

Machine Learning-gestützte Leichtbauroboter sorgen für Flexibilität bei der Qualitätskontrolle in der Automobilindustrie

Der rasante technologische Fortschritt und steigende Kundenerwartungen sorgen dafür, dass Produzenten ihre Fertigungsstraßen immer öfter und immer kurzfristiger umrüsten müssen. Vor diesem Hintergrund nutzt die BMW Group in einer Fertigungslinie in Dingolfing eine anpassungsfähige Lösung, die umprogrammierbare industrielle Leichtbauroboter, IT-gestützte Bilderkennung (Computer Vision) und KI-gestützte Lernmodelle vereint. Dadurch ließ sich die Qualitätskontrolle optimieren und zugleich flexibilisieren.

Die Herausforderung: Qualitätskontrolle verschiedener Komponenten in derselben Produktionslinie

Die optische Qualitätskontrolle von Komponenten mittels Bildverarbeitung auf der Basis künstlicher Intelligenz (KI) ist in der Industrie inzwischen Standard. Da sich heute Technologien ständig weiterentwickeln und verbessern, ändern sich auch die Komponenten immer häufiger, die eine Fertigungsstraße durchlaufen. Traditionell ist ein Komponentenwechsel mit einer arbeits- und zeitintensiven Umrüstung der Fertigungsstraße verbunden, was sich auf den Umsatz auswirken kann – schließlich fordert der Kunde von heute kürzere Wartezeiten, ohne aber bei Qualität und Kosten Abstriche machen zu müssen.

Damit stand die Frage im Raum, wie man eine Produktionslinie am besten per Retrofitting nachrüsten kann, um weiterhin allen Herausforderungen gewachsen zu sein und dabei ein breites Spektrum von Anwendungsanforderungen zu erfüllen. Ziel war es, eine Lösung zu finden, die generisch und flexibel genug ist, um sich leicht an den rasanten Wandel des globalen Marktes anzupassen. Erstens sollte die Produktionslinie modular aufgebaut sein und aus Fertigungseinheiten bestehen, die schnelle und häufige Modifikationen erlauben. Zweitens wollte man die Bilderfassung an mobile Stationen auslagern, die sich in das modulare Design integrieren lassen. Schließlich ist der sichere, schnelle Austausch von Sensordaten und Aktorenbefehlen zwischen den Modulen für die reibungslose und robuste Performance unerlässlich.

Die Lösung: Mit Kameras bestückte programmierbare Leichtbauroboter, die mit KI-Modellen verknüpft sind

An zahlreichen Produktionsstätten ergänzen kollaborative Leichtbauroboter an der Fertigungsstraße bereits die menschliche Flexibilität. Für die Zukunftssicherheit moderner Industrieroboter sorgt dabei der Umstand, dass sie sich umprogrammieren und je nach Fertigungsszenario auch um zusätzliche Komponenten wie etwa Kameras ergänzen lassen. Hier haben Fortschritte in der Robotertechnologie zu einer neuen Ära der No-Code-Implementierung geführt. Denn dadurch ist für das Anlernen (Teaching) der Industrieroboter kein Expertenwissen mehr erforderlich.

Die No-Code-Softwareplattform der Wandelbots GmbH – eines Dresdner Startup-Unternehmens – erfasst dabei die mittels handgeführten Eingabegeräts – dem TracePen – durchgeführten Bewegungen und übersetzt sie in die jeweilige roboterspezifische Programmiersprache. So ermöglicht sie es, einen oder mehrere Roboter gleichzeitig zu trainieren, umzuprogrammieren und die Daten einem oder mehreren Robotern bereitzustellen. Dank des No-Code-Ansatzes kann ein produzierendes Unternehmen zeitnah auf veränderte Fertigungsanforderungen reagieren.

Die Bestückung dieser Roboter mit einer Kamera ermöglicht es nun, Bilder für die Computer-Vision-basierte automatisierte Qualitätskontrolle zu erfassen. Wie die Bewegungen des Roboterarms, so sind auch für die erfassten Bilder für eine spezifische Komponente oder ein bestimmtes Anwendungsszenario maßgeschneidert. Das Verfahren ermöglicht so Bilder von höherer Qualität, da der Kamera keine anderen Elemente als Hindernisse im Weg stehen und die Erfassungswinkel sich für die optimale Perspektive feinjustieren lassen. Höherwertige Bilder wiederum steigern die Präzision der KI-gestützten Beurteilung und damit die Effizienz der Qualitätssicherung in der Werkshalle.

Die Rolle der Cloud: KI-Modelle schnell erstellen und nutzen

Ob ein gefertigtes Teil den Qualitätssicherungsstandards genügt oder nicht, ermitteln die Roboter anhand der Auswertung der erfassten Bilder auf der Basis von KI-Modellen. Der schnellen und unkomplizierten Erstellung dieser KI-Modelle dient die Anbindung der Roboter an die RCV-Softwareplattform (Realtime Computer Vision) des ebenfalls in Dresden ansässigen Digitalisierungsspezialisten Robotron Datenbank Software GmbH. Robotron automatisiert dabei die Ermittlung relevanter Informationen und den RCV-Workflow – von der Bildannotation über das KI-Modelltraining und das Deployment bis zur Inferenzinfrastruktur für die optische Qualitätskontrolle – mittels Microsoft Azure MLOps (Machine Learning Operations).

Für das rechenaufwendige iterative Training der Machine-Learning-Modelle liefert MLOps den Datenwissenschaftlern die erforderliche GPU-Rechenpower (Graphics Processing Unit) in Cloud-typisch dynamischer Skalierung. Denn kurzfristig kann Robotrons Bedarf an Grafikkprozessoren um den Faktor zehn steigen. Ebenso wichtig wie die schnell skalierbare Rechenleistung ist für die Datenwissenschaftler, dass MLOps den Lebenszyklus von Machine Learning-Modellen durchgängig abdeckt, während die Plattform zugleich Schnittstellen für die Anbindung von Drittsystemen bereitstellt.

„Die End-to-End-Pipeline umfasst alle Features, die man über die Entwicklung und Einsatzdauer von Machine-Learning-Modellen hinweg benötigt“, erläutert Dr. Deepa Kasinathan, Product Manager & Group Leader bei der Robotron Datenbank-Software GmbH. „Wir nutzen allerdings unsere eigene Machine-Learning-Training-Pipeline. Diese können wir über Schnittstellen mit der Release-Pipeline von Azure MLOps koppeln und damit den gesamten Machine Learning-Lebenszyklus abbilden.“

Auf diese Weise lassen sich die Modelle zeitsparend trainieren und dann mit wenigen Klicks in Betrieb nehmen. MLOps erzeugt dabei automatisch einen Audit Trail und stellt die Integrität der Assets sicher, um die regulatorischen Anforderungen zu erfüllen. Mittels Azure Active Directory liefert Microsoft das passende Rechte- und Rollenkonzept, um die nahtlose Zusammenarbeit der IT-, DevOps- und Data-Science-Teams zu gewährleisten – selbst über Unternehmensgrenzen hinweg.

Auch diese Technologien schreiten rasch voran: Robotron – als KI-Spezialist ein Early Adopter von Microsoft KI und Machine Learning-Neuerungen, der auch schon an entsprechenden geschlossenen Betatests mitwirkte – ist derzeit damit befasst, sein Konzept schnell anlernbarer Roboter so zu erweitern, dass es sich zügig auch für andere Einsatzfälle nutzen lässt. Die No-Code-Programmierung von Wandelbots wiederum bietet ebenfalls ein breites Spektrum potenzieller Use Cases – denn die optische Qualitätskontrolle ist dabei nur ein Fall von vielen. Entsprechend arbeitet Wandelbots daran, skalierbare Modelle in den Azure Marketplace einzubringen.

Umprogrammierbare Leichtbauroboter, die eine Vielzahl von Tätigkeiten ausführen können, sind die beste Wahl für modulare und flexible Produktionslinien. Sie liefern eine anpassungsfähige Plattform für Produktionsschritte wie etwa die optische Qualitätssicherung mittels KI-gestützter Computer Vision auf der Basis von Machine-Learning-Modellen. Für deren Training, Deployment und Auditing stellt Microsoft mit Azure MLOps eine bewährte und dynamisch skalierbare Cloud-Umgebung bereit, die den gesamten Machine Learning-Lebenszyklus abdeckt. Dank der Nutzung all dieser zukunftsweisenden Aspekte hat das Werk Dingolfing der BMW Group eine ebenso effiziente wie agile Fertigungslösung erzielt. Die Lösung ist leicht auf andere Produktionslinien übertragbar und bringt damit frischen (Fahrt-)Wind in die Automobilindustrie – und zugleich ebnet die hier verwendeten Technologien branchenübergreifend den Weg zur agilen industriellen Fertigung.

„Wir nutzen unsere eigene Machine-Learning-Training-Pipeline. Diese können wir über Schnittstellen mit der Release-Pipeline von Azure MLOps koppeln und damit den gesamten Machine Learning-Lebenszyklus abbilden.“

Dr. Deepa Kasinathan, Product Manager & Group Leader, Robotron