

Autonome Schweißvorrichtung mit KI Gesteuerter Parameteranpassung

Wirtschaftszweig: Metallverarbeitung

Anwendungsfall und Projektziel

TUBE-TEC ist auf das Schweißen von Rohren spezialisiert, bei dem sehr hohe Qualitätsanforderungen gelten und nur geringe Fehlertoleranzen im Endprodukt zulässig sind. Derzeit wird der Prozess halbautomatisch durchgeführt. Ein Bediener muss während des Schweißens aktiv die Parameter (z. B. Strom, Drahtvorschub, Schweißgeschwindigkeit) und die Position des Brenners anpassen. Daher hängt die Schweißqualität stark von der Erfahrung und dem Fachwissen des Bedieners ab. Die Bediener müssen ständig das Fließverhalten des geschmolzenen Metalls beobachten und feststellen, ob die Parameter richtig eingestellt sind. Selbst eine sehr geringe Abweichung in der Wandstärke (was zu einer Fehlausrichtung der Kanten führt), eine Veränderung der Spalte oder des Abstands zwischen Brenner und Bauteil kann sich negativ auf die Schweißnahtqualität auswirken. Auch Fehler, die bei späteren Inspektionen festgestellt werden, verursachen hohe Kosten.

Um dieses Problem zu beheben, möchte TUBE-TEC künstliche Intelligenz (KI) in den Schweißprozess integrieren, wo menschliches Fachwissen und die Präzision der KI zusammenwirken können. Das vorrangige Ziel dieses Anwendungsfalls ist die Entwicklung eines KI-gestützten Steuerungssystems, das den Schweißprozess kontinuierlich überwacht. Die entwickelte KI nutzt während des Schweißprozesses aufgenommene Bilder sowie die Parameterwerte. Treten Änderungen auf (die auf Unterschiede in der Wandstärke oder die Erwärmung des Grundmaterials zurückzuführen sind), sollte das System in der Lage sein, die Parameter und die Brennerposition entsprechend anzupassen. Dies kann den Spielraum für die Bediener erheblich vergrößern, da ein Bediener mehrere Systeme gleichzeitig bedienen kann, wenn die Schweißprozesse nicht ständig überwacht werden müssen.

Lösungsansatz und Herausforderungen

Die Implementierung von KI zur Automatisierung des Schweißprozesses wird bereits seit einiger Zeit untersucht, und einige potenzielle Lösungen existieren bereits in der Praxis. Wie von TUBE-TEC vorgeschlagen, sollte der primäre Ansatz auf der Verwendung von Videokameras zur Aufzeichnung des Schweißprozesses und/oder der Verwendung von Infrarotkameras zur Aufzeichnung der Wärme während des Prozesses basieren. Diese Aufzeichnungen können zusammen mit Parametern wie Stromstärke, Lichtbogenlänge, Brennerwinkel usw. von einem trainierten KI-Modell verwendet werden, um die Qualität des laufenden Schweißprozesses zu überwachen und zu beurteilen. Ähnlich wie bei den meisten bildbasierten Erkennungsproblemen haben Algorithmen auf Basis von Convolutional Neural Networks (CNN) in diesem Forschungsbereich die höchste Genauigkeitsrate gezeigt. In Kombination mit Long Short-Term Memory (LSTM)-Modellen können sie eine schnelle Reaktionszeit bei minimalen Einbußen bei der Genauigkeit erzielen. Die Forschung hat jedoch mehrere Herausforderungen identifiziert, die auch in diesem Anwendungsfall gelten.

gefördert vom



Die größte Herausforderung besteht darin, bei schnellen Reaktionszeiten die Genauigkeit aufrechtzuerhalten. Das Schweißen ist ein extrem schneller Prozess, und selbst geringfügige Änderungen bestimmter Faktoren wie Wandstärke oder Spaltbreite erfordern Anpassungen mehrerer Parameter. Diese Unterschiede sind nicht sofort erkennbar und können selbst für einen erfahrenen Bediener schwer zu erkennen sein. Dieses Szenario wird die Grenzen der meisten modernen KI-Systeme auf die Probe stellen. Bildverarbeitungsalgorithmen mit hoher Genauigkeit sind ressourcenintensiver, während auf Geschwindigkeit optimierte Modelle, die weniger Ressourcen benötigen, in der Regel auf Kosten einer etwas geringeren Genauigkeit gehen. Bei begrenzter Rechenleistung muss jede KI-basierte Lösung ein Gleichgewicht zwischen Genauigkeit und Effizienz finden. Zudem können die Geräte zur Datenerfassung, wie Wärmebildkameras oder Hochgeschwindigkeitskameras zur Erfassung ultraschneller Schweißprozesse, die Kosten zusätzlich in die Höhe treiben. Diese Geräte bestimmen auch die Qualität der Daten, die entscheidend ist, um ein Modell zu trainieren, das in dynamischen realen Szenarien zuverlässig funktioniert.

Potenziale

Die Anwendung von KI in der Schweißindustrie ist ein aktives Forschungsgebiet, für das bereits kommerzielle Lösungen auf dem Markt erhältlich sind. Diese sind jedoch oft mit kostspieligen Abonnements verbunden. Die Entwicklung einer Open-Source-Alternative kann es kleinen und mittleren Unternehmen in der Schweißindustrie ermöglichen, die Leistungsfähigkeit der KI zu nutzen und in der heutigen Welt wettbewerbsfähig zu bleiben. Darüber hinaus unterscheiden sich die verschiedenen Schweißverfahren nur geringfügig, abgesehen vom Design der jeweiligen Vorrichtung und der Schweißposition. Daher kann jede entwickelte KI-Lösung auf andere Schweißverfahren und -geräte übertragen werden.

Umsetzendes KMU	Forschungspartner
TUBE-TEC Rohrverformungstechnik GmbH Hirtscheider Straße 13-15 57647 Nistertal	Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI) Smart Data&Knowledge Services Dept. https://www.dfki.de/web

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

gefördert vom



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

