

3D-Messtechnik für die Produktion

Optische Messtechnik ist mehr als nur einfache Bildverarbeitung. Neue Systeme sind für das schnelle, dreidimensionale Erfassen von bewegten Objekten geeignet. Mit anderen Messgeräten können besonders große Werkstücke erfasst werden. Es gibt praktisch keinen Bereich in der Prüf- und Messtechnik mehr, der nicht von optischen Messsystemen erschlossen ist.

HERTHA KERZ

Vor einigen Jahren dominierten die taktilen Messsysteme den Einsatz in der Fertigung – optische Systeme waren eher Exoten. Doch dieses Verhältnis hat sich in den vergangenen Jahren verschoben. So lagen die Stärken des taktilen Messens bei seiner hohen Genauigkeit, einer leichten Anwendung der Geräte und deren niedrigeren Kosten. Doch diese Vorteile sind inzwischen Bestandteil der optischen Instrumente geworden. Mit ihren weiteren Vorzügen einer sehr hohen Geschwindigkeit und dem höherem Schutz der Objekte durch berührungsloses Prüfen, haben die optischen Techniken aus einer Sowohl-als-auch-Kooperation

zum Teil eine Entweder-oder-Konkurrenz gemacht. Trotz dieser Vorteile behindern Vorbehalte bezüglich der Einsatzmöglichkeiten und Handhabung ihre schnelle Verbreitung. So arbeitet Fraunhofer Vision an der Marktstudie „3D-Messtechnik in der deutschen Automobil- und Zulieferindustrie“ zur Entwicklung der berührungslosen 3D-Messtechnik (siehe Kasten).

Praktisch sofort einsetzbare Baukastensysteme

Unter den optischen Messsystemen gibt es sowohl Baukasten- als auch Kompaktsysteme. Kompaktgeräte sind praktisch sofort einsetzbar, die Baukastensysteme stellt der Anbieter



Bild: Rauscher

Die CMOS-Kamera von Photonfocus für die 3D-Messung mit Lasertriangulation eignet sich insbesondere für hochreflektive Flächen wie Metall oder Plastik. „Allerdings darf diese Kamera nicht mit einem installationsbereiten System verwechselt werden“, so Dipl.-Ing. Raoul Kimmelman, Leiter des Produktionsmarketings der Rauscher GmbH, Vertriebspartner des Schweizer Herstellers.

individuell für den Kunden zusammen. Einige Beispiele sollen verdeutlichen, was moderne optische 3D-Messsysteme leisten.

Ein Ziel der industriellen Bildverarbeitung ist ein schnelles dreidimensionales Erfassen auch von beweglichen Objekten. Bisher machte eine Kamera viele Einzelaufnahmen des Objektes aus verschiedenen Blickwinkeln, die eine Software anschließend zu einem dreidimensionalen Bild zusammensetzte, oder die Objekte wurden gescannt.

Ein System, das auf dem Prinzip „Shape-from-Shading“ (SfS) basiert, liefert nun mit einer Aufnahme dreidimensionale Bilder sowohl von ruhenden als auch beweglichen Gegenständen. Dabei fotografieren drei Kameras ein Bild synchron, wobei drei monochromatische Lampen, deren Wellenlängen um 40 nm zueinander verschoben sind, die Szene simultan beleuchten. Dielektrische, also teildurchlässige Spiegel und verschiedene Filter trennen die

MARKTSTUDIE

3D-Messtechnik in der deutschen Automobil- und Zulieferindustrie

Fraunhofer Vision arbeitet derzeit an der dritten Ausgabe einer langfristig angelegten Studie zur Entwicklung der berührungslosen 3D-Messtechnik in der deutschen Automobil- und Zulieferindustrie. Im Rahmen einer Recherche werden zunächst marktrelevante Anbieter von 3D-Messtechnik aufgefunden gemacht, die im Anhang der Studie in Form von strukturierten Porträts aufgelistet werden.

Die Befragung einiger tausend ausgesuchter Anwender soll aktuelle Informationen zum

Nutzerverhalten und der Innovationsdynamik am Markt liefern. Die Veröffentlichung der Studie ist für Ende

2009 geplant; sie kann im Internet unter www.vision.fraunhofer.de bestellt werden.



Bild: Fraunhofer IFF

Wellenlängen des Lichts. Dabei ist bei der simultanen Aufnahme sichergestellt, dass jede Kamera nur das Licht der zu ihr gehörigen Leuchte wahrnimmt. „Sparc“ (Surface Pattern Analyzer and Roughness Calculator) besteht aus Standardkomponenten ohne mechanische Teile. Sparc erfasst dreidimensionale, stetige Oberflächen in Echtzeit. Bei einer kurzen Belichtungszeit von 150 µs und einer schnellen Bildauswertung erreicht das System bei einem Blickfeld von 10 mm Durchmesser eine Höhengauflösung von zirka 1 µm.

„Für jeden Bildpunkt der Kamera können dreidimensionale Daten generiert werden“, erklärt M.Sc. Inf. Sandra Söll, Leiterin der Entwicklungsabteilung der In-Situ GmbH. „Aber die Kamera muss zwingend jeden Punkt der Oberfläche sehen können“, sagt Söll. Somit wird das System für die Kontrolle von Prägeschriften, Gravuren, Blindenschrift-Punkten und Schlagzahlen in Gussteilen verwendet. Ein weiteres mögliches Einsatzgebiet ist das Messen von Rauigkeiten wie Schleifprofilen gemäß ISO 4287. „Wichtig ist bei allen Prüfungen, dass die Oberflächen stetig sind, also keine Kanten oder Löcher aufweisen. Schatten darf es nicht geben“, betont Söll.

Ein weiteres optisches 3D-Messsystem wurde speziell für die Messung großer Objekte (zum Beispiel Walzen oder Karosserien) in problematischer Produktionsumgebung entwickelt. Mit der Oberflächenmessung per Mikroskop durch die µsurf-Gerätefamilie lassen sich DIN-EN-ISO-konforme Rauheitsbestimmungen, die Analyse von 3D-Strukturen und die Bestimmung von Geometrien durchführen. Die Auswertung von Strukturierung und Volumenparametern erfolgt automatisch, wobei die Ergebnisse in frei definierbare Messprotokolle übergehen.

Möglich macht das ein 3D-Konfokalmikroskop. Die Konfokaltechnik basiert auf optischer Filterung durch eine Vielfachblende. Dabei wirft eine Xenon-Lichtquelle die einzelnen Lochblenden des Filters auf die zu messende Probe. Die Lichtstrahlen, die genau im Brennpunkt

des Objektivs liegen, werden reflektiert und fallen auf eine CCD-Kamera. So entstehen konfokal gefilterte Intensitätsbilder, die gestapelt und deren Höheninformationen der einzelnen Bildpunkte durch eine Software errechnet werden. Damit erhält der Nutzer Höheninformationen komplexer 3D-Topografien und eine gute Wiedergabe selbst steiler Flanken und Unstetigkeiten. „Vorteil dieser Geräte ist eine schnelle und hochpräzise Messung“, erläutert Dipl.-Ing. Heike Schmidt, Applikationsingenieurin bei der Nano-Focus AG. „Und mit dem ‚µsurf mobile‘ haben Sie sogar die Möglichkeit, ein handliches Gerät überall sehr schnell zum Einsatz zu bringen.“

Gleichzeitiges Messen von Form und Rauheit

Ein anderes System misst gleichzeitig sowohl Form als auch Rauheit eines Werkstückes. Das 3D-Infinite-Focus-Messgerät wird zur Qualitätskontrolle im Mikro- und Nanobereich eingesetzt. Die Kombination der Eigenschaften eines optischen Profilometers und einer Mikrokoordinatenmessmaschine lassen die Qualitätskontrolle steiler Flanken, großer Rauheiten und stark reflektierender inhomogener Materialien mit einer vertikalen Auflösung von 10 nm zu. Dabei wird die Oberfläche eines Versuchsstücks vertikal gescannt, wobei das Messgerät die topografische und registrierte Farbinformation der Oberfläche erzeugt. Die Messpunktdichte liegt zwischen 2,3 Mio. und 100 Mio. Messpunkten bei voller Farbinformation zu den registrierten Höhendaten. Die Anwendung deckt den gesamten industriellen Bereich ab.

Doch manchmal sind es die kleinen Dinge, die das Messtechnikerherz höher schlagen lassen. So hat Photonfocus Schweiz, eine CMOS-Kamera für die 3D-Messung mit Lasertriangulation entwickelt. Sie ist eine Komponente für Messsysteme und kann praktisch überall eingesetzt werden. Hauptsächlich findet sie sich jedoch in der Automobil- und deren Zuliefererindustrie. Das Höhenprofil eines Objektes wird

dabei direkt in der Kamera erzeugt, was dem Anwender zusätzliche Berechnungen erspart. Der Algorithmus eines Peak-Detektors ermöglicht Subpixelgenauigkeit. Die Kombination dieses Algorithmus mit dem sogenannten Lin-Log-CMOS-Sensor ermöglicht eine hochgenaue 3D-Messung verschiedener Oberflächen. Die Lin-Log-Technik erlaubt ein logarithmisches Einstellen der Kennlinie, womit bis zu 120 dB Dynamikumfang erreicht werden. Damit eignet sich die Kamera insbesondere für hochreflektive Flächen wie Metall oder Plastik. „Allerdings darf diese Kamera nicht mit einem installationsbereiten System verwechselt werden“, erklärt Dipl.-Ing. Raoul Kimmelmann, Leiter des Produktionsmarketings der Rauscher GmbH, Vertriebspartner von Photonfocus in Deutschland. Sie wird in ein bestehendes System integriert, „und benötigt damit zwingend weitere Komponenten wie ein Objektiv, Framegrabber, Kabel und Software. Hier ist der Kunde frei in der Entscheidung, mit welchen Komponenten, insbesondere Software, er sie kombinieren möchte“, so Kimmelmann.

Es gibt praktisch keinen Bereich in der Prüf- und Messtechnik mehr, der nicht von optischen Messsystemen erschlossen ist. Sie unterliegen hohen Qualitätsansprüchen, was vor allem an den Normen der tastenden Verfahren liegt, an denen sie sich orientieren müssen. Weil optisches Prüfen anderen physikalischen Gesetzen gehorcht als taktiles, unterliegt das Herstellen der entsprechenden Messsysteme einer sehr viel umfassenderen Kontrolle. Schon vor der Produktion in der Planungsphase müssen die Komponenten einem hohen Qualitätsanspruch standhalten. Zwischenprüfungen während der Montage sichern das störungsfreie Zusammenwirken aller Komponenten.



„Für jeden Bildpunkt der Kamera können dreidimensionale Daten generiert werden“, erklärt M.Sc. Inf. Sandra Söll, Leiterin der Entwicklungsabteilung der In-Situ GmbH. „Aber die Kamera muss zwingend jeden Punkt der Oberfläche sehen können.“

MM