werden. Zunächst wurde eine Kamera koaxial in den Strahlengang der Bearbeitungsoptik integriert und hiermit Aufnahmen des Schweißprozesses bei unterschiedlichen Schweißparametern für die Generierung des Datensatzes durchgeführt. Als Analysemethode kam die semantische Segmentierung zum Einsatz. Hierbei wird jedes Bildpixel ausgewertet und einer eingangs definierten Klasse zugewiesen. Somit können sowohl die Schweißnaht als auch Schäden im Bauteil im Kamerabild

identifiziert und ausgewertet werden. Im Anschluss wurden geeignete Netzwerkarchitekturen ausgewählt und mit dem Datensatz trainiert.

Ergebnis

Die durchgeführten Arbeiten verdeutlichen das große Potenzial einer KI-basierten Prozessanalyse. Das trainierte faltungsbasierte Neuronale Netz ist in der Lage, thermische Schäden wie z. B. Verbrennungen oder Blasenbildungen zuverlässig zu klassifizieren. Alle untersuchten Modelle weisen einen Intersection-over-Union-Wert (IoU) $> 0,9$ auf. Neben einer Klassifizierung können die Ergebnisse auch genutzt werden, um die Nahtbreite oder die Größe der thermischen Schäden zu bestimmen.

Anwendungsfelder

Das absorberfreie Laserdurchschweißen von Kunststoffen ist vor allem für Anwendungen geeignet, in denen transparente Kunststoffe gezielt, berührungslos und reproduzierbar gefügt werden sollen. Typische Anwendungsfelder sind die Medizintechnik oder Biotechnologie. Die KI-basierte Prozessanalyse kann aber auch in anderen Anwendungen implementiert werden, wie z. B. dem Laserschweißen von Metallen.

Ansprechpartner

Nam Phong Nguyen M. Sc. M. Sc., DW: -222
phong.nguyen@ilt.fraunhofer.de

Dr. Alexander Olowinsky, DW: -491
alexander.olowinsky@ilt.fraunhofer.de

3 Schweißnaht mit Blasenbildung.

4 Klassifikation durch Neuronales Netz.