Masterarbeit

für Herrn Jan Nalivaika

Titel:

Titel gemäß Vorschlägen vergeben

Aufgabenstellung**:**

Computer-aided manufacturing (CAM) wird verwendet um Werkzeugbahnen für Bearbeitungsmaschinen automatisiert zu erzeugen. In der CAM-Software werden die Modelle des Roh- und Fertigteils, sowie Einschränkungen der Maschine, der Werkzeuge und der Fertigungstechnologie berücksichtigt. Zusammen mit, vom Anwender konfigurierbaren Parametern, werden so Werkzeugbahnen für 3-Achs-, 5-Achs- und roboterbasierte Werkzeugmaschinen erzeugt.

Die wachsende Anforderung nach Flexibilität in Werkzeugmaschinen (z. B. der Einsatz mehrerer Fertigungstechnologien in einer Maschine oder automatisiertes Be- und Entladen) hat dazu geführt, dass viele Werkzeugmaschinen über zusätzliche mechanische Achsen verfügen. Beispiele dafür sind auf Linearachsen montierte Roboter und Dreh-Kipp-Tische.

Die im CAM erstellten Werkzeugbahnen sind in der Regel in 5 Freiheitsgraden definiert:

* Drei translatorische Achsen: X, Y, Z
* Kippen und Neigen des Werkzeugs (A- und B-Achse)
* Selten: Drehung des Werkzeugs (C-Achse) um die Z-Achse (z. B. bei Schleppmessern)

Die zusätzlichen Freiheitsgrade moderner Werkzeugmaschinen werden durch den Anwender basierend auf Verhaltensregeln definiert. Beispiele dafür sind folgende:

* Ein Dreh-Kipp-Tisch richtet das Bauteil so aus, dass die Werkzeug-Z-Achse immer in Schwerkraftrichtung zeigt (z. B. FDM und WAAM 3d Druck).
* Die C-Achse wird für eine erfahrungsgemäß zuverlässige Kabelführung eingestellt.
* Hilfsachsen werden basierend auf Erfahrungswerten auf „typische“ Werte gestellt.

Vorläufige Untersuchungen und eine Literaturrecherche lassen vermuten, dass die Konfiguration dieser Freiheitsgrade Einfluss auf den Energieverbrauch und die Stabilität des Prozesses hat., indem ein Roboter in bestimmten Posen den Prozesskräften des Roboterfräsen besonders gut oder schlecht widerstehen kann.

Da diese Freiheitsgrade grundsätzlich unabhängig von der Werkzeugbahn sind, ist anzunehmen, dass sich die Freiheitsgrade unabhängig von der Werkzeugbahn optimieren lassen.

Ziel dieser Arbeit ist es, eine Optimierung der Freiheitsgrade durchzuführen.

Zuerst wird durch systematische Untersuchungen der Einfluss der Freiheitsgrade auf relevante Prozessgrößen (Energieverbrauch, Gelenkumschläge, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsspitzen, gesamte Gelenkbewegungen, etc.) beurteilt. Anschließend wird eine Prozessbewertung in der CAM-Software entwickelt, mittels welcher die Prozessgüte mit vom Anwender vorgegebenen Freiheitsgraden ermittelt werden kann.

Abhängig von den jeweiligen Prozessgrößen kann die Prozessbewertung Näherungsverfahren oder Maschine Learning verwenden.

Die Prozessgüte als eindimensionale Größe wird durch die Gewichtung der Prozessgrößen bestimmt.

Anschließend wird die Optimierung der Freiheitsgrade entwickelt. Diese Aufgabe entspricht einem Optimierungsproblem, bei dem die Prozessgüte durch die Wahl geeigneter Freiheitsgrade maximiert werden soll. Abhängig von der Komplexität sind geeignete Optimierungsverfahren auszuwählen und anzuwenden.

Die Arbeit konzentriert sich aufgrund der vorhandenen Werkzeugmaschine auf einen 6-Achs Roboter mit einem Dreh-Kipp-Tisch, wobei die Ergebnisse auch auf andere Maschinensysteme übertragbar sein sollen. Des Weiteren beschränken sich die Untersuchungen auf die Fertigungsverfahren WAAM und Fräsen, sowie verfahrensunabhängige Bewegungen ohne Werkzeug.

Titel Vorschlag:

Entwicklung eines methodischen Ansatzes zur Optimierung von Freiheitsgraden in Mutli-Achs-Roboterprogrammen

Development of a Methodical Approach for the Optimization of Degrees of Freedom in Mutli-Axis Robot Programs.

Beispiele aus anderen Studienarbeiten für die Vorgehensweise und Arbeitsmethotik:

Vorgehensweise und Arbeitsmethodik:

* Literaturrecherche
* Einarbeitung in die Graphen-Theorie
* Implementierung des Graphen-Theorie basierten thermischen Simulationsmodells in Python
* experimentelle Kalibrierung und Validierung des Modells
* Schriftliche Dokumentation der Ergebnisse

Procedure and working method:

The following work packages are conducted within this thesis:

* Introduction to PBF-LB/M and thermal imaging
* Familiarization with the concept and the effects of the cooling rate in the PBF-LB/M process
* Research on the state of science and technology in the field of analytical simulation of heat conduction and cooling rates in PBF-LB/M processes
* Selection of a suitable simulation model and definition of simplifications
* Extension of the existing model by the component geometry
* Verification and validation of the adapted analytical simulation model
* Documentation of the work