

Neuartige Bandinspektion durch KI und Multikamera-Bildverarbeitung

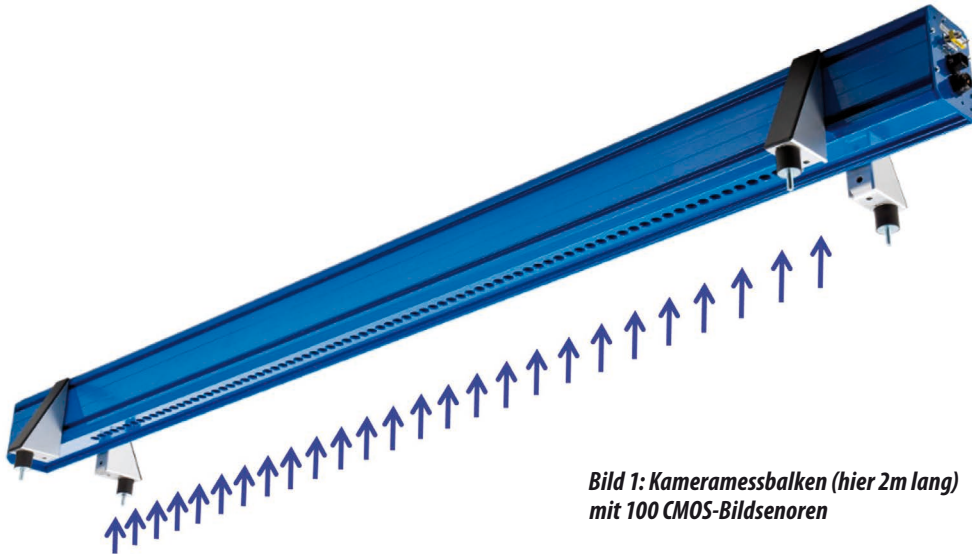


Bild 1: Kameramessbalken (hier 2m lang) mit 100 CMOS-Bildsensoren

Die industrielle Bildverarbeitung (IBV) spielt nunmehr seit vielen Jahrzehnten eine wichtige Rolle in der industriellen Automatisierungstechnik, was drei typische Anwendungen exemplarisch aufzeigen: In der Qualitätskontrolle werden durch die Analyse von Bildern unterschiedlichste Produkte auf Fehler oder Abweichungen von Qualitätsstandards überprüft. Dies verbessert die Produktqualität und verringert die Ausschussrate. In der Prozesssteuerung werden Bildverarbeitungssysteme zur Steuerung von Maschinen und Anlagen eingesetzt, beispielsweise zur korrekten Positionierung von Objekten in einem Aggregat oder auf einem Förderband. In der Arbeitssicherheit hilft Bildverarbeitung bei der Überwachung von Bereichen, in welchen Personen gefährdet werden können, um somit Personal vor gefährlichen Situationen zu schützen.

Künstliche Intelligenz

erweitert das Spektrum der möglichen Anwendungen deutlich. Auch hier nachfolgend drei typische Anwendungsszenarien. KI-Algorithmen können Muster in großen Datenmengen erkennen und Vorhersagen treffen, z. B. wann eine Maschine wahrscheinlich ausfallen wird (Predictive Maintenance), was die Effizienz einer Produktionsanlage steigert und Ausfallzeiten reduziert.

KI kann eingesetzt werden, um Produktionsprozesse zu optimieren, indem sie die beste Konfiguration von Maschinen und Prozessparametern ermittelt. Und KI-Systeme können aus Erfahrungen lernen und sich an neue Situationen anpassen, was die Flexibilität in der Produktion erhöht.

Häufige Symbiose

Die Kombination von industrieller Bildverarbeitung und KI bilden eine häufig anzutreffende Symbiose. So können KI-Algorithmen die Effektivität der Bildverarbeitung verbessern, indem sie die Genauigkeit der Bildanalyse erhöhen und komplexe Muster oder Anomalien erkennen, die für traditionelle Bildverarbeitungssysteme schwer zu identifizieren sind. Dieser Sachverhalt ermöglicht eine noch präzisere Steuerung und Überwachung von Produktionsprozessen.

Segmentierung

Eine elementare Aufgabe der industriellen Bildverarbeitung ist die Mustererkennung und Klassifizierung von Bildobjekten. Als Vorstufe ist eine Segmentierung erforderlich. Der Begriff „Segmentierung“ bezieht sich hier auf den Prozess der Unterteilung eines digitalen Bildes in mehrere Segmente relevanter Pixel, um bestimmte Bereiche oder Objekte im Bild zu isolieren und zu identifizieren. Das Ziel der Segmentierung ist es, die Bildanalyse zu vereinfachen, indem die relevanten Teile eines Bildes von den irrelevanten getrennt werden, sodass die nachfolgenden Verarbeitungsschritte sich auf die wichtigen Aspekte konzentrieren können. Denn Vorstufen von Algorithmen der Vollständigkeitskontrolle, ebenso wie Zählverfahren oder Mängelprüfungen basieren darauf, relevante Objekte zunächst in einer Bildszene zu extrahieren.

Kantenalgorithmen

In der konventionellen IBV werden hierzu neben vielen anderen Verfahren sogenannte Kantenalgorithmen zur Erfassung von Konturen angewendet. Ist ein Objekt in der Bildszene durch Länge, Breite, Fläche, Umfang oder Farbe, um nur einige Merkmale zu nennen, als relevantes Objekt identifiziert, kann ein nachfolgender Algorithmus eine Vollständigkeit prüfen oder die Anzahl des Objekttyps ermitteln.

Die Segmentierung mittels Künstlicher Intelligenz (KI), speziell mit Techniken des Maschinellen Lernens, erfolgt, indem zunächst Bilddaten eines typischen Objektes gesammelt werden. Durch Fachleute werden diese Bilder interaktiv betrachtet und darin relevante Objekte markiert, um damit Trainingsdaten für ein Lernmodell zu generieren. Dieses Trainieren kann alternativ mit extern erworbenen Bilddatenbanken durchgeführt oder ergänzt werden. Während des Trainings lernt das Modell, die Beziehungen zwischen den Bildpixeln und den zugeordneten Segmenten (z. B. Objekte oder Hintergrund) zu erkennen. Dies geschieht durch die Minimierung einer Verlustfunktion, die misst, wie genau das Modell die Trainingsdaten segmentiert.

Das trainierte Modell kann dann auf neue, unbekannte Bilder angewendet werden, um eine automatisierte Segmentierung durchzuführen. Dabei ordnet das Modell jedem Pixel oder jeder Pixelgruppe des Bildes eine Klasse zu, basierend auf dem, was es während des Trainings gelernt hat. Besonders in Bildszenen, in welchen das gesuchte Objekt und der Hintergrund nicht deutlich unterscheidbar sind, zum Beispiel durch Bildrauschen oder geringe Kontraste, haben KI-basierte Segmentiermethoden deutliche Vorteile gegenüber konventionellen Verfahren, wie beispielsweise Kantenfinder- oder Schwellwertoperatoren.

Mehrere Digitalkameras

Die Hardwarekomponenten eines industriellen Bildverarbeitungssystems umfassen typisch eine oder mehrere Digitalkameras, die mit einer entsprechenden Optik und Beleuchtungstechnik eine Szene abtasten. Ein für die jeweilige Aufgabenstellung konditionierter Rechner ist an die Kameras angekoppelt und erhält über genormte Digitalschnittstellen (z. B. GigE-Vision) die Bilddaten der Szene. Diese Bilddaten werden über applikationsspezifische Software im Rechner ausgewertet und liefern als Ergebnis prozessrelevante Kenndaten.

Autor:
Lothar Howah
Xaptec GmbH
<http://www.xaptec.de>



Bild 2: Planheitsmessung in einer Kunststofffolien-Produktion

Neue Anwendungen eröffnen sich, wenn die Szene eines Transport- oder Fertigungsprozesses nicht von einer einzelnen Kamera, sondern von mehreren Kameras und verschiedenen Blickwinkeln abgetastet würden. Ein besonderer Anspruch wird an die Kameras gestellt, wenn sich die relevante Bildszene bewegt, was in einem kontinuierlichen Transportvorgang typisch ist. Hier müssen die unterschiedlichen Bildszenen der jeweiligen Kameras streng synchron aufgezeichnet werden, damit eine einwandfreie Rekonstruktion der 3D-Szene möglich ist, wenn aus ihr geometrische Messgrößen ermittelt werden sollen.

Synchrones Multikamerasystem

Die Verwendung eines synchronen Multikamerasystems ermöglicht ebenfalls eine schnelle und effiziente Inspektion aus Blickwinkeln, die manuell schwer zu erreichen wären. Sie verbessert die Genauigkeit der Qualitätskontrolle, reduziert die Wahrscheinlichkeit von menschlichen Fehlern und erhöht die Produktionsgeschwindigkeit, da Teile schnell und präzise auch an unzugänglichen Einbauorten überprüft werden können, ohne den Fertigungsprozess zu verlangsamen.

Hochauflösende Zeilenkameras

Soll ein bahn- bzw. bandförmiges Material oder Stückgut auf einem

Transportband inspiziert werden, finden gewöhnlich hochauflösende Zeilenkameras ihren Einsatz. Bedingt durch ihre hohe Anzahl von Pixeln je Zeile, bzw. der jeweiligen Zeilenlänge, ist ihre Schärfentiefe relativ gering und zudem der Abstand zum Prüfling groß. Bei geringen verfügbaren Bauräumen einer Produktionsanlage stellt dies eine deutliche Einschränkung der möglichen Anwendungen dar.

Messbalken

Eine Alternative zu Zeilenkameras ist in Bild 1 dargestellt. In dem Kameragehäuse, das als selbst-

tragender Messbalken ausgeführt ist, sind je Meter Messbereich bis zu 50 Bildsensoren mit je eine Million Pixel verbaut. Der Messbalken wird quer zur Bandlaufrichtung über einem Band installiert und liefert ein zentrales Videosignal via GigE an ein Bildverarbeitungssystem oder liefert durch eine integrierte Auswertelogik unmittelbar Ergebnisse an eine SPS. Die Messbalken - die wohl längsten Kameras der Welt - werden in Deutschland entwickelt und produziert.

In Verbindung mit einem ebenfalls als Balkengehäuse ausgeführten Multi-Linien-Laser, lassen

sich gemäß Bild 2 nahezu beliebig breite Bänder in drei Dimensionen prüfen.

In Bild 3 ist diese Szene aus der Sicht der Multikameraanordnung dargestellt und zeigt in diesem Beispiel die blauen Laserlinien bzw. die 3D-Kontur der transparenten Kunststofffolie.

3D-Inspektion

In gleicher Weise lassen sich Stückgüter auf Transportbändern via 3D-Inspektion prüfen. Die Messbalken liefern wahlweise via GigE-Schnittstelle Roh-Bilddaten der Bildsensoren oder unmittelbar die 3D-Kontur der Bildszene, um daraus auf der Anwenderseite prozessspezifische Aktionen anzuschließen.

Insbesondere für KI-basierte Inspektionssysteme liefern die Messbalken eine umfassendere Datenbasis im Vergleich zu konventionellen Lösungen mit einigen wenigen Zeilen- oder Matrixkameras. Je mehr Rohdaten einer Bildszene aus verschiedenen Perspektiven verfügbar sind, umso besser können Modelle des Maschinellen Lernens trainiert werden.

Fazit

Die Synergie von industrieller Bildverarbeitung und KI in die Automatisierungstechnik ermöglicht es Unternehmen, ihre Produktionsprozesse noch weiter zu optimieren, die Effizienz zu steigern und die Produktqualität zu verbessern. ◀

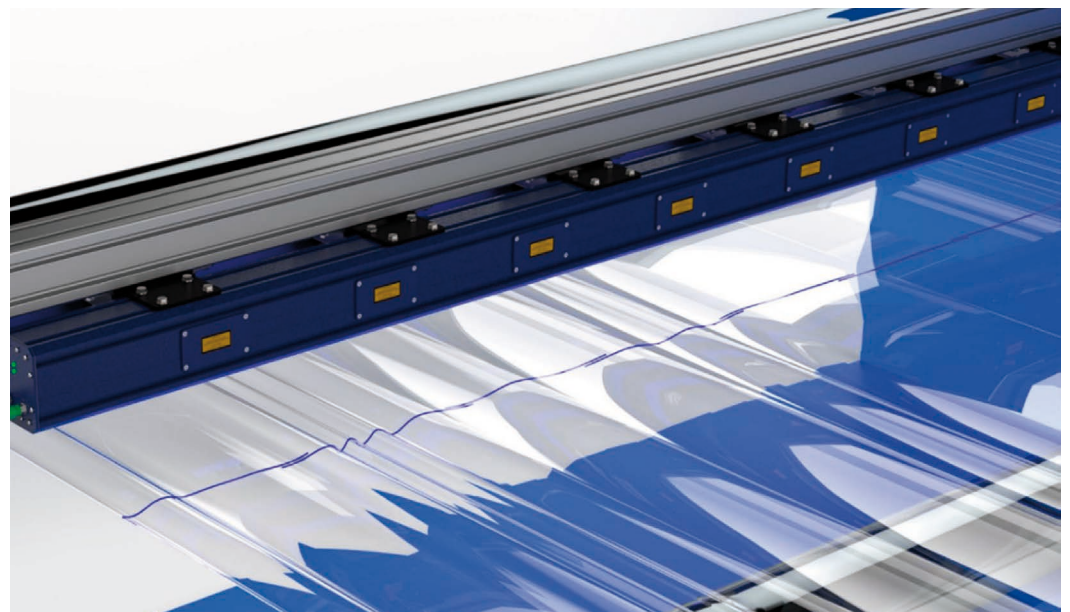


Bild 3: Planheitsmessung durch Erfassung einer 3D-Kontur einer transparenten Folie