

RiSPECT

Riblet Inspection and Efficiency Assessment Technology

Programm / Ausschreibung	Beyond Europe, Beyond Europe, 3. AS Beyond Europe Koop. F&E 2018	Status	abgeschlossen
Projektstart	04.11.2019	Projektende	03.11.2022
Zeitraum	2019 - 2022	Projektlaufzeit	37 Monate
Keywords	Drag Reducing Surfaces, Riblets, Machine learning; computational imaging; photometric stereo; deep learning		

Projektbeschreibung

Mikrostrukturoberflächen auch Riblet Surfaces genannt reduzieren Strömungswiderstände und führen zu einer steigenden Effizienz in diversen Anwendungen. Riblet Oberflächen können den Spritverbrauch in diversen Anwendungsbereichen wie zum Beispiel bei Hochgeschwindigkeitszügen oder der Luftfahrt substantiell verringern. Bei Windkraftwerken sorgen Ribletoberflächen für einer Steigerung der gewonnen elektrischen Energie und senken die Lärmbelastung. Aus diesen Gründen, wurden in den letzten 10 Jahren von Seiten der Industrie große Investitionen in die Entwicklung, Fertigung und auch Anwendung von Ribletoberflächen getätigt. Die Effizienzsteigerungen hängen jedoch zu einem großen Teil von der Qualität der Ribletoberflächen ab. Daher ist es von größter Wichtigkeit spezielle Messverfahren zur Qualitätssicherung einzusetzen. Diese Verfahren sind jedoch derzeit sehr zeit- und kostenintensiv. Daher ist die Entwicklung von geeigneten Messverfahren, die einfach zu bedienen und kostengünstig sind, von größter Wichtigkeit.

Im Projekt RiSPECT fokussieren wir auf diese Problemstellung und schlage die Verwendung des maschinellen Lernens als Basis für effiziente Messverfahren vor. Im Speziellen wollen wir Deep Neural Networks zur Klassifikation und Bewertung der Qualität von Ribletoberflächen verwenden. Der vorgeschlagene Ansatz verwendet Beispielfelder und Simulationen von verfügbaren Ribletoberflächen zum Zweck des Lernens von Qualitätsmaßen aus Bildern. Dies erfordert eine sehr große Anzahl von Bildern, die sowohl korrekte Oberflächen als auch fehlerhafte Oberflächen abbilden müssen um für das maschinelle Lernen anwendbar zu sein. Im Rahmen von RiSPECT wird dazu eine Datenbank erstellt und die entsprechend notwendige Ausrüstung für die Bilderstellung entwickelt. Die in der Datenbank gespeicherten Bilder basieren auf vorhandenen EASA zertifizierten Testdaten, hochpräzisen REM Bildern und CFG Simulationen. Da maschinelles Lernen basierend auf Neuronalen Netzen anfällig für diverse Attacken ist, kommt der Verifikation & Validierung im Rahmen von RiSPECT eine große Bedeutung zu. Im Speziellen werden wir darauf fokussieren, dass geringe Änderungen bei vorhandenen Oberflächenbildern nicht zu einer falschen Bewertung führen um so die Robustheit der Gesamtanwendung sicherzustellen. Das Hauptziel von RiSPECT ist die Bereitstellung von Grundlagen zur Automatisierung der Qualitätssicherung im Bereich der Wartung im Einsatz von Ribletoberflächen basierend auf Bilddaten, um die Gesamtkosten für die Qualitätssicherung zu reduzieren. Zu diesem Zweck, werden wir am Ende des Projekts eine Evaluierung der vorgeschlagenen Methoden an verschiedenen Oberflächen von Anwendungen (verschiedene Industrien) durchführen.

Abstract

Micro-structured surfaces (riblet surfaces) reduce drag, and as a consequence, allow increasing efficiency in various flow applications. Therefore, riblet surfaces can save fuel consumption substantially in industrial applications like aircrafts and high-speed trains or to increase energy output of wind turbines and lower noise emission. In the last ten years industry did massive investments in the development, production and application of riblet surfaces. Efficiency gains depend on the quality of the riblet surface. Therefore, it is very important to make use of special inspection equipment in order to assure the quality of the riblet surface in terms of their expected reduced drag behavior. Unfortunately, the current inspection processes being used are very time- and cost- intensive. Thus, there is a need for easy to use and inexpensive inspection devices allowing to estimate the riblet surface's properties during maintenance processes on several applications (aircrafts, windturbines, etc.).

In RiSPECT we propose to apply machine learning and in particular deep neural networks for classifying and predicting the quality of riblet surfaces for the first time. The proposed approach makes use of example images obtained from available riblet surfaces and simulations for this purpose. Because of the need for having a larger number of labelled images comprising riblet surfaces with and without defects, RiSPECT will provide a database of such images that are acquired using a tailored machine vision system to be developed as part of the project. The images stored in a database rely on EASA certified riblet test bench, high precise SEM pictures and CFD simulations. Because of the fact that machine learning applications based on neural networks are vulnerable, verification & validation becomes a critical issue of RiSPECT. In particular, we will focus on how to prevent small image changes that lead to misclassification and erroneous quality predictions. This will increase the robustness of the overall application.

The main objective of RiSPECT is to come up with the foundations behind an automated system for estimating the quality of riblet surfaces based on image data that reduces the overall costs for quality assurance measures within the riblet surface maintenance. For this purpose, RiSPECT also includes a sophisticated case study to be carried out at the end of the project.

Projektkoordinator

- bionic surface technologies GmbH

Projektpartner

- Technische Universität Graz
- AIT Austrian Institute of Technology GmbH
- University of Wyoming