

FARBIGE ERFASSUNG VON 3D-OBERFLÄCHEN

Zeilenraster ersetzt Flächenmatrix

Markus Schnitzlein, Konstanz

Die Entwicklung von Verfahren zur berührungslosen Oberflächenvermessung dreidimensionaler Objekte hat eine neue Qualitätsstufe erklommen. Durch die Fusion hochwertiger trilinearer Zeilenkamarasysteme mit Grafikprozessor-Technologie konnte jetzt eine Anwendung zur Marktreife entwickelt werden. Mittels eines Bildkorrelationsverfahrens werden Farb- und Tiefeninformationen in bislang nicht erreichter Exaktheit in Echtzeit erfasst und dargestellt.

Die optische 3D-Messtechnik ersetzt in zunehmendem Maß die klassische taktile Messtechnik. Zur Erfassung der Oberflächenform und zum Erkennen von Oberflächenfehlern existierte bereits in der Vergangenheit ein breites Spektrum an Anwendungen, das von verschiedenen Verfahren abgedeckt wurde.

Wichtige Systemparameter, insbesondere bei Anwendungen im industriellen Fertigungsprozess, sind allerdings die Geschwindigkeit und das Auflösungsvermögen der 3D-Vermessung in Bezug auf die Größe der zu erfassenden Oberfläche. Den etablierten Messverfahren, die üblicherweise auf der Nutzung von Matrix-

kameras basieren, waren diesbezüglich bislang enge Grenzen gesetzt.

Das vom Konstanzer Unternehmen Chromasens zusammen mit Wissenschaftlern der Magdeburger Otto-von-Guericke-Universität entwickelte Verfahren beseitigt diese Limitationen. Die technische Grundlage für die signifikante Er-

höhung der Geschwindigkeit und des Auflösungsvermögens bildet der Einsatz leistungsstarker trilinearer Zeilenkameras anstelle der bislang genutzten Flächenkameras (Bilder 1 und 2).

Einsatz von Zeilen- statt Flächenkameras

Zeilenkameras werden oft für Routineinspektionen zur Qualitätssicherung am Band eingesetzt. Eine logische Erweiterung ist die Ergänzung des breiten Spektrums um den noch fehlenden Kanal für Tiefendaten. Für den industriellen Einsatz kombiniert das neue Messsystem die Vorteile anwenderspezifischer Zeilenkameras mit bewährten 3D-Auswertemethoden, die aus 3D-Matrixkamerasystemen bekannt sind.

Im Gegensatz zu Flächenkameras besitzen Zeilenkameras keinen zweidimensionalen Sensor, sondern nur eine lichtempfindliche Zeile. Im Vergleich zum Flächensensor lassen sich mehr Pixel auf einer Zeile unterbringen. Darüber hinaus lässt sich eine Zeile schneller als eine Fläche auslesen. Bei einer lichtstarken Zeilenbeleuchtung und paralleler Datenverarbeitung können so sehr hohe Datendurchsätze erzielt werden.

Aus dem Einsatz von Zeilensensoren ergibt sich ein grundlegend neuartiger Verfahrensansatz. Das System zeichnet sich durch eine hohe Messgeschwindigkeit, höhere Ortsauflösung sowie durch eine zeitgleiche und hochaufgelöste Farberfassung aus.

Vorteile bei Hochgeschwindigkeitsanwendungen

Bei den eingesetzten allPixa-Zeilenkameras bilden trilineare CCD-Farbzeilensensoren mit einer Pixelgröße von 10 µm die Grundlage für die Bilderfassung. Sie sind rauschärmer als in der Vergangenheit oft genutzte CMOS-Systeme und bieten deutliche Vorteile bei Hochgeschwindigkeitsanwendungen.

Die Zeilenkameras verfügen über eine Auflösung von bis zu 7300 Pixeln. Die A/D-Wandlung je Farbkanal beträgt 14 bit. Durch den Einsatz von Halbleitertechnologien konnte die Zeilenfrequenz auf 110 kHz erhöht werden.

Auch das Beleuchtungssystem Corona II wurde von Chromasens-Ingenieuren entwickelt. Es verfügt über eine hohe Homogenität und bietet Beleuchtungsstärken

bis 2500 000 Lux. Durch die Verwendung von nur einer einzigen LED-Selektionsklasse gibt es keine farbbedingten messtechnischen Abweichungen innerhalb der Beleuchtungszeile.

Das Beleuchtungssystem fokussiert das emittierte Licht der LEDs durch eine spezielle und patentrechtlich geschützte

Spiegeltechnologie, die eine Lichtformung und eine außerordentlich gute Gleichmäßigkeit der Lichtverteilung im Fokusbereich ermöglicht. Durch die Nutzung eines Spiegels zur Lichtbündelung ergeben sich – im Gegensatz zu Beleuchtungssystemen mit Stablinse – keine chromatischen Abbildungsfehler. Deshalb er- »

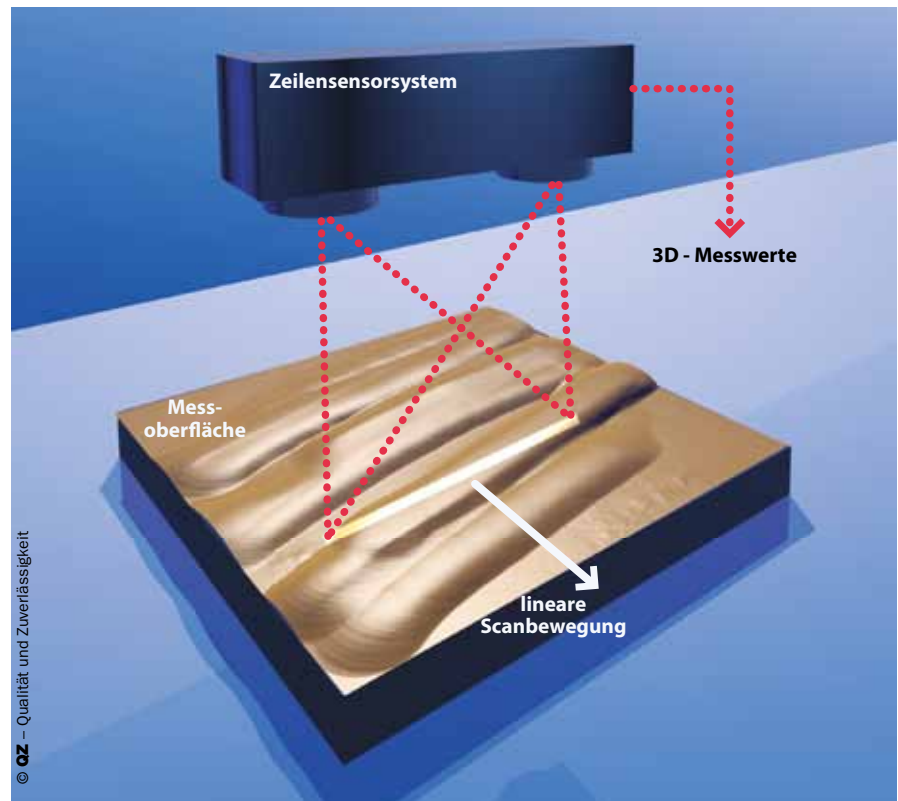


Bild 1. Im Unterschied zur Bilderfassung mit Matrixkameras entsteht ein Zeilenkamera-Bild erst durch die Bewegung des Zeilensensors während der Bildaufnahme.

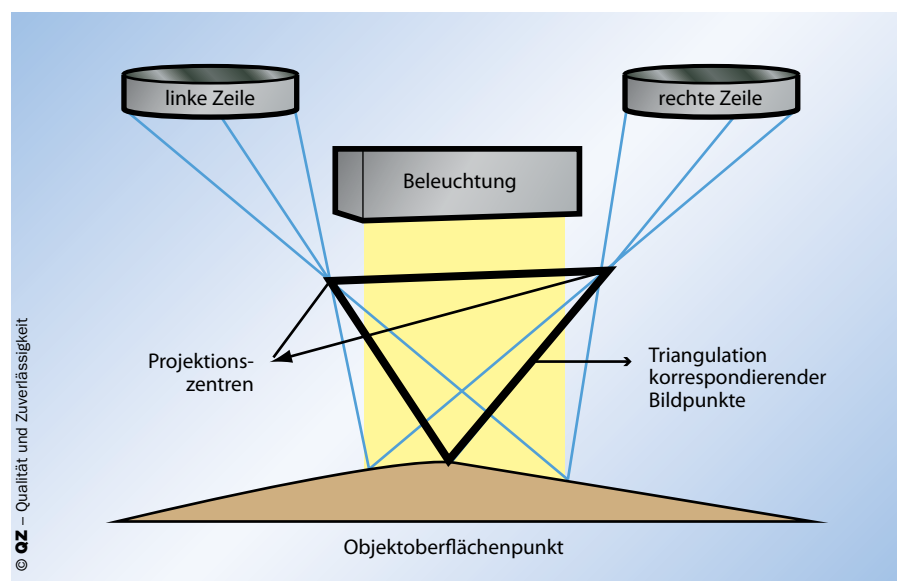


Bild 2. Durch den Einsatz trilinearer Zeilenkameras wird zunächst ein kontinuierlicher Datenstrom von RGB-Stereo-Farbzeilen erzeugt. Die Software berechnet daraus eine farbig texturierte 3D-Oberfläche mit hoher Ortsauflösung.

Autor

Dipl.-Phys. Markus Schnitzlein, geb. 1965, ist Geschäftsführer der Chromasens GmbH in Konstanz.

Kontakt

Markus Schnitzlein
T 07531 876-0
info@chromasens.de
www.chromasens.de/
3d-oberflaechenmessung

www.qm-infocenter.de

Diesen Beitrag finden Sie online unter der Dokumentennummer: **184872**

zeugt das System eine spektrale Gleichmäßigkeit im Beleuchtungsfokus ohne Farbabweichungen.

Punktwolke wird Basis für die dritte Dimension

Die Hardware zur Bilderzeugung besteht aus Zeilensensoren, Optik und Beleuchtungsmodulen, die planar, das heißt in einer Ebene angeordnet sind (Bild 3). Das Grundgerüst besteht aus massiven Aluminiumprofilen und trägt alle Komponenten.

Es besitzt durch seine Steifigkeit hohe Eigenfrequenzen, sodass der Einfluss der Eigenbewegung bei Störungen auf die Messung möglichst minimiert wird. Am oberen Ende des Aufbaus sind zwei Kameraköpfe mit allen für eine koplanare Ausrichtung notwendigen Justiermöglichkeiten angebracht. Die Objektaufnahmen entstehen durch synchrone Ansteuerung der montierten Kameras.

Im Unterschied zur statischen Bilderfassung mit Matrixkameras entsteht ein Zeilenkamerabild erst durch die Bewegung des Zeilensensors beziehungsweise des Objekts während der Bildaufnahme. Der Bewegungsprozess, der als „Scannen“ bezeichnet wird, ist im Allgemeinen linear, kann aber auch anderen Bahnführungen folgen.

Die dynamische 3D-Vermessung des Zeilensensorsystems erfolgt bei dem Verfahren unabhängig vom Scan-Prinzip. Die verwendeten 3D-Algorithmen wurden mit der Technik Cuda (Compute Unified Device Architecture) auf gängigen Grafikkarten implementiert. Das Cuda-SDK erlaubt die Programmierung in C-ähnlichem Programmierstil.

Aus der Beschreibung der Anordnung der Sensoren, die durch einen Einmess- und Kalibriervorgang einmalig vorab bestimmt wird, kann eine 3D-Punktwolke

im Weltkoordinatensystem berechnet werden. Somit wird die Objektoberfläche digitalisiert und steht in Form von Ortskoordinaten und RGB-Farbwerten für die weitere Auswertung zur Verfügung.

Das System erlaubt die schnelle und gleichzeitige Erfassung von Farbtextur und 3D-Tiefe, vorzugsweise relativ ebener (nicht zerklüfteter) Oberflächen mit geringen zufälligen Fehlern. Die Höhenmessgenauigkeit liegt dabei im Bereich von 1/10 der Objektpixelgröße. Beträgt die optische Auflösung beispielsweise 100 µm je Pixel, liegt die erzielbare Höhenauflösung bei circa 10 µm. Die mathematische Berechnung der Höhendaten erfolgt in Echtzeit. Die Nutzung von parallel betriebenen Grafikprozessoren der neuesten Generation lässt derzeit Berechnungen von bis zu 200 Millionen farbigen 3D-Punkten je Sekunde zu.

Aufgrund seiner Funktion und Flexibilität bietet das System vielseitige Einsatzmöglichkeiten. Ein Anwendungsfall für das farbige 3D-Verfahren ist das Zusammenpassen von Farbaufdruck und Form auf eine in die Oberfläche geprägte und bedruckte 3D-Form, beispielsweise bei hochwertigen Spielzeugwaren, Kosmetikverpackungen oder Folientastaturen.

Weitere Anwendungen für die 3D-Oberflächenvermessung sind Holz und Holzzeugnisse, Fliesen, Steinplatten oder furnierte Oberflächen. Bearbeitete metallische Oberflächen lassen sich ebenfalls mit diesem System vollflächig vermessen. Das Verfahren funktioniert passiv über die Eigenstruktur der Oberflächen. Durch die sehr fein aufgelöste und kontrastreiche Eigenstruktur lassen sich derartige Flächen besonders gut vermessen. Erste Projekte, beispielsweise bei der Qualitätskontrolle von Leder, wurden bereits realisiert. □

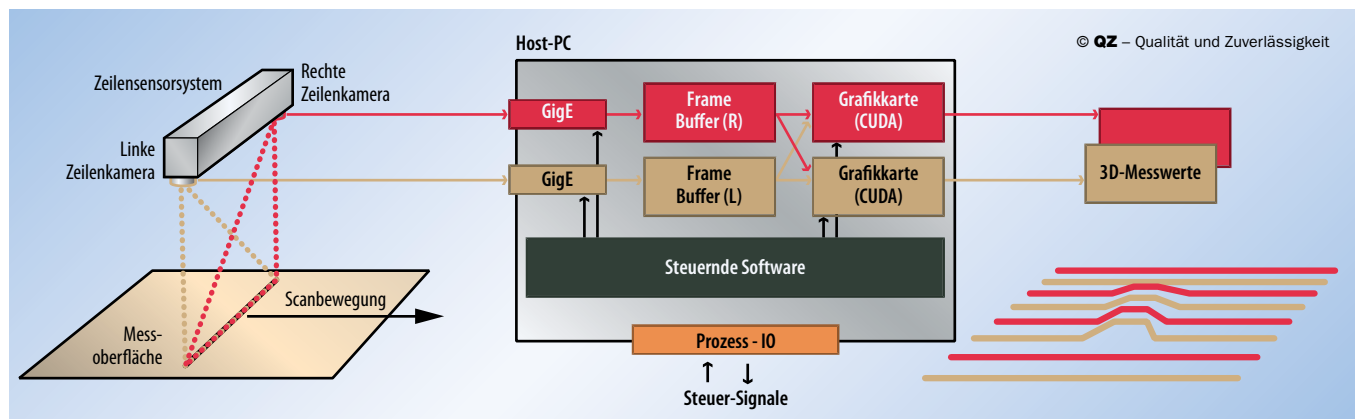


Bild 3. Hard- und Software zum schnellen Erzeugen von 3D-Messwerten aus einem Stereo-Zeilensystem