

Max Hödel

Photogrammetrische Oberflächenprüfung umgeformter Karosseriekomponenten mittels maschinellem Lernen von Fehlerbildern

Bei Fahrzeugen der Premiumklasse werden höchste Anforderungen an das äußere Erscheinungsbild gesetzt. Da ein Auto äußerlich überwiegend aus umgeformten Blech besteht, muss im Presswerk, wo diese Komponenten in ihrer Urform entstehen, auf eine Vielzahl von Qualitätsmerkmalen geachtet werden. Die wesentlichen Merkmale sind die Freiheit von Oberflächendefekten auf Sichtflächen (z.B. Beulen, Kratzer, Kerben), von Rissen und Einschnürungen, sowie die geometrische Maßhaltigkeit (Soll-Ist-Abweichung). Häufig wird die Erfüllung dieser Qualitätskriterien nur durch eine visuelle Schnellprüfung eines jeden produzierten Teils bei der Entnahme vom Auslaufband erreicht, bzw. in geringer Stichprobenzahl vermessen. Grundlegend für das Fehlen einer automatischen sensorischen Prüfung aller Bauteile sind die gegebenen Randbedingungen wie Lichtverhältnisse, Bandgeschwindigkeiten, Vibrationen, Beölung, sowie die Verwendung unterschiedlicher Metalle in derselben Presse. Dadurch sind eine durchgehende flächendeckende Qualitätsprüfung jedes produzierten Bauteils und eine darauf abgestimmte Prozesssteuerung noch nicht möglich. Abhilfe könnten hier neue hochpräzise Prüftechnologien schaffen, die jedoch noch keine ganzheitlichen Lösungen für die Presswerkproduktion darstellen.

Im Rahmen dieser Arbeit soll im ersten Schritt das Einsatzszenario hinsichtlich der genannten Umgebungsfaktoren modelliert werden. Basierend auf diesem Modell sollen Prüftechnologien wie Deflektometrie, Lichtfeldsteuerung und Streifenprojektion auf deren Leistungsfähigkeit untersucht werden. In einem weiteren Schritt soll zur Detektion und Klassifikation von Oberflächendefekten ein Deep Learning Ansatz eingesetzt werden, um die verschiedenen Fehlerbilder anhand der sensorischen Eingangsdaten zu erkennen. Dabei werden zunächst Referenzdaten von Fehlerbildern manuell erzeugt und darauf basierend ein neuronales Netz (Diskriminator) trainiert. Nachfolgend soll das Netz um eine generative Komponente erweitert werden, um synthetische Eingangsdaten zu generieren. Durch Kopplung des Diskriminators und Generators soll eine bauteilunabhängige Fehlererkennung erreicht werden. Die Qualität der Fehlererkennung soll in Abhängigkeit verschiedener Parameter, wie Fehlerausprägung, Bauteilform und -material untersucht werden. Eine Evaluierung soll anhand realer Sensordaten von Karosseriekomponenten stattfinden.

Mit der Umgebungsmodellierung wird eine *optimierte* und *objektivierte* Herangehensweise bei der Evaluierung neuer potentieller Technologien erwartet. Die Untersuchungen der Parametervariation sollen einen Erkenntnisgewinn bezüglich der Leistungsfähigkeit und Tauglichkeit im realen Einsatz liefern.

Doctoral research topic

2020-08-20

Max Hödel

Photogrammetric surface inspection of stamped car body components via machine learning of defect appearances

Premium automobiles are subject to extremely high standards in terms of exterior appearance. Since the exterior of a car consists primarily of stamped metal components, it is vital to pay attention to a multitude of quality criteria in the press shop, where these components are made. The most pertinent of these parameters are: the freedom from surface defects (e.g. bulges, scratches, notches) on visible areas, the freedom from cracks and necking, as well as geometric conformity (nominal-actual deviation). The conformity with these standards is often only achieved by means of a quick visual inspection of each component upon removal from the outfeed belt, with sensor measurements only being conducted intermittently. The absence of an automated sensory inspection of each individual component is owed to environmental factors such as lighting conditions, conveyor belt speeds, vibrations, oiling, as well as the use of various metals in the same press. This means that a continuous, comprehensive quality inspection of all components and an according process regulation are not yet possible. This setback could be alleviated by new high-precision inspection technologies, however these technologies do not yet present comprehensive solutions for press shop production.

Within the bounds of this work the first step will be to model the deployment scenario in accordance with the aforementioned environmental constraints. On the basis of this model, different inspection technologies such as deflectometry, structured-light and fringe projection will be then evaluated regarding their performance. In a further step a deep learning approach will be deployed in order to detect and classify various defect types using sensor inputs. To do so, reference data of defect appearances will be manually created and used to train a neural network (discriminator). This network will then be expanded upon by a generative component in order to generate synthetic input data. By coupling the discriminator and generator, a component-invariant defect detection is to be attained. The quality of defect detection will then be evaluated with regards to parameters including defect severity, component geometry, as well as material. An evaluation shall then be conducted on the basis of real sensor inputs of car body components.

The modelling of the production environment is expected to lead to an optimized and objectivized approach regarding the evaluation of new potential technologies. The experiments on parameter variation are expected to deliver new insights into the performance and viability of these new systems in real-world production.