

Robotik

Effiziente Programmierung senkt den Energieverbrauch von Robotern

02.12.13 | Autor / Redakteur: Holger Brüggemann und Mario Laumeyer / Rüdiger Kroh

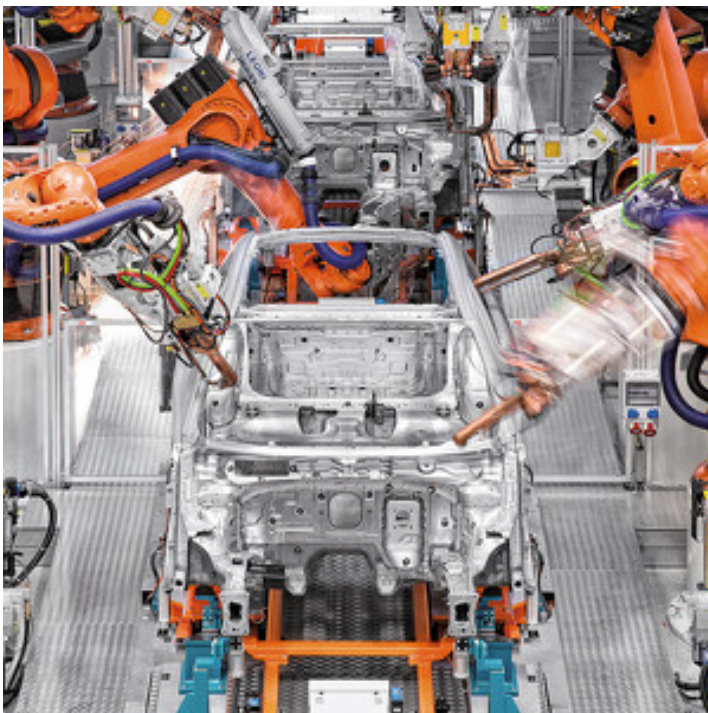


Bild 1: Das größte Einsatzgebiet für Industrieroboter ist der Karosseriebau. Dort wird eine energieeffiziente Gestaltung immer wichtiger. (Bild: Audi)

Durch die zunehmende Anzahl von Robotern in der Fertigung rückt deren energieeffiziente Gestaltung verstärkt in den Fokus. Ein Ansatz ist die energieeffiziente Programmierung. Durch eine gezielte Optimierung der Bahn und der Position des Roboters lässt sich eine Energieeinsparung erreichen.

In den vergangenen Jahren hat die Verbreitung von Robotern stark zugenommen. Das liegt einerseits daran, dass der Wettbewerbsdruck die Unternehmen zwingt, Fertigungsprozesse zu

automatisieren. Andererseits haben sich Industrieroboter zu standardisierten Produktionsmitteln entwickelt, die sich auch infolge einer immer benutzerfreundlicheren Bedienung neue Anwendungsgebiete erschließen.

Der zunehmende Einsatz von Robotern trägt aber auch zu einem steigenden Energieverbrauch in der Produktion bei. Die momentane Situation der stark zunehmenden Ressourcenknappheit und der steigenden Energiepreise zwingen die

Unternehmen der Fahrzeugindustrie dazu, ihre Umweltstrategie zu überdenken. Eine energieeffizientere Planung von Industrierobotern zum Reduzieren des hohen Energiekonsums ist dringend notwendig. Ein Ansatz dafür besteht in einer energieeffizienten Programmierung der Roboter.

Energiereduzierung durch eine Optimierung des Prozesses

Eine Energiereduzierung kann durch eine energieeffiziente Gestaltung des Produktes, aber auch durch eine Optimierung des Prozesses erzielt werden. Fertigungsprozesse in der Industrie benötigen viel Energie und verursachten im Jahr 2010 eine Emission von 819 Mio. t an CO₂ [1].

Durch die hohe Anzahl an Fertigungsrobotern rückt deren energieeffiziente Gestaltung verstärkt in den Fokus. Weltweit sind derzeit etwa 1,2 Mio. Industrieroboter im Einsatz [2]. Diese werden vorwiegend in der Automobilindustrie und dort im Karosseriebau eingesetzt (Bild 1), in dem Bereich, der nach der Lackiererei das höchste Energieaufkommen in einem Automobilwerk hat. [3].

Karosseriebauanlage der vorderen Tür des VW Golf diene als Basisanlage

Das Institut für Produktionstechnik (IPT) der Ostfalia – Hochschule für angewandte Wissenschaften hat bezüglich der Energieeffizienz von Robotern in Kooperation mit der Volkswagen AG Untersuchungen zur energieeffizienteren Gestaltung durchgeführt. Ziele des Projektes waren sowohl die Festlegung von Energieeffizienzmaßnahmen, die Definition einer praxisbezogenen Vorgehensweise zur energieeffizienten Roboterprogrammierung als auch die praktische Umsetzung mithilfe der digitalen Fabrik. Der Bezug zur Praxis und die Anwenderorientierung standen bei diesem Projekt im Vordergrund. Als Basisanlage für die Untersuchung diene die Karosseriebauanlage der vorderen Tür des Golf VII.

Die Vorgehensweise in diesem Projekt wird in Bild 2 dargestellt. Untersucht wurden Geoschweiß-, Ausschweiß-, Abtauch- und Handhabungsbewegungen von Robotern. Um für diese Bewegungen eine standardisierte Vorgehensweise der Leistungsmessungen zu gewährleisten, wurde ein Messraster für die Versuche

angefertigt. Das Messraster und seine standardisierte Positionierung vor dem Roboterkalibrierpunkt sind in Bild 3 dargestellt.

Abstand und Höhe des Roboters zum Arbeitsumfeld optimieren

Die Verwendung des Messrasters ermöglicht das Untersuchen der vorab definierten Bewegungsabläufe an verschiedenen Robotern. Anschließend wurden diese Bewegungen unter Berücksichtigung von Geschwindigkeit, Beschleunigung, Verfahrrart und Position an verschiedenen Robotern am IPT und bei Volkswagen untersucht.

Wie in Bild 2 dargestellt, wurden nach der Auswertung der einzelnen Messungen allgemeingültige Maßnahmen für die Roberoptimierung abgeleitet. Bild 4 veranschaulicht, dass der größte Einfluss auf den Energieverbrauch eines Roboters durch die Optimierung des Abstandes und der Höhe zum Arbeitsumfeld sowie das Optimieren der Homeposition zu erzielen sind. Dadurch kann ein Energie-Einsparpotenzial von 35 beziehungsweise 23 % erreicht werden. Weitere Potenziale bieten die Reduzierung der Geschwindigkeit, der Wartezeit und des Schweißpunktabstandes.

Des Weiteren sollte stets eine natürliche Bewegung durch die Bahnüberschleifung realisiert werden. Durch die Ausschleiffunktion können weitere 7 % an Energie eingespart werden. Zudem können ein Reduzieren des Werkzeuggewichts und eine erfolgreiche Massenkompensation den Energiebedarf beeinflussen, wie in Bild 4 dargestellt.

Die in Bild 4 dargestellten Ergebnisse spiegeln Richtwerte wider, die in der praktischen Umsetzung höher oder niedriger ausfallen können. Die Richtwerte für Verbrauchs- und Zeiteinsparung resultieren aus den einzelnen Energieeffizienzmaßnahmen und müssen unabhängig voneinander betrachtet werden.

In vier Schritten den Energiebedarf der Roboter senken

In weiteren praktischen Versuchen wurden diese Ergebnisse am IPT überprüft.

Nach einer umfangreichen Auswertung der Messergebnisse ließen sich Energieeffizienzmaßnahmen ableiten. Daraus resultiert ein Leitfaden (Bild 5) zur energieeffizienten Roboterprogrammierung.

Der Anwender kann in vier Schritten den Energiebedarf der Roboter senken. Beim ersten Schritt soll er die Arbeitshöhe, den Arbeitsabstand sowie die Homeposition des Roboters betrachten und optimieren. Wie erläutert, haben diese einen erheblichen Einfluss auf den Energiebedarf und den Zeitbedarf des Roboters.

Im zweiten Schritt soll die Bahn, falls der Prozess es zulässt, natürlicher gestaltet werden. Natürliche Bewegungen benötigen im Durchschnitt 7 % weniger Energie und 8 % weniger Zeit. Dies wird durch ein Überschleifen der Wendepunkte erzielt. Falls der Prozess eine Kreisbewegung zulässt, ist es aus energetischer Sicht sinnvoll, in zirkularer Form zu verfahren. Die Untersuchungen haben ergeben, dass bei 3 % mehr Zeit bis zu 13 % an Energie eingespart werden können.

Im dritten Schritt soll die einzelne Bahn betrachtet werden. Unnötige Punkte und überflüssige Zangendrehungen sollen dabei eliminiert werden. Dadurch verkürzt sich die Bahnlänge und auch der Energie- und Zeitbedarf wird reduziert. Im letzten Schritt soll, wenn die Taktzeit und der Prozess es zulassen, die Geschwindigkeit oder die Beschleunigung verringert werden. Die Untersuchungen am IPT haben ergeben, dass eine reduzierte Beschleunigung ein besseres Zeit-Verbrauchs-Verhältnis erzielt als eine Reduzierung der Geschwindigkeit.

Kollisionskritische Punkte und Sicherheit nicht vernachlässigen

Für eine Implementierung des Leitfadens in der Praxis bedarf es einer vorherigen Betrachtung des Prozesses und der Roboterperipherie. Kollisionskritische Punkte und Sicherheitsaspekte sind dabei nicht zu vernachlässigen. Anschließend wurde die Wirksamkeit des Leitfadens in der Praxis untersucht. Dabei galt es zunächst, die Roboterbewegungen von zwei realen Robotern mit einem Simulationstool (Process Simulate) zu optimieren (Bild 6). Zum Überprüfen der virtuellen Optimierung wurde danach der Energiebedarf der im Karosseriebau eingesetzten Roboter mit der vorhandenen Programmierung untersucht und anschließend der Energiebedarf der

Roboter mit optimierten Programmen ermittelt.

Bild 7 zeigt die Optimierungen, die bei den einzelnen Robotern vorgenommen wurden. Die Auswertung hat ergeben, dass bei einem Roboter (R02) Verbrauchersparnisse von etwa 32 % und Zeitersparnisse von rund 5 % erzielt wurden. Beim zweiten Roboter (R01) konnten sowohl Zeit als auch Verbrauch um etwa 24 % reduziert werden. Beim Roboter R02 wurde weiterhin eine Verringerung der Wartezeit durch Senken der Geschwindigkeit und der Beschleunigung untersucht. Bei einer Geschwindigkeit von 75 % und einer Beschleunigung von 50 %, bei der der Roboter immer noch unter der Taktzeit bleibt, ergibt sich eine Energieeinsparung von 39 %. Durch die Reduzierung von Geschwindigkeit und Beschleunigung erhöht sich die Prozesszeit um 37 %.

Weiterentwicklung der Planungs- und Simulationsprogramme erforderlich

Die Untersuchungen haben ergeben, dass eine Reduzierung des Energieverbrauchs von Robotern in der Praxis mit einfachen Veränderungen und einer energieeffizienten Programmierung möglich ist. Die Planung neuer Fertigungsanlagen und Fabriken erfolgt heutzutage am Computer. Um den Energiebedarf von Robotern bereits in der Planung erfassen zu können, ist aber eine Weiterentwicklung der Planungs- und Simulationsprogramme (Process Designer und Process Simulate) der digitalen Fabrik bezüglich der Energieeffizienz erforderlich.

Literatur

[1] Umweltbundesamt: Treibhauseffekt – Eine globale Herausforderung, CO₂-Emissionen nach Quellkategorien, Stand: 09/2012.

[2] World Robotics 2012: IFR statistical department, Frankfurt am Main.

[3] Engelmann, J: Pilotprojekt Medienplanung mit Process Designer am Beispiel Elektroenergie, Volkswagen AG, 09.09.2009.

* Prof. Dr.-Ing. Holger Brüggemann ist Leiter des Instituts für Produktionstechnik an der Ostfalia – Hochschule für angewandte Wissenschaften in 38302 Wolfenbüttel. Mario Laumeyer B. Eng. ist dort wissenschaftlicher Mitarbeiter.

Dieser Beitrag ist urheberrechtlich geschützt.
Sie wollen ihn für Ihre Zwecke verwenden?
Infos finden Sie unter www.mycontentfactory.de.

Dieses PDF wurde Ihnen bereitgestellt von <http://www.maschinenmarkt.vogel.de>