

Schnelle In-Bohrloch-Inspektionen für verschiedene Durchmesser, Oberflächenrauheiten, Tiefe und Position

(Dipl.-Ing. Christoph Schmidt)

Inneninspektion von Bohrungen - nicht länger ein Problem

- Bildverarbeitung bietet Lösung -

Ob Durchgangsbohrungen, Bohrungen mit verschiedenen Durchmessern oder Bohrungen mit ebenen oder geformten Boden, ihre exakte Inspektion und Vermessung ist für den reibungslosen Montageprozess unerlässlich. Hochpräzise Inspektionen sind vor allem für sicherheitsrelevante Systeme und Bauelemente eine unabdingbare Voraussetzung. Solche Aufgabenstellungen findet man u.a. in der Automobilzulieferindustrie, z.B. für Airbag- oder Antiblockiersysteme, aber auch auf anderen Feldern der Präzisionsmechanik, wie für Baugruppen in pneumatischen oder hydraulischen Steuerungen.

Gegenwärtig finden in der Inspektion hauptsächlich Endoskope, Messfühler und andere berührende Messmethoden Anwendung, meistens aber in Verbindung mit Sichtkontrollen durch erfahrenes Fachpersonal. Problematisch wird dieses Verfahren bei höheren Stückzahlen. Hier erfordern notwendige zuverlässige Abtastungen und Sichtkontrollen der Innenkonturen sowie die Ergebnis-Interpretationen einen sehr hohen Zeitaufwand.

Mit dem steigenden Bedarf an Präzisionswerkstücken sind die industriellen Hersteller zunehmend an kosteneffizienteren Lösungen bei höherer Zuverlässigkeit und Genauigkeit interessiert. Die Inspektionszeiten sollten dabei den Produktionszyklen angepasst sein.

Mit dem Projekt CONTOUR, gefördert im Rahmen des Europa-Clusters "Integrated Machine Vision", wird diesem zunehmenden industriellen Bedarf entsprochen.

Durch Kombination von modernen digitalen Bildverarbeitungsmethoden und einer innovativen Bildaufnahmetechnik wird das CONTOUR Inspektionssystem diesen Anforderungen gerecht.

Das intelligente Kamerasystem PICTOR



Bild 1: Die dritte PICTOR Generation (entwickelt vom CONTOUR Partner Vision & Control GmbH Suhl)

Die Smart Camera PICTOR[®] empfiehlt sich zur Fabrikautomation in komplexen Automatisierungsanlagen, Mess-, Prüfeinrichtungen und zur Qualitätssicherung. Das neue high-speed-System schafft Freiräume auch für schnell laufende Applikationen zur Kontrolle und Messung.

Die 3. PICTOR[®]-Generation verarbeitet mit einer Rechenleistung von 1200 MIPS bis zu 54 Vollbilder/Sekunde. Die verfügbare Pixelanzahl reicht von 640x480 bis 1280x1024.

Mit der bewährten Bedienoberfläche VCWin wird nach dem Prinzip „Parametrieren statt Programmieren“ die umfangreiche PICTOR[®]-Funktionalität zugänglich:

- volle Funktionsvielfalt der 2D-Messtechnik
- Objekt- und Drehlageerkennung
- Klarschrifterkennung (OCR und OCV)
- Lesen von Data-Matrix-Code
- Vollständigkeits- und Farbkontrolle
- Analyse von Objektkonturen
- Umfangreiche Kommunikationsmöglichkeiten: Profibus, Interbus, Ethernet
- Roboterschnittstellen: Bosch, Epson, Kuka, 3964-R-Protokoll u.a.
- Schnittstellen zu Statistik-/SPC-Systemen

Innovation des Inspektionssystems CONTOUR

Für das CONTOUR System ist folgendes hervorzuheben:

1. Bei diesem Inspektions- und Messsystem handelt es sich um ein optisches System, das in der Lage ist, zylindrische Innenseiten und Konturen von Bohrungen berührungslos, visuell zu inspizieren und zu vermessen.
Es erfüllt dabei komplexe Anforderungen in zwei strategischen Richtungen:
 - "Handling und Positionierung der Werkstücke (Inspektionsstücke)" und
 - "Bildaufnahme und -verarbeitung" mit hoher Präzision.
2. Das System führt eine "Multi-Ebenen"-Inspektion durch, die von der Position der Bohrungen innerhalb des Werkstückes abhängt.
3. Das System besitzt ein dynamisches technisches Konzept und ermöglicht einen modularen Aufbau. Damit kann es an die jeweiligen nutzerspezifischen Anwendungsbedingungen problemlos angepasst werden.
4. Für Hochpräzisionsinspektionen, wie sie für sicherheitsrelevante Werkstücke notwendig sind, ist der Einsatz eines Mehrkamerasystems vorgesehen, d.h. gekoppelte Systeme erlauben einen Blick für verschiedene Fehlerklassen.

Im Einzelnen sieht das technische Konzept vor:

Optische Bildaufnahme

Das Beleuchtungskonzept ist so konstruiert, dass alle Varianten der Objekte mit geeigneten Objektiven / Beleuchtungen angepasst an Inspektionsmaterial und -aufgabe bedienen werden können.

Bildanalyse

Für die Messung und Inspektion von Innenkonturen werden vorzugsweise CCD-Matrix-Kameras eingesetzt. CONTOUR nutzt eine parametrisierbare Bildverarbeitungssoftware, die einen industrieerprobten Messalgorithmus integriert, einschließlich für Rotationswinkelmessungen mit Positionskompensationssteuerung.

Erkennungsaufgaben an Seitenflächen, wie sichtbare Risse, Mulden und auch Bearbeitungsfehler (z.B. Rattermarken, Werkzeugeindrücke) stellen höchste Anforderungen an die Interpretationsfähigkeit der Software. Deshalb ist ein Algorithmus für die Analyse der Oberflächenstruktur in die Bildverarbeitung integriert.

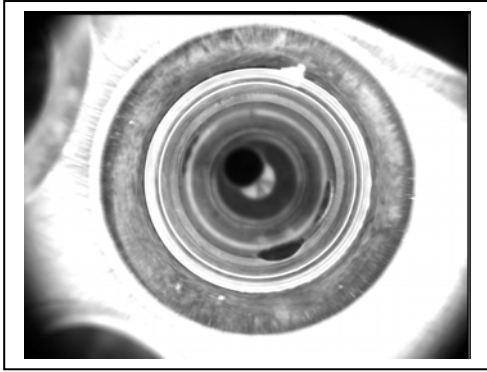
Schon mit Standardauflösung können viele Fehler erkannt werden. Darüber hinaus ist eine CCD Kameras mit 1.3 Millionen Pixeln verfügbar.

Die Bildanalyse ist in drei Schritten konzipiert:

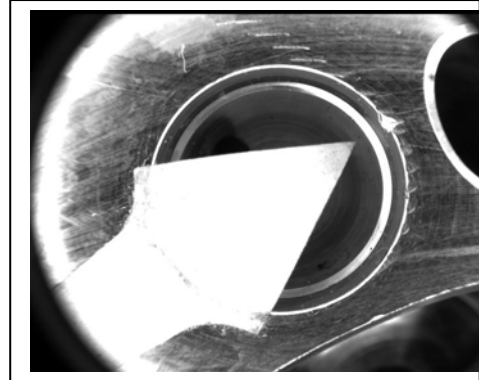
- | | |
|------------|------------------------------------|
| Schritt 1: | Handling, Pseudo-Defekt-Filter |
| Schritt 2: | Defekt-Klassen |
| Schritt 3: | Identifikation von realen Defekten |

Ein spezielles Problem ist das Reflexionsverhalten der Oberfläche des Prüflings. Hier kann es signifikante Änderungen z.B in Abhängigkeit des Alterungsprozesses des Materials geben, so bei Vakuum Aluminiumguss. Somit ist die Untersuchung der Kundenwerkstücke über verschiedene Altersperioden unerlässlich. Im Ergebnis entsteht eine "Lernkurve" für den Zeitgang, auf deren Grundlage die Beleuchtung nachgeregelt werden kann.

Beispiele für reale Defektsituationen sind in den nachfolgenden Bildern 2a und 2b dargestellt.



Bilder 2a/ 2b:
Reale Defekt-
demonstrationen



Das Inspektionssystem CONTOUR war zwar insbesondere für die Inspektion von sicherheitsrelevanten Bauelementen entwickelt, dennoch berührt es viele andere Einsatzgebiete.

Anwendernutzen

Die REGE Motorenwerke GmbH Eisenach waren als Erstanwender aktiv in die Entwicklung des Inspektionssystems eingebunden.

Als Automobilzulieferer u.a. für Gehäuse von Anti-Blockiersystemen, die sicherheitsrelevante Komponenten enthalten, ist für die Firma REGE die Lösung dieses Inspektionsproblems von zentralem Interesse.

Folglich war das Entwicklungsprojekt besonders auch auf diese Aufgabenstellung fokussiert (siehe Bild 3).



Bild 3: Bohrungen in einem Gehäuse für ein Antiblockiersystem

Als Inspektionsaufgaben sind hier definiert:

- Detektion von Bohrgrat and Klassifikation nach verschiedenen Typen, z.B. Kerngrat,
- Kontrolle des Durchgangs von Bohrlöchern,
- Erkennung von Kratzern und Abschürfungen an Kegelnippel and anderen,
- Bohrgrat an Gewindegängen.

Bis jetzt sind derartige Inspektionssysteme weltweit nicht im Angebot. Deshalb werden diese Inspektionsaufgaben gegenwärtig zu 100% als Sichtkontrolle durch erfahrenes Fachpersonal durchgeführt. Die optische Inspektion sicherheitsrelevanter Teile ist dabei ein Spezialfall und eine besondere Herausforderung.