

Kameras übernehmen die Vorverarbeitung

FPGA-Technologie ermöglicht effiziente Lösungen in industrieller Qualitätskontrolle

Von Thomas Ruf

Die technologische Entwicklung ermöglicht eine immer schnellere und effizientere Verarbeitung von digitalen Bilddaten. Deshalb kann industrielle Bildverarbeitung immer besser zur Qualitätssicherung eingesetzt werden.

In industriellen Anwendungen kommen häufig analoge Kameras zum Einsatz, weil dann längere Kabel verwendet werden können als bei digitalen Kameras, die hochfrequente Schnittstellen wie USB 2.0, Firewire oder CameraLink benötigen. Um Bilddaten in einer PC-Anwendung verarbeiten zu können, muss das analoge Bildsignal umgewandelt werden. Dabei bieten Framegrabber und digitale Kameras, die mit FPGA-Technologie (Field Programmable Gate Arrays) ausgestattet sind, eine effiziente Alternative für zahlreiche Anwendungen.

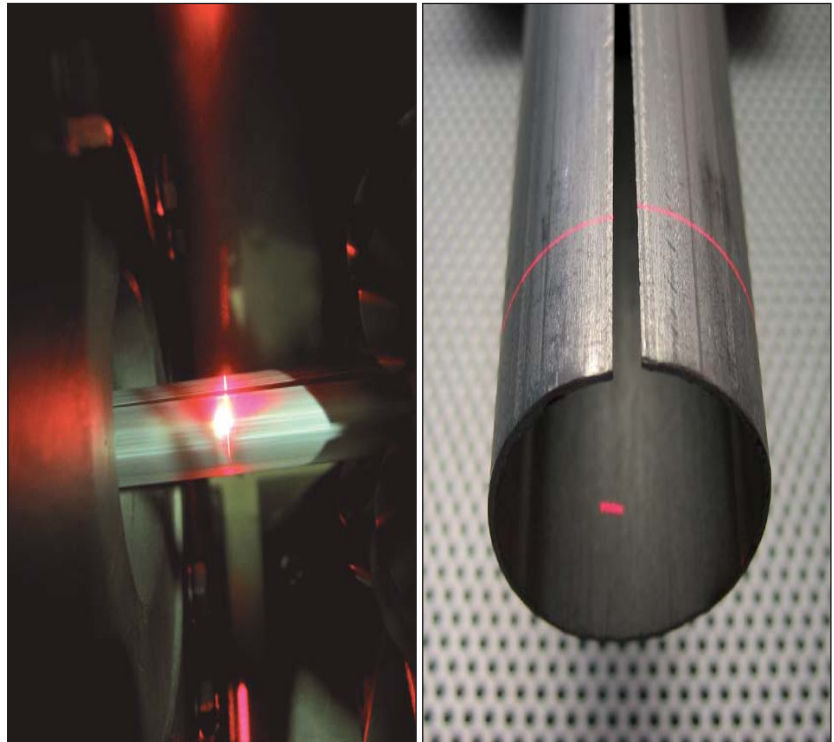
Vorteile und Anwendungsbereiche

Bei FPGA handelt es sich um programmierbare Logikbausteine, die parallel arbeiten. Die Bilddaten vom Sensor lassen sich mit hoher Bandbreite direkt in den FPGA transferieren. Viele Bildverarbeitungsalgorithmen nutzen die parallele Architektur des Bausteins und erreichen trotz niedriger Ausführungstakte eine höhere Leistung als in einem Prozessor.

Eine typische Aufgabe von FPGA-Komponenten ist die Vorverarbeitung von Bilddaten, um ein Hostsystem zu entlasten oder Rechenprozesse zu beschleunigen. Sie beginnt bereits, sobald die ersten Pixel erfasst sind. Dadurch lässt sich Bildverarbeitung sogar in Echtzeit realisieren. Eine FPGA-Kamera übernimmt damit klassische Framegrabber-Funktionen.

Die Programmierung der FPGA-Schal-

Industrielle Bildverarbeitungssysteme können die Qualität von Produkten direkt in der Linie überprüfen und senken so die Fehler- und damit auch die Ausschussquoten.



Die Anwendung „Fortec GO“ der Fortec GmbH bestimmt in Echtzeit die Schweißfugengeometrie in der laufenden Produktion.

Fotos: MVTech

tungsstrukturen ist zwar aufwendiger als die Entwicklung von softwarebasierenden Lösungen. Bei größeren Anwendungen lohnt es sich dennoch, durch die individuelle Programmierung der Komponenten den Gesamtprozess der Bildverarbeitung zu optimieren. Zudem können FPGA-Bausteine immer wieder neu programmiert werden, so dass die gleiche Komponente an veränderte Anforderungen angepasst oder für weitere Aufgaben eingesetzt werden kann. Entwickler können auf FPGA-Bausteine zugreifen, um mit den Programmiersprachen VHDL oder Verilog eigene Funktionen zu integrieren.

Selbst intelligente Kameras lassen sich

Kontakt:

Thomas Ruf
VRmagic GmbH
Tel. 0621/ 400416-20
info@vrmagic.com

durch die Verlagerung von Bildverarbeitungs-funktionen in einen FPGA-Baustein deutlich optimieren. In diese Kameras sind Bildsensor und Prozessor integriert, so dass sie als Bildverarbeitungsmodule autark arbeiten können: Entscheidungen über Qualität, Vollständigkeit oder Identität werden bereits in der Kamera getroffen. Durch Auslagerung von standardisierten Funktionen auf einen FPGA-Baustein wird die CPU der Kamera entlastet, und die erforderlichen Rechenprozesse werden beschleunigt.

Aufgabenstellungen

Ein FPGA wird gewöhnlich eingesetzt, um den Bildsensor anzusteuern. Der Baustein kann auch zum Zwischenspeichern von Bildern genutzt werden. Typische Vor-

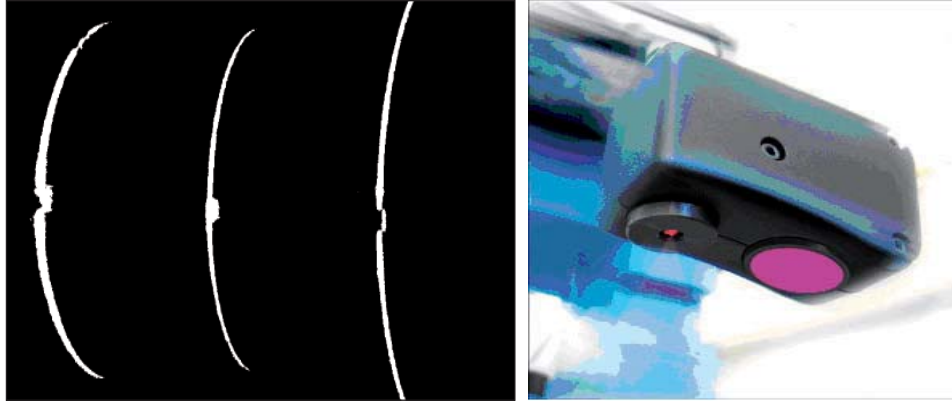
„Ein Beispiel für den sinnvollen Einsatz von smarten FPGA-Kameras in industriellen Anwendungen sind Scannerlösungen für Messaufgaben in der Automation oder die 3D-Qualitätssicherung.“ **Thomas Ruf**

verarbeitungsaufgaben wie Look-Up-Tabellen, Binarisierung, Bayer-Filter, Downsampling und die Interpolation defekter Pixel nutzen das Potenzial der FPGA-Technologie. Selbst komplexere Kompressionsverfahren wie Lauflängen-Codierung, Blob-Analyse, Tracking, ROI-Tracking und JPEG können auf FPGA realisiert werden.

Anwendungsbeispiele

Ein Beispiel für den sinnvollen Einsatz von smarten FPGA-Kameras in industriellen Anwendungen sind Scannerlösungen für Messaufgaben in der Automation oder der 3D-Qualitätssicherung im Werkzeug- und Formenbau.

In vielen Fertigungsbereichen kommt es bei komplexeren Bauteilen zu Abweichungen von der Soll-Form. Zur Kompensation stehen verschiedene Hilfsmittel zur Verfügung. Das Scannen von 3D-Konturen bereitet im Werkzeug- und Formenbau Schwierigkeiten, da die erforderlichen Geräte in der Regel sehr teuer sind und die Verarbeitung der Daten umfangreiche Anpassungen erfordert. Um eine kostengünstige und einfache Lösung anbieten zu können, entwickelte die Knotenpunkt GmbH in Balingen



Die FPGA-Kamera liefert binarisierte Bilder. Die Abbildung (links) zeigt drei Bilder, die an unterschiedlich geformten Rohren aufgenommen wurden. Die erfassten Abstandsdaten werden vom 3D-Linienscanner (rechts) analysiert und grafisch dargestellt. Der ShapeTracer von Knotenpunkt hat eine Scangeschwindigkeit von 48.000 Punkten pro Sekunde.

den 3D-Streifenlaser-Sensor „Shape-Tracer“, in den eine FPGA-Kamera integriert ist. Das Gerät eignet sich sowohl für 3D-Messungen auf CNC-Bearbeitungsmaschinen und speziellen Messmaschinen wie auch für die Automation.

Ein Beispiel für den Einsatz des Scanners ist die Überwachung der Schweißfugenausbildung bei der Herstellung längsnahtgeschweißter Verbundrohre, wie sie von der Fortec GmbH, Wunstorf, entwickelt wurde: Der Lasersensor überprüft die Position und geometrische Ausbildung der Schweißfuge im laufenden Produktionsprozess. Dazu wird die projizierte Laserlinie bildtechnisch erfasst und die gewonnenen Daten zur Bestimmung von relevanten Kennwerten wie der Schweißfugenposition,

VRmagic GmbH

Die 2001 gegründete VRmagic GmbH, Mannheim, entwickelt, produziert und vertreibt digitale Kameras für die professionelle Bildverarbeitung in Industrie und Wissenschaft. Optische Trackingsysteme und Virtual-Reality-Simulatoren bilden einen zweiten Geschäftsbereich. Das Unternehmen hat 30 Mitarbeiter und erzielte ein Ergebnis von einer Millionen Euro (2006).

www.vrmagic.com

Knotenpunkt GmbH

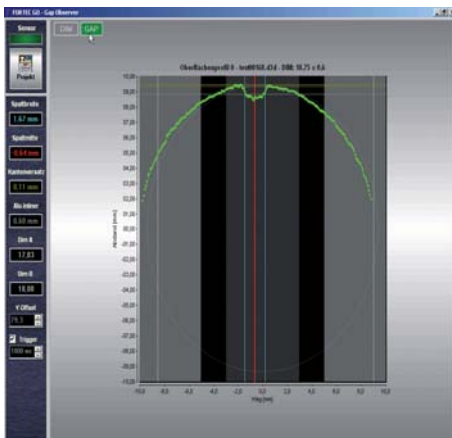
Die Knotenpunkt GmbH, Balingen, bietet CAD/CAM, Messtechnik und Reverse-Engineering an. Mit dem Laserscanner Shapetracer und der Flächenrückführungssoftware PointMaster gibt es eine Komplettlösung für die Qualitätssicherung. Das Unternehmen hat 15 Mitarbeiter.

www.knotenpunkt.com

Fortec Forschungstechnik GmbH

Die Fortec Forschungstechnik GmbH in Wunstorf ist seit über zwanzig Jahren spezialisiert auf die Entwicklung und Herstellung zerstörungsfreier Verfahren zur Fehlerprüfung an Bauteilen, Materialcharakterisierung von Halbzeugen und Überwachung industrieller Fertigungsprozesse.

www.fortec-forschungstechnik.de



Die erfassten Abstandsdaten werden analysiert und grafisch dargestellt. Bild: Fortec

der Schweißfugenbreite oder dem Kantenversatz genutzt.

Die Messdaten werden am Kontrollbildschirm grafisch dargestellt. Weicht die Schweißfuge um einen vorher festgelegten Schwellenwert von der Soll-Position ab, wird dies automatisch dem Anlagenführer gemeldet, damit er eine entsprechende Korrektur


Beschleunigung durch FPGA-Bausteine

Für viele Anwendungen der industriellen Bildverarbeitung bieten programmierbare Kameras eine Ergänzung zu reinen Bilderfassungsmodulen und intelligenten Systemen oder eine effiziente Alternative.

Die Beschleunigung der Datenverarbeitung durch FPGA-Bausteine ermöglicht es, Bildverarbeitungsprozesse zu optimieren. Durch die individuelle Programmierbarkeit können sie an konkrete Problemstellungen angepasst werden. Mit steigender Leistungsfähigkeit und gleichzeitig sinkenden Preisen der Bausteine eröffnen sich weitere Einsatzmöglichkeiten für programmierbare Komponenten.

tur vornimmt. Die Nachführung der Schweißelektrode ist eine weitere Möglichkeit, eine korrekte Schweißfugenausbildung zu gewährleisten.

Durch den Einsatz einer FPGA-Kamera kann die Verarbeitung der Bilddaten in Echtzeit erfolgen: Die von der Kamera erfassten Bilder werden im FPGA-Baustein zunächst binarisiert. Im zweiten Schritt werden die Bilddaten durch Lauflängen-Codierung (RLE) in der Kamera weiter komprimiert, so dass die Daten über die USB-1.x-Schnittstelle an einen Industrie-PC geleitet und in Echtzeit ausgewertet werden können.

Die Prozessorauslastung der Analyseeinheit (Industrie Panel PC, Celeron M, 1GHz) steigt durch die Übertragung der vorverarbeiteten Kamerabilder nur geringfügig an: bei Bildraten um 40 Hz (752 x 480 Pixel) wurden Maximalwerte unterhalb von zehn Prozent gemessen, so dass ein leistungsstärkeres Rechnersystem nicht nötig ist. Vorteile des Einsatzes von Industrie-PCs sind eine kompakte Bauweise, geringe Wärmeentwicklung und niedrige Hardwarekosten. 

Anzeige