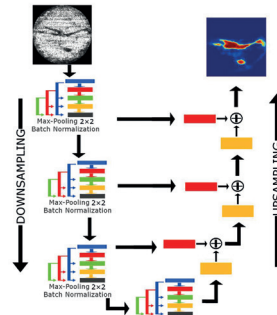
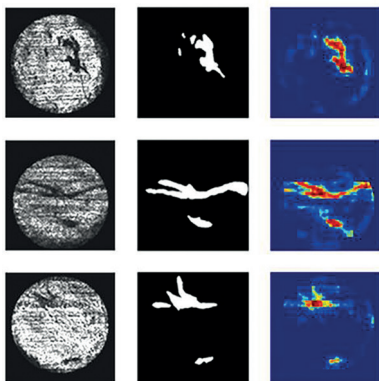


SFB747 B5 Sichere Prozesse

Qualitätsprüfung und logistische Qualitätslenkung mikrotechnischer Fertigungsprozesse



Links: Eingangsdaten. Mitte: Zielmarkierung. Rechts: Ausgabe des Netzwerkes | Oben: Netzwerkarchitektur für schnelle, pixel-weise Defektmarkierung (semantische Segmentierung), Quellen: BIBA

Motivation

Die 100%-Prüfung von Mikrobauteilen stellt große Herausforderungen an die verwendete Messtechnik, da die Bauteile nicht nur robust und präzise, sondern auch schnell erfasst werden müssen. Aktuell existieren jedoch keine Verfahren für die 3D-Erfassung und -Auswertung, welche diese Anforderungen ausreichend erfüllen. Hierfür bedarf es neben einer entsprechenden Messtechnik auch geeigneter Algorithmen für eine schnelle und präzise Defekterkennung.

Vorgehen

Die Entwicklung des Messaufbaus wurde durch das Bremer Institut für angewandte Strahltechnik (BIAS) durchgeführt. Um neben der schnellen Messung auch eine schnelle Auswertung zu gewährleisten, wurden am BIBA neuartige Algorithmen für eine automatische Oberflächeninspektion entwickelt, implementiert und validiert. Hierfür wurde auf aktuelle Forschungen im Bereich der Bildverarbeitung mittels neuronaler Netze zurückgegriffen. Basierend auf Convolutional Neural Networks (CNN) wurde eine Netzwerkarchitektur entwickelt, die eine schnelle und pixel-genaue Defektmarkierung erlaubt. Hierzu wurden verschiedene Forschungsergebnisse für die Entwicklung laufezeitoptimierter CNNs zusammengeführt und an die vorliegende Anwendung angepasst.

Ergebnisse

Es wurde ein kalibriertes Messsystem entwickelt, das mittels einer schnellen flächenhaften Messtechnik verschiedene Geometrien in einem Messvolumen von ca. 1mm³ automatisiert erfasst. Damit können neben Geometrieabweichungen auch unerwünschte Oberflächenunvollkommenheiten bestimmt werden, die zwar innerhalb der Toleranzen liegen, aber trotzdem die Struktur der dünnwandigen Bauteile schwächen. Die Funktionalität der im Teilprojekt B5 entwickelten Methoden konnte sowohl anhand öffentlich zugänglicher Benchmark-Datensätze als auch mittels im Projekt gewonnener Daten validiert werden.

Publikationen

Staar, B., Flosky, H., & Lütjen, M. (2016, January). Fast and reliable quality inspection of micro parts. In COMA'16.

Staar, B., Lütjen, M., & Freitag, M. (2019). Anomaly detection with convolutional neural networks for industrial surface inspection. *Procedia CIRP*, 79(1), 484-489.

Staar, B., Lütjen, M., & Freitag, M. (2016, July). Real-time anomaly detection along the outer walls of circular objects (WIP). In *Proceedings of the Summer Computer Simulation Conference* (pp. 1-7).

Agour, M., Falldorf, C., Staar, B., von Freyberg, A., Fischer, A., Lütjen, M., & Bergmann, R. B. (2018). Fast Quality Inspection of Micro Cold Formed Parts using Telecentric Digital Holographic Microscopy. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 190, p. 15008). EDP Sciences.

Agour M.; von Freyberg, A.; Staar B.; Falldorf C., Fischer A.; Lütjen M.; Freitag M.; Goch G.; Bergmann, R.B. : Quality Inspection and Logistic Quality Assurance of Micro Technical Manufacturing Processes. In: Vollertsen, F. (eds.): *Cold Micro Metal Forming, Lecture Notes in Production Engineering*. Springer, Cham, 2020, pp. 275-288



LAUFZEIT:

01.2015 - 12.2018

ANSPRECHPARTNER:

Dr.-Ing. Michael Lütjen

E-Mail: ltj@biba.uni-bremen.de

Tel.: +49 (0)421 218 50 123

Benjamin Staar, M. Sc.

E-Mail: sta@biba.uni-bremen.de

Tel.: +49 (0)421 218 50 141

ADRESSE:

BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH
Hochschulring 20
28359 Bremen



Das BIBA ist ein ingenieurwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität Bremen. Es forscht in den Bereichen Produktion und Logistik und verbindet dabei die prozessorientierte mit der produktorientierten Sicht. Durch die organisatorische und inhaltliche Verknüpfung mit dem universitären Fachbereich Produktionstechnik engagiert sich das BIBA sowohl in der Grundlagenforschung als auch in anwendungsorientierten Verbundprojekten sowie der industriellen Auftragsforschung.

Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Dieter Thoben
Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag

WWW.BIBA.UNI-BREMEN.DE

GEFÖRDERT DURCH:



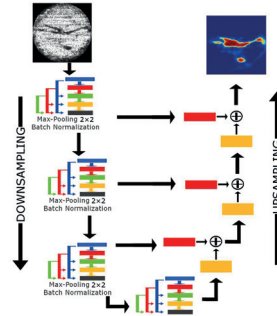
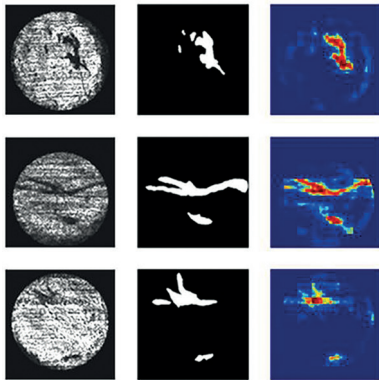
PROJEKTPARTNER:



Bremer Institut für
angewandte Strahltechnik GmbH

SFB747 B5 Safe Processes

Inspection and logistic quality control of micro manufacturing processes



Left: input images. Middle: target. Right: network output. | Above: network architecture for fast, pixel-wise defect labelling (semantic segmentation), Sources: BIBA

Motivation

The automatic 100% quality inspection of micro parts creates a great challenge for the employed measuring system, as parts do not only have to be robustly measured with great precision but also at high speeds. Currently, there is no procedure for 3D registration and analysis matching all these requirements. Apart from an appropriate measurement system this also requires suitable algorithms for fast evaluation and defect detection.

Approach

The development and calibration of the measuring setup was conducted at our partnering institution, the Bremen Institute for applied beam technology (BIAS). In order to avoid compromising the fast measuring speed with slow computation, BIBA developed and validated algorithms for the fast, automatic surface inspection of micro parts. This was achieved by employing recent developments in image processing based on deep neural networks. Using convolutional neural networks (CNN), which are particularly well-suited for image processing, we implemented a fast, pixel-wise defect detector. We further combined several recent research results regarding the development of runtime-optimized CNNs to ensure fast computation. In order to acquire the amount of training data required for the training of deep neural networks, we also developed feeding systems that allowed us to

automatically measure a larger amount of micro parts.

Results

We developed a fast, calibrated measurement system, which can automatically register geometries within a 1mm³ volume, as well as providing automatic surface inspection. Aside from deviations in geometry, the setup also allows for the detection of surface irregularities that, while still within tolerance, might compromise the structural properties of the measured parts due to the thin walls. Using both public benchmark data sets as well as data collected during this project, we showed the suitability of our methods.

Publications

- Staar, B., Flosky, H., & Lütjen, M. (2016, January). Fast and reliable quality inspection of micro parts. In COMA'16.
- Staar, B., Lütjen, M., & Freitag, M. (2019). Anomaly detection with convolutional neural networks for industrial surface inspection. *Procedia CIRP*, 79(1), 484-489.
- Staar, B., Lütjen, M., & Freitag, M. (2016, July). Real-time anomaly detection along the outer walls of circular objects (WIP). In *Proceedings of the Summer Computer Simulation Conference* (pp. 1-7).
- Agour, M., Falldorf, C., Staar, B., von Freyberg, A., Fischer, A., Lütjen, M., & Bergmann, R. B. (2018). Fast Quality Inspection of Micro Cold Formed Parts using Telecentric Digital Holographic Microscopy. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 190, p. 15008). EDP Sciences.
- Agour, M.; von Freyberg, A.; Staar, B.; Falldorf, C.; Fischer, A.; Lütjen, M.; Freitag, M.; Goch, G.; Bergmann, R. B.: Quality Inspection and Logistic Quality Assurance of Micro Technical Manufacturing Processes. In: Vollertsen, F. (eds.): *Cold Micro Metal Forming, Lecture Notes in Production Engineering*. Springer, Cham, 2020, pp. 275-288



DURATION:

01.2015 - 12.2018

CONTACT:

Dr.-Ing. Michael Lütjen
E-mail: ltj@biba.uni-bremen.de
Tel.: +49 (0)421 218 50 123

Benjamin Staar, M. Sc.
E-mail: sta@biba.uni-bremen.de
Tel.: +49 (0)421 218 50 141

POSTAL ADDRESS:

BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH
Hochschulring 20
28359 Bremen



BIBA is an engineering research institute located at the University of Bremen. It is committed to basic research as well as to application-oriented development projects and engages itself in practice-oriented implementations, whereby it relies on cross-national, institutional and interdisciplinary cooperation and transfer. BIBA always considers the entire value-added chain: from the idea, concept and production, through to the use and the end recycling of a product.

Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Dieter Thoben
Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag

WWW.BIBA.UNI-BREMEN.DE

FUNDED BY:



PROJECT PARTNERS:



Bremer Institut für angewandte Strahltechnik GmbH