

InspectionCopter

Entwicklung einer Drohne mit Anhaftungsvorrichtung zur Inspektion von Windkraftanlagen



Links: Drohne bei Wartung und Inspektion einer Windenergieanlage, Quelle: BIBA GmbH | Oben: Industriekletterer an Windenergieanlage, Foto: Deutsche Windtechnik AG

Motivation

Die regelmäßige Rotorblattinspektion von Windenergieanlagen ist notwendig, um Schäden rechtzeitig zu erkennen und hierdurch bedingte Stillstände zu vermeiden. Hierzu ist die Oberfläche des Rotorblatts auf Schäden, Verschmutzungen und Verfärbungen zu untersuchen sowie die Blitzschutzvorrichtungen zu prüfen. Aktuell muss dafür ein Industriekletterer zur Gondel der Anlage aufsteigen und sich am Rotorblatt bis zur Rotorblattspitze abseilen. Dieses Verfahren für die flächendeckende Begutachtung der Oberfläche und Prüfung der Blitzschutzvorrichtung kann die Kletterer in Gefahrenlage bringen und ist mit hohen Kosten und langen Stillstandzeiten verbunden.

Vorgehen

Im Rahmen des Projekts wurde eine Drohne für die automatische Rotorblattinspektion von Windenergieanlagen entwickelt. Hierzu wurde die Drohne mit optischen Sensoren ausgestattet, welche es erlauben die Oberfläche der Rotorblätter hochauflösend zu erfassen. Die so entstandenen Bilder werden mittels maschineller Lernverfahren zur Laufzeit auf Defektstellen untersucht. Darüber hinaus wurde eine Anhaftungsvorrichtung für die Drohne entwickelt, mit welcher ein Kontakt zwischen Drohne und der Rotorblattspitze zur Messung

des Blitzschutz-Widerstandes hergestellt werden kann.

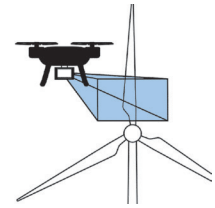
Ergebnis

Im Rahmen von InspectionCopter entwickelte das BIBA ein Verfahren zur automatischen kamerabasierten Defekterkennung auf Rotorblättern. Hierfür wurde ein Datensatz mit über 1000 hochauflösenden Bildern von defekten Rotorblättern erstellt und für das Training eines Defekterkennungsalgorithmus basierend auf Convolutional Neural Networks genutzt. Für eine schnelle Defekterkennung auf mobiler Hardware wurden mittels Gewichtsquantisierung optimierte neuronale Netze für die Ausführung auf Field-Programmable Gate Arrays (FPGA) erstellt und erfolgreich getestet. Für die Bildaufnahme wurde mit Laufzeiten unter 50 ms sowie Erkennungsraten über 97 % ein Zwei-Kamerasystem entwickelt, um Defekte gleichzeitig präzise erkennen (Kamera mit engem Fokus) und lokalisieren zu können (Weitwinkelkamera)

Publikationen

Giefer, L. A.; Staar, B.; Freitag, M.: FPGA-Based Optical Surface Inspection of Wind Turbine Rotor Blades Using Quantized Neural Networks. In: Electronics, 9(2020)11, pp. 15

Denhof, D., Staar, B., Lütjen, M., & Freitag, M. (2019). Automatic optical surface inspection of wind turbine rotor blades using convolutional neural networks. Procedia CIRP, 81, 1166-1170.



LAUFZEIT:

01.2018 – 12.2020

ANSPRECHPARTNER:

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

ADRESSE:

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



Das BIBA ist ein ingenieurwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Exzellenzuniversität 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:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

FÖRDERPROGRAMM:



PROJEKTPARTNER:



InspectionCopter

Development of an unmanned aerial vehicle (UAV) with an attachment mechanism for the automatic inspection of wind turbines



Left: UAV inspecting a wind turbine, Source: BIBA GmbH | Above: Industrial climber working on wind turbine, Photo: Deutsche Windtechnik AG

Motivation

Regular rotor blade inspection of wind turbines is necessary in order to detect damage early enough and prevent standstills. For this purpose, the surface of the rotor blade should be examined for damage, dirt, and discoloration. Furthermore, an inspection includes testing the lightning protection devices installed in the rotor blades. For the test of the lightning protection device, a connection must be made between the tip of the rotor blade (receiving point for lightning) and the base of the tower (earthing the lightning protection). Hereby the resistance of the lightning protection device can be measured and determine damages of the electrical conductors. Currently, an industrial climber has to climb up to the nacelle of the system and rappel on the rotor blade to the rotor blade tip. This method of surface inspection and lightning protection testing can put climbers in danger and involves high costs and long downtimes.

Approach

As part of the project, a drone for rotor blade inspection on wind turbines was developed. For this purpose, the drone is equipped with optical sensors which allow high-resolution detection of the surface of the rotor blades. The resulting images are examined for defects at runtime using machine learning methods. In addition, an attachment device for the drone was developed. That device establishes con-

tact through the drone between the rotor blade tip and the base of the tower to measure its resistance. In order to ensure low weight, the structure of the drone with integrated air and cable ducts, as well as joints, was manufactured by a selective and additive laser sintering process.

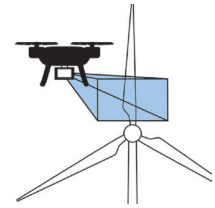
Results

Within the project, BIBA developed a method for automatic camera-based defect detection on wind turbine rotor blades. To achieve this, we developed a dataset of >1000 high-resolution images of defective rotor blades and used this to train and validated a defect detection algorithm based on Convolutional Neural Networks. To ensure fast detection on mobile hardware, we used weight quantization to implement and successfully test neural networks on field-programmable gate arrays (FPGA). For image acquisition, a two-camera system was developed to enable simultaneous defect detection (high precision, narrow field of view) and localization (wide-angle camera).

Publications

Giefer, L. A.; Staar, B.; Freitag, M.: FPGA-Based Optical Surface Inspection of Wind Turbine Rotor Blades Using Quantized Neural Networks. In: Electronics, 9(2020)11, pp. 15

Denhof, D., Staar, B., Lütjen, M., & Freitag, M. (2019). Automatic optical surface inspection of wind turbine rotor blades using convolutional neural networks. Procedia CIRP, 81, 1166-1170.



DURATION:

01.2018 – 12.2020

CONTACT:

Benjamin Staar, M. Sc.
E-mail: sta@biba.uni-bremen.de
Tel.: +49 421 218 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 ranked among the University of Excellence. 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:



on the basis of a decision by the German Bundestag

PROGRAM COORDINATION:



PROJECT PARTNERS:

