

Berichte aus der Produktionstechnik

Alberto Xavier Pavim

Selbstoptimierende Inspektionssysteme in der wandlungsfähigen Kleinserienfertigung

Herausgeber:

Prof. em. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Dipl.-Wirt. Ing. W. Eversheim

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Dr. h. c. F. Klocke

Prof. em. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Prof. h. c. mult. T. Pfeifer

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. G. Schuh

Prof. em. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Dr.-Ing. E. h. M. Weck

Prof. Dr.-Ing. C. Brecher

Prof. Dr.-Ing. R. Schmitt

Band 1/2012
Shaker Verlag

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: D 82 (Diss. RWTH Aachen University, 2011)

Copyright Shaker Verlag 2012

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-0732-9

ISSN 0943-1756

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Selbstoptimierende Inspektionssysteme in der wandlungsfähigen Kleinserienfertigung

Schlüsselwörter: Kleinserienproduktion, Automatisierungstechnik, Fertigungsmesstechnik, optische Messtechnik, Sensordatenfusion, agentenbasierte Systeme, wissensbasierte Systeme, Selbstoptimierung

Die Kleinserie bekommt heutzutage durch die dynamischen Märkte einen neuen Fokus innerhalb des Szenarios der industriellen Produktionstechnik. Sie unterscheidet sich sowohl strategisch als auch technisch von der Massenfertigung und bringt zur Erreichung einer wirtschaftlichen Produktion neue Herausforderungen im Bereich der Automatisierungstechnik mit sich. Wegen der Produktvielfalt und des konstanten Bedarfs zur schnellen Neukonfiguration der Produktionslinie werden viele Fertigungs- und besonders Montageaufgaben innerhalb einer Kleinserie noch manuell durchgeführt.

Die messtechnische Absicherung der Produktionsqualität einer Kleinserie wird häufig vernachlässigt, da der Integrations-, Konfigurations- und Anpassungsaufwand geeigneter messtechnischer Systeme nicht immer einen effizienten Beitrag zur Unterstützung der wertschöpfenden Aufgaben leistet. Es gibt bis heute weder eine systematische Strategie zum Einsatz fertigungsmesstechnischer Mittel noch wird ein automatisiertes Verfahren zur Absicherung der Produkt- und Prozessqualität in der Kleinserie eingesetzt. Um diese Problematik zu bewältigen, müssen Produktionslinien und Inspektionssysteme, Hardware- und Softwaremodule flexibel integriert, automatisiert und mit gewissen Autonomie- und Kognitionsfähigkeiten ausgestattet werden, sodass der Rüstaufwand und die benötigte Anpassung des Produktionssystems zur Einführung eines neuen Loses minimal gehalten werden können.

Eine Analyse der Anforderungen zur Produktion und Inspektion innerhalb einer Kleinserie wurde im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt und führte zur Gestaltung von selbstoptimierenden Produktionssystemen, da diese Systeme in Einklang mit dem Konzept und mit den Herausforderungen von dynamischen Produktionsumgebungen sind. Aus einer messtechnischen Perspektive muss sich das Qualitätssicherungssystem innerhalb einer dynamischen Produktionsumgebung daher konstant an die Produktionsumstände anpassen, damit kleine und große Regelkreise zur Verbesserung der Maschinen, Prozesse und Produktionslinien geschlossen werden und somit alle gefertigten Produkte das gleiche Qualitätsniveau aufweisen.

Vor dieser Herausforderung war der Gegenstand dieser Arbeit die Konzeption und Validierung eines sowohl organisatorischen als auch technischen Konzepts zum flexiblen Einsatz und zur verteilten Steuerung optischer Messtechnik zur qualitativen Absicherung der Kleinserie. Daraus wurde ein Lösungskonzept zur Gestaltung von selbstoptimierenden Produktionssystemen auf Basis einer hybriden (hierarchisch-heterarchischen) multiagentenbasierten Steuerungsstruktur erarbeitet, die sich aus der Zusammensetzung modularer Softwareentitäten und Hardwarekomponenten in verteilter Weise kooperativ bzw. konkurrierend und effizient steuern lässt. Das Konzept strebt essentiell nach einer flexiblen und optimalen Nutzung der verfügbaren Produktions- und Inspektionsressourcen. Die Konzeption von hierarchisch-heterarchischen Produktionssystemen beabsichtigt die Verteilung von Verantwortungen zwischen den autonomen Agenten und erlaubt tatsächlich die Gestaltung von selbstoptimierenden technischen Systemen, da das Autonomiekonzept der Agenten perfekt zu den Prämissen der Selbstoptimierung passt.

Self-optimizing inspection systems in the changeable small series production

Keywords: Small series production, Automation technology, Optical metrology, Sensor data fusion, Agent-based systems, Knowledge-based systems, Self-optimization

The small series production attracts nowadays, due to dynamical markets, a new focus within the scenario of industrial production technology. It differs strategically as well as technically from mass production and brings a series of challenges to the field of automation technology, in order to achieve a cost-efficient production. Because of the product variety and the constant demand for rapid reconfiguration of the production line, many manufacturing and assembly tasks are still performed manually within a small series production.

The use of metrology for guaranteeing the quality of a small series production is usually neglected, as the integration, configuration and adaption expenses of adequate metrological systems not always result in an efficient contribution to support value-adding production tasks. There is still no systematic strategy for introducing metrological systems, nor an automated procedure to ensure the product and process quality in the small series production. To overcome this problem, production lines and inspection systems as well as hardware and software modules must be flexibly integrated, automated and pursue certain autonomy and cognitive capabilities, so that the setup efforts and the required adjustment of the production system for the introduction of a new batch can be kept to a minimum.

An analysis of the production and inspection requirements within small series was conducted in this work and led to the conception of self-optimizing production systems, as these systems conform to the concept and the challenges of dynamic production environments. From a metrological perspective, the quality assurance system must therefore constantly adapt itself within a dynamic production environment, in order to enable closing smaller and larger control loops to improve machines, processes and production lines, and thus guarantee that all manufactured products feature the same quality level.

Based on this challenge, the subject of this work was the elaboration and validation of a both organizational and technical concept for the flexible introduction and control of distributed optical metrology systems in the quality assurance of small series production. The result is the development of a solution concept for designing self-optimizing production systems based on a hybrid (hierarchic-heterarchical) multiagent-based control structure, which can be efficiently managed in a distributed manner by the combination of cooperative or competitive modular software entities and hardware components. The concept aims at a flexible and optimal use of available production and inspection resources. The conception of hierarchic-heterarchical production systems focuses on the distribution of responsibilities between autonomous agents and allows the design of self-optimizing technical systems, since the concept of agent autonomy perfectly fits the premises of self-optimization.