

# Neue Möglichkeiten in der Bildverarbeitung

## KI-Vision-Technologie als effizientes Werkzeug

Um bei neuen Bildverarbeitungstools, die mit künstlicher Intelligenz arbeiten, ein Akzeptanz-Level wie bei bewährten Methoden zu erreichen, müssen die neuen Systeme ihre Nutzbarkeit unter Beweis stellen. Benutzerfreundliche Software-Werkzeuge können Anwendern ohne Erfahrung KI-basierte Bildverarbeitung näher bringen.

Heiko Seitz

**E**ine automatisierte, bildbasierte Qualitätskontrolle mit künstlicher Intelligenz hat viele Vorteile gegenüber manuellen Kontrollen durch den Menschen oder gar klassischen Machine-Vision-Ansätzen, die auf vordefinierten Regeln basieren. Mit wenig Aufwand und Training

lernt eine künstliche Intelligenz Produktanforderungen zu erkennen. Kratzer, Risse, Formfehler und andere Mängel von Objekten werden zuverlässig und ermüdungsfrei identifiziert. Anschließend lassen sich die jeweiligen Produkte einfach aussortieren, bevor sie zum Kunden gehen oder weiter-

verarbeitet werden. Warum fehlt trotz allem die flächendeckende Akzeptanz für den Einsatz von Lösungen mit künstlicher Intelligenz und warum steht die Technologie noch immer am Anfang ihrer Wachstumsphase? Eines der größten Probleme der aktuellen KI-Vision ist der Erfahrungs-

mangel bei den Anwendern. KI-Vision-Technologie umfasst so viele neue Methoden und Teilkomponenten, dass Unternehmen – vor allem KMU – oftmals nicht wissen, welche für sie geeignet sind. Oft haben sie überhaupt nicht die Zeit, die Manpower oder den Mut, die neue Technologie in all ihren Facetten ausführlich zu evaluieren.

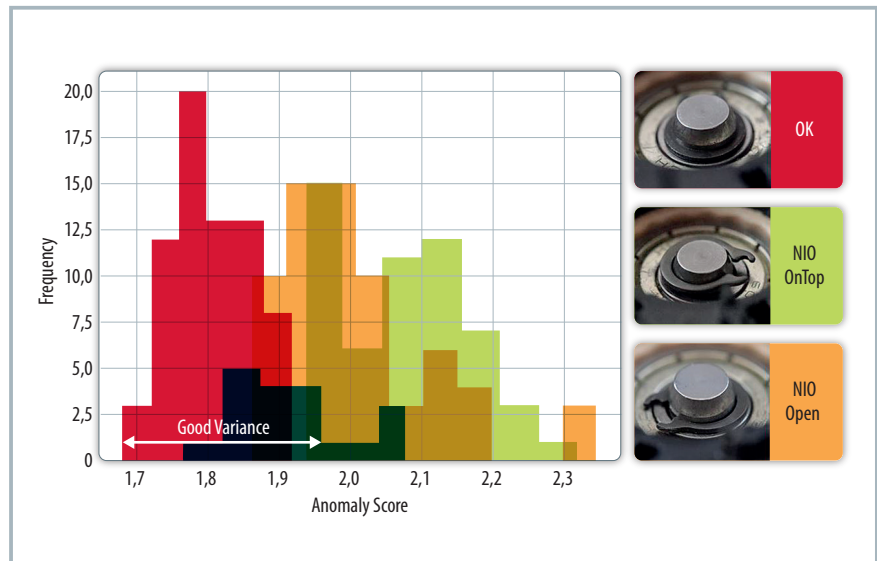
Viele Unternehmen stellen sich die Frage, ob KI-Vision für eine bestimmte Aufgabe überhaupt geeignet ist beziehungsweise diese lösen kann. Das führt oft dazu, dass die bereits vorhandenen Möglichkeiten intelligenter Technologien gar nicht erst evaluiert werden. Um ein Akzeptanz-Level wie die bewährten klassischen Bildverarbeitungsmethoden zu erreichen, müssen Systeme mit künstlicher Intelligenz weiterhin im industriellen Umfeld reifen und ihre Nutzbarkeit unter Beweis stellen. Bereits jetzt können benutzerfreundliche Software-Werkzeuge hier eine Brücke schlagen. Anwendern ohne Erfahrung ist es so möglich, KI-Vision zu nutzen.

### Qualitätskontrolle für neue Zielgruppen

Der größte Vorteil KI-basierter Methoden ist es, dass sie gänzlich anders funktionieren als regelbasierte Ansätze. Das ermöglicht es Anbietern, ganz neue Werkzeuge für die Bildverarbeitung zu entwickeln, die viel intuitiver einsetzbar sind. Mit ihnen können schon heute menschliche Qualitätsanforderungen durch maschinelles Lernen auf KI-basierte Bildverarbeitungssysteme übertragen werden, um Prozesse zu optimieren und zu automatisieren. Dabei muss oft keine einzige Zeile Quellcode geschrieben werden, wodurch sich KI-Vision für ganz neue Zielgruppen empfiehlt, die nicht mehr zwingend über Programmierkenntnisse verfügen müssen. Machbarkeitsanalysen sind damit von den Mitarbeitern durchführbar, die selbst am meisten Kenntnis von Produkten und deren Besonderheiten haben. Unternehmen sind in der Evaluationsphase damit nicht mehr zwingend auf Programmierer und Bildverarbeitungsexperten angewiesen.

### Unstrukturierte Situationen als Herausforderung

Überall dort, wo sich die Qualitätssicherung unterschiedlichen, unstrukturierten Situationen gegenüberstellt, kommt die re-



Die Validierung eines trainierten CNN mit Testdaten bekannter Fehlerklassen zeigt einerseits, wie gut das Netz Fehler identifiziert, und zudem wie stark die Ergebnisse variieren. © Imaging Development Systems GmbH

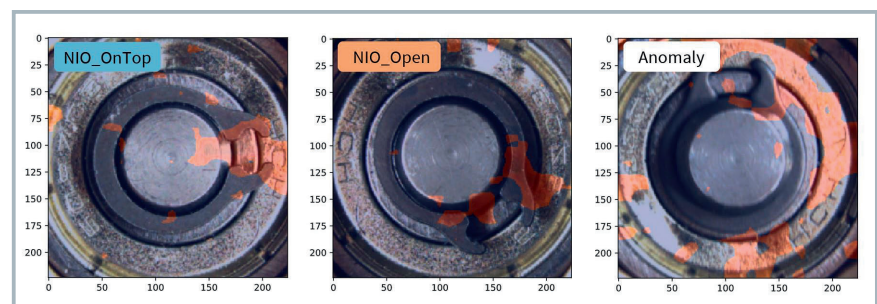
gelbasierte Bildverarbeitung an ihre Grenzen. So beispielsweise bei der Kontrolle von Sprengringen, die drehbare Wellen im Maschinenbau sichern. Hier sorgt nur ein vollständig in der Wellenkerbe eingerasteter Sicherungsring für eine 100-prozentig verlässliche Verbindung. Ein fehlerhafter Sitz des Rings kann Produktschäden nach sich ziehen. Die Aufgabe der Qualitätssicherung scheint in diesem Falle einfach: Prüfe, ob der Ring richtig eingerastet ist! Tatsache ist jedoch, dass diese Prüfung von Menschenhand durchgeführt wird, da bisher keine sichere Automatisierungslösung gefunden wurde. Tests mit regelbasierter Bildverarbeitung konnten lediglich sicherstellen, ob die Wellensicherung vorhanden ist oder fehlt. Im besten Fall konnte man ermitteln, ob die Ohren des Sprengrings weiter auseinander stehen, als sie sollten. Damit ist dieser jedoch nicht unbedingt sicher eingerastet, sondern könnte auch einfach nur locker aufliegen. Die marginalen Bild-

unterschiede der Fehlerfälle können regelbasiert nur mit sehr viel Aufwand und ständiger Nachjustierung beschrieben und erkannt werden.

Eine Machbarkeitsanalyse mit Machine-Learning-Methoden zeigte, dass nur weniger als 300 Bildbeispiele von korrekten und fehlerhaften Fällen erforderlich waren, um ein neuronales Netz zu trainieren, das den fehlerhaften Sitz der Sprengringe mit hoher Sicherheit erkennen konnte. Eine manuelle Sichtprüfung ist damit nur noch bei sehr wenigen unsicheren Ergebnissen notwendig.

### Bestmögliche Ergebnisse durch Training

Wie gut ein neuronales Netz durch sein Training funktioniert, lässt sich durch Tests mit Beispielbildern validieren. Ein Testlauf mit Bildern bekannter Fehlerklassen liefert dabei Aussagen über die Lerngenauigkeit und die Qualität der KI-Ergebnisse. Je »»



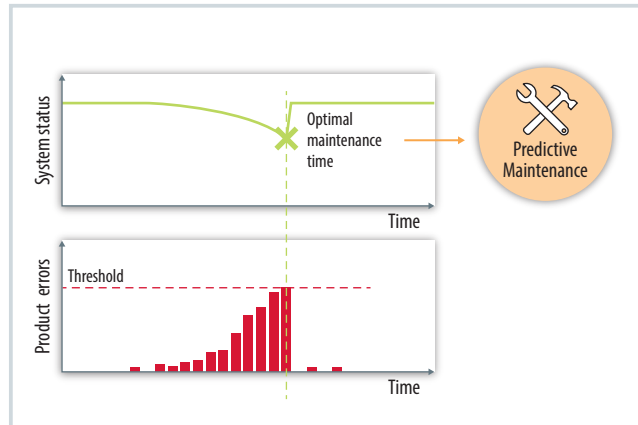
Attention Maps zeigen die relevanten Bildpixel und erklären somit visuell, wie KI-Vorhersagen zustande kommen. © IDS Imaging Development Systems GmbH

deutlicher sich die Wahrscheinlichkeiten für *gute* und *schlechte* Fälle voneinander unterscheiden, desto klarer lässt sich ein entscheidender Grenzwert zwischen *gut* und *schlecht* festlegen, um später im produktiven Betrieb so wenig wie möglich fehlerhaft erkannte *Gut*- bzw. *Schlecht*-Fälle zu erzeugen. Die beim Test ermittelte Varianz der Gut-Wahrscheinlichkeiten hilft dabei zudem, die Produktionsumgebung zu optimieren. Denn auch bei der KI-Analyse gilt, je weniger die Umgebungsbedingungen und damit irrelevanten Bildinhalte variieren, desto konkreter können Qualitätsausagen über die relevanten Unterscheidungsmerkmale getroffen werden.

### Anomaly Detection für das Plus an Zuverlässigkeit

Qualitätsentscheidungen mittels Lösungen, die künstliche Intelligenz nutzen, sind durch ein klar definiertes Regelwerk nicht nachvollziehbar. Die Algorithmik gleicht eher einer Blackbox. Dennoch sind Ergebnisse erklärbar. Werkzeuge wie Attention Maps oder Anomalie Maps visualisieren, wo die für Vorhersagen relevanten Pixel im Bild liegen und mit welchem Maß sie zum entsprechenden Ergebnis beitragen.

Im Fall der Sprengprüfung zeigen diese Overlays auf die relevanten Merkmale der bekannten Fehlerklassen. Speziell mit der Anomaly Detection lassen sich so auch unbekannte, und damit untrainierte Feh-



Zunehmende Anomalie-Fehler können auf eine Verschlechterung eines Anlagenzustands durch Werkzeugverschleiß, Schmutz oder andere Störeinflüsse hindeuten. © IDS Imaging Development Systems GmbH

lerfälle aussortieren. Das Erkennen vorher nicht bekannter Abweichungen basiert auf den Methoden des maschinellen Lernens. Diese sind in der Lage, mehr als das antrainierte Wissen über bekannte Merkmale zu nutzen und auch unbekannte, neu entstehende Probleme signalisieren zu können. Als Beispiel führte ein unscharfes Kamerabild dazu, dass die Anomaly Map an mehreren Stellen Abweichungen markierte.

Entscheidend für die Anomaly Detection ist die Fähigkeit, jede Abweichung vom Normalfall zu erkennen, auch solche, die im Training unterrepräsentiert sind. Mit anderen Worten: solche, die gar nicht geplant waren. Wo also andere Methoden bei etwas Unbekanntem unsicher werden, manchmal sogar versagen, bleibt dieser Methode mit hoher Sicherheit nichts verborgen. Und das schließt alles ein, was im normalen Betrieb irgendwann einmal vorkommen kann. Durch kontinuierliche Daten über einen Systemzustand, zum Beispiel in Form von zunehmenden Produktfehlern oder Abweichungen, also Anomalien, ist man in der Lage einen geeigneten Zeitpunkt für die Wartung eines Systems zu bestimmen, bevor die Produktqualität zu stark absinkt oder ein Worst-Case-Szenario wie ein Anlagenausfall eintritt.

### Erste Evaluierung bildbasiert und in der Cloud

KI-Vision ist sehr vielfältig in der Qualitätssicherung einsetzbar und kann bestehende Anwendungen erweitern oder verbessern. Wichtig ist dabei Schritt für Schritt vorzugehen. Eine Machbarkeitsanalyse im Vorfeld hilft zu klären, ob eine Aufgabe tatsächlich mit KI-Vision bearbeitet werden kann, noch bevor viel Geld und Zeit für Expertenpersonal, Wissensaufbau und KI-

Systeme ausgegeben werden muss. Dazu helfen schon heute benutzerfreundliche Software-Werkzeuge, die eine erste Evaluierung rein bildbasiert und sogar in der Cloud ermöglichen. Dazu muss weder ein reales Vision System mit KI-Fähigkeiten vorhanden sein und auch keine eigene Trainingsplattform aufgesetzt werden. Dadurch lässt sich das Investmentrisiko stark reduzieren. Intuitiv nutzbare Oberflächen und einfache verständliche Workflows und Assistenten können zudem einen einfachen Einstieg für Anwender schaffen, die bislang nicht viel Erfahrung in KI oder der Bildverarbeitung und Anwendungsprogrammierung besitzen.

Dennoch erfordert KI-Vision ein gewisses Verständnis dafür, wie geeignetes Bildmaterial für ein effektives Training aussehen muss. Das ist die Voraussetzung dafür, dass später vertrauensvolle Schlussfolgerungen entstehen, die nachvollziehbar zu bewerten sind. Wichtig ist dabei auch, erfahrene Partner ins Boot zu holen, die einem nicht nur das beste KI-System versprechen, sondern den ganzen Workflow einer machine-learning-basierten Qualitätssicherung betrachten und betreuen können. Ein umfangreicher Support aus einer Hand ist auch im KI-Vision Umfeld eine nicht zu unterschätzende Erfolgskomponente. So gelingt es Bildverarbeitungslösungen mit künstlicher Intelligenz als effizientes Werkzeug in der Qualitätskontrolle zu etablieren und die damit einhergehenden Vorteile erfolgreich nutzen zu können. ■

## INFORMATION & SERVICE

### AUTOR

Dipl.-Ing. Heiko Seitz schreibt als technischer Autor für das Unternehmen IDS Imaging Development Systems GmbH in Obersulm.

### UNTERNEHMEN

Das Unternehmen IDS Imaging Development Systems GmbH mit dem Sitz in Obersulm steht für leicht zu handhabende USB, GigE und 3D Kameras mit großer Sensor- und Variantenvielfalt. Mit IDS NXT präsentiert das Unternehmen eine Vision-App-basierte Plattform mit künstlicher Intelligenz.

### KONTAKT

IDS Imaging Development  
Systems GmbH  
T +49 7134 96196-0  
<https://de.ids-imaging.com/>  
[info@ids-imaging.de](mailto:info@ids-imaging.de)