

## FlexSpect.AI

Flexible robust inspection through domain adaptation and human perception modelling

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Produktion der Zukunft, Produktion der Zukunft, PdZ - 2021 Nationale Projekte	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.05.2022	<b>Projektende</b>	31.10.2025
<b>Zeitraum</b>	2022 - 2025	<b>Projektlaufzeit</b>	42 Monate
<b>Keywords</b>	Domain Adaptation, AI, Active Learning, Aesthetics Perception, Automated Visual Quality Control		

### Projektbeschreibung

Für die Produktion von hochwertigen Waren ist eine automatisierte visuelle Qualitätsprüfung (AVQI) unverzichtbar. Industrieunternehmen machen jedoch oft die Erfahrung, dass deren Einrichtung zeitaufwändig, fehleranfällig und kostenintensiv ist. Sie führen zwangsläufig zu einer unnötigen Verschwendung von Ressourcen und einem hohen Energieverbrauch.

Der technische Grund liegt in einer hohen Abhängigkeit zum Menschen, da Maschinen nicht in der Lage sind, "Qualität" gleich wie Menschen wahrzunehmen. Es ist eine große Menge an Trainingsdaten nötig, um Entscheidungen richtig zu lernen. Durch die menschliche Einbeziehung kommen auch unerwünschte Faktoren wie z.B. unterschiedlichen Bewertungen zwischen Individuen oder Qualitätseinbußen aufgrund von Ermüdung zur Geltung.

Das beantragte Projekt adressiert diese Probleme mit einem Human Aesthetic Perception Module, welches die menschliche Beurteilung durch eine quantifizierbare Technologie ersetzt, sowie der Implementierung eines vielversprechenden Domänenanpassungsansatz zur Wiederverwendung vorhandener Daten, welcher alle wichtigen Faktoren des Transferlernens abdecken kann. Diese Faktoren sind Änderungen der Quelldomänen, Änderungen des Distanzmaßes und die Wahl der Hyperparameter. All dies wird durch Active Learning unterstützt, das die menschliche Interaktion reduzieren soll. Die Anwendbarkeit wird in zwei Proof-of-Concept-Anwendungsfällen gezeigt, einem für den Hochgeschwindigkeitsdruck von Verpackungsmaterial und einem für die Kunststoffformung von 3D-Teilen. Weiters werden Best-Practice-Leitlinien für Anwendungen in anderen Bereichen ausgearbeitet.

Das Alleinstellungsmerkmal des Projekts ist ein robustes Transfer-Learning-Konzept für die automatisierte visuelle Qualitätsprüfung, welches eine erhebliche Verringerung des menschlichen Aufwands, eine Erhöhung der Prozessstabilität und eine Verringerung der Ressourcenverschwendung bei Produktwechseln in der flexiblen Produktion ermöglicht.

Die Ergebnisse stützen sich auf bereits durchgeführte Forschungsarbeiten zur geschlechtsspezifischen Wahrnehmung und haben das Potenzial, mehr als 221 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr einzusparen.

Die Partner wurden sorgfältig ausgewählt, um alle wichtigen Aspekte abzudecken und die Kompetenzen gegenseitig zu ergänzen. PRO und SCCH bringen ihr fundiertes wissenschaftliches Wissen ein, während die internationalen operativen Partner SF und GPI die industrielle Anwendbarkeit sicherstellen. Was die Zusammensetzung des Projektteams in Bezug auf die Ausgewogenheit der Geschlechter betrifft, so liegt der Frauenanteil über dem österreichischen Durchschnitt.

Alle Partner erwarten einen hohen wissenschaftlichen und technologischen Nutzen und planen, ihre Forschungsteams mit diesem Projekt zu erweitern. Für SF würde dies auch bedeuten, eine neue F&E-Einheit in Österreich aufzubauen. Die erwarteten Ergebnisse sind von hohem Nutzen für die Partner, aber auch allgemein genug, um für andere Produktionen verwendet werden zu können.

Das Projekt steht im Einklang mit der Ausschreibung und würde es ermöglichen, bestehende AVQI-Systeme zu zuverlässigen Cyber Physical Systems weiterzuentwickeln.

## **Abstract**

Automated Visual Quality Inspection (AVQI) is a vital technology to enable high-quality goods production. However, it is common experience in industry, that their setup is time-consuming, error-prone and cost intensive. This inherently induces unneeded waste of resources as well as high energy consumptions.

The technical reason for that is the large dependency on human operators, as machines are unable to perceive quality equal to humans, and need a high amount of training data to learn things correctly. Unfortunately, this bounds results to human factors as different rating between individuals or decrease of quality due to fatigue.

The envisioned project targets that with a Human Aesthetic Perception Module which replaces human judgement with quantifiable technology, as well as the implementation of a promising domain adaptation approach to reuse existing data, able to cover all important factors of transfer learning. These factors are changes of source domains, changes of the distance measure, and choice of hyperparameters. All of this will be supported through Active Learning, which is intended to reduce human-interaction. The applicability will be shown in two proof-of-concept use cases, one in high-speed printing of packaging material, and one in plastic moulding of 3D parts. Best practice guidelines for adoption to other domains will be elaborated.

The USP of the envisioned project is a robust transfer-learning concept for automated visual quality inspection, which brings significant decrease of human effort, increase of process stability, and reduces resource waste when changing products in flexible production.

The results will rely on previously conducted research on gender bias and has the potential to save more than 221 CO2 equivalent tons per year.

The partners are carefully chosen to cover all important aspects of the envisioned project and supplement each other's competences. PRO and SCCH bring in their in-depth scientific knowledge, whereas the international operating partners SF and GPI ensure the industrial applicability. Regarding the composition of the project team in terms of gender balance, the proportion of women is above the Austrian average.

All partners expect high scientific and technological benefit and plan to expand their research teams with this project. For SF this would also mean to build a new R&D unit in Austria. The awaited results are of high usage for partners, but also general enough to be applied for the other goods productions.

The whole project is in line with the call and would allow legacy AVQI systems evolving to reliable Cyber Physical Systems.

## **Projektkoordinator**

- PROFACTOR GmbH

## **Projektpartner**

- Greiner Packaging International GmbH
- Software Competence Center Hagenberg GmbH

- adapa Holding GesmbH