



# Für jede Aufgabe die richtige Technik

## Integration von industrieller Bildverarbeitung in automatisierte Prozesse

Von einer Montageassistenten-Kamera bis hin zu hochkomplexen, integrierten Systemen: In modernen Fertigungen lassen sich Bildverarbeitungssysteme nahezu beliebig skalieren und integrieren. Neben vier grundlegenden Integrationsstufen gibt es eine breite Palette an Anwendungsmöglichkeiten – von 1D bis 3D, von Barcode bis Robotik.

Mark Williamson

**S**chnelle und zuverlässige Inspektion rund um die Uhr macht die industrielle Bildverarbeitung zu einer unverzichtbaren Technologie in der Qualitätskontrolle. Ihr rasanter technischer Fortschritt treibt die Leistungsfähigkeit von Bildverarbeitungssystemen entscheidend voran und eröffnet eine Vielzahl an neuen Anwendungsmöglichkeiten. Eine wichtige Rolle dabei spielen die stetig steigenden Inspektionsgeschwindigkeiten, 3D-Imaging, der Einsatz von Bildverarbeitung im nicht-sichtbarem Spektrum, die Kombination verschiedener Beleuchtungstechniken, die Integration von Deep Learning und Machine Learning sowie der zunehmende Einsatz von Bildverarbeitung in der Robotik und

Embedded Vision. Doch welches System ist das richtige? Industrie 4.0, das Internet der Dinge (IoT), Cloud Computing sowie der breite Einsatz von Machine Learning und KI erweitern die Palette der Auswahlmöglichkeiten noch zusätzlich.

Dennoch wird Bildverarbeitung nicht nur in hochautomatisierten Prozessen eingesetzt, sondern auch in manuellen Montageprozessen. Insgesamt unterscheidet man vier Integrationsstufen für die Einbindung industrieller Bildverarbeitung.

### Stufe 1: Unterstützung in manuellen Montageprozessen

Viele Produkte erfordern in der Herstellung eine manuelle Montage. Entscheidend da-

bei ist die Kompetenz des Anwenders, jeden Arbeitsschritt richtig auszuführen. Meist übernimmt ein anderer Mitarbeiter die visuelle Überprüfung im Rahmen der Qualitätssicherung.

Für fehlerhafte Produkte oder Komponenten ergeben sich zwei Konsequenzen: Entweder werden sie bereits bei der Qualitätskontrolle identifiziert und ausgeschleust, oder sie gelangen zum Endkunden und werden mit großer Wahrscheinlichkeit als Mangelware zurückgegeben. Wird das Produkt nicht nachgebessert, bedeutet das in beiden Fällen unnötigen Ausschuss und schadet möglicherweise dem Ruf des Herstellers. Selbst wenn das ausgeschleuste Teil nachgebessert werden kann,

entstehen dem Hersteller zusätzliche Kosten.

Der Einsatz eines Bildverarbeitungssystems zur Inspektion reduziert erheblich die Wahrscheinlichkeit, dass der Kunde ein fehlerhaftes Produkt erhält. Allerdings lassen sich damit nicht die Kosten für die Nachbearbeitung senken. Dieses Problem kann nur eine Methode lösen, mit der Fehler bereits bei der Herstellung vermieden werden.

Unter Verwendung einer „Human Assistance“-Kamera befolgt der Anwender eine Reihe von Montageanweisungen, die in die Kamera geladen und auf einem Monitor angezeigt werden (Bild 3). Nach jedem Arbeitsschritt vergleicht das System das Ergebnis mit einer gespeicherten Vorlage, um sicherzustellen, dass alles korrekt und vollständig ausgeführt wurde. Erst dann geht man zum nächsten Schritt über. Jeder abgeschlossene Schritt wird verifiziert und aufgezeichnet, womit sich das System auch für Analysen von Montageprozessen und zur Rückverfolgung einsetzen lässt.

### Stufe 2: Integration eines manuellen Montageprozesses

Montageassistenz erweist sich als sehr effektiv, um die korrekte manuelle Montage eines Produkts zu gewährleisten, stellt aber im Wesentlichen ein eigenständiges System dar. Hier kann man einen Schritt weitergehen und den manuellen Montageprozess in das gesamte Steuerungssystem der Anlage integrieren (Bild 1). Dies ermöglicht ein ausgeklügelteres Bildverarbeitungssystem



Bild 2. Intelligentes Pick-and-Place mit robotergeführter 3D-Bildverarbeitung von LMI Technologies

(© LMI Technologies)



Bild 1. Etiketten-Verarbeitungssystem Omega SRI mit integriertem Inspektionssystem von AB Graphic International (© AB Graphic International)

tem zur Unterstützung der manuellen Montage mit einer größeren Auswahl an Mess- und Inspektionswerkzeugen und einer Funktion, Montagefehler auf einem Monitor anzuzeigen. Montageanleitungen und Fertigungsdaten können dann bei Bedarf aus einer zentralen Datenbank in das System heruntergeladen werden.

Mit diesem Ansatz lassen sich auch verschiedene Sicherheitsvorkehrungen treffen wie die Verknüpfung einer Operator-ID mit der Ausbildungskompetenz. Auf diese Weise kann das System überprüfen, ob ein Mitarbeiter, der sich für einen bestimmten Montageschritt anmeldet, für dieses Produkt geschult wurde. Ebenso könnten alle Inspektionsdaten einschließlich der Bilder in die Datenbank zurückübertragen werden, um einen vollständigen Audit-Trail für jedes montierte Bauteil zu erstellen. Außerdem erlauben moderne Bildverarbeitungswerkzeuge eine einfache Anpassung der Systemanforderungen, beispielsweise bei der Einführung neuer Produkte in die Produktion.

### Stufe 3: Automatisierte Inspektionssysteme

Automatisierte Inspektionssysteme zur Qualitätskontrolle kommen in den unterschiedlichsten Branchen und Prozessen zum Einsatz. Auch wenn sich die Konfigurationen stark unterscheiden, haben doch alle Bildverarbeitungssysteme eines gemeinsam: Sie sind in einem Prüfprozess integriert und mit einem Ausschleusemechanismus verbunden. Produkte oder Kompo-

nenten werden oft mit hohen Geschwindigkeiten geprüft und auf der Grundlage der durchgeführten Messungen als Gut- oder Schlechteil klassifiziert.

Die verschiedenen Bildverarbeitungssysteme reichen von einer eigenständigen intelligenten Kamera, bei der die gesamte Verarbeitung und Messung in der Kamera selbst durchgeführt und ein Pass/Fail-Ergebnis an den Ausschleuser zurückgegeben wird, bis hin zu PC-basierten Systemen mit mehreren Kameras und/oder mehreren Prüfstationen.

Der Schlüssel zum Erfolg ist die Fähigkeit, ein Bildverarbeitungssystem unter Berücksichtigung der für das Industrieumfeld spezifischen Anforderungen in einen Prozess zu integrieren. Bildverarbeitungssysteme lassen sich entweder von Anfang an in neue Prozesse integrieren oder auch in bestehende nachrüsten. Mit dem Aufkommen von Embedded-Vision-Systemen werden sie zunehmend auch in OEM-Geräte integriert.

### Stufe 4: Prozesssteuerung mit Hilfe von Bildverarbeitung

Der Einsatz von automatisierter Bildverarbeitung zur Qualitätskontrolle reduziert die Wahrscheinlichkeit, dass ein fehlerhaftes Produkt den Endverbraucher erreicht. Aber in Verbindung mit statistischen Verfahren zur Prozesskontrolle und Feedback lassen sich damit nicht nur Toleranzwerte überprüfen, sondern auch Trends auf Basis der Messdaten analysieren und Änderungen am Prozess vornehmen. Auf »»

diese Weise können Maßnahmen zur Anpassung des Fertigungsprozesses ergriffen werden, bevor ein Produkt außerhalb der festgelegten Toleranzwerte hergestellt wird.

Hier folgt der logische Schritt in die Industrie 4.0, wo Prozesse mit Hilfe von Big Data optimiert werden sollen, basierend auf dem Feedback der verschiedenen Sensoren, die den Prozess überwachen. Dazu gehören Standardsensoren ebenso wie intelligente Vision-Sensoren sowie hochkomplexe Bildverarbeitungssysteme und Subsysteme.

Die oben beschriebenen vier Stufen geben nur einen groben Überblick darüber, wie Bildverarbeitungssysteme eingesetzt werden können. Ihre herausragenden Fähigkeiten bieten ein weitaus größeres Spektrum an Anwendungsmöglichkeiten. Die Applikationen reichen von der Messdatenerfassung während der Herstellung über die Integritätsprüfung von Verpackungen bis hin zum Lesen und Verifizieren von Druckerzeugnissen, Barcodes und Etiketten.

### Für jede Dimension die richtige Messmethode

Grundsätzlich lassen sich Vermessungsaufgaben in drei Kategorien unterteilen: 1D, 2D und 3D.

Die 1D-Vermessung wird hauptsächlich verwendet, um Positionen, Abstände oder Winkel von Kanten zu erhalten. Die 2D-Vermessung bietet eine Vielzahl von Messun-

gen wie Fläche, Form, Umfang, Schwerpunkt, die Qualität des Oberflächenbildes, kantenbasierte Messungen sowie das Vorhandensein und die genaue Position von Merkmalen. Der Musterabgleich eines Objekts mit einer Vorlage ist ebenfalls ein wichtiger Bestandteil der 2D-Werkzeuge. Das Lesen und Überprüfen von Zeichen und Text sowie das Dekodieren von 1D- oder 2D-Codes stellen weitere wichtige Aufgaben dar.

3D-Messmethoden liefern zusätzliche Höheninformationen und ermöglichen die Messung von Volumen, Form und Oberflächenqualität wie Vertiefungen, Kratzern und Dellen sowie die 3D-Formerkennung. Endlosmaterial in Form von Bahn- oder Plattenwaren wie beispielsweise Papier, Textilien, Folien, Kunststoffe, Metalle, Glas oder Beschichtungen werden im Allgemeinen mit Zeilenkamerasystemen auf Fehler geprüft.

Die Bildverarbeitung spielt eine wichtige Rolle bei der End-of-Line-Inspektion, wo sie Unique Identifiers (UIDs) in Form von 1D- oder 2D-Codes, Alphanumerik oder sogar Brailleschrift für Track-and-Trace-Anwendungen in den unterschiedlichsten Branchen wie Luft- und Raumfahrt, Automobil, Lebensmittel, Gesundheitswesen und Pharmazie lesen kann. Menschenlesbare Daten auf Verpackungen wie Chargennummern, Mindesthaltbarkeits- oder Verfallsdaten sind auch für Produkte wie Lebensmittel, pharmazeutische und medizinische Erzeugnisse sowie Kosmetika unverzichtbar.

### Maschinelles Sehen für kollaborierende Roboter

Auch in Roboteranwendungen wird das maschinelle Sehen immer wichtiger. Industrieroboter werden in der Fertigung bereits umfassend eingesetzt. Mit dem Aufkommen kollaborierender Roboter, sogenannter Cobots, und der rasanten Entwicklung der 3D-Bildverarbeitung werden sie insbesondere für die kamerageführte Robotik oder den „Griff in die Kiste“ (Random Bin-Picking) viel häufiger in Kombination eingesetzt (Bild 2).

Das Bildverarbeitungssystem identifiziert die genaue Position des Objekts und gibt die Koordinaten an den Roboter weiter. Durch die enormen Fortschritte in der



Bild 3. Leiterplattenbestückung mit dem Human-Assistance-Kamerasystem Ricoh SC-10 (© Ricoh)

Roboter-Maschine-Schnittstellentechnologie wird dieser Prozess erheblich erleichtert.

### Die richtige Lösung finden – darauf kommt es an

Bildverarbeitungstechnologie umfasst alle Komponenten eines Visionsystems wie Kameras, Objektive, Optiken, Frame Grabber, Computer, Software, Kabel etc. Wesentlich dabei ist das Know-how, die am besten geeigneten Komponenten auszuwählen, um eine zuverlässige Anwendungslösung zu realisieren. Gefragt sind maßgeschneiderte Lösungen, von konfigurierten Komponenten bis hin zu vertikalen Subsystemen für Systemintegratoren oder die Realisierung von kundenspezifischen Lösungen für OEMs. Dies wird immer wichtiger, wenn es um die Entwicklung von Bildverarbeitungssystemen geht, die in andere Anlagen und Fertigungsprozesse integriert sind.

Viele der führenden Bildverarbeitungsbibliotheken und Toolkits können nun auf kleine Embedded-Bildverarbeitungsboards portiert werden, die in der Regel auf ARM-Architektur basieren und kosteneffizienter für Anwendungen mit höheren Stückzahlen sind. Die Kombination dieser Verarbeitungsmöglichkeiten mit kostengünstigen Kameras, einschließlich Platinenkameras, ermöglicht die Integration von Bildverarbeitungssystemen in eine Vielzahl von Produkten und Prozessen mit vergleichsweise geringen Kosten, die bisher nicht realisierbar waren. Darüber hinaus eröffnet die Verwendung von Deep-Learning- und maschinellen Lerntechniken in Bildverarbeitungsanwendungen mehr Möglichkeiten für organische Produkte mit variierenden Merkmalen. Außerdem können sie auch auf kostengünstigen Embedded-Systemen laufen und ermöglichen somit erschwingliche Systeme. ■

## INFORMATION & SERVICE

### AUTOR

Mark Williamson ist Director Corporate Marketing Development bei der Stemmer Imaging AG.

### KONTAKT

Stemmer Imaging AG  
T 089 80902-229  
de.info@stemmer-imaging.com  
www.stemmer-imaging.com