

Zusammenfassung

Kompensationsstrategien zur Verbesserung des thermischen Verhaltens von Industrierobotern

Der Industrieroboter verfügt aufgrund eines wesentlich größeren Arbeitsraumes im Vergleich zu einer konventionellen Werkzeugmaschine über einen deutlichen Anwendungsvorteil. Die durch die Erwärmung der Antriebe bedingte thermische Beeinflussung hat einen wesentlichen Effekt auf die Genauigkeit des Roboters. Aktuell bestehen keine in der Praxis etablierten Verfahren oder Methoden, welche die Auswirkungen der thermischen Drift ohne aufwändige Kalibrierungsmaßnahmen mit entsprechendem Systemstillstand kompensieren.

Vor diesem Hintergrund ist das Ziel der vorliegenden Arbeit Kompensationsstrategien zur Verbesserung des thermischen Verhaltens von Industrierobotern zu entwickeln, die möglichst ohne kostenintensive externe Systeme und ohne Stillstandzeiten für die Korrektur auskommen. Dazu werden zwei verschiedene Strategien entwickelt. Ziel der ersten Strategie ist es, das gesamte Robotersystem auf einem permanenten, ausgeglichenen Temperaturniveau – also im Beharrungszustand – zu halten. In diesem Fall ist mit keiner zusätzlichen Erwärmung und somit auch keiner zusätzlichen Erhöhung der thermischen Drift zu rechnen. Für die zweite Strategie wird eine indirekte Kompensation der thermischen Drift umgesetzt. Für die Realisierung der indirekten Kompensationsmethode werden die notwendigen Parameter für das Fehlermodell und daraus ein mathematisches Modell für die Beschreibung des thermischen Verhaltens bestimmt. Dazu wird das thermische Verhalten des Robotersystems für verschiedene Betriebsleistungen simuliert. Aus diesen Daten können die DH-Parameter und anschließend ein Fehlermodell erstellt werden, welches das spezifische thermische Verhalten beschreibt. Die Validierung und Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Kompensationsstrategien erfolgt in einer exemplarischen Bauteilfertigung.

Insgesamt tragen die gewonnen Erkenntnisse dazu bei, dass die Genauigkeit von Robotersystemen weiter gesteigert wird und keine kostenintensiven Systeme dazu notwendig sind. So bleibt der finanzielle Vorteil des Robotersystems gegenüber der Werkzeugmaschine erhalten und neue industrielle Anwendungsfelder können erschlossen werden.

Abstract

Compensation strategies for improving the thermal behaviour of industrial robots

The industrial robot has a clear application advantage due to a much larger working space compared to a conventional machine tool. The thermal influence caused by the heating of the drives has a significant effect on the accuracy of the robot. Currently, there are no established procedures or methods in practice that compensate for the effects of thermal drift without costly calibration measures with corresponding system downtime.

Against this background, the aim of the present work is to develop compensation strategies for improving the thermal behaviour of industrial robots that do not require cost-intensive external systems or downtimes for correction. Two different strategies are developed for this purpose. The aim of the first strategy is to keep the entire robot system at a permanent, balanced temperature level - i.e. in a steady state. In this case, no additional heating and thus no additional increase in thermal drift is to be expected. For the second strategy, indirect compensation of the thermal drift is implemented. For the realisation of the indirect compensation method, the necessary parameters for the error model and a mathematical model for the description of the thermal behaviour are determined. For this purpose, the thermal behaviour of the robot system is simulated for different operating powers. From these data, the DH parameters and afterwards a fault model can be created, which describes the specific thermal behaviour. The validation and assessment of the performance of the compensation strategies is carried out in an exemplary component production.

Overall, the knowledge gained contributes to further increasing the accuracy of robot systems and eliminating the need for cost-intensive systems. In this way, the financial advantage of the robot system compared to the machine tool is maintained and new industrial fields of application can be opened up.