

## Industrielle Bildverarbeitung und ihre Integration in automatisierte Prozesse



**Etiketten-Verarbeitungssystem Omega SRI mit integriertem Inspektionssystem von AB Graphic International**  
(Bild: AB Graphic International GmbH)

Der Einsatz von Bildverarbeitung hat sich in vielen Bereichen der Industrie bewährt und hilft Anwendern, Qualität und Effizienz im Produktionsumfeld zu verbessern. Schnelle 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-sichtbaren Spektrum, die Kombination verschiedener Beleuchtungstechniken, die Integration von Deep Learning und Machine Learning sowie die zunehmende Verwendung von Bildverarbeitung in der Robotik und Embedded Vision. Industrie 4.0, das Internet der Dinge (IoT), Cloud Computing sowie der breite Einsatz von künstlicher Intelligenz, Cloud Computing und viele andere Technologien stellen Anwender und Entwickler von Bildverarbeitungssystemen vor große Herausforderungen bei der Auswahl des für ihre Applikation am

besten geeigneten Systems. Dennoch wird Bildverarbeitung nicht nur in hochautomatisierten Prozessen eingesetzt, sondern auch in manuellen Montageprozessen. In diesem Artikel betrachten wir vier Integrationsstufen für die Einbindung industrieller Bildverarbeitung.

### Stufe 1: Unterstützung in manuellen Montageprozessen

In der Herstellung gibt es eine große Anzahl von Produkten, die eine manuelle Montage erfordern. Dabei kommt es vorwiegend auf die Kompetenz des Anwenders an, 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 guten Ruf des Herstellers. Selbst wenn das ausgeschleuste Teil

nachgebessert werden kann, entstehen dem Hersteller zusätzliche Kosten. Der Einsatz eines Bildverarbeitungssystems zur Inspektion reduziert die Wahrscheinlichkeit signifikant, dass der Kunde ein fehlerhaftes Produkt erhält, was der Reputation des Herstellers zugute kommt. 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. Nach jedem Arbeitsschritt vergleicht das System das Ergebnis mit einer gespeicherten Vorlage, um sicherzustellen, dass alles korrekt und vollständig ausgeführt wurde, bevor zum nächsten Schritt übergegangen werden kann. 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

Die oben beschriebene Methode ist sehr effektiv, um die korrekte manuelle Montage eines Produkts zu



**Intelligentes Pick-and-Place mit robotergeführter 3D-Bildverarbeitung von LMI Technologies**  
(Image Source: LMI Technologies)

Autor

Mark Williamson

STEMMER IMAGING AG  
de.info@stemmer-imaging.com  
www.stemmer-imaging.com

# Bildverarbeitung

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. Dies ermöglicht ein ausgeklügeltes Bildverarbeitungssystem zur Unterstützung der manuellen Montage mit einer größeren Auswahl an Mess- und Inspektionswerkzeugen und einer Funktion, eventuelle Montagefehler auf einem Monitor anzuzeigen. Montageanleitungen und Fertigungsdaten können dann bei Bedarf aus einer zentralen Datenbank in das System heruntergeladen werden. Mit diesem Ansatz ließen sich auch verschiedene Sicherheitsvorkehrungen treffen wie z. B. die Verknüpfung einer Operator-ID mit der Ausbildungskompetenz, so dass das System überprüfen kann, 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 innovative Bildverarbeitungswerkzeuge eine einfache Anpassung der Systemanforderungen, beispielsweise bei der Einführung neuer Produkte in die Produktion.

## Stufe 3: Automatisierte Inspektion

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 Komponenten 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 signifikant, dass ein nicht vorschriftsmäßig gefertigtes 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.

## Bewertung der Möglichkeiten

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.



Leiterplattenbestückung mit dem "Human-Assistance"-Kamerasystem Ricoh SC-10 (Bild: Ricoh)

Die Vermessungsaufgaben lassen sich 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 Messungen 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.

## Roboteranwendungen

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. Das Bildverarbeitungssystem identifiziert die genaue Position des Objekts und gibt die Koordinaten an den Roboter weiter. Durch die enormen Fortschritte in der Roboter-Maschine-Schnittstellentechnologie wird dieser Prozess erheblich erleichtert. ◀