

Simulationsgestützte Analyse von Druckpfaden und -trajektorien für die Multidirektionale Additive Fertigung durch Lichtbogenschweißen mit exzentrischer Drahtzuführung

Simulation-based analysis of printing-paths and -trajectories for wire-and-arc additive manufacturing

Vincent Brünjes, Markus Schmitz, Mathias Hüsing, Burkhard Corves, RWTH Aachen University, Institut für Getriebe-technik, Maschinendynamik und Robotik, 52062 Aachen, Deutschland, bruenjes@igmr.rwth-aachen.de

Kurzfassung

Eine Möglichkeit, um metallische Teile für den industriellen Gebrauch additiv zu fertigen ist das *Wire-And-Arc Additive Manufacturing* (WAAM) Verfahren. Die Prozesskette dieses Verfahrens verläuft nahezu identisch zum traditionellen *Fused Deposition Modeling* (FDM) mit Kunststoffen [1]. Anstatt eines erhitzbaren Druckkopfes, der Kunststoffmaterial schmilzt, wird ein Lichtbogenschweißgerät verwendet, dem ein Metalldraht kontinuierlich zugeführt wird. Statt eines kartesischen Roboters wird im *Multi-directional Additive Manufacturing* (MDAM) Verfahren ein Industrieroboter mit mindestens sechs Freiheitsgraden verwendet, um das Bauteil in der Umgebung des feststehenden Druckkopfs zu bewegen. Daraus folgt, dass nach dem *slicing* des 3D-Objekts der entstandene Pfad zusätzlich in eine Trajektorie zur Robotersteuerung umgewandelt werden muss. [2–4]

Durch das im WAAM verwendete Metall als Druckmaterial treten hohe Belastungen am Endeffektor des Roboters auf. Bedingt durch den Fertigungsprozess verändern sich die Masseigenschaften des Handhabungsobjekts kontinuierlich und beeinflussen somit die Trajektorie des Endeffektors. Diese Massenänderungen sind wiederum stark von *Slicing* und Pfadplanung abhängig. Um den Prozess am realen Aufbau durchzuführen, muss das Einhalten der Grenzwerte der Gelenkmomente des Roboters gewährleistet sein. Ebenso muss ein mittels WAAM gefertigtes Objekt vor der Verwendung noch nachbearbeitet werden [5]. Die nötige Intensität dieser Nachbearbeitung könnte sich auch als abhängig von der Genauigkeit des Prozesses selbst herausstellen. Daher ist es sinnvoll, die komplette Prozesskette eines Prozesses vor der eigentlichen Durchführung simulativ zu durchlaufen. So können zum Beispiel etwaige lokale Auswirkungen des Prozesses auf die Trajektorie des Endeffektors im Voraus untersucht werden.

Ziel dieser Arbeit ist, mithilfe einer Simulation Aussagen über Ausführbarkeit und Qualität eines geplanten WAAM-Prozesses zu tätigen. Dies setzt jedoch eine genaue Kenntnis des Roboters und seiner dynamischen Parameter voraus. Zusätzlich werden von gängiger Robotersimulationssoftware wie z.B. *Gazebo* keine Handhabungsobjekte mit stetig veränderlicher Masse und Trägheit unterstützt, wie es bei Additiver Fertigung der Fall ist. Dazu wurde zunächst das Potential einer Analyse des Prozesses getestet. Weiterhin wurde das kontinuierliche Hinzufügen von Material implementiert und analysiert (Siehe Bild 1).

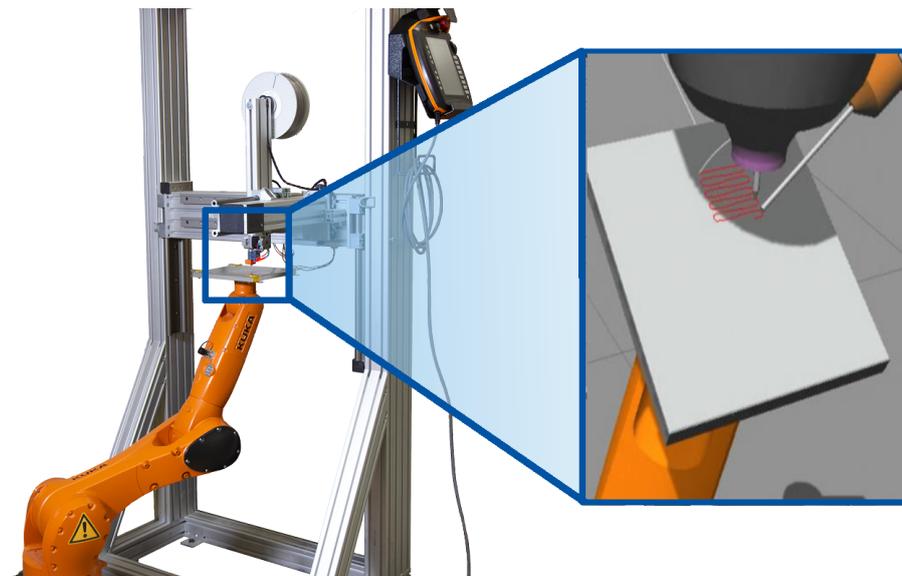


Bild 1 Links: Realer Versuchsaufbau am IGMR. Rechts: Simulation und Visualisierung eines Druckprozesses in Gazebo.

Als Ausblick verbleibt die weitere Erhöhung des Detailgrads der Simulation. Dadurch ließen sich zusätzliche Prozessparameter analysieren. Es könnte zum Beispiel ein erweitertes Modell des Schweißmaterials in die Simulation integriert werden. So besteht die Möglichkeit der Simulation des flüssigen Schweißbetts selbst, wodurch sich dort ebenfalls die lokalen Auswirkungen des Prozesses analysieren ließen.

Im zugehörigen Vortrag soll noch detaillierter auf die zugrundeliegende Methodik eingegangen und erste Ergebnisse der Simulation vorgestellt werden. Dies soll als Grundlage dienen, in der folgenden Diskussionsrunde weitere Möglichkeiten und Potentiale solch einer Simulation von robotergeführten MDAM-Prozessen zu diskutieren.

Literatur

- [1] Reisgen, U.; Willms, K.; Oser, L. *Lichtbogenbasierte additive Fertigung - Forschungsfelder und industrielle Anwendungen*. In: Lachmayer, R.; Lippert, R. B.; Kaieler, S. (Hrsg.), Additive Serienfertigung, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2018, ISBN 978-3-662-56462-2, S. 4-5.
- [2] Schmitz, M.; Corves, B.; Hüsing, M.: *Multidirektionale Additive Fertigung: Motivation, Problemstellung und Strategien im Kontext des Schweißens mit Drahtzuführung*. In: Sechste IFToMM D-A-CH Konferenz 2020. <https://doi.org/10.17185/dupublico/71182>
- [3] Schmitz M., Weidemann C., Corves B., Hüsing M.: *Trajectory Planning Strategy for Multidirectional Wire-Arc Additive Manufacturing*. In: Venture G., Solis J., Takeda Y., Konno A. (eds) ROMANSY 23 - Robot Design, Dynamics and Control. ROMANSY 2020. CISM International Centre for Mechanical Sciences (Courses and Lectures), vol 601. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58380-4_56
- [4] Corves, B.; Huesing, M.; Mandischer, N.; Schmitz, M.; Shahidi, A.; Lorenz, M.; Eddine, S. C.: *Current Research Topics in Robotics at IGMR*. In: Kuo CH., Lin PC., Essomba T., Chen GC. (eds) Robotics and Mechatronics. ISRM 2019. Mechanisms and Machine Science, vol 78. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30036-4_47
- [5] Williams, S. W.; Martina, F.; Addison, A. C.; Ding, J.; Pardal, G.; Colegrove, P. *Wire+ arc additive manufacturing*. In: Materials Science and Technology, 32 (2016) 7, S. 641?647. <https://doi.org/10.1179/1743284715Y.0000000073>

DuEPublico

Duisburg-Essen Publications online

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

ub | universitäts
bibliothek

In: Siebte IFToMM D-A-CH Konferenz 2021

Dieser Text wird über DuEPublico, dem Dokumenten- und Publikationsserver der Universität Duisburg-Essen, zur Verfügung gestellt. Die hier veröffentlichte Version der E-Publikation kann von einer eventuell ebenfalls veröffentlichten Verlagsversion abweichen.

DOI: 10.17185/duepublico/74056

URN: urn:nbn:de:hbz:464-20210217-103810-9

Alle Rechte vorbehalten.