

# INSPECT

76 963



## World of 3D

Stereoskopie, Time-of-Flight

Interferometrie, chromatische Aberration

Triangulation, Streifenprojektion, Lichtschnitt



**STEMMER**<sup>®</sup>  
IMAGING

PARTNER OF:



**GIT VERLAG**  
A Wiley Company  
[www.inspect-online.com](http://www.inspect-online.com)

# Get more VISION



DALSA GigE Vision Cameras are ideal for Color and Mono applications such as:

- Food Inspection
- Print Inspection
- Electronics Inspection
- Textile Inspection
- Traffic Monitoring
- General Machine Vision

DALSA GigE Vision Cameras are specifically engineered for industrial imaging applications and are based on high quality, highly sensitive area and line scan sensors in both color and monochrome formats. DALSA continues to lead the deployment of Gigabit Ethernet technology with the evolution of such products as the versatile Genie and the power of next generation GigE Vision v1.2.

Active Resolution from 640 x 480 to 1600 x 1400



**GIG**  
VISION

Genie GigE Area Scan

Industrial RJ-45 Connector

Frame Rates of up to 300 fps

MODEL	RESOLUTION	PIXEL SIZE	FRAME RATE
Genie Color series	640 x 480 to 1600 x 1200	3.75 to 9.9 $\mu$ m	Up to 64 fps
Genie Monochrome series	640 x 480 to 1600 x 1200	3.75 to 9.9 $\mu$ m	Up to 64 fps
Genie HM series	640 x 480 to 1400 x 1024	7.4 $\mu$ m	Up to 300 fps

## Capture the power of DALSA

Download product specifications and white paper: "The Power of Next Generation GigE Vision v1.2"  
[www.dalsa.com/gige/i11](http://www.dalsa.com/gige/i11)

**DALSA**

# Angst vor der Strategie?

Henry Mintzberg, kanadischer Professor, enfant terrible unter den Managementgurus und Autor von mehr als 140 Artikeln und 10 Büchern zum Thema Strategie und Management, versteht unter Strategie das Zusammenspiel von fünf Aspekten, die im Rahmen des strategischen Management alle eine Rolle spielen: Plan (Handlungsabsicht), Ploy (Manöver zur Bezwingung eines Gegners), Pattern (Widerspruchsfreies Verhaltensmuster), Position (Positionierung einer Organisation in ihrer Umwelt) und Perspective (Sichtweise und Interpretation der Welt).

Eine Strategie legt also die Verhaltensweise einer Unternehmung fest, ihre Ziele zu erreichen. Sie nimmt dabei Bezug auf die Werte und Ressourcen des Unternehmens, aber auch auf seine Umwelt und seine Position im Wettbewerb. Aus der Unternehmensstrategie leitet sich die Produktstrategie ab, die Finanzierungsstrategie, die Marketingstrategie, die Akquisitionsstrategie und so weiter.

Strategie als Schlagwort findet sich gern und oft in Unternehmen jeder Größe und Ausrichtung, eine ausformulierte Unternehmensstrategie – von den daraus abgeleiteten Teilstrategien ganz zu schweigen – aber viel zu oft nicht. Insbesondere in den klein- und mittelständisch geprägten Unternehmen unserer Branche ist dies so. Dabei fehlt es nicht am Verständnis für die Notwendigkeit oder an der Fähigkeit, kausale Zusammenhänge zu erkennen (keine Unternehmensstrategie – keine daraus abzuleitende Marketingstrategie, beispielsweise). Das Problem liegt auch nicht darin, dass es in kleineren Unternehmen an Stabsabteilungen mangelt, die sich ausschließlich mit Strategie und Planung beschäftigen können.

Das eigentliche Problem ist das Ziel. Eine Strategie legt fest, wie ein Unternehmen seine Ziele erreicht. Eine Strategie setzt also voraus, dass ein Unternehmensziel festgelegt ist. Ein Ziel wiederum zeichnet sich dadurch aus, dass es eindeutig definierbar ist, messbar und zu einem festgelegtem Zeitpunkt erreichbar. Die Crux liegt in der eindeutigen Definition des Ziels, denn diese Festlegung führt automatisch dazu, andere mögliche Ziele auszuschließen. Damit geht der Unternehmer natürlich ein Risiko ein, nämlich das Risiko der Fehlentscheidung.

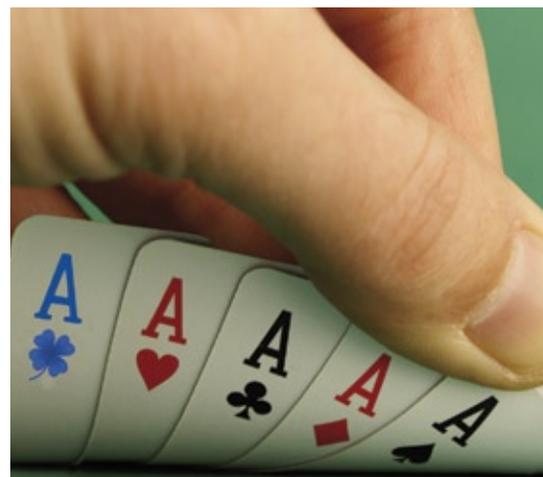
Gerade durch die Vielfältigkeit in der Anwendung von Bildverarbeitung und optischer Messtechnik, in der Heterogenität der möglichen Kundenbranchen, im sich beständig erweiternden Applikationsspektrum und der zunehmenden Nähe internationaler Märkte steht dem Unternehmen ein verlockend großes Betätigungsfeld offen. Darüber hinaus kommen aus dem Markt von Kundenseite auch immer wieder neue Anregungen für interessante Produktentwicklungen. In diesem Umfeld Ziele zu definieren heißt eben auch, sich von anderen möglichen Zielen zu verabschieden. Möglicherweise wäre aber genau dort der Goldtopf am Ende des Regenbogens gewesen. Diese Chance darf man sich doch nicht selbst nehmen, oder?

Viele Unternehmer versuchen diesem Dilemma dadurch zu begegnen, dass sie sich beständig alle Möglichkeiten offen halten, kein unternehmerisches Ziel festlegen und keine Unternehmensstrategie formulieren. Auch so lässt sich ein Unternehmen natürlich führen, ein kleines Unternehmen sogar recht auskömmlich. Nur der Topf voller Gold, der ist weitestgehend dem Zufall überlassen.

Der große Erfolg, das überproportionale Wachstum, die Marktführerschaft und der Wunsch eines jeden Unternehmers, einmal mehr erwirtschaftet zu haben als die eigene Rente mit 65, der stellt sich nur dann ein, wenn ein klares Ziel formuliert, eine Strategie erarbeitet und Maßnahmen daraus abgeleitet sind, die das Unternehmen als Ganzes in die Lage versetzen, mit allen Kräften gemeinsam und in der gleichen Richtung an einem Strick zu ziehen.

Auch in dieser Ausgabe der INSPECT finden Sie wieder viele Beispiele von Unternehmen, die sich ihren Zielen mit Erfolg verschrieben haben. Viel Spaß beim Lesen wünscht

Gabriele Jansen  
 Publishing Director INSPECT



[www.panasonic-electric-works.de](http://www.panasonic-electric-works.de)

## Mehr als Sie erwarten ...

... bekommen Sie mit den Automatisierungslösungen von Panasonic Electric Works.

- ▶ Steuerungen
- ▶ Lasermarkiersysteme
- ▶ Bildverarbeitungssysteme
- ▶ Sensoren
- ▶ Automatisierungskomponenten

Als einer der wenigen Komplettanbieter bekommen Sie bei uns alles **aus einer Hand** in bewährter Panasonic Qualität. Und zusätzlich gibt es auch noch ein **Mehr** an Service, Unterstützung bei der Inbetriebnahme und Produkt-AddONS.

**Sprechen Sie uns an –  
 Sie können nur gewinnen.**

**Hotline 08024 648-0**

**Panasonic Electric Works  
 Europe AG**

Tel.: +49 (0) 8024 648-0 • Fax: +49 (0) 8024 648-111  
 info-de@eu.pewg.panasonic.com



## TOPICS

**003 Editorial**  
Angst vor der Strategie?  
Gabriele Jansen

**006 News**

## TITELSTORY

**008 High-Tech gepaart mit Raffinesse**  
Kalibrierter 3D-Flächensensor für die industrielle Bildverarbeitung  
Meike Hummerich, Peter Stiefenhöfer

Plus Interview mit Peter Keppler, Vertriebsleiter bei Stemmer Imaging



**010 SPS/IPC/Drives 2010**  
Ausstellungsfläche der SPS/IPC/Drives in Nürnberg auf Rekordniveau

**010 Es ist an der Zeit**  
Rückblick: Technologie- und Anwenderkongress „Virtuelle Instrumente in der Praxis – VIP 2010“

**012 Industrielle 3D Sensorik – Wo geht die Reise hin?**  
Ein- und Ausblicke in die Entwicklung der 3D-Bildverarbeitung  
Dr. Matthias Rottenkolber

**015 Produkte der Zukunft**  
EuroMold 2010 in Frankfurt am Main mit Sonderschau e-production



3D-Sensorik: Wo geht die Reise hin? ▶ 12



Nicht für die Schule... ▶ 16

**016 Nicht für die Schule, sondern für das Leben ...**  
Grundlagen der optischen Messtechnik: Triangulation  
Prof. Dr. Christoph Heckenkamp

**020 Online**

**040 Umfrage**

**048 Visionäre**  
Interview mit Terry Arden, CEO LMI Technologies

**050 Vorschau, Index & Impressum**

## VISION

**019 Erwecke deinen Avatar zum Leben**  
3D-Sensoren für interaktive Mensch-Maschinen-Schnittstellen  
Jochen Penne

**022 Einäugiges Sehen – dreidimensionale Welt**  
Das Erfassen stereoskopischer Bildpaare durch nur einen optischen Kanal

**024 Oberflächenbasiertes 3D-Matching**  
Ein Software-Werkzeug für die Arbeit mit 3D-Punktwolken  
Dr. Wolfgang Eckstein, Bertram Drost

**026 Intelligente Allianzen**  
Roboter lernen durch 3D Vision-Systeme  
Hob Wubbena

**029 Produkte**

## AUTOMATION

**030 Herrscher über die Vielfalt**  
3D-Bildverarbeitung beschleunigt Räder-Produktion  
Rob Ashwell

**032 Schrittweise zum Erfolg**  
Kombinierte Techniken für effiziente 3D-Oberflächenprofilierung  
Sébastien Parent, Michael Muldoon

**034 Attraktion in Hollywood**  
3D-Sensoren bringen interaktive Animation ins Guinness World Record Museum

**036 Auf vorgegebenen Bahnen**  
Track-in Programmierverfahren mit Infrarot-Sensoren  
Volker Huth

**038 Der Teufel steckt im Detail**  
3D-Technologie in der Verpackungsinspektion  
Andrew Long

**040 Produkte**

## CONTROL

**042 Nah und doch so fern**  
Faseroptische Messsysteme inspizieren schwer erreichbare Flächen  
Vuk Bartulovic

**044 Von Rillen und Riefen**  
Oberflächenfehler im Rauheitsbereich erkennen

**046 Produkte**

# DIE BRANDNEUE GRASSHOPPER2

**GigE**<sup>®</sup>  
VISION



## SCHNELLSTE IHRER KLASSE

GS2-GE-20S4	2.0 MP	Sony ICX274 CCD	1600x1200 mit 30 FPS
GS2-GE-50S5	5.0 MP	Sony ICX625 CCD	2448x2048 mit 15 FPS

Die GS2-GE-20S4 ist die einzige GigE Kamera basierend auf dem beliebten 2MP Sony ICX274 CCD Sensor, die Bilddaten mit 30 FPS bei gewohnt überragender Bildqualität liefert.

## KLEINSTE IHRER KLASSE



Mit ihrer kompakten Größe von nur 44 x 29 x 58 mm zeichnet sich die GS2-GE-50S5 als die kleinste GigE Vision Kamera aus, welche den Sony ICX625 CCD verwendet; einen hochempfindlichen, dual-tap, 5 MP Sensor mit 15 FPS.



### 10. Oldenburger 3D-Tage

Die Oldenburger 3D-Tage werden wieder Anwender und Dienstleister, Wissenschaftler und Entwickler aus unterschiedlichen Fachgebieten zusammenbringen. In über 40 Fachvorträgen werden am 2. und 3. Februar 2011 Forschungsergebnisse, aktuelle Entwicklungen und Fragestellungen sowie das breite Anwendungsspektrum optischer 3D-Messtechniken thematisiert. Die Oldenburger 3D-Tage verstehen sich als Plattform für den Austausch von Erfahrungen auf interdisziplinärer Ebene. Deshalb ist das Tagungsprogramm zeitlich so ausgerichtet, dass die Möglichkeit besteht, sich entspannt in der begleitenden Firmenausstellung über die neuesten Entwicklungen am Markt zu informieren, mit Kollegen ins Gespräch zu kommen und Kontakte zu knüpfen. Unterstützt werden die Organisatoren durch das niedersächsische Forschungsnetz „Bildgebende Sensortechnik“ [www.bildgebende-sensortechnik.net](http://www.bildgebende-sensortechnik.net)

[www.jade-hs.de/3dtage](http://www.jade-hs.de/3dtage)



### Basler steigert Kameraumsatz um 85%

Für die Basler AG ist das 3. Quartal des Geschäftsjahres 2010 besser als erwartet verlaufen. Die vorläufigen Werte für Umsatz und Vorsteuerergebnis lagen sowohl signifikant über den Vorjahreswerten als auch über den Erwartungen des Vorstands. Der Konzernumsatz in den ersten drei Quartalen lag bei 38 Mio. € und übersteigt den Vorjahreswert von 24 Mio. € damit um 58%. In diesem Zeitraum wurde ein Konzernergebnis vor Steuern (EBT) von 3,8 Mio. € erwirtschaftet, ein Anstieg um 11,6 Mio. € im Vergleich zum Vorjahr. Unter der Annahme einer kontinuierlichen Marktentwicklung hebt Basler seine Prognose für das Geschäftsjahr 2010 erneut an und erwartet nunmehr den Konzernumsatz innerhalb eines Korridors von 46–48 Mio. € und einen Vorsteuergewinn von nicht unter 4,1 Mio. €.

[www.baslerweb.com](http://www.baslerweb.com)

### Neuer Name, bewährte Leistungen

Seit dem 1. Oktober 2010 trägt die Messtechnik Wetzlar GmbH einen neuen Namen. Das Unternehmen wird zukünftig unter Hexagon Metrology PTS GmbH – PowerTrain Solutions geführt. Im Juni 2008 übernahm das Mutterhaus Hexagon AB das deutsche Unternehmen. Mit der Umfirmierung ist die Integration nun perfekt. „Mit dem neuen Firmennamen setzen wir ein klares Zeichen“, sagt Per Holmberg, Hexagon Metrology President Europe. „Die Hexagon Metrology PTS GmbH ist Teil unseres weltweiten Netzwerkes und agiert daher global. Das Unternehmen ist ein wichtiger Bestandteil unseres Portfolios und eine erste Adresse für unsere Kunden aus der Antriebstechnik.“

[www.hexagonmetrology.com](http://www.hexagonmetrology.com)

### Neue Leitung der Entwicklung Sensorik



Dr. Thomas Wißpeintner hat die Leitung der Entwicklung Sensorik von Micro-Epsilon in Ortenburg übernommen. Er löst damit den langjährigen Entwicklungsleiter Prof. Dr. Martin Sellen ab, der zum Assistenten der Geschäftsleitung ernannt wurde. Dr. Wißpeintner konnte sich als bisheriger Assistent von Prof. Sellen auf seine neue Aufgabe intensiv vorbereiten. Ihm obliegt die Weiterentwicklung der elektromagnetischen Messverfahren im Portfolio.

[www.micro-epsilon.com](http://www.micro-epsilon.com)

### New Imaging Technologies erhält Beteiligungskapital von 3 Mio. €

Das CMOS Imager Start-up Unternehmen New Imaging Technologies erhält einen Gesamtbetrag von 3 Mio. € von einem Konsortium aus drei führenden Venture Capital Investmentfirmen. Diese Investitionsrunde ist ausgerichtet auf die Entwicklung neuer CMOS-Bildsensoren und das weitere Unternehmenswachstum. „Wir sind davon überzeugt, dass die Wide Dynamic Range Technologie (WDR) von NIT das Potenzial hat, eine führende Stellung im Wachstumsmarkt für CMOS-Bildsensoren einzunehmen.“, sagt Jean Philippe Gendre, Partner bei Emetec Gestion. „NITs einzigartige „Native WDR“ Technologie eröffnet einen großen Bereich von Applikationen, die bislang nicht adressiert werden konnten, da Sensoren mit diesen Eigenschaften nicht verfügbar waren.“ „Diese deutliche Kapitalerhöhung wird uns erlauben, unsere strategische Road Map neuer Produkteinführungen umzusetzen und den Ausbau unserer Vertriebsaktivitäten ermöglichen“, freut sich Pierre Potet, NIT President.

[www.new-imaging-technologies.com](http://www.new-imaging-technologies.com)



### 30 Jahre Opto

Opto, Spezialist für die Entwicklung und Integration von optischen Inspektionstechnologien, feiert in diesem Jahr den 30. Geburtstag. Gegründet wurde Opto 1980 in München, mit dem Ziel der führende Ansprechpartner für Sonderlösungen und Zubehör für Stereomikroskope zu werden. Heute ist daraus eine Firma mit über 30 Beschäftigten, weltweit vertriebenen Produkten und Niederlassungen in Frankreich und Großbritannien entstanden. Inhaber und Geschäftsführer Markus Riedi: „Unsere nun 30-jährige Geschichte war ein langer Weg, unsere Entwicklung basiert dabei aber nach wie vor auf drei Grundprinzipien: Fortwährendes Lernen und Entwickeln unserer Kernkompetenzen, immer an die Grenzen des Machbaren gehen und Freude dabei zu haben. Diese Basis erlaubt uns viele einzigartige optische Lösungen, Module und Systeme für herausfordernde Bildverarbeitungsanwendungen zu entwerfen. Wir sind stolz darauf, einen Beitrag zur Entwicklung der industriellen und wissenschaftlichen Bildverarbeitung in verschiedenen Bereichen und Technologien geleistet zu haben.“

[www.opto.de](http://www.opto.de)



### Geschäftsleitung der Volpi AG in neuer Besetzung

Die Volpi AG mit Stammsitz im schweizerischen Schlieren gilt schon seit vielen Jahren als Spezialist für faseroptische und optoelektronische Beleuchtungssysteme. Um für die Zukunft gerüstet zu sein, setzt das Unternehmen aber nicht nur auf intensive und praxisorientierte Entwicklungsarbeit im Photonikbereich, sondern optimiert auch die Unternehmensstruktur- und Organisation: Max Kunz, Inhaber und CEO der Volpi AG, hat die Geschäftsführung erweitert. Die Mitarbeiter Dr. Scott Kittelberger (COO Volpi USA), Thomas Trachsler (Director Sales & Marketing), Thomas Baumann (CFO), Jan Hauser (Head of R&D) und Reinhard Jenny (CTO) gehören jetzt ebenfalls zur Geschäftsführung. „Diese Umstrukturierung ist für uns ein wichtiger Schritt in die Zukunft. Die unternehmensinternen Kommunikationswege werden kürzer und Ressourcen lassen sich von allen Unternehmenszweigen gemeinsam nutzen. Das wird der Effizienz unserer Arbeit zugutekommen, wovon letztendlich natürlich die Kunden profitieren“, erläutert Max Kunz. Gleichzeitig soll damit die Grundlage für zukünftiges Wachstum geschaffen werden. „Die reibungslose Zusammenarbeit unserer Unternehmensbereiche in der Schweiz und den USA wird uns die Realisierung neuer Standorte, z.B. im asiatischen Raum, erleichtern, neue Kooperationsmöglichkeiten erschließen und damit Basis für zukünftiges Wachstum sein“, so Kunz abschließend.

[www.volpi.ch](http://www.volpi.ch)

### Mahr für seine internationale Aktivitäten ausgezeichnet

Mahr ist für seine internationale Tätigkeit mit dem GlobalConnect Award 2010 in der Kategorie „Global Player“ ausgezeichnet worden. Der Preis zeichnet Unternehmen aus, die sich im Ausland erfolgreich mit neuen Ideen etabliert haben. Der Preis wird alle zwei Jahre gemeinsam von den Industrie- und Handelskammern, Handwerk International und der Messe Stuttgart bundesweit ausgeschrieben. Die Jury entschied sich dieses Jahr für den Messlösungsanbieter Mahr aufgrund dessen sehr erfolgreicher Expansionsstrategie. Die 1861 gegründete Mahr GmbH ist seit 1965 im Ausland aktiv und mittlerweile weltweit der drittgrößte Hersteller an Fertigungsmesstechnik. Der Exportanteil liegt bei über 40%; exportiert wird in 50 verschiedene Länder. Das Unternehmen verfügt über

ein gut funktionierendes Netzwerk aus 15 Niederlassungen und 35 Vertretungen. Insbesondere das einzigartig breitgefächerte Produktportfolio von Mahr überzeugte die Jury. Kunden können alle Geräte, die zur dimensionellen Messtechnik erforderlich sind, aus einer Hand weltweit kaufen. Dabei bietet das Unternehmen als Applikationsspezialist Messlösungen von der Beratung über die Technologie bis zum Messmittelmanagement inklusive Kalibrierungen. Mahr setzt bei seiner Auslandsstrategie sowohl auf bereits erschlossene Märkte in den Industrieländern wie auch auf zukünftige Absatzmärkte in China, Indien, Brasilien oder Russland. Die eigene Produktionsstrategie ist global ausgerichtet und berücksichtigt sowohl günstige Fertigungsmöglichkeiten wie auch die Verfügbarkeit von Rohmaterialien. Mit Produktionsstätten in Deutschland, Frankreich, der Tschechischen Republik, USA und China und ca. 1.400 Mitarbeitern ist Mahr kundennah aufgestellt.

[www.mahr.com](http://www.mahr.com)

[www.inspect-online.com](http://www.inspect-online.com)

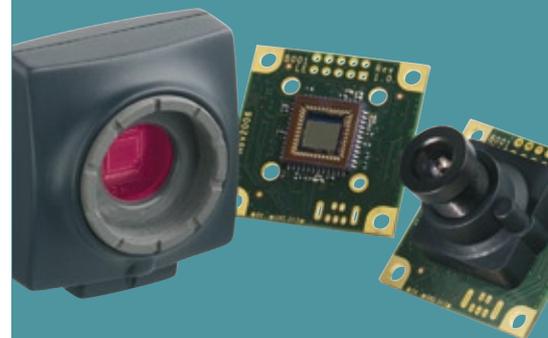
### Branchenumsatz Robotik und Automation wird 2010 um 14 % wachsen

Der Umsatz der Hersteller von Industrieller Bildverarbeitung, Montage- und Handhabungstechnik sowie Robotik wird 2010 um 14% auf 7,1 Mrd. € wachsen. „Die stetige Erholung des Auftragseingangs seit Jahresbeginn ermöglicht es, unsere Umsatzprognose für das laufende Jahr signifikant anzuheben“, erläuterte Dr. Michael Wenzel, Vorsitzender VDMA Robotik + Automation, die aktuelle Lage. Und: „Wir gehen auch davon aus, dass unsere Branche 2011 weiter wachsen wird, vermutlich in einer Größenordnung von 10%.“

„Die Hersteller von Industrieller Bildverarbeitung wachsen mit +18% (auf 1,1 Mrd €) am dynamischsten“, freut sich Dr. Olaf Munkelt, Vorsitzender von VDMA Industrieller Bildverarbeitung. „Projekte, die 2009 auf Eis lagen, werden nun realisiert“, erläutert er die positive Entwicklung. Darüber hinaus dürfte sich die starke Nachfrage bei Bildverarbeitungskomponenten in den kommenden Monaten weiter positiv auf die Umsätze mit Gesamtsystemen auswirken. Industrielle Bildverarbeitung, Montage- und Handhabungstechnik sowie Robotik werden eine maßgebliche Rolle bei der Bewältigung großer Herausforderungen unserer Gesellschaft spielen. Eine wirtschaftliche Serienfertigung von Energiespeichern ist z.B. Voraussetzung für den Einsatz von Elektromobilität in der Breite. Auch verlangt die demographische Entwicklung der Bevölkerung neuartige Assistenzsysteme in der Fertigung, um die Produktivität in den Betrieben auch mittel- und langfristig zu sichern. Der intelligente Einsatz von Automatisierungstechnik wird damit zum strategischen Erfolgsfaktor für den Produktionsstandort Deutschland.

[www.vdma.org/r+a](http://www.vdma.org/r+a)

# USB? uEye®!



## USB uEye® LE

- Kamera für Kleingerätebau
- Bis 10 Megapixel
- C-/CS-/S-Mount-Varianten
- CE/FCC Klasse B
- Verstellbares Auflagemaß
- Langfristig verfügbar



## USB

Von Boardlevel bis zur IP 65/67 Variante. Hohe Verfügbarkeit und größtmögliche Flexibilität.



## GigE

Ultra-kompakt oder Realtime Pre-Processing. Plug & Play GigE-Kameras.

# IDS

[www.ids-imaging.de](http://www.ids-imaging.de)

Tel. 07134/96196-0

# High-Tech gepaart mit Raffinesse

## Kalibrierter 3D-Flächensensor für die industrielle Bildverarbeitung

Bei der Inspektion von Bauteilen stößt die 2D-Bildverarbeitung schon mal an ihre Grenzen, und zwar dann, wenn der Kontrast zu gering ist oder die Lichtverhältnisse zu stark variieren. Anders die 3D-Bildverarbeitung: Hier sorgt die Streifenlichtprojektion für eine Entkopplung von der vorherrschenden Beleuchtung. Und so gewinnt ein 3D-Sensor aussagekräftigere Rohdaten als ein 2D-Sensor.

Nicht nur in den Kinos, auch in der industriellen Bildverarbeitung ist die 3D-Technologie auf dem Vormarsch. 3D-Systeme übernehmen dabei Aufgaben, die mit klassischen 2D-Systemen nur unter großem Aufwand gelöst werden können. Dazu haben zahlreiche Neuentwicklungen der letzten Jahre beigetragen, sowohl in der Bilderfassung von dreidimensionalen Objekten als auch im Bereich der Bildverarbeitungssoftware. In der Automatisierung, Robotik, Mess- und Regeltechnik kontrollieren 3D-Bildverarbeitungssysteme die



© Robert Ahrens/Fotolia.de

Produktqualität, optimieren aber auch Produktionsprozesse. Sie nehmen durch die 3D-Erfassung Soll-Ist-Vergleiche vor und inspizieren Bauteile auf Lage und Vollständigkeit. Doch um die 3D-Technologie im industriellen Umfeld effizient einsetzen zu können, ist eine robuste und einfach zu integrierende Erfassungstechnologie notwendig. Die präsentiert jetzt der deutsche Kamerahersteller VRmagic mit seinem 3D-Flächensensor. Der auf Streifenlichtprojektion basierende Sensor AreaScan3D liefert fertig berechnete

3D-Datensätze für die industrielle Bildverarbeitung. Er gibt die erfassten 3D-Daten über die standardisierte Ethernet-Schnittstelle direkt als Punktwolke oder als metrisch skaliertes, Grauwert-codiertes Höhenbild – als sog. Rangemap oder 2,5D-Bild – an den Auswerterechner aus. Hier kann dann die Bildverarbeitung erfolgen, bspw. zur Vollständigkeitsprüfung von Freiformbauteilen. Der AreaScan3D wird über einen GenICam-Transportlayer (GenTL) angesprochen. Dadurch ist der 3D-Sensor kompatibel zu allen Bildver-

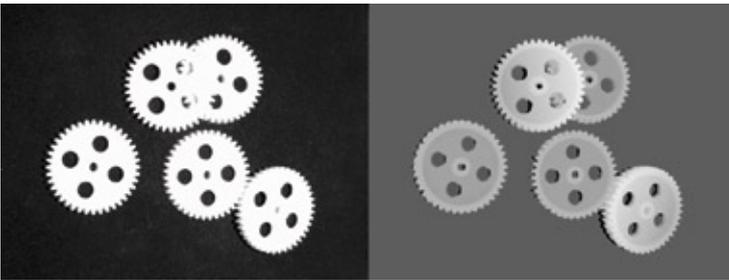
## Ein Meer an Möglichkeiten

In vielen Ländern übernimmt Stemmer Imaging den Exklusivvertrieb für den Flächensensor AreaScan3D. INSPECT sprach mit Peter Keppler, Vertriebsleiter bei Stemmer Imaging, über 3D-Bildverarbeitung und den 3D-Sensor.

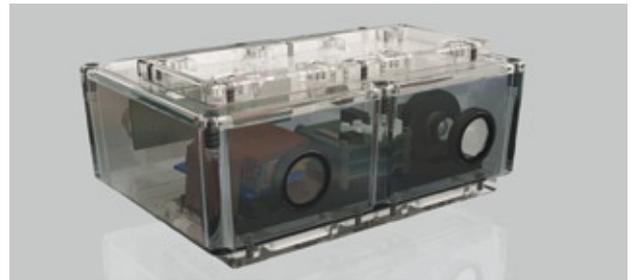
**INSPECT:** Die 3D-Bildverarbeitung hat in den vergangenen Jahren technisch einen großen Sprung nach vorne gemacht. Sowohl in der Erfassung der 3D-Bilder wie auch im Bereich der Algorithmen zur Auswertung sind inzwischen interessante Technologien verfügbar, mit denen bereits beeindruckende Applikationen realisiert wurden. Was hat sich hier bei Stemmer Imaging getan?

**P. Keppler:** Stemmer Imaging hat sich dieser Technologie ebenfalls angenommen und führt bereits seit einigen Jahren sowohl verschiedene Erfassungstechnologien als auch leistungsfähige Algorithmen zur Auswertung im Programm. Hier sind insbesondere die 3D-Tools aus der Bibliothek Common Vision Blox erwähnenswert. Ihr Schwerpunkt





Das Grauwert-codierte Höhenbild von Zahnrädern zeigt die Vorteile der 3D-Vorverarbeitung: Die dreidimensionale Bilderfassung liefert wesentlich aussagekräftigere Ausgangsdaten als ein zweidimensionales Kamerabild



Das Innenleben des 3D-Flächensensors in einer schematischen Darstellung

arbeits-Bibliotheken und Paketen, die bereits mit einem GenTL kommunizieren können, wie bspw. Common Vision Blox oder Halcon.

### Schlüsselfertige Technologie

Der 3D-Sensor kann über die Ethernet-Schnittstelle in Roboter und Automatisierungsanlagen integriert werden. Er verfügt über ein robustes Metallgehäuse mit Schutzklasse IP65, verschraubbare Standard-Industrie-Steckverbinder, einen 24 V-Anschluss, eine Ethernet-Schnittstelle sowie Hardware- und Software-Trigger.

„Damit stellen wir eine schlüsselfertige Technologie zur Verfügung“, so Oliver Menken, Vertriebsleiter bei VRmagic. „Die Vorteile von 3D-Bildverarbeitung in der industriellen Bildverarbeitung liegen vor allem in der Entkopplung von Beleuchtungsproblemen. Gegenüber der klassischen 2D-Bildverarbeitung kann die optische 3D-Messung mit Streifenlichtprojektion effizientere und robustere Prüfverfahren gewährleisten. Gerade bei Inspektionsobjekten mit geringem Kontrast oder bei variierenden Lichtverhältnissen liefert die 3D-Datenerfassung häufig viel aussagekräftigere Rohdaten, die dann auch mit konventionellen 2D-In-

spektionsalgorithmen analysiert werden können.“

### Hohe Messgenauigkeit

Der AreaScan3D bietet maximale Fremdlichtstabilität durch den Einsatz einer farbigen LED kombiniert mit einem Bandpassfilter. Auch die Materialfarbe hat keinen Einfluss auf die Messgenauigkeit. Der Sensor ist ein fertig kalibriertes System und liefert bei feststehenden Prüfobjekten metrisch kalibrierte Bilder mit einer garantierten Messgenauigkeit. Die Aufnahmezeit liegt unter einer Sekunde. „Streifenprojektion, Bildaufnahme und die Generierung der Punktwolke erfolgen integriert auf Basis einer intelligenten Kamera von VRmagic“, erläutert Menken. „Der DLP Pico Projektor von Texas Instruments und die Kamera laufen synchronisiert mit einer Frequenz von 60 Hz.“ Die Ausgabe eines kompletten 3D-Datensatzes ist derzeit mit ca. 360.000 Einzelpunkten pro Scan möglich. Der AreaScan3D ist mit Messfeldern von wenigen Millimetern bis zu einem Quadratmeter verfügbar, wobei die garantierte Genauigkeit je nach Größe des Messfelds im Submikrometer- bis Millimeterbereich liegt.



Der AreaScan3D verfügt über ein robustes Metallgehäuse mit Schutzklasse IP65, verschraubbare Standard-Industrie-Steckverbinder, einen 24 V-Anschluss, eine Ethernet-Schnittstelle sowie Hardware- und Software-Trigger

► **Autoren**  
Meike Hummerich, Leitung PR, VRmagic  
Peter Stiefenhöfer, Leiter Marketing und Öffentlichkeitsarbeit, Stemmer Imaging

► **Kontakt**  
VRmagic Holding AG, Mannheim  
Tel.: 0621/400416-0  
Fax: 0621/400416-99  
info@vrmagic.com  
www.vrmagic.com

Stemmer Imaging GmbH, Puchheim  
Tel.: 089/80902-0  
Fax: 089/80902-116  
info@stemmer-imaging.de  
www.stemmer-imaging.de

liegt auf der Vollständigkeitsprüfung von Freiformbauteilen. Die CVB-Tools arbeiten daher als echte 3D-Tools mit Punktwolken. Zusätzlich können natürlich alle anderen 2D-Tools der Bibliothek auf den 2,5-Grauwertbildern von 3D-Kameras genutzt werden.

### Welchen Anforderungen muss ein 3D-Sensor im industriellen Umfeld genügen?

**P. Keppler:** Um die 3D-Technologie stärker zu etablieren, ist eine robuste und einfach zu integrierende Erfassungstechnologie notwendig. Diese Technologie muss eine hohe Präzision zu einem realistischen Preis bieten, um gegenüber

anderen 2D- oder 3D-Lösungen wettbewerbsfähig zu sein. VRmagic hat genau im Hinblick auf diese Randbedingungen den neuen AreaScan3D-Sensor entwickelt. Die dabei eingesetzte Streifenlichtprojektion erlaubt die Aufnahme der Rangemap – also des 3D-Grauwertbildes – bei feststehenden Prüfobjekten. Das komplette System inklusive Kamera und Streifenlicht-Projektor ist kalibriert und liefert somit metrisch kalibrierte Bilder. Das IP65-Gehäuse mit verschraubbaren Standard-Industriesteckern wird industriellen Anforderungen gerecht. Der 3D-Sensor ist für verschiedene Bildfelder verfügbar, die ebenso auf typische industrielle Applikationen zugeschnitten sind.

### Welche Anwendungsmöglichkeiten sehen Sie für den AreaScan3D-Sensor?

**P. Keppler:** Im Zusammenspiel mit den 3D-Tools von CVB, aber auch mit Algorithmen anderer Hersteller wird dieser Sensor der 3D-Bildverarbeitung im industriellen Umfeld interessante neue Möglichkeiten erschließen. Anwendungsmöglichkeiten und Märkte für diese Technologie sehen wir unter anderem bei der Vollständigkeitskontrolle von Freiformbauteilen mit CVB Match 3D, bei der Leiterplatteninspektion, in der Logistik, der Lebensmittel- und Verpackungsindustrie sowie im Bereich der Robotik bei Pick & Place-Anwendungen.

# SPS/IPC/Drives 2010

## Ausstellungsfläche der SPS/IPC/Drives in Nürnberg auf Rekordniveau

Die SPS/IPC/Drives, Messe für elektrische Automatisierung, findet vom 23. bis 25. November 2010 in Nürnberg statt. Mit 90.000 m<sup>2</sup> Ausstellungsfläche melden die Veranstalter jetzt Flächenrekord.

Rund 1.300 Aussteller präsentieren in diesem Jahr auf der SPS/IPC/Drives in Nürnberg ihre Produkte. Besucher finden dort ein riesiges Portfolio an Systemen und Komponenten rund um die elektrische Automatisierung. Und das schließt natürlich Bildverarbeitungs-Komponenten und -Systeme mit ein. In vielen Fällen sind sie der Produktgruppe der Sensorik zugeordnet, die vor allem in Halle 4A ausgestellt werden. Interessierte finden dort neben Identifikationssensoren und -systemen auch Innovationen im Bereich der 3D-Bildverarbeitung, aber auch Komponenten, wie Kameras, Smart Cameras, Vision Sensoren und Beleuch-

tungslösungen. Laut Messe-Veranstalter Mesago sind zahlreiche Produkt-Premieren angekündigt. Damit den Besuchern auf der Messe auch die Zeit bleibt, noch den einen oder anderen Vortrag zu hören, bleibt die Messe weiterhin dienstags und mittwochs bis 19.00 Uhr geöffnet.

### Sonderthemen und Forum

Auch dieses Jahr gibt es wieder Sonderthemen auf der SPS/IPC/Drives, dazu gehören Energieeffizienz, Industrial Identification und Safety and Security. Zahlreiche Referenten sprechen zu diesen Themen in den Messeforen der Verbände ZVEI (Halle 8) und VDMA (Halle 4A). Auch der parallel zur Messe stattfindende Kongress nimmt diese Themen auf. Das Highlight des Kongresses besteht dieses Jahr in dem Gastvortrag von Prof. Dieter Spath zu dem Thema „von



evolutionären zu revolutionären Innovationen“. Er zeigt auf, wie durch systematisches Technologie- und Innovationsmanagement Unternehmen auf Weltmärkten wettbewerbsfähig bleiben.

### Young Engineer Award

Erstmals werden beim Kongress der SPS/IPC/Drives zwei Young-Engineer-Awards verliehen. Ausgezeichnet werden die je besten Beiträge aus den Bereichen Automation und Drives. Die offizielle Preisverleihung erfolgt auf einer Abendveranstaltung am 24. November 2010.

#### ► Kontakt

Mesago Messemanagement GmbH, Stuttgart  
Tel.: 0711/61946-0, Fax: 0711/61946-91  
info@mesago.com, www.mesago.de/sp

## Es ist an der Zeit

### Rückblick: Technologie- und Anwenderkongress „Virtuelle Instrumente in der Praxis – VIP 2010“



Am 27. und 28. Oktober veranstaltete National Instruments zum 15. Mal den Technologie- und Anwenderkongress VIP 2010 „Virtuelle Instrumente in der Praxis“. Die 635 Teilnehmer erwartete im Veranstaltungsforum in Fürstentfeld ein vielfältiges Programm: von Technologie- und Anwendervorträgen, Workshops für Einsteiger und Fortgeschrittene bis hin zur begleitenden Fachausstellung. Ein Highlight war auch dieses Jahr wieder die R&D-Keynote von Rahman Ja-

mal, Technical Director Central Europe. Er präsentierte am zweiten Kongresstag zahlreiche neue Produkte und verwendete dabei das Thema Zeit als roten Faden. Denn es geht in der Messtechnik mehr und mehr darum, Zeit bei Prüfanwendungen einzusparen, wie es das Unternehmen mit den neuen PXI-basierten Schaltmodullösungen versucht.

### Neuer Sensor aus James Bond

Jamal stellte auch den neuen faseroptischen Sensor-Interrogator vor, ein PXI-Express-Modul für Faser-Bragg-Gitter-Sensoren (FBG). „Wie Messtechnik aus James Bond“, kommentierte John Pasquarette, Vice President Software von National Instruments aus USA, diese Art von Sensoren. Sie funktionieren so, dass sie die Wellenlänge reflektieren, die den Veränderungen physikalischer Größen wie Dehnung und Temperatur entspricht.

Der Vorteil: Sie sind unempfindlich gegenüber elektromagnetischer Störung und es sind Messungen weit über zehn Kilometer möglich, dank des verwendeten Glasfaserkabels.

### Konkrete Applikationen inklusive

Wie auch in den vorherigen Jahren wurden für den VIP-Kongress 2010 die eingereichten Anwenderbeiträge in einem begleitenden Tagungsband veröffentlicht. Anhand von konkreten Applikationen aus der Praxis wird dokumentiert, wie die Werkzeuge, wie beispielsweise NI LabView, NI TestStand oder NI DIAdem, von Anwendern eingesetzt werden.

#### ► Kontakt

National Instruments Germany GmbH, München  
Tel.: 089/7413130  
info.germany@ni.com, www.ni.com/germany

EDIXIAs Inspektionstechnologie garantiert die **kontinuierliche Verbesserung** der Qualität an jedem Prozessschritt.

# 3dCast

## Die Inspektion von Gussteilen



## Eine Lösung für alle Anforderungen

### Unsere Produkte:

#### 3dCast-E

Prüfsystem für Motorblock, Zylinderkopf



#### 3dCast-B

Prüfsystem für Bremscheiben



#### 3dCast-Check

Multifunktionelles 3D Inspektionssystem



Beachten Sie **3dCast-Check**, unser stand-alone zerstörungsfreies 3D Prüfsystem, das rohe oder verarbeitete Gussteile auf den verschiedenen Oberflächen kontrolliert.

**3dCast-Check** detektiert unter anderen die Fehler wie: Materialmangel, Schmierfräsungen, Porositäten

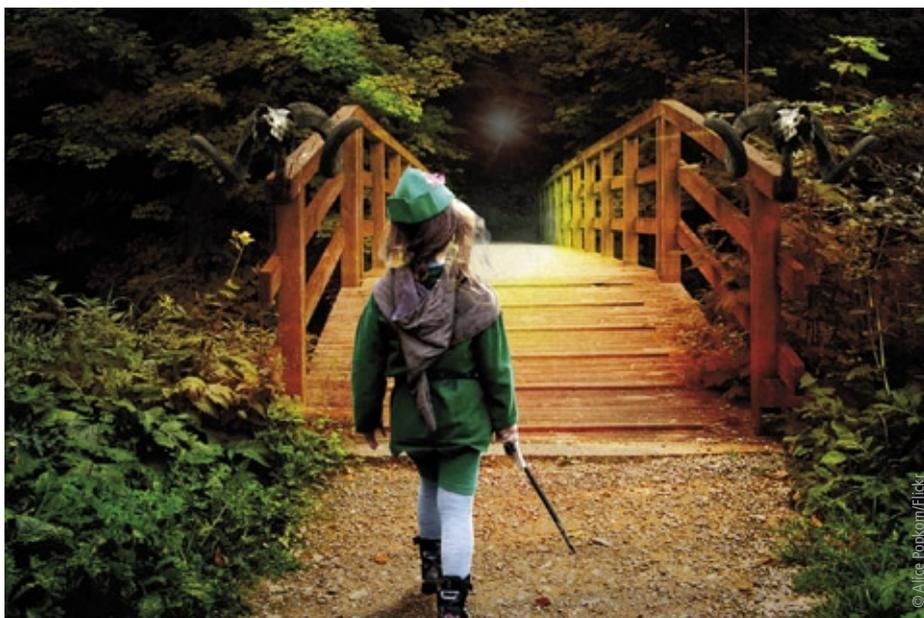
**3dCast-Check** misst Prozessfehler wie: Verschiebung der Gießformen oder Kernen, Geometriepunkte außerhalb der Toleranzen.

100%-ige Inspektion der Produktion für **die Verbesserung der Qualität**.  
**Rückverfolgbarkeitswerkzeug** zum Beispiel durch automatische Erfassung eines Gussstempels oder einer Formnummer.



# Industrielle 3D Sensorik – Wo geht die Reise hin?

## Ein- und Ausblicke in die Entwicklung der 3D-Bildverarbeitung



Nicht nur die Vision, internationale Leitmesse für Bildverarbeitung Anfang November in Stuttgart, hat es gezeigt, auch die Marktanalysen der führenden Branchenverbände sagen es ganz deutlich: Der Einsatz von 3D-Technologien in der Qualitätssicherung und der Automatisierungstechnik nimmt zu. Wie wird sich die 3D-Sensorik in den nächsten Jahren entwickeln? Dieser Beitrag versucht anhand historischer und aktueller Technologieentwicklungen sowie ökonomischer Faktoren ein Bild zu entwerfen.

### Historische Entwicklung mit evolutionärer Prägung

3D-Sensorik ist eng an die technische Entwicklung der Bildverarbeitungsmethoden geknüpft, unabhängig davon welches Verfahren zum Einsatz kommt. Viele Innovationen haben den schrittweisen Einzug der Bildverarbeitung in industrielle Anwendungen geebnet, in den 80er Jahren war dies der Schritt von Analogkameras zu CCD Bildsensoren, Anfang der 90er die exponentiell zunehmende Rechenleistung auf erschwinglichen

PC-Systemen. In den letzten 10 Jahren wurde durch schnelle digitale Bildsensorik und entsprechende Elektronik der Weg für 3D-Systeme, insbesondere für Lichtschnittverfahren, weiter geebnet.

Wesentliches Merkmal in dieser historischen Entwicklung ist, dass Messverfahren durch Innovationen in Mainstream-Märkten und die damit verbundene Preisdegression erst praktisch umsetzbar gemacht werden konnten. Neben PC-Rechenleistung und performanten Bildsensoren sind vor allem wesentliche Verbesserungen bei Laserdio-

den und neue Projektionstechniken zu nennen, aber auch strukturelle Faktoren wie z.B. der hohe Verbreitungsgrad von PC-Systemen, die Verfügbarkeit kompetenter Software-Entwickler und die mittelständisch geprägte Struktur dieses Marktes. Die Wertschöpfung der gesamten Branche lag und liegt also in der intelligenten Kombination von Produkten, die primär für andere Märkte entwickelt wurden. Daran wird sich auch in Zukunft nichts ändern.

### Stand der Technik

Aufgrund des großen Feldes der 3D-Messtechnik beschränkt sich die Betrachtung hier auf Sensoren von denen davon ausgegangen werden kann, dass sie zukünftig in größeren Stückzahlen hergestellt werden. Abgesehen von speziellen, teilweise qualitativen, Verfahren (z.B. Deflektometrie, Shape-from-Shading) findet man heute im industriellen Bereich vorwiegend zwei physikalisch unterschiedliche Sensorprinzipien: Triangulation und Kohärenzradar (Weißlichtinterferometrie und Time-of-Flight). Triangulationsbasierte Systeme wiederum können in Lichtschnitt- und Streifenprojektionssysteme unterteilt werden [1]. Laserbasierte Lichtschnittverfahren haben den Vorteil, dass auch bei niedrig reflektierenden und hoch texturieren Oberflächen noch sicher abgetastet werden kann. Allerdings muss dazu das Objekt definiert bewegt werden. Aufgrund des hohen Specklekontrastes ist bei technischen Oberflächen die Messunsicherheit eines einzelnen Punktes physikalisch bedingt in der Größenordnung von zehn Mikrometern (z.B. [2]) und kann nur durch örtliche Mittelung verbessert werden. Streifenprojektionsverfahren hingegen tasten das Objekt durch eine Sequenz aufprojizierter Weißlicht-Muster flächig an, das Messobjekt muss nicht bewegt werden. Die Vorteile dieses Verfahren liegen in der geringeren Messunsicherheit, einer deutlichen höheren Anzahl an verfügbaren Punkten pro Messvorgang und der Möglichkeit größere Flächen zu vermes-

sen. Weißlichtinterferometrie dürfte das universellste Verfahren (sehr hohe Genauigkeit, koaxiale Anordnung) sein, hat aber den entscheidenden Nachteil der langen Messzeit und ist derzeit nicht für produktionsnahe QS-Systeme geeignet.

### Kosten- und andere Barrieren

Allein in Europa gibt es mehrere hundert Hersteller von Bildverarbeitungshardware und -software, deren Umsatz deutlich unter 10 Mio. EUR liegt. Der Grund hierfür dürfte in den relativ niedrigen Eintrittsbarrieren liegen, aber auch in dem hohen Spezialisierungsgrad mit dem die einzelnen Firmen ihre Kunden zu adressieren versuchen. Ähnlich verhält es sich mit Systemintegratoren (SI): allein in Deutschland gibt es mehr als 400. Die Folge davon ist, dass die relative Marktmacht eines einzelnen Spielers eher gering ist, was zu oft Preiskämpfen untereinander führt und geringe Einkaufsmacht nach sich zieht. Diese Situation zwingt viele Hersteller und SI dazu weitere Nischen zu bedienen. Für die Entwicklung von Lösungen, die einen breiteren Markt adressieren, fehlen die finanziellen Ressourcen.

SI und in Einzelfällen auch Endkunden als Abnehmer von 3D Systemen werden zwei Ziele verfolgen: erstens die Lösung von technischen Problemstellungen für ihre Kunden unter bestimmten, oft harten Preisvorgaben und zweitens eine möglichst kosteneffiziente Realisierung dieser Lösung. Bereits diese beiden Aspekte erzeugen bei vielen SI Stirnrunden: Wann ist eine 3D- gegenüber einer traditionellen BV-Lösung sinnvoll? Was kostet mich das „Anfassen“ einer neuen Technologie? Die natürliche Reaktion von SI auf 3D-Systeme ist Skepsis, in vielen Fällen Ablehnung solange die Möglichkeit besteht die Problemstellung mit vertrauten Methoden ggf. auch unter Inkaufnahme niedrigerer Margen zu bearbeiten. Selbst in Fällen, wo eine 3D-Lösung zwingend notwendig, ist scheuen sich viele vor allem kleinere SI vor der Annahme eines solchen Projekts. Oft verhindert eine Kostenbarriere bedingt durch die Einarbeitung in ein spezifisches 3D-System (insbesondere Einarbeitung in Softwareschnittstellen, Anpassung bestehender SW-Komponenten, Finden und Implementieren einer QS-Strategie) schwarze Zahlen bei einem Projekt. Viele SI sehen auch Risiken sich an ein spezifisches System zu binden weil offen bleibt ob und wann interne Entwicklungen in weiteren Projekten multipliziert werden können.

Als Folge dieser Kompetenzlücke bei SI findet man heute häufig Anbieter von 3D-Systemen die vorwärts integriert haben, d.h. sowohl Hersteller von 3D-Systemen sind als auch ganze 3D-Projekte bearbeiten. Zum Vergleich: Kein Kamerahersteller würde das heute tun.

### Treiber für 3D

Mehrere Faktoren werden in Zukunft zu weiter zunehmendem Nullfehler/6-Sigma-Qualitätsdenken führen: durch stetig steigendes Fertigungsoutsourcing von Teilkomponenten, die nicht zur Kernkompetenz eines Unternehmens gehören entstehen immer mehr Schnittstellen im Netzwerk von OEMs und Zulieferern. Zweitens sind Unternehmen bestrebt hohe Kosten und Imageverlust durch Qualitätsprobleme zu minimieren. Die systematische Einführung einer 100% Prüfung in Produktionsanlagen wird die Konsequenz sein. 3D-Methoden werden hier eine wichtige Rolle spielen. Auch die zunehmende Integration hybrider Komponenten und Miniaturisierung wird den Bedarf an 3D Messtechnik steigern.

Wo wirtschaftlich sinnvoll wird der Automatisierungsgrad weiter zunehmen, z.B. komplexe, durch Roboter ausgeführte Materialbewegungen (der bekannte „Griff in die Kiste“), die schnelles 3D Sehen und -Erkennen erfordern.

### Zukünftige Entwicklung

Die genannten Verfahren werden sich „evolutionär“ weiterentwickeln. Mit der Verfügbarkeit von leistungsfähigeren LED-Projektoren wird die flächige Antastung weiter an Bedeutung gewinnen, da sie keine Objektbewegung erfordert und damit schneller und flexibler in der Anwendung ist. Die heute etablierten Lichtschnittverfahren werden für weniger komplexe Anwendungen, z.B. Anwesenheitskontrolle, Schweißnahtkontrolle, etc. eingesetzt werden. Falls hochauflösende sehr schnelle CMOS-Bildsensoren zu realistischen Preisen verfügbar werden, könnte auch die Weißlichtinterferometrie im Inline-Bereich an Bedeutung gewinnen. TOF-Systeme werden aufgrund der limitierten räumlichen Auflösung vorwiegend in Bereichen Fahrerassistenz und z.B. in der Robotik für Hinderniserkennung sowie im Gaming-Bereich zum Einsatz kommen.

Eine Schlüsselrolle wird der Software zukommen. Bisher ist es vergleichsweise schwierig aus den 3D-Rohdaten (der Punktwolke) schnell für die Prozesskontrolle/Qualitätssicherung relevante



**LASER 2000**

The Future of Photonics

## Mit mehr Licht in die Zukunft! Maßgeschneiderte LED-Beleuchtungen für Machine Vision...

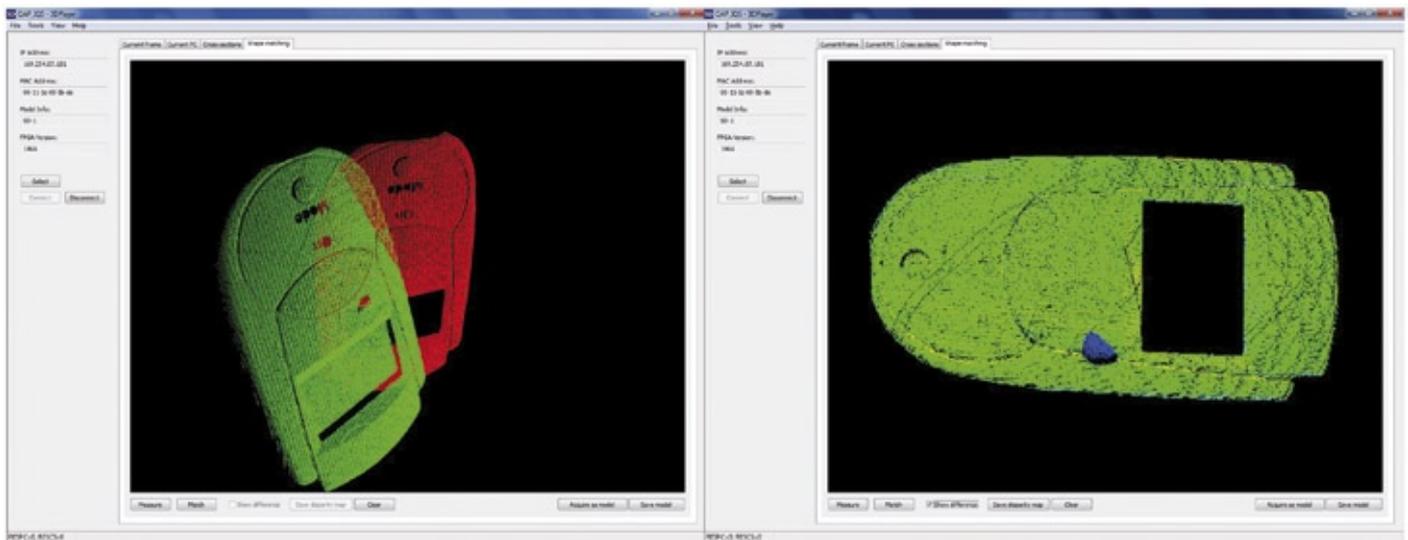
- LED RGB-Beleuchtungen
- LED Systeme und Komponenten
- Zeilenbeleuchtungen
- Ringlichter
- Hellfeldbeleuchtungen
- Dom-Beleuchtungen
- Axiale Beleuchtungen
- Spot-Beleuchtungen
- Backlights



Alle LED-Beleuchtungen finden Sie unter [www.laser2000.de](http://www.laser2000.de)

Webcode: 1189

[www.laser2000.de](http://www.laser2000.de)



Beispiel einer echtzeitnahen Qualitätskontrolle von Plastikgehäusen mit ShapeDrive Sensoren und Shape Matching, links: Referenz (Rot), gemessenes Teil mit Fehler (Grün), rechts: als Bild vorliegende Höhendifferenz nachdem beide Teile geometrisch überlagert wurden, die Fehlstelle ist blau gekennzeichnet, grün bedeutet eine Abweichung kleiner 50 µm, Prozessorate < 1s.

Kriterien abzuleiten. Mit der schnellen Implementierung von Shape Matching-Algorithmen, d.h. der schnellen Überlagerung der Messpunkte mit Referenzdaten, wurde hier ein wichtiger erster Schritt getan. Grundsätzlich gilt auch hier, dass dem Anwender möglichst einfach zu handhabende, richtig strukturierte Software zur Verfügung gestellt wird.

technische Anwendungen. Dieser Trend wird sich fortsetzen.

Mit zunehmender Anzahl an erfolgreichen 3D-Projekten wird die Nachfrage nach 3D weiter ansteigen, allerdings nicht sprunghaft. Integratoren können und werden sich durch 3D als Differenzierungskriterium mittelfristig Wettbewerbsvorteile verschaffen, sofern sie in der Lage sind 3D-Lösungen intern und für ihre Kunden kosteneffizient umzusetzen. Ansonsten werden die Integratoren eine eher passive Rolle einnehmen.

Die Hersteller von 3D-Systemen müssen umgekehrt die Komplexität aus den Produkten nehmen sowie geeignete Methoden zur Verfügung stellen, dass für SI solche Systeme einfach und schnell integrierbar werden. Erfolgreiche Hersteller werden offene 3D-Systeme anbieten (standardisierte SW-Schnittstellen, Portfolio von Standard 3D-Verarbeitungsmethoden). Damit wird das Risiko bei den SI gemindert sich an einen Hersteller zu binden. Von SI entwickelte SW-Bausteine können direkt oder mit geringen Modifikationen verwendet werden.

ShapeDrive hat einen auf Streifenprojektion basierenden Sensor entwickelt der mehreren aktuellen Marktbedürfnissen nahekommt: ein schnelles, integriertes und offenes 3D-System bei Kosten nur noch etwas über denen von regulären Kameras.

**Ausblick**

Mittelfristig werden sich alle Beteiligten der Wertschöpfungskette, also Hersteller, VARs, Integratoren und Endkunden an einen Tisch setzen und einen „Baukasten“ bestehend aus Hardware- und

Softwareschnittstellen, Messmethoden, Softwaretools sowie Messmittel-Richtlinien definieren. Die Motivation hierfür ist, Endkunden und Systemintegratoren mehr Sicherheit in der Anwendbarkeit zu geben.

Es könnte zukünftig mehrere Tendenzen zur Konsolidierung/Konzentration geben: 1. Vertikale Integration (SI kauft HW- und SW Hersteller zu, um seiner lösungsorientierten Strategie gerecht zu werden), und 2. Horizontale Integration (Kamerahersteller kauft 3D-Systemhersteller zur Nutzung von Einkaufspotentialen und Synergien im Marktauftritt). Ob solche größeren Veränderungen stattfinden hängt davon ab, ob Anwendungen für 3D-Systeme mit einem vergleichsweise großen Marktpotential entstehen, so dass sich eine Konzentration als ökonomisch sinnvoll erweist.

Robot Vision könnte bei aller Komplexität eine solche Anwendung sein.

**Literatur**

- [1] Norbert Bauer (Hrsg.), „Handbuch zur industriellen Bildverarbeitung“, Fraunhofer Allianz Vision, 2. Auflage, 2008.
- [2] Gerd Häusler, „Three Dimensional Sensors – Potentials and Limitations“, in Handbook of Computer Vision and Applications, 1999.



ShapeDrive Sensor

**Neue Märkte und Anwendungen**

Der Bedarf an 3D-Systemen ist echt und wird nicht von einer zunehmend erwachsenen BV-Industrie herbei gepredigt. Noch in den 90ern traute man sich nur bei schwerwiegenden, kostspieligen Qualitätsthemen aufgrund der hohen Projektkosten und Komplexität über 3D nachzudenken. Heute können Systeme realisiert werden die nur einen Bruchteil kosten und wesentlich performanter sind. Damit werden neue Märkte für 3D geschaffen. Beispiele dafür sind die Lebensmittelindustrie oder auch medizin-

► **Autor**  
Dr. Matthias Rottenkolber, CTO

► **Kontakt**  
ShapeDrive GmbH, Stockdorf  
Tel.: 089/454612-46  
Fax: 089/454612-48  
info@shape-drive.com  
www.shape-drive.com

# Produkte der Zukunft

## EuroMold 2010 in Frankfurt am Main mit Sonderschau e-production



Die 17. EuroMold, Weltmesse für Werkzeug- und Formenbau, Design und Produktentwicklung, findet vom 1. bis 4. Dezember 2010 in Frankfurt am Main statt. Es werden 1.500 Aussteller aus 45 Ländern und rund 60.000 Fachbesucher erwartet.

Auf rund 75.000 m<sup>2</sup> Ausstellungsfläche zeigt die EuroMold 2010 in den Messehallen 8,9,11 und der Galleria der Messe Frankfurt die Neuheiten in sämtlichen Bereichen der Produktentwicklung. Mit dem Messekonzept „von der Idee über den Prototyp bis zur Serie“ bildet die EuroMold die gesamte Prozesskette ab. Sie führt damit die Beteiligten aus allen Bereichen der Produktentwicklung zusammen – vom Designer, über Formenbau, Werkzeug- und Maschinenbauer, Zulieferer und Anwender. Neben

dem Schwerpunkt Werkzeug- und Formenbau werden u.a. auch die Bereiche Rapid Prototyping, Modell- und Prototypenbau und Simulation auf der EuroMold präsentiert.

### Publikumsmagnet: e-production

Highlights auf der EuroMold 2010 sind die Sonderschauen „Energieeffizienz und Werkzeugbau“ in Halle 8 und „e-production für Jedermann“ in Halle 11. Mit letzterer trägt die Messe der enormen Entwicklung auf dem Milliarden-

markt der Additiven Technologien (Rapid Manufacturing und Rapid Prototyping) Rechnung. Die Sonderschau feierte auf der EuroMold 2009 ihre Premiere und hat sich mit der Darstellung von Zukunftsprodukten als Zuschauer magnet erwiesen. Zudem baut die Messe damit ihre Position als wichtigster europäischer Marktplatz für die Additiven Technologien aus. Zahlreiche Marktführer aus der ganzen Welt zeigen ihre Innovationen und eine Vielzahl von Weltneuheiten. Der Anwendungsbereich der mit den Additiven Technologien hergestellten Produkte wächst rasant und spielt in Industrie und Alltag

eine immer stärkere Rolle. Wichtige Einsatzbereiche sind Medizinprodukte, Nischenprodukte, Design und e-Produkte, die über das Internet vertrieben werden. Und um diese Produkte herstellen zu können, muss das Bauteil permanent auf seine Form und Abmessungen hin überprüft werden. Vor allem die dreidimensionale Erfassung des Bauteils ist für die Qualitätskontrolle entscheidend. Die soll möglichst in den Prozess integriert werden. Aus diesem Grund finden Besucher auf der EuroMold zahlreiche Hersteller aus der Bildverarbeitungsbranche und der Qualitätskontrolle.

#### ► Kontakt

Demat GmbH, Frankfurt / Main  
Tel.: 069/274003-0  
Fax: 069/274003-40  
info@demat.com  
www.euromold.com

## VMT – KOMPLETTLÖSUNGEN FÜR DIE BILDVERARBEITUNG



### Setzen Sie auf die erfahrenen Spezialisten für die 3. Dimension!

VMT-Komplettlösungen für die 3D-Lagebestimmung, 3D-Roboterführung und Roboter-Bahnkorrektur basieren auf eigenentwickelten Produktlinien, welche das gesamte Applikationsspektrum abdecken. Als Systemlieferant stehen wir für die wirtschaftliche Integration von Bildverarbeitungs- und Lasersensorsystemen in Ihre Anlagen und Produktionsprozesse.

Von der individuellen Planung bis zur Realisierung und von der Schulung Ihrer Mitarbeiter bis zur kontinuierlichen Wartung – VMT ist Ihr zuverlässiger Partner und Berater.

VMT Bildverarbeitungssysteme GmbH  
Mallastraße 50-56 • 68219 Mannheim / Germany  
Telefon: 0621 84250-0 • Fax: 0621 84250-290  
E-Mail: info@vmt-gmbh.com • www.vmt-gmbh.com

**VMT**  
PEPPERL+FUCHS

# Nicht für die Schule, sondern für das Leben ....

Grundlagen der optischen Messtechnik: Triangulation



Triangulation ist ein trigonometrisches Verfahren zur Vermessung des Abstands eines Punktes von einem Referenzpunkt durch Anvisieren unter zwei verschiedenen Blickwinkeln. In der optischen Messtechnik versteht man unter einem Triangulationssensor einen Abstandstaster, der einen Laserstrahl unter einem definierten Einfallswinkel auf die Oberfläche eines Objekts projiziert und den Spot unter einem anderen Winkel auf eine Detektorzeile abbildet [1]. In Kombination mit einem Scanner oder einer Verschiebeeinheit kann man die gesamte Oberfläche eines Objekts abrastern und als Punktwolke im dreidimensionalen Raum darstellen. Der Artikel erläutert die Grundzüge des Verfahrens und einige grundlegende Konstruktionsprinzipien.

Jeder von uns hat das Grundprinzip der Triangulation schon in jungen Jahren in der Schule gelernt, verpackt in mehr oder weniger interessanten Fragestellungen, und ist später gelegentlich wieder darüber gestolpert. Wenn man wie in Abbildung 1 die Entfernung zwischen einem Punkt B und einem Objekt C nicht direkt messen kann, visiert man es von zwei verschiedenen Standpunkten A und B aus an, misst die Winkel, unter denen es in Bezug auf eine Referenzrichtung erscheint, und bestimmt den Abstand  $b$  zwischen den beiden Standpunkten, die Basisbreite. Mit ein wenig Trigonometrie kann man nun alle Stücke des Dreiecks ausrechnen, also auch den Abstand zwischen B und C. Wer sich schon einmal mit Stereo-Vision befasst hat, erkennt schnell, dass diese Kon-

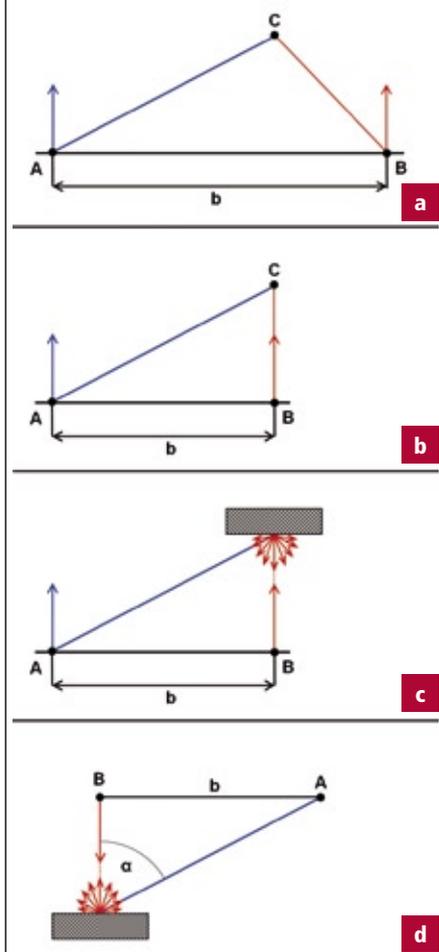


Abb. 1: Das Triangulationsprinzip

figuration der Standard-Stereo-Geometrie mit zwei Kameras entspricht, deren optische Achsen parallel zueinander ausgerichtet sind [2]. Abbildung 1b zeigt einen Spezialfall, bei dem eine der beiden Blickrichtungen senkrecht auf der Basis steht. Im Triangulationssensor wird diese Blickrichtung durch einen Laserstrahl ersetzt, der unter einem definierten Beleuchtungswinkel einen Lichtfleck auf einer Oberfläche erzeugt. Vom Standpunkt A aus wird der Winkel bestimmt, unter dem der Laserspot auf der Oberfläche erscheint. Geometrisch ist diese Konfiguration vollkommen gleichwertig zur Situation in Abbildung 1b. Gedreht um 180° entsteht die Geometrie von Abbildung 1d, die meist bei der Beschreibung eines Triangulationssensors verwendet wird: Ein Laserstrahl wird senkrecht auf eine Oberfläche gerichtet, und der Laserspot wird unter dem Triangulationswinkel  $\alpha$  von einem Linsensystem auf einen Detektor abgebildet.

### Die optische Abbildung

In Abbildung 2 ist die optische Abbildung des Laserspots vom Objekt in die Bildebene genauer dargestellt. Der Leuchtfleck wird mit einer Linse erfasst, deren optische Achse auf den Arbeitsabstand  $z$  des Sensors ausgerichtet ist. Wenn sich die

Oberfläche längs der Ausbreitungsrichtung des Laserstrahls verschiebt, der Abstand also größer oder kleiner wird, verschiebt sich auch die Position des Bildes in der Bildebene des Sensors. Die Verschiebung  $\Delta x$  in der Detektorebene ist in erster Näherung proportional zur Verschiebung  $\Delta z$  längs der Richtung des Laserstrahls:

$$\Delta x = \beta' \sin \alpha \Delta z$$

Dabei ist  $\beta'$  der Abbildungsmaßstab, der von der Brennweite  $f'$  der Optik und der Gegenstandsweite  $a$  bzw. der Bildweite  $a'$  abhängt:

$$\beta' = (a'/a) = f'/(a+f')$$

In der Bildebene eines Triangulationssensors muss folglich die Verschiebung  $\Delta x$  des Bildes des Laserspots in Bezug auf die optische Achse ermittelt werden. Dazu kann eine Detektorzeile mit diskreten Pixeln oder ein positionsempfindlicher Detektor, der ein Analogsignal liefert, verwendet werden. Der Proportionalitätsfaktor  $\beta' \sin \alpha$  ist in erster Näherung konstant. Abweichungen von der linearen Beziehung zwischen  $\Delta x$  und  $\Delta z$  können durch Kalibrierung erfasst und in der Auswertung kompensiert werden. Der Arbeitsbereich, also die maximale Verschiebung  $\Delta z$  um den Arbeitsabstand herum, wird durch die maximale Ablage  $\Delta x$  des Bildpunktes auf dem Detektor begrenzt, also letztlich durch die Länge der Detektorzeile. Die Tiefenauflösung ergibt sich aus der Genauigkeit, mit der die Position des Bildflecks erfasst werden kann. Bei einer Detektorzeile ist das auf den ersten Blick der Pixelabstand. Grundsätzlich kann der Schwerpunkt eines Spots, der sich über mehrere Pixel erstreckt, jedoch mit Subpixelgenauigkeit bestimmt werden. Für einen Sensor, in dem eine Detektorzeile mit 1024 Pixeln verbaut ist, wird man folglich eine Tiefenauflösung in der Größenordnung von einem Promille des Arbeitsbereichs erwarten.

### Die Scheimpflug-Bedingung

Aus Abbildung 2 geht auch hervor, dass die optische Abbildung unscharf wird, wenn die Objektebene sich längs der  $z$ -Richtung vom Arbeitspunkt aus nach oben oder unten verschiebt. Die Gegenstandsebene, die von der Linse scharf abgebildet wird, steht senkrecht auf der optischen Achse. Die Tiefenvariation  $\Delta z$  verläuft jedoch längs des Laserstrahls und ist damit gegenüber der Gegenstandsebene verkippt. Wenn der Detektor senkrecht auf der optischen Achse steht, ist das Bild über- oder unterfokus-



## LAP LASER TRIANGULATIONSSENSOREN

- höchste Genauigkeit bei hoher Messfrequenz
- einzeln, mehrspurig oder traversierend
- inline-Kalibrierung ohne Produktionsstopp
- thermisch und mechanisch stabile Sensoren



**ATLAS** Triangulationssensoren für Abstand, Dicke, Breite, Höhe und mehr, Messbereiche 2 mm bis 100 mm.



**POLARIS** Triangulationssensoren für Abstand, Dicke, Breite, Höhe und mehr, Messbereiche 10 mm bis 400 mm.



**ANTARIS** Triangulationssensoren für Abstand, Dicke, Breite, Höhe und mehr, Messbereiche 150 mm bis 4000 mm.



**CALIX** Für Dickenmessung mit nur einem Sensor, Messbereiche 5 mm, 10 mm und 30 mm.



**METIS** Laser-Scanmikrometer für Durchmesser, Ovalität, Spalt und mehr, Messbereiche 45 mm bis 180 mm, in „Big Diameter“-Anordnung bis 1500 mm.

[www.LAP-LASER.com](http://www.LAP-LASER.com)

**LAP**  
LASER

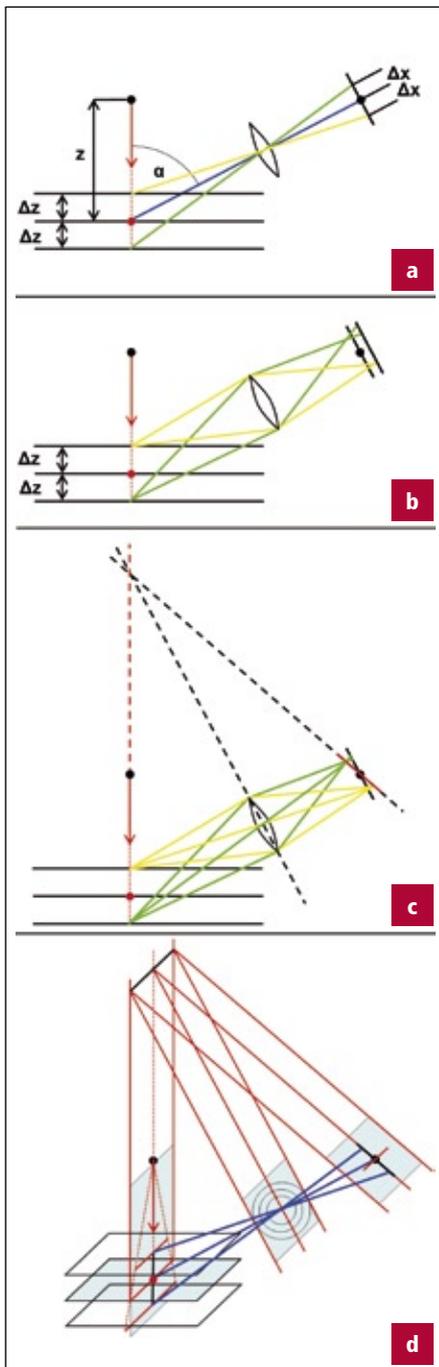


Abb.2: Die optische Abbildung beim Triangulationssensor. Damit in der Detektorebene ein scharfes Bild entsteht, muss der Sensor so verkippt werden, dass sich Gegenstandsebene, Linsenebene und Bildebene in einer Linie schneiden (Scheimpflug-Bedingung)

sieht, sobald es aus der zentralen Position herauswandert. Die Unschärfe in der Bildebene kann man kompensieren, wenn man den Detektor um die zentrale Position herum verkippt. Für den Kippwinkel muss die sog. Scheimpflug-Bedingung [1] erfüllt sein: Bildebene, Linsenebene und Gegenstandsebene müssen sich in einer Linie bzw. in einem Punkt schneiden, siehe Abbildung 2c. Die Gegenstandsebene wird beim Triangulationssensor durch den einfallenden Laserstrahl definiert, denn man

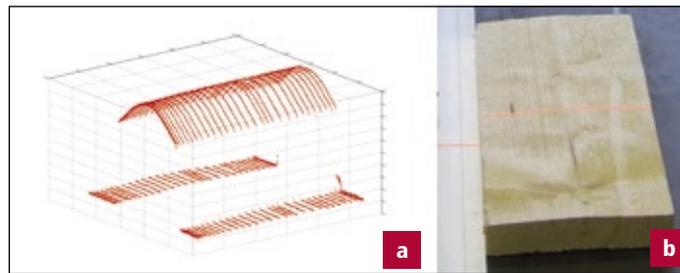


Abb.3: Eine Messung mit einem Lichtschnittsensor. Das Messobjekt wird senkrecht zur Laserlinie transportiert. Die Gesamtheit der Höhenprofile ergibt eine 3D-Darstellung der Oberfläche als Punktwolke.

möchte, dass alle Punkte, die sich im Arbeitsbereich auf dem Laserstrahl befinden, scharf abgebildet werden. Damit ist auch der nächste Schritt zum sog. Lichtschnitt-Verfahren nahe liegend: Anstelle eines dünnen Strahlenbündels kann man auch eine Laserlinie auf das Objekt projizieren und mit der Empfängeroptik auf einen Array-Detektor abbilden. Das Bild der Linie enthält Punkt für Punkt die Abstandsinformation für den korrespondierenden Punkt der Laserlinie auf dem Objekt. Die Gegenstandsebene, die der Scheimpflug-Bedingung genügen muss, wird dann durch die Laserlinie und die Ausbreitungsrichtung des Mittenstrahls definiert, also durch den entstehenden Laserfächer, siehe Abbildung 2d. Solche Anordnungen werden als Lichtschnittsensoren bezeichnet. Abbildung 3 zeigt ein Beispiel für eine Messung mit einem kommerziellen Lichtschnitt-Sensor. Die Laserlinie verläuft senkrecht zu einem Vorschub, mit dem das Messobjekt unter dem Sensor hinweg bewegt werden kann. Für jeden Lichtschnitt ergibt sich ein Oberflächenprofil in der Ebene des Laserfächers. Die gesamte abgetastete Kontur des Objekts entsteht als Punktwolke aus der Aneinanderreihung der einzelnen Profile.

### Randbedingungen

Die Triangulation entsprechend Abbildung 2 funktioniert nur für diffus reflektierende Objekte. Der einfallende Laserstrahl muss zum Teil in Richtung der Nachweioptik remittiert werden, damit ein Signal entsteht. Glänzende, spiegelnde Oberflächen sind daher für das Verfahren nicht geeignet. Dunkle Flächen mit geringem Remissionsgrad erzeugen möglicherweise ein zu geringes Signal für eine verlässliche Bestimmung der Bildposition. Helle Objekte sind folglich besser für die Triangulation geeignet als dunkle Flächen. Für eine verlässliche Abtastung der Oberfläche muss die Remission tatsächlich an der Oberfläche erfolgen. Manche Materialien, z.B. einige Kunststoffe, sind jedoch Volumenstreuer, d.h. das Streulicht kommt aus einer ausgedehnten Zone im Innern des Materials. Das Streuverhalten kann außerdem stark von der Wellenlänge

abhängen. Materialien, die im Sichtbaren stark streuen, können im NIR nahezu transparent sein [3]. Die Wellenlänge der Beleuchtung muss folglich bei der Anwendung des Sensors berücksichtigt werden. Bei der optischen Auslegung ist zu beachten, dass die Scheimpflug-Bedingung lediglich eine Korrektur erster Ordnung ist. Ein Objektiv mit starker Bildfeldwölbung und optischer Verzeichnung wird zusätzliche Unschärfe und weitere Änderungen des Abbildungsmaßstabs längs der Detektorzeile hervorrufen. Hinzu kommen perspektivische Verzerrungen durch die Zentralprojektion bei Standard-Objektiven. Wenn Störreflexe in die Optik gelangen können, finden sich womöglich plötzlich zwei Spots in der Bildebene, und die Unterscheidung zwischen Nutz- und Störsignal kann schwierig werden. Generell muss sich ein Laserfleck oder eine Laserlinie im Bild hinreichend vom Hintergrund abheben. Hier kommt die Verknüpfung mit der Bildverarbeitung ins Spiel. Sowohl die Strahlformung durch die Beleuchtungsoptik als auch die Algorithmen können speziell so ausgelegt werden, dass die sichere Erkennung und Auswertung der Laserspots im Bild unterstützt wird. Auch die Projektionsoptik für die Beleuchtung muss optimiert werden, wenn die physikalisch mögliche Ortsauflösung quer zur Tiefenauflösung erreicht werden soll. Weiterbildungen des einfachen Lichtschnittprinzips sind Sensoren, die Gruppen von parallelen Linien oder Streifenmuster für die Beleuchtung verwenden.

### Literaturangaben

- [1] A. Donges, R. Noll, Lasermesstechnik, Hüthig, Heidelberg 1993
- [2] s. INSPECT 1/2006, Stereo-Vision, S. 18
- [3] s. INSPECT 2/2006, NIR-Imaging, S. 14

► **Autor**  
**Prof. Dr. Christoph Heckenkamp**  
 Hochschule Darmstadt  
 Studiengang Optotechnik und Bildverarbeitung  
 heckenkamp@h-da.de  
 www.fbm.h-da.de



# Erwecke deinen Avatar zum Leben

## 3D-Sensoren für interaktive Mensch-Maschinen-Schnittstellen

Ein wichtige Präsentation: Wie angenehm wäre es, das Notebook berührungslos zu bedienen, einfach über bestimmte Gesten.

Was wie eine Zukunftsvision klingt, ist heute bereits möglich. 3D-Bildsensoren detektieren nicht nur die Hände des Benutzers, sie erfassen bei Bedarf auch Ganzkörper-Posen. Diese Fähigkeit ermöglicht völlig neue Schnittstellen.



Die 3D-Bildsensoren des Unternehmens PMD Technologies liefern neben den 2D-Bildinformationen 3D-Tiefenkarten. Mit Frame-Raten von bis zu 100 Hz können die Time-of-Flight (TOF) Sensoren Ganzkörper-Posen detektieren. Die neueste Generation dieser sog. Full-Body-Tracking-Systeme wurden auf dem PMD Vision-Day am 18. November 2010 in München gemeinsam mit dem Applikationsanbieter Omek Interactive aus Israel vorgestellt. Diese neue Generation ermöglicht Spielern, sich völlig frei vor einer PMD-Kamera zu bewegen, ohne Controller und periphere Geräte. Dabei wird über die PMD-Kamera eine Tiefenkarte des Spielers erstellt, d.h. jedes Kamera-Pixel repräsentiert einen Distanzwert. Die Tracking Software von Omek Interactive nutzt diese Kameradaten dann, um verschiedene Körperteile und Bewegungen

in Echtzeit zu identifizieren. Die Bewegungen der Spieler werden reibungslos auf den virtuellen Charakter übertragen – was der Anwender macht, macht auch sein Avatar auf dem Bildschirm.

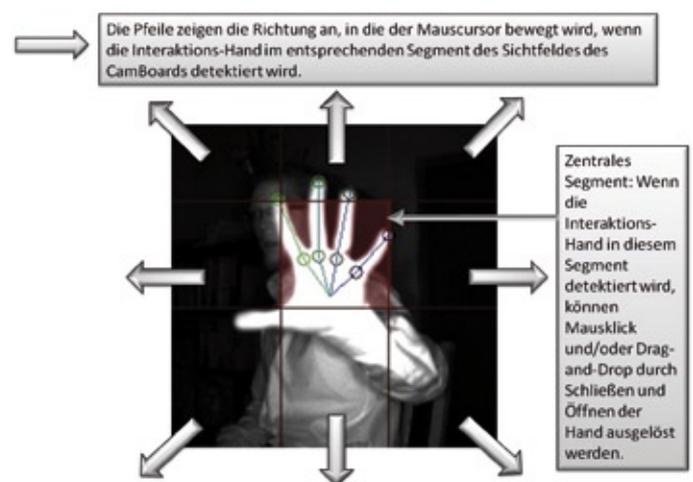
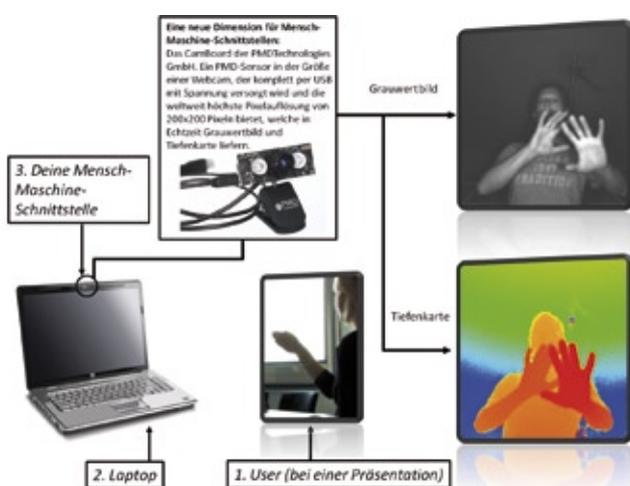
### Interaktion mit den Händen

Dennoch ist das Erkennen von Ganzkörper-Posen nicht der einzige Ansatz, berührungslose Interaktion zu ermöglichen: Für ein weites Feld von Applikationen genügt die Interaktion mit den Händen. Solche Applikationen sind bspw. die Menünavigation bei Mobiltelefonen, die berührungslose Interaktion mit einem Notebook während einer Präsentation oder generell die Bedienung eines interaktiven Kontrolldisplays, z.B. wenn das Berühren eines Displays durch Verschmutzungs- oder Kontaminationsgefahr nicht möglich ist.

Der Machbarkeitsnachweis zur Integration der Technologie in kleine Geräte wie Laptops oder Handhelds ist exemplarisch durch das PMD[vision] CamBoard gegeben. Dieser Prototyp demonstriert, dass mit einem 2D/3D-System in der Größe einer Webcam solche Applikationen realisiert werden können. Der Prototyp wird dabei nur über USB spannungsvorsorgt.

### Vorteile der Methode

Die Detektion von Hand-Gesten mittels der Grauwertbilder und Tiefenkarten, die vom CamBoard bereitgestellt werden, bietet viele robuste Eigenschaften gegenüber Ansätzen, die auf herkömmlichen 2D-Farbbildern beruhen. So ist die Tiefenkarte unabhängig von den Beleuchtungsbedingungen des Umfeldes. Das



Das PMD[vision] CamBoard liefert gleichzeitig Grauwertbild und Tiefenkarte. Das eröffnet eine neue Dimension für die Art und Weise, wie Menschen mit der Welt interagieren.

Schema einer Mensch-Maschine-Schnittstelle: Mauscursorbewegung, Mausklick und Drag-and-Drop sind möglich. Die Linien und Kreise zeigen die Positionen an denen die Fingerspitzen, die Fingerwurzelgelenke und das Zentrum des Handtellers detektiert wurden.



Diese Seiten haben wir für Sie im Web gefunden:

[http://de.wikipedia.org/wiki/Optische\\_Taeuschung](http://de.wikipedia.org/wiki/Optische_Taeuschung)

■ Laut Wikipedia ist eine Optische Täuschung eine Wahrnehmungstäuschung des Gesichtsinns. Optische Täuschungen können nahezu alle Aspekte des Sehens betreffen. Es gibt Tiefenillusionen, Farbillusionen, geometrische Illusionen, Bewegungsillusionen und einige mehr. In all diesen Fällen scheint das Sehsystem falsche Annahmen über die Natur des Sehreizes zu treffen, wie sich unter Zuhilfenahme weiterer Sinne oder durch Entfernen der auslösenden Faktoren zeigen lässt.

Was Wikipedia nicht sagt: Optische Täuschungen machen Spaß. Nachfolgend dazu ein paar Beispiele.

[www.bbc.co.uk/news/magazine-11553099](http://www.bbc.co.uk/news/magazine-11553099)

■ Auf dieser Seite des BBC News Magazines werden ein paar optische Täuschungen vorgestellt, die wirklich beeindruckend sind.

<http://mashable.com/2010/08/01/optical-illusions-videos/#view-as-one-page>

■ Weitere fünf optische Täuschungen mit „whoa“-Faktor finden sich hier.

[www.michaelbach.de/ot/index-de.html](http://www.michaelbach.de/ot/index-de.html)

■ Eine Sammlung von 43 liebevoll zusammengestellten optischen Täuschungen und Sehphänomenen.

[www.optischetaeuschungen-online.de/optischetaeuschungen/optischetaeuschungen.php](http://www.optischetaeuschungen-online.de/optischetaeuschungen/optischetaeuschungen.php)

■ Optische Täuschungen und Illusionen in den Kategorien Geometrie, Kippeffekte, Kontraste, Perspektiven und Specials.

[www.optillusions.com/](http://www.optillusions.com/)

■ Hier finden sich Farbillusionen, Kippeffekte, verborgene Bilder, seltsame Linien, noch seltsamere Kreise, unmögliche Objekte und zum Schluss noch ein paar textbasierte Herausforderungen für das Gehirn.

Schicken Sie uns Ihre Online-Favoriten an [contact@inspect-online.com](mailto:contact@inspect-online.com)

bedeutet gleichzeitig, dass die 3D-Daten auch im Dunkeln und unter Außenbedingungen verfügbar sind. Des Weiteren kann die Segmentierung der Hand basierend auf den Tiefendaten durchgeführt werden. Daher ist keine Textur-Information nötig, um die Hand zu detektieren. Hände können also auch dann als solche identifiziert werden, wenn sie durch Handschuhe bedeckt sind oder verschiedene Hautfarben aufweisen.

### Erkennen, was nicht ist

Trotzdem ist das Detektieren einer Hand nur ein Teil der Lösung. Das sichere Erkennen, dass eine Hand, die eine bestimmte Geste ausführt nicht vorhanden ist, muss ebenfalls gewährleistet sein. Andernfalls kann es zu unbeabsichtigten Interaktionen kommen, da eine Hand-Geste erkannt wird, obwohl der Benutzer gar keine Interaktion beabsichtigt. Dass diese unbeabsichtigte Interaktion einen verheerenden Einfluss auf die Benutzerakzeptanz haben kann, sollte beim Design einer entsprechenden Mensch-Maschinen-Schnittstelle (MMS) unbedingt beachtet werden. Auch diese Anforderung kann durch PMD-basierte 2D/3D-Sensoren umgesetzt werden: Wenn ein Objekt als potentielle Hand detektiert wurde, die eine Interaktion auslösen soll, kann durch eine Analyse der metrischen Maße wie bspw. der Länge der Finger oder der Breite der Handfläche eine Gegenprüfung des Objektes dahingehend erfolgen, ob es tatsächlich eine Hand ist.

### Umsetzung in drei Schritten

Eine beispielhafte MMS wurde wie folgt umgesetzt: Als Interaktions-Hand dient eine Hand mit einer der Kamera zugewandten Handfläche und vier ausgestreckten Fingern. Das bedeutet, dass bei Erkennung einer Hand-Geste Interaktionen (die später im Detail spezifiziert werden können) möglich sein sollen. Andernfalls soll keine Eingabe ausgelöst werden.

Die Umsetzung unterteilt sich in die folgenden Schritte:

- **Segmentierung der Hand:** Mittels zweier Distanz-Schwellwerte, die eine minimale und ein maximale Interaktionsdistanz definieren, und durch Ausnutzung gewisser anatomischer Eigenschaften einer Hand, wird diese detektiert.
- **Überprüfung von Form-Eigenschaften:** Durch Analyse der Form der detektierten Hand werden Fingerspitzen, die Kontur des Handtel-

lers und das Zentrum des Handtellers detektiert. Wenn keine vier Fingerspitzen erkannt werden, ist die Hand nicht in der gültigen Interaktions-Pose.

- **Überprüfung der metrischen Ausdehnung:** Basierend auf den Informationen aus den vorangegangenen Schritten über die Position der Fingerspitzen und die Kontur des Handtellers, wird die Position der Wurzelgelenke jedes Fingers bestimmt. Da bei PMD-Sensoren die einzigartige Situation gegeben ist, dass für jedes Pixel 3D-Koordinaten vorhanden sind, kann die dreidimensionale Länge von jedem detektierten Finger berechnet werden (d.h. die Länge vom Fingerwurzelgelenk bis zur Fingerspitze). Diese Länge kann nun dahingehend überprüft werden, ob sie im üblichen Rahmen der Länge eines menschlichen Fingers liegt.

Zusammengefasst: Die ersten beiden Schritte überprüfen ob die Form des detektierten Objektes mit der Form einer Interaktions-Hand übereinstimmt. Der dritte Schritt überprüft ob die detaillierten metrischen Abmessungen des detektierten Objektes zu denen einer Interaktions-Hand passen.

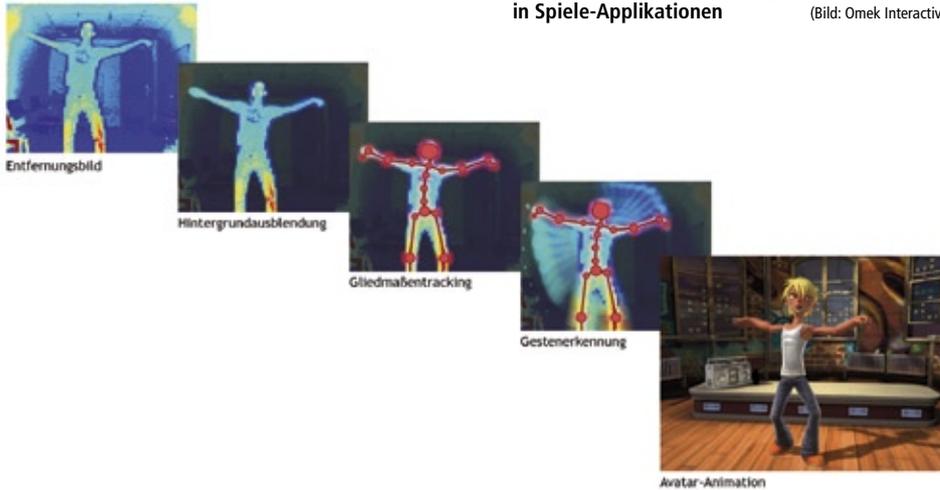
### Gesten festlegen

Basierend auf dieser Fähigkeit zuverlässig das (Nicht-)Vorhandensein einer Interaktions-Hand festzustellen kann eine MMS, die Maus-Cursor-Bewegungen, Mausklick und Drag-and-Drop-Funktionalitäten bereitstellt, einfach umgesetzt werden:

- **Maus-Cursor-Bewegung:** Das Sichtfeld des PMD[vision] CamBoards wird in 3 x 3 Segmente unterteilt. Je nachdem, in welchem Segment die Interaktions-Hand detektiert wurde, wird eine bestimmte Bewegung des Maus-cursors ausgelöst. Das mittlere Segment löst keine Bewegung aus.
- **Umschalten zwischen Interaktionsmodi:** Die MMS unterscheidet zwei Interaktionsmodi: Einen Mausklick-Modus und einen Drag-and-Drop-Modus. Hält man die Hand still im mittleren Segment des Sichtfeldes wird zwischen den beiden Modi hin- und hergewechselt.
- **Mausklick:** Wenn sich die MMS im Mausklick-Modus befindet und eine Interaktions-Hand detektiert wird, löst das Schließen und Öffnen der Hand einen Mausklick der linken Maustaste aus.
- **Drag-and-Drop:** Ist die MMS im Drag-and-Drop-Modus löst das erste

### Prinzip des Full Body Tracking mit PMD-Kamera in Spiele-Applikationen

(Bild: Omek Interactive)



Schließen und Öffnen der Hand das Drücken der linken Maustaste aus; das zweite Schließen und Öffnen löst das loslassen der Maustaste aus. Dies emuliert effektiv eine Drag-and-Drop-Interaktion.

Ein 2D/3D-System in der Größe einer Webcam ermöglicht es, diese Gesten mit PMD-Sensoren zu erkennen. Diese ge-

ringe Baugröße und die Spannungsversorgung über USB ohne zusätzliches Kabel sorgen dafür, dass diese Technologie nun auch von der Consumer-Industrie eingesetzt werden kann. Und während vor gut einem Jahr eine ähnliche Funktionalität bereits möglich war (siehe Minority Report – Futuristische Interface- Technologien durch 3D-Bildverar-

beitung, INSPECT 6-7/2009), war der dafür notwendige PMD[vision] CamCube noch um ein Vielfaches größer und unhandlicher. Da gerade die Consumer-Industrie eine treibende Kraft für schnellere und kostengünstigere Lösungen ist, darf man gespannt sein, wie sich das auf die Industrie und damit auf die Kooperation zwischen Mensch und Roboter auswirken wird.

► **Autor**  
Jochen Penne, Business  
Development

► **Kontakt**

PMDTechnologies GmbH, Siegen  
Tel.: 0271/238538-800  
Fax: 0271/238538-809  
sales@PMDTec.com  
www.PMDTec.com



## KNOCK SHADOWS OUT.



Die 4 + 8 Megapixel Anti-Shading Objektiv für 1.3"-Sensoren. Testen Sie jetzt mit Schneider-Kreuznach.

Die Anti-Shading-Objektive, entwickelt speziell für 4 bis 8 Megapixel Sensoren mit Mikrolinsen und einer Pixelgröße bis 5.5 µm, bestehen durch ihre Robustheit, Langlebigkeit und einfache Handhabung. Sie sind in den Ausführungen mit Lichtstärken von 2.0 bis 2.8 und Brennweiten von 20 mm bis 50 mm verfügbar.

antishading@schneiderkreuznach.com

www.schneiderkreuznach.com

**Schneider**  
KREUZNACH

# Einäugiges Sehen – dreidimensionale Welt

Das Erfassen stereoskopischer Bildpaare durch nur einen optischen Kanal

Da die Fahrsicherheit für alle Straßenverkehrsteilnehmer ein Thema mit immer weiter zunehmender Relevanz ist, nimmt auch die Bildverarbeitung in der Automobilindustrie eine immer wichtigere Rolle ein – nicht nur im Produktionsprozess, sondern auch in Form von Fahrerassistenzsystemen.



Es gibt zwar im Automobil schon eine Reihe von Einsatzbereichen für die Bildverarbeitungstechnologie, die im Wesentlichen der Annehmlichkeit dienen, wie beispielsweise die Fahrererkennung und das automatische Einparken, doch die nützlichsten Einsatzbereiche findet man wenn man sich die möglichen Sicherheitsaspekte vor Augen hält.

So kann z. B. ein intelligenter Tempomat den Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug regeln, um ein Auffahren zu verhindern. Eine ähnliche Funktion hat ein Kollisionswarnsystem: Es überwacht den Abstand zu vorausfahrenden und nachfolgenden Fahrzeugen, um die Gefahr einer Kollision zu minimieren. Ein weiterer Einsatzbereich ist der Spurwechsel- bzw. Totwinkel-Assistent. Dieser hindert den Fahrzeugführer daran die Spur zu wechseln, sobald sich ein anderes Fahrzeug im Weg befindet – oder gerade selbst in die eigene Spur wechselt.

Alle diese Einsatzbereiche erfordern genaue und zeitgerechte 3D-Informationen, um Entfernungen zu bestimmen und das Risiko eines Zusammenstoßes zu ermitteln.

## Echte Herausforderungen

Die vielen denkbaren Vorteile dieser Anwendungen von 3D-Bildverarbeitung im Automobil gehen aber einher mit einigen echten Herausforderungen, die angegangen werden müssen, damit die Technologie wirklich flächendeckend eingesetzt werden kann.

Es erstaunt vielleicht nicht, dass eines der größten zu lösenden Probleme beim Einsatz von Bildverarbeitung in 3D-Fahrerassistenzsystemen genau das gleiche ist wie beim Filmen von Hollywood-Blockbustern: Man muss einen Weg finden, wie zwei oder mehr Kameras synchronisiert und kalibriert werden können und sicherstellen, dass sie dies auch bleiben.

Bei der Erstellung von Entfernungskarten für die Bestimmung des Fahrzeugabstandes, beispielsweise, ist einer der ersten Schritte die Ausrichtung der Pixel beider Bilder zueinander. Mit einem perfekt ausgerichteten System ist dies eine einfache Aufgabe – die Pixel liegen auf derselben Ebene, daher ist die Bestimmung des Abstandes eine einfache Berechnung. Wenn die vertikale Ausrichtung aber nicht stimmt, dann muss dieser Ausrichtungsfehler erst korrigiert werden, bevor die Pixel oder Subpixel abgestimmt werden können und bevor eine Berechnung des Abstandes erfolgen kann.

## Weitere Komplikationen

Die beschriebene Anforderung kann mit den richtigen Algorithmen und genügend Rechenleistung gelöst werden. Doch je größer der Ausrichtungsfehler ist, desto mehr Zeit und Rechenleistung werden bei solchen Berechnungen benötigt.

Die Sache wird noch komplizierter aufgrund der schlichten Tatsache, dass jede Doppelsensorik durch Umgebungsbedingungen unterschiedlich beeinflusst werden kann – Faktoren wie Temperatur und

Vibrationen können große Schwankungen bei der Ausrichtung der Sensoren bewirken, und dies vorab zu berechnen ist sehr schwer. Dadurch wird zur genauen Bestimmung von Abständen noch mehr Rechenleistung und Zeit benötigt, was gravierende Probleme verursachen kann, wenn Zeit ein kritischer Faktor ist (wie beispielsweise die Bestimmung des Abstands zwischen Ihrem Fahrzeug und dem vorausfahrenden Fahrzeug und die Entscheidung, ob die automatische Bremsung aktiviert werden soll).

Es gibt Regionen, in denen Autos im Winter morgens von Eis bedeckt sind. Schon die morgendlichen Sonnenstrahlen können dann einen hinreichend großen Temperaturunterschied zwischen den beiden Kameras verursachen, um zu einer unbestimmten Fehleinstellung zu führen, und das Fahren an sich kann genügend Vibrationen und Effekte erzeugen, um diese Fehleinstellung noch weiter zu verstärken.

## Umstellung auf einäugiges 3D-Sehen

Die kanadische Firma ISee3D hat eine Technologie entwickelt, um diesen Problemen zu begegnen. Diese Technologie ermöglicht die Erfassung eines stereoskopischen Bildes mittels eines einzelnen Objektivs und eines einzigen Sensors. Statt auf immer komplexere Algorithmen und stärkere Rechenleistungen zurückzugreifen, packt ISee3D das Problem an der Wurzel an: mit der Umstellung auf einen optischen Einzelkanal.

Seit den Anfängen von ISee3D Mitte der 90er Jahre als Hersteller von 3D-Endoskopen für den Einsatz in der minimal-invasiven Chirurgie, konzentriert sich das Unternehmen ausschließlich auf die Lösung der inhärenten Probleme bei Aufnahmen mit Stereokameras auf allen möglichen Gebieten, indem es Methoden zur Erfassung von stereoskopischen Bildern mit einem Einzelobjektiv und einem Einzelsensor entwickelt und verfeinert.

Die Umstellung auf einäugiges 3D-Sehen in der Bildverarbeitung würde eine Reihe signifikanter Vorteile mit sich bringen. Ohne die Notwendigkeit zur Korrektur potenzieller Fehleinstellungen käme ein Ein-Sensor-System mit viel einfacheren Algorithmen zur Pixelregistrierung aus, was eine schnellere und genauere Bildpaarung ermöglichen würde.

### Die Technologie dahinter

ISee3Ds Technologie kann am besten erklärt werden, wenn man sich ein sehr großes Vergrößerungsglas vorstellt: Schauen Sie sich durch dieses Glas ein Objekt an und fokussieren das Vergrößerungsglas auf dieses Objekt. Öffnen und schließen Sie abwechselnd das rechte und das linke Auge, um ein Stereobildpaar zu erzeugen, und halten dabei die Lupe nah an Ihr Gesicht. Jetzt bewegen Sie sich zu einem anderen Objekt und verändern den Fokus. Der Fokus wird zur Unendlich-Einstellung und jedes Objekt, das davor liegt, divergiert. Jetzt schließen Sie ein Auge und bewegen Ihr anderes Auge, ohne das Vergrößerungsglas zu bewegen, von der linken Seite der Lupe zur rechten Seite. Sie sehen, dass Objekte im Vordergrund sich mehr bewegen als Objekte in der Nähe des „Unendlichen“. Übrigens kann sowohl das Auge als auch die Lupe bewegt werden, um denselben Effekt zu erzeugen. Wenn man nun diesen „Links-

Rechts-Schalter“ in ein optisches System einbringt, kann man auf diese Art und Weise ein ganz natürliches 3D-Sehen erzeugen. Die Brennweiteinstellung legt die Unendlichkeitsebene fest und alles, was davor liegt, sind aufeinander korrelierte 3D-Informationen. Dies ermöglicht also, mit einem einzigen Objektiv ausgezeichnete 3D-Bilder über einen weiten Entfernungsbereich zu erzeugen.

### Weite Einsatzbereiche

Die Vorteile des einäugigen Ansatzes im Vergleich zu einer stereoskopischen Bildpaarung reichen weit über die Einsatzmöglichkeiten der Bildverarbeitung in Fahrerassistenzsystemen hinaus. Viele Anwendungen, die momentan zwei Kanäle zur Erzeugung von stereoskopischen Bildpaaren nutzen, würden aus der Zuverlässigkeit einer

Einzelsensorik einen großen Nutzen ziehen.

ISee3D unterhält Lizenzvereinbarungen mit Firmen, die diese 3D-Technologie in ihre Produkte integrieren.

#### ► Kontakt

ISee3D, Etobicoke, ON, Kanada  
Tel.: 001/416/848-6353  
Fax: 001/416/907-3315  
sveltman@isee3d.com  
www.ISee3D.com



Die Erfahrung aus weltweit  
über 8000 Applikationen.

NeuroCheck ist die universelle Lösungsplattform für alle Anwendungsbereiche der Bildverarbeitung in der Fertigung und Qualitätskontrolle. Mehr als 1000 Bibliotheksfunktionen lassen sich per Mausklick beliebig kombinieren. In kürzester Zeit entstehen so effiziente und sichere Lösungen für die gesamte Bandbreite industrieller Sichtprüfungsaufgaben. Ihr Vorteil: Kürzere Realisierungszeiten, unternehmensweite Standardisierung und mehr Sicherheit gegenüber herkömmlicher Programmierung. Hinter NeuroCheck steht ein durchgängig integriertes Konzept, von der Software bis zur kompletten Applikation mit allen Komponenten. **PLUG & WORK!**

Mehr Informationen: [www.neurocheck.com](http://www.neurocheck.com)

NeuroCheck GmbH  
Software Design & Training Center : D-70174 Stuttgart : Tel. +49 711 229 646-30  
Engineering Center : D-71686 Remseck : Tel. +49 7146 8956-0  
E-Mail: [info@neurocheck.com](mailto:info@neurocheck.com)

# Oberflächenbasiertes 3D-Matching

Ein Software-Werkzeug für die Arbeit mit 3D-Punktwolken

Oberflächenbasiertes 3D-Matching ist eine innovative Softwaretechnologie zur Lagebestimmung beliebiger Objekte in 3D-Punktwolken. Dieses Verfahren zeigt seine Stärken insbesondere bei gerundeten und kantenlosen Objekten, auch mit polierten Oberflächen, wie sie zum Beispiel in der Metallverarbeitung üblich sind. Das oberflächenbasierte 3D-Matching zeichnet sich durch Schnelligkeit, Genauigkeit und hohe Flexibilität aus. Darauf aufbauende Anwendungen können sowohl in klassischen als auch in neuen Einsatzbereichen einfach und stabil implementiert werden.



## 3D-Vision auf dem Vormarsch

Die dreidimensionale Bildverarbeitung (3D-Vision) gewinnt derzeit aus mehreren Gründen an Bedeutung. Ein Grund sind preiswerte und stabile 3D-Einzelzuggeräte, welche die 3D-Punktwolken hochauflösend, genau und mit hoher Frequenz liefern; ein weiterer Grund ist die verfügbare intelligente Software zum Verarbeiten der gewonnenen Daten. Für die Nutzer ermöglichen diese Technologien kürzere Entwicklungszyklen, stabilere Verfahren, sowie preiswertere und flexible Aufbauten durch den Einsatz standardisierter Hard- und Software. Dadurch kann Bildverarbeitung jetzt in Bereichen eingesetzt werden, deren Fragestellungen weit über die klassische 2D-Bildverarbeitung hinausgehen: etwa die

Prüfung auf Vollständigkeit in 3D, der „Griff in die Kiste“, das Greifen von beliebig orientierten Objekten von einem Fließband, Depalettierung oder auch 3D-Tracking.

## 3D-Objekterkennung

Analog zur 2D-Bildverarbeitung ist einer der wichtigsten Schritte nach der Erfassung einer Szene als 3D-Punktwolke die Erkennung von Objekten sowie die Bestimmung ihrer Lage. Diese kann für die nachfolgende Inspektion oder Manipulation der Objekte verwendet werden. Für klassische 2D-Bilder gibt es für die Objekterkennung Standardoperatoren die mit beliebigen Suchmustern arbeiten, etwa grauwert- oder kantenbasiertes Matching. Die 3D-Objekterkennung jedoch musste bisher aufwendig als Speziallösung programmiert werden, die oft nur auf ein fest einprogrammiertes Objekt spezialisiert war und nur dieses finden konnte. Das neu entwickelte oberflächenbasierte 3D-Matching von Halcon 10 ist eine Standardlösung für 3D-Vision, die das Auffinden von beliebigen Objekten anhand von 3D-Daten ermöglicht.

Das Verfahren ist äußerst flexibel: Als Suchobjekt sind beliebige Freiformobjekte möglich, die entweder als CAD-Modell oder als 3D-Referenzaufnahme übergeben werden können. Letzteres erlaubt ein besonders einfaches und schnelles

Lernen eines neuen Objekts: Der Anwender muss dieses lediglich einmal mit dem verwendeten 3D-Sensor aufnehmen, und kann es unmittelbar zum Finden in anderen Szenen verwenden – eine aufwendige Modellierung ist nicht nötig. Damit können Anwendungen auch in der Online-Phase neue Objekte lernen.

## Stabil gegen Rauschen und Verdeckungen

Das oberflächenbasierte 3D-Matching wurde für den industriellen Einsatz konzipiert und ist stabil gegenüber Rauschen in den 3D-Daten, gegenüber Stördaten („clutter“), die nicht zum Objekt gehören, fehlenden Objektdaten etwa wegen Sensorproblemen oder Verdeckungen sowie leichten Variationen der Objektform. Das Objekt wird ohne Einschränkungen in beliebiger 3D-Position und -Orientierung gefunden; es muss keine Näherungsposition vorgegeben werden. Es können mehrere Instanzen des Objekts in einem Aufruf gefunden werden. Die Suchzeiten bewegen sich im Bereich weniger Zehntelsekunden.

Die 3D-Punktwolken des Modells und der Suchszenen können von beliebigen kalibrierten 3D-Sensoren stammen, etwa Stereosysteme, Time-of-Flight-Kameras, Lichtschnitt, Depth-from-Focus, Depth-



Mit einem Laserscanner aufgenommene 3D-Punktwolke. Die Szene zeigt Stördaten, fehlende Daten und Verdeckungen.

# Mini size max performance

```

1 * Read the CAD model from a file
2 read_object_model_3d ('tee_connector.dxf', 'm', [], [], OH3D_Model, \
   Status)
3 * Create the search model from the CAD model
4 create_surface_model (OH3D_Model, 0.03, [], [], SurfaceModel)
5
6 while (true)
7   acquire_scene (X, Y, Z)
8   * Filter: Remove background plane by thresholding Z-values
9   * Use only points that are 0.2 m to 0.5 m from the camera
10  threshold (Z, ForegroundRegion, 0.2, 0.5)
11  reduce_domain (X, ForegroundRegion, X)
12  reduce_domain (Y, ForegroundRegion, Y)
13  reduce_domain (Z, ForegroundRegion, Z)
14  * Transform XYZ-Images to 3D Model
15  xyz_to_object_model_3d (X, Y, Z, OH3D_Scene)
16  * Search the object: 0.05 and 0.2 are search parameters
17  * 0.3 is the result's minimum score: At least 30% of the
18  * object need to be visible
19  find_surface_model (SurfaceModel, OH3D_Scene, 0.05, 0.2, 0.3, \
   'false', [], [], Pose, Score, ResultData)
20
21 * If there was a result, tell the robot to grab it
22 if (|Pose|>0)
23   robot_grab_object (Pose)
24 endif
25 * Clear memory
26 clear_object_model_3d (OH3D_Scene)
27 endwhile

```

Der Code eines typischen Programmablaufs beim oberflächenbasierten 3D-Matching. Zunächst wird ein CAD-Modell gelesen und das Suchmodell erstellt. Anschließend wird in einer Schleife je eine 3D-Punktwolke als XYZ-Bildtripel eingelesen, die Hintergrundebene mittels Schwellwert im Z-Bild entfernt und das Objekt in der Szene gesucht.

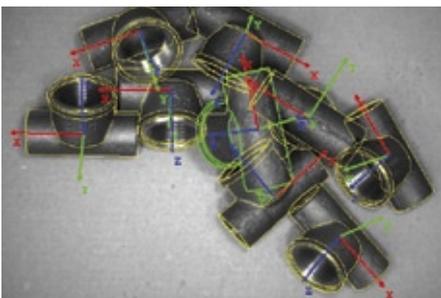
from-Shading und anderen. Der Einzug der Daten und die Kalibrierung der Sensoren erfolgt dabei direkt in Halcon. Üblicherweise werden die 3D-Punktwolken dabei in drei Bildern geliefert, welche die X-, Y- und Z-Koordinaten enthalten. Das Überführen der 3D-Koordinaten in solche Abstandsbilder hat zum Vorteil, dass eine große Bandbreite von klassischen in Halcon integrierten 2D-Filteroperationen zum Aufbereiten der Daten verwendet werden kann. Möglich sind beispielsweise Glättungen durch Filter zur Rauschunterdrückung oder das Entfernen von Hintergrundbereichen in der Punktwolke durch Reduzierung der ROI in den Bildern. Die Orientierung spielt keine Rolle, da die Bilder nur die 3D-Koordinaten enthalten.

## Einfaches Training der Objekte

Das Suchobjekt muss nur einmalig in der Offline-Phase trainiert werden, was wenige Sekunden dauert. Dazu wird ein Operator aufgerufen, dem die 3D-Punktwolke des Modells übergeben wird. Das Matching selbst wird automatisch in zwei Phasen durchgeführt: Zunächst wer-

den die ungefähren Lagen des Objekts in der Szene bestimmt. Hierfür werden in der Szenenpunktwolke Punktpaare ausgewählt und auf der Modelloberfläche gesucht. Wurden genügend übereinstimmende Paare gefunden, so kann die Position des Objekts rekonstruiert werden. Die so ermittelte ungefähre Lage wird anschließend mittels einer stabilen quadratischen Ausgleichsrechnung hochgenau verfeinert.

Das Verfahren liefert die Objektpositionen im Koordinatensystem der Kamera sowie ein Qualitätsmaß der gefundenen Objekte zurück. Das Referenzobjekt kann anschließend mit der Szene verglichen werden, um defekte und fehlende Teile zu erkennen. Ebenso kann über eine Hand-Auge-Kalibrierung nach dem Objekt gegriffen werden. Durch das oberflächenbasierte 3D-Matching können somit Probleme gelöst werden, die sich der klassischen 2D-Bildverarbeitung entziehen, was neue Anwendungen und Märkte erschließt, wie beispielsweise in der Robotik und im Automobilssektor.



Ergebnis eines Suchlaufs auf einer mit Halcons Mehrbild-Stereo aufgenommenen 3D-Punktwolke. Gefunden wurden mehrere Objekte in unterschiedlichen Lagen in einem Aufruf.

► **Autoren**  
Dr. Wolfgang Eckstein

Bertram Drost

► **Kontakt**  
MVTec Software GmbH, München  
Tel.: 089/457695-0  
Fax: 089/457695-55  
info@mvtec.com  
www.mvtec.com



## mvBlueCOUGAR-X

Next generation GigE cameras

- X-quisite CCD & CMOS Sensoren bis 5 MPixel
- X-tra flexible onboard Hardware-Vorverarbeitung
- X-klusive Micro-SPS für Echtzeitsequenzierung
- X-tra smarte I/Os: geschützte Hochstrom-Ausgänge
- X-tra feine ADU-Auflösung (14 Bit)
- X-L Kameraspeicher (96 MByte)
- X<sup>3</sup>-Bild-Leistung: Qualität, Integrität, Zuverlässigkeit
- X-tra kompaktes und robustes Gehäuse mit verriegelbaren Anschlüssen
- X-tra Platinenversion verfügbar
- X-trem erweiterbar durch Feature-Optionen
- X-zellent preiswert

www.matrix-vision.com/mvBlueCOUGAR-X

**MV** MATRIX  
VISION

**MATRIX VISION GmbH**  
Talstrasse 16 · DE-71570 Oppenweiler  
Telefon: +49-7191-94 32-0  
Fax: +49-7191-94 32-288  
info@matrix-vision.de  
www.matrix-vision.de

# Intelligente Allianzen

Roboter lernen durch 3D Vision-Systeme



Mit Neocortex ausgestatteter zweiarmiger Motoman SDA Roboter im Einsatz

Industrielle Bildverarbeitungs- oder automatische optische Inspektionssysteme (AOI) werden typischerweise in der hochautomatisierten Produktion von Massenware eingesetzt. Diese Systeme liefern ein visuelles Feedback und Analysen auf der Basis von Filterung, Mustererkennung, Histogrammen, Kantenerkennung, Formvergleich, Textur- und Farbanalyse und Messwerterfassung. Bei Einsatz von hochgenauem Equipment, strukturierter Beleuchtung und aufwendiger Programmierung spielt ein 2D/2.5D/3D- System durch die Erkennung guter Produkte oder die Aussortierung schlechter eine wichtige Rolle in Qualitätskontrolle.

## Neue Rolle für 3D Vision

3D-Bildverarbeitungssysteme spielen aber auch eine entscheidende neue Rolle in der Robotik und ermöglichen die Automatisierung von Aufgaben, die bislang nicht automatisierbar waren.

Für diesen Einsatzbereich hat Universal Robotics eine neue Software namens „Spatial Vision“ entwickelt, die ein paar gewöhnliche Webcams in ein kosteneffektives, leicht kalibrierbares und montagefreundliches 3D Vision-System verwandelt. Spatial Vision wurde entworfen

während der Entwicklung von Neocortex, einer sensorisch-motorisch basierten Form von künstlicher Intelligenz, die dem Roboter Lernen aus Erfahrung und die Ausführung von Aufgaben ermöglicht, die für Menschen gefährlich oder zu schwierig sind. Neocortex ermöglicht einem Roboter, mittels mehr als 50 Kanälen Sensordaten seine Umgebung zu überwachen und seine Aktionen in Echtzeit zu adaptieren, um eine gestellte Aufgabe zu lösen.

Die Sensorikdaten eines Neocortex-Roboters sind nicht nur mit einem Zeitstempel, sondern auch mit einem 3D-Stempel versehen. Die Vision-Fähigkeiten für einen solchen Roboter umfassen die gängigen Funktionen – Filter, Mustererkennung, Histogramm, Kantenerkennung,

Objekterkennung, Messwerterfassung – und zusätzlich Echtzeit-3D-Lageerkennung angereichert mit einer Vielzahl unterschiedlicher Sensorikdaten. So kann der Roboter auf unerwartete Änderungen in der Umgebung, der Aufgabe oder des Zielobjektes reagieren.

Neocortex wird in vielen Anwendungsbereichen eingesetzt, vom Unterwasserbergbau bis zur Bombenräumung, – der erste Einsatz war jedoch das vollautomatische Handling von Paketen unterschiedlicher Größe. Universal Robotics und Yaskawa/Motoman Robotics haben gemeinsam eine intelligente Handlungszelle aufgebaut, in der die Neocortex-Software, ein Motoman Roboter der SDA-Serie, speziell angefertigte Endeffektoren für das

Tabelle 1

Horizontale Auflösung (mm) bei Kamera Entfernung von 2.0M (6.1 ft)				Kamera Optik – 100%	SW höchst kalibriert – 80%	SW normal kalibriert – 60%
Kamera Auflösung:	MPx	HORIZ Px	VERT Px			
CIF	0.1	352	288	7.0	8.7	11.6
VGA	0.3	640	480	3.8	4.8	6.4
HD 16:9	0.7	960	720	2.6	3.2	4.3
SXGA	1.3	1280	1024	1.9	2.4	3.2
UXGA	1.9	1600	1200	1.5	1.9	2.6
HD 1080	2.1	1920	1080	1.3	1.6	2.1
4 MPx	3.9	2288	1712	1.1	1.3	1.8
5 MPx	4.9	2560	1920	1.0	1.2	1.6
8 MPx	8.0	3264	2448	0.8	0.9	1.3
horizontaler Bildwinkel =63 Grad; vertikaler Bildwinkel = 49.5 Grad				Horizontale Genauigkeit (Pixelgröße in mm)		

Box-Handling und eine Reihe von Sensoren mit Spatial Vision Software zum Einsatz kommen.

### 3D-Anforderungen für zweiarmige Roboter

Im Gegensatz zu den Subpixel-Anforderungen eines AOI Systems basiert die 3D-Genauigkeit der Spatial Vision Software auf der Pixelauflösung der Kamera und ermöglicht den Gebrauch von kostengünstigen Komponenten.

Was benötigt ein zweiarmiger Handling-Roboter? Im Arbeitsbereich von etwa 2,75 m Durchmesser werden zwei Kameras im Abstand von 10–15 cm und in 1,2 m Höhe montiert, resultierend in einer maximalen Distanz zwischen Kameras und dem entferntesten Punkt in der Zelle von 2 m.

Universal Robotics setzt aktuell für das Box-Handling in einer Depalletierungszelle Logitech 9000 Webcams mit einer Kameraauflösung von HD 16:9 für eine 3D-Auflösung von 3–4 mm ein (s. Tab.). Mit der neuen Logitech C910 Webcam (HD1080) wird eine Verdoppelung der Auflösung auf 1,5–2 mm erzielt.

Die erste farbige Spalte in der Tabelle zeigt die horizontale Pixelgröße der Kameraoptik, oder den möglichen Fehler. Die zweite Spalte zeigt die bestmögliche Positionsgenauigkeit basierend auf der optimalen Kalibrierung. Eine herkömmliche Kalibrierung, ohne den Kalibrierungsassistenten von Spatial Vision, liefert nur bis zu 60% der möglichen Positionsgenauigkeit.

### Lernen in einer unstrukturierten 3D-Umgebung

AOI Systeme benötigen hohes Auflösungsvermögen, um Komponenten von nur 50 µm zu erkennen. AOI Systeme sind auch geeignet für Prozesse oder Produkte, die geometrisch präzise sind, Messgrößen aufweisen, die sich innerhalb einer vorgegebenen Spezifikation leicht op-

tisch messen lassen, und sich lediglich in vor-programmierbarer Weise ändern.

Aber was ist, wenn das Zielobjekt sich unvorhersehbar ändert? Im oben genannten Beispiel veränderten sich die Pakete außerhalb jeder Regel – sehr oft kommen sie eingedrückt, beschädigt, ausgebeult oder verschlissen an –, aber alle für die gleiche

Artikelnummer. Aus diesem Grund ist das Pakethandling bislang noch nicht automatisiert. Darüber hinaus erfordert die Automatisierung einer Aufgabe für einen zweiarmigen Roboter eine Vielzahl von Sensoren in Kombination. Dies verschiebt die Komplexität der Aufgabenstellung und die Intelligenz der Lösung weg von spezialisierter Hardware

und Sensorik hin zur Parallelverarbeitung unterschiedlicher generischer Sensorarten wie Kameras, Optosensoren, Tastsensoren, Kraftsensoren, Infrarot, usw. und senkt dabei die Automationskosten.

Typische industrielle 3D Vision-Systeme liegen normalerweise in einer Preisspanne zwischen 10.000 US-\$ und 50.000 US-\$. Man bekommt

## Dual GigE Kameras mit 240 MB/s Geschwindigkeit und Auflösung ohne Kompromisse



Die neuen SXG Kameras mit Kodak Sensoren überzeugen durch

- Höchste Übertragungsraten mit doppelter GigE Geschwindigkeit
- Integrierte PoE Technologie
- 1, 2, 4 und 8 Megapixel mit 12 bit Auflösung
- Bilddaten bis 120 Bilder/s
- Kompaktes Design

Neugierig geworden?

[www.baumer.com/cameras](http://www.baumer.com/cameras)

**Baumer**

[www.baumer.com](http://www.baumer.com)

Wir stellen aus: SPS/IPC/DRIVES 2010 in Nürnberg · Halle 4A · Stand 341 vom 23.-25.11.2010

Tabelle 2

Aufgabe	Zeit	Sensortyp	3-D räumliche Auflösung
Kartonerkennung, Palettenorientierung	5%	Zwei Webcams	< 4-5 mm
Kartonförderstrategie	10%	NA	NA
Kantenerkennung	5%	IR & Endeffektor montierter Kamera	< 1mm
Path-planning	30%	NA	NA
Karton greifen	20%	Touch-flex Sensor, Belastung	~ 0 mm
Karton zum Förderband	30%	Zwei Webcams	< 4-5 mm

Depalietierenaufgabe: 100%

jedoch eine USB HD (1.920 x 1.080) Kamera (1.080 p um 15 fps und 720 p um 30 fps) bereits für unter 100 US-\$ (siehe Logitech HD Pro Webcam C910). Da USB 3.0 sich immer mehr etabliert und zehnmal mehr Datendurchlaufleistung bietet (Geschwindigkeiten bis zum 5 Gbps im Vergleich zu 480 Mbps bei USB 2.0), bekommt man mit kostengünstigen USB Kameras sogar mehr Daten zum PC. Mit zunehmender massiver Parallelverarbeitung (siehe Nvidia's CUDA Parallelrechner-Architektur) wird die Echtzeitfähigkeit bei hohen Datenmengen und niedrigen Kosten jetzt Wirklichkeit. Spatial Vision Robotics erlaubt dabei schnelles 3D Kalibrieren zweier Webcams, die Kalibrierung einer Roboterzelle und die Abstimmung beider aufeinander ohne Programmierung zu einem Bruchteil der üblichen Kosten.

**Wie gut funktioniert das?**

Vor der Inbetriebnahme erfasst der Neocortex-Roboter alle 12 oder mehr möglichen Arten ein Paket zu greifen und setzt dann anschließend die gefunden Methoden für jedes neu detektierte Paket ein. Durch den Einsatz von jeweils genau dem Sensor, der für die aktuelle Aufgabe gerade erforderlich ist, kann der Roboter sich der jeweils erforderlichen Auflösung bedienen und hält so die Komplexität auf einem Minimum. Die 3D-Genauigkeit und der Zeitbe-

darf für die unterschiedlichen Aufgaben gehen aus Tabelle 2 hervor.

Diese Depalettierungs-lösung mit Neocortex, Spatial Vision Robotics und einem Motoman SDA Roboter beendet gerade die Alpha-Phase einer Kundeninstallation bei 3-4 Pakten pro Minute. Vor der Beta-Phase konnte dies in einem großen US-Verteilzentrum auf 6-8 Pakete pro Minute gesteigert werden und führt damit zu vollem ROI innerhalb von 18-24 Monaten.

**Eröffnung neuer Einsatzfelder**

3D-Systeme stehen an der Schwelle zu völlig neuen Einsatzgebieten: von der Bauteilpositionierung in Montagelinien hin zu breitem Einsatz in unstrukturierten Umgebungen wie Personen-Tracking, Security, neue Anwendungen in der Robotik, Filmindustrie und anderen Gebieten. Präzise 3D-Positionserkennung eingebettet in Smart-Kameras in Verbindung mit weiteren Sensorarten liefert in Echtzeit die erforderlichen Daten auch bei wechselnden Umgebungsbedingungen und bewegten Objekten.

► **Autor**  
Hob Wubbena,  
Director of Marketing

► **Kontakt**  
Universal Robotics, Inc.,  
Nashville, USA  
Tel.: 001/615/366-7281  
info@universalrobotics.com  
www.universalrobotics.com

**GigE Vision für Sony FCB**

Stemmer Imaging hat sein Know How in den Bereichen GigE-Vision und GenICam zur Entwicklung eines GigE-Interface-Boards für die Farb-Blockkamera der FCB-E-Serie von Sony eingesetzt. Das neue, nur bei Stemmer Imaging erhältliche Kamera-Paket besteht aus einer Sony FCB-E-Kamera, die um ein Standard-GigE-Interface und ein CVB CameraSuite-SDK ergänzt ist. Durch die Kombination der FCB-E-Kameras mit den neuen FGI-Interface-Modulen kommen Anwender nun erstmals in den Genuss, die bewährten Vorteile der GigE Vision-Technologie im Zusammenspiel mit den Sony FCB-E-Kameras zu nutzen.

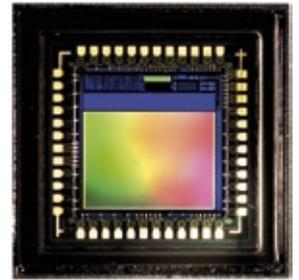


Stemmer Imaging GmbH

Tel.: 089/80902-0 · info@stemmer-imaging.de · www.stemmer-imaging.de

**Bessere Leistung für 14-Megapixel-Bildsensor**

Aptina hat ihre Produktpalette von hochleistungsfähigen Bildsensoren erweitert: Der 14 Megapixel (MP) Bildsensor MT9F002 verwendet die A-Pix Pixeltechnologie und erzielt so eine Verbesserung der Bildqualität bei Schwachlicht von nahezu 25% (CCD-Entsprechung) sowie im Vergleich zum 14-Megapixel-Vormodell stark verbesserte, qualitativ hochwertige Stehbildaufnahmen. Der neue Sensor ist außerdem Full-HD-fähig (1080p/60fps) und verfügt über flexible Hochgeschwindigkeits-Schnittstellen, einschließlich dem four-lane HiSpi (High-Speed Serial Pixel Interface) und parallelem oder four-lane MIPI.



Framos GmbH

Tel.: 089/710667-0 · info@framos.de · www.framos.de

**Intelligente programmierbare Smart-Camera-Serie**



Imago Technologies präsentiert eine neue Serie von intelligenten programmierbaren Smart Cameras namens „VisionCam XS“. Von der Sensorseite stehen WVGA, SXGA und eine 2k Zeile zur Verfügung, alles ergänzt mit

dem Texas Instruments Da Vinci Prozessor. Daten können auf der integrierten SD Card gespeichert werden. Kunden haben mit der VisionCam XS eine für ihre Aufgabe frei in C++ programmierbare Plattform und können ihre Anwendung in Form eines Smart Sensors anbieten. Die VisionCam XS rundet das Angebot von Imago im Bereich der intelligenten Kameras nach unten ab.

Imago Technologies GmbH · Tel: 06041/968672

info.itf@imago-technologies.com · www.imago-technologies.com

### NeuroCheck 6.0 unterstützt Basler-Kameras

Basler bietet ab sofort einen Software-Adapter an, über den Basler-Kameras in die neueste Version der NeuroCheck Software integriert werden können. Der kostenlose pylon Treiber von Basler bietet eine stabile und zuverlässige Verbindung zwischen der NeuroCheck Software und allen Basler Firewire und GigE Vision Flächen- und Zeilenkameras. Das GenICam-basierte pylon Treiberdesign bietet stets Zugang zu den aktuellsten Kamera-Features. Das pylon Software Development Kit steht sowohl als 32 oder 64 Bit-Version zur Verfügung und ist kompatibel mit allen Windows-Betriebssystemen bis Windows 7.



Basler AG  
Tel.: 04102/463-0 · info@baslerweb.com · www.baslerweb.com

### 43,3 mm Line Scan Objektive

Kowa erweitert sein Portfolio an Objektiven für die industrielle Bildverarbeitung um eine neue Serie von „Large Format“-Objektiven für einen Bildkreis von 43,3 mm. Die neue LF-Serie umfasst aktuell drei Modelle mit den Brennweiten 28 mm, 35 mm und 50 mm. Alle Objektive sind für einen besonders hohen Kontrast und Auflösung bis in die Randbereiche optimiert und eignen sich mit Nahfokusgrenzen von maximal 30 cm auch für Close-up Anwendungen.



Kowa Europe GmbH  
Tel.: 0211/179354-29 · lens@kowaeurope.de · www.kowa.eu

### Kamera inspiziert Solarwafer



Mit der neuen TXG14NIR stellt Baumer nun erstmals eine Kamera zur Verfügung, die speziell durch die hohe Empfindlichkeit im nahen Infrarotbereich (NIR) noch besser auf die besonderen Anforderungen der automatisierten Inspektion von Solarwafern ausgerichtet ist. Messmethoden wie das Elektrolumineszenz-Verfahren ermöglichen durch Bildaufnahmen im nahen Infrarotbereich (NIR) das Detektieren von Brüchen sowie Störungen in der Kristallstruktur. Sie geben so Aufschluss über die Integrität und Effektivität einzelner Wafer. Lokale Fehlstellen lassen sich ebenso lokalisieren wie Strukturstörungen innerhalb des Wafers. Die innovative TXG14NIR von

Baumer ermöglicht es, die Inline-Prozess- und Qualitätskontrolle und damit die Ausbeute bei der Solarwafer-Fertigung zielgerichtet zu optimieren.

Baumer GmbH  
Tel.: 06031/6007-0 · sales.de@baumer.com · www.baumer.com

✓ Download a free trial version

**SAL3D**  
Shape Analysis Library

**Get the fastest 3D software library in the market**

A 3D Vision Tool Kit for Machine Builders and System Integrators with demanding applications

Phone: +34 972 183 215  
www.aqsense.com info@aqsense.com

**AQsense**  
enhancing 3D

**COBRA Slim™**  
Zeilenlicht für klare Bilder

- » Aufbau: Schmal und kompakt
- » Justierbar: Arbeitsabstand und Diffusoren
- » Chip-on-Board: höchste Lichtausbeute und Homogenität
- » Modular: in jeder Länge verfügbar
- » Verschiedene Wellenlänge: von UV über VIS bis IR
- » Integrierbare Funktionen: mit Blitzfunktion und Ethernet

**PRO PHOTONIX**  
www.prophotonix.com

North/South America Sales: 800-472-4633  
EMEA/Asia/Pacific Sales: +44 1279-717170

# Herrscher über die Vielfalt

## 3D-Bildverarbeitung beschleunigt Räder-Produktion

Räder für Achterbahnen, für Militärfahrzeuge oder auch Einkaufswagen: Diese unterschiedlichsten Form sollen von einem Roboter aufgenommen und den entsprechenden Verarbeitungsmaschinen zugeführt werden. Eine Aufgabe für die 3D-Bildverarbeitung, findet Thor Vollset, Gründer und Geschäftsführer von Tordivel, die nur mit Smart Kameras gelöst werden, erzählt Myriam Beranek von Sony Image Sensing Solutions. INSPECT sprach mit beiden darüber, wie die 3D-Bildverarbeitung Automatisierungssysteme beeinflusst.



Das Unternehmen Stellana, ein großer schwedischer Industriekonzern, entwickelt Räder für vielfältige Einsatzgebiete, wie beispielsweise Militärfahrzeuge, Gabelstapler oder Einkaufswagen. Es gibt unzählige Produktvariationen mit den unterschiedlichsten Variationen, wie Durchmesser, Tiefe oder der Art und Beschaffenheit von Lauffläche und Rad-aufhängungen. Diese Vielfalt macht besonders das automatisierte Sortieren der Produkte zu keiner einfachen Aufgabe. Die norwegische Firma Tordivel,

bekannt durch ihre Scorpion Vision Software-Suite, realisierte für Stellana eine Automatisierungslösung, die auf einer 3D-Bildverarbeitung basiert. Der Geschäftsführer Thor Vollset beschreibt die Aufgabe: „Stellana produziert zwischen 30 und 40 unterschiedliche Radtypen innerhalb einer Produktions-Charge. Diese Teile werden dann in zufälliger Reihenfolge auf ein Fließband gelegt. Der Einsatz eines Automatisierungsroboters, der die passenden Räder auswählt, ihre Produkt-ID einliest und sie dann der



Die GigE-Kamera von Sony sorgt für den schnellen Datentransport im Bildverarbeitungssystem

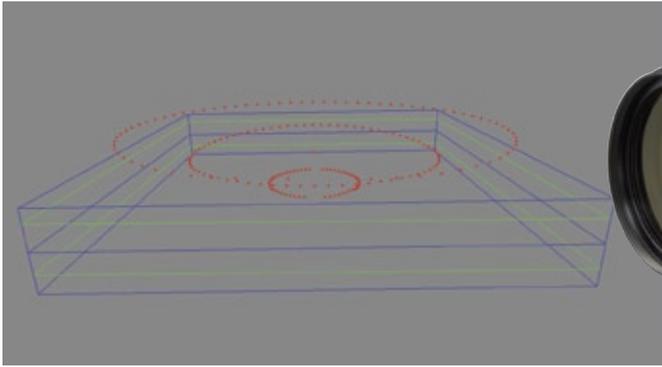
entsprechenden Verarbeitungsmaschine zuführt, würde die Produktionskosten erheblich reduzieren.“

### Sortieren mit 2D oder 3D?

Vollset begann das Projekt zunächst mit einem Skorpion 2D-System. Dies erforderte jedoch einen weit arbeitsintensiveren Teaching-Prozess und somit war sehr schnell klar, dass dieses Automatisierungsmodell nicht in der Lage sein würde, die jeweiligen Radtypen zuverlässig zu vermessen und alle notwendigen Informationen zu ermitteln. Die Lösung bestand in einem Upgrade zu einem 3D-Vision-System. Vollset erklärt: „Bei der 3D-Messung werden alle Dimensionen – Radius und Höhe – automatisch in Millimeter erfasst. Dies vereinfacht das System erheblich, da die CAD-Daten der Räder dem Automatisierungsprozess direkt zugeführt werden können um die Sortierkriterien festzulegen.“ Er ist davon überzeugt, dass bei den meisten Machine-Vision-Anwendungen der Schwerpunkt vor allem auf einer kleinen Baugröße, Genauigkeit sowie Zuverlässigkeit der Vision-Systeme liegt. „Und



Ein Rad wird detektiert, Screenshot der Bedienoberfläche der Scorpion-Software



Die Simulation des Rads in 3D



Die Automatisierungslösung besteht aus zwei stereoskopisch verbundenen Machine Vision-Kameras, eine davon eine Smart Camera von Sony

natürlich sind die Kosten auch ein sehr wichtiger Faktor“, so Vollset weiter.

### Aufbau des 3D-Vision-Systems

Er erläutert die Funktionsweise der Automatisierungslösung: „Das Stellana-System verwendet zwei stereoskopisch miteinander verbundene Machine Vision-Kameras. Nun kommt die Scorpion Vision Software zum Einsatz, welche die gewonnenen Daten analysiert und die genaue dreidimensionale Lage der Objekte bestimmt. Diese Informationen helfen dann einem ABB-Roboter, die Räder präzise zu greifen und zu sortieren. Wir verwenden eine Smart Camera von Sony mit integriertem FPGA-Prozessor. Damit entfällt die Notwendigkeit für einen zusätzlichen PC. Dies senkt nicht nur deutlich die Kosten, es erlaubt selbst den Einbau bei sehr engen Platzverhältnissen am Verarbeitungsort.“

Myriam Beraneck von Sony Image Sensing Solutions stimmt dem zu: „In vielerlei Hinsicht sind Smart Cameras inzwischen schnelle Computer mit einer hochwertigen, integrierten Video-Kamera. Durch den Einsatz eines On Board-Prozessors wird ein entscheidender Schritt eingespart, der sonst zu Geschwindigkeitsverlusten führt, nämlich die Übertragen der Daten und die damit verbundenen zeitlichen Wartepausen bei der abschließenden Datenanalyse.“ Laut Beraneck hat sich das Konzept intelligenter Kameras innerhalb von wenigen Jahren sehr verändert. Statt einer fest eingebauten Funktion, nur rentabel, wenn es dafür auch einen entsprechenden Massenmarkt gibt, wird heute auf offene Plattformen gesetzt. So können heute auf dem Software-Wege eine Vielzahl an Anwendungen entwickelt werden und man findet selbst für die kleinsten

Nischenmärkte wirtschaftlich attraktive Lösungen. Moderne Smart Cameras werden überdies immer schneller. Die XCI-Kameras von Sony verwenden beispielsweise einen 1 GHz-Prozessor und verfügen über 512 MB DDR2-SDRAM für hohe Verarbeitungsbandbreiten. Laut einer Kundenumfrage von Sony ist die Performance innerhalb der vergangenen Kamera-Generationen um das Dreifache gestiegen. Damit sind diese Systeme heute definitiv auch für 3D-Bildanalyse-Aufgaben bestens gewappnet.

### Zweite Kamera: GigE

Die zweite Kamera innerhalb des stereoskopischen Systems ist eine GigE Vision Industriekamera von Sony. Sony bietet GigE Vision Kameras mit bis zu 90 Bildern pro Sekunde oder 5 Megapixel an. Die Qualität, gepaart mit sehr schnellen Datenübertragungsraten – bis zu 1.000 Mbps unkomprimierter Bilddaten – sowie die kompakte Größe machen dieses Modul nahezu perfekt für die Anforderungen des Stellana-Projekts.

### 3D-Systeme auf Vormarsch

Das 3D-Automatisierungssystem wurde in der ersten Hälfte des Jahres 2010 in Betrieb genommen. „Die Vorteile der Messung in drei Dimensionen liegen seit vielen Jahren klar auf der Hand und wir stehen heute am entscheidenden Wendepunkt, wo die Genauigkeit der Systeme sich bewährt hat und die Kosten für die benötigten 3D-Vision-Systeme niedrig genug sind, so dass diese Systeme in einer Vielzahl von Branchen Einzug halten können“, sagte Thor Vollset. „Den Anwendungen in der industriellen 3D-Bildverarbeitung sind heute nur noch durch die

Fantasie ihrer Entwickler Grenzen gesetzt.“ Und in der Tat entsteht in rasanter Geschwindigkeit eine Vielzahl neuer Applikationen. Ein kürzlich vorgestelltes Beispiel ist ein medizinischer 3D-Scanner, der die Veränderungen einer Entzündung im Laufe der Zeit misst, um so zuverlässig den Ausbruch rheumatischer Arthritis vorherbestimmen zu können.

Aufgrund der hohen Nachfrage 3D-basierter Automatisierungssysteme bietet Tordivel inzwischen Schulungen zum Thema an. Laut Thor Vollset müssen für die Entwicklung genauer 3D-Analyse-Systeme drei grundlegende Schritte beachtet werden: „Die Datenqualität ist immer nur so gut wie das Ausgangsbildmaterial. Daher sind qualitativ hochwertige Kameras unerlässlich. Echtzeit-Systeme erfordern darüber hinaus sehr schnelle Verarbeitungszeiten. Dies bedingt gute Computer-Hardware sowie einfache und effektive Algorithmen. Und letztendlich darf auch der Mensch, der das System bedient, nicht außer Acht gelassen werden. Daher ist es wichtig, eine klare und verständliche Benutzeroberfläche zu programmieren.“

► **Autor**  
Rob Ashwell,  
Account Director, Publitek



► **Kontakt**  
Tordivel AS, Oslo, Norwegen  
Tel.: 0047/23/158-700  
Fax: 0047/23/158-701  
vision@tordivel.no  
www.tordivel.no

Sony France, Clichy, Frankreich  
Tel.: 0033/1/55903661  
Fax: 0033/1/55903517  
myriam.beraneck@eu.sony.com  
www.pro.sony.eu/vision

# Schrittweise zum Erfolg

## Kombinierte Techniken für effiziente 3D-Oberflächenprofilierung

Wenn es um 3D-Techniken im Bereich des maschinellen Sehens geht, versteht man unter Messtechnik im Allgemeinen die Erfassung der geometrischen Form- und Lagetoleranzen (GD&T – Geometric Dimensioning and Tolerancing). Es ist die Aufgabe von 3D-Scannern, derartige Dimensionsdaten mit hoher Geschwindigkeit und Präzision zu erfassen, um die allgemeine Integrität des Bauteils zu prüfen. In manchen Branchen jedoch, wie zum Beispiel im Bereich der Wasserhahnherstellung für den Verbrauchermarkt, kommt auch dem Aussehen der Bauteile große Bedeutung zu. Diese müssen daher gründlich auf eventuelle Oberflächenbeschädigungen, wie Kerben, Kratzer, Beulen oder Dellen, untersucht werden. Derartige Defekte können Auswirkungen auf die Funktion haben oder aber rein ästhetischer Natur sein. Die Entscheidung darüber, ob Bauteile mit solchen Mängeln zurückzuweisen sind, ist unmittelbar von der Präzision der verfügbaren Informationen über die Form und Tiefe jedes einzelnen Defekts abhängig.

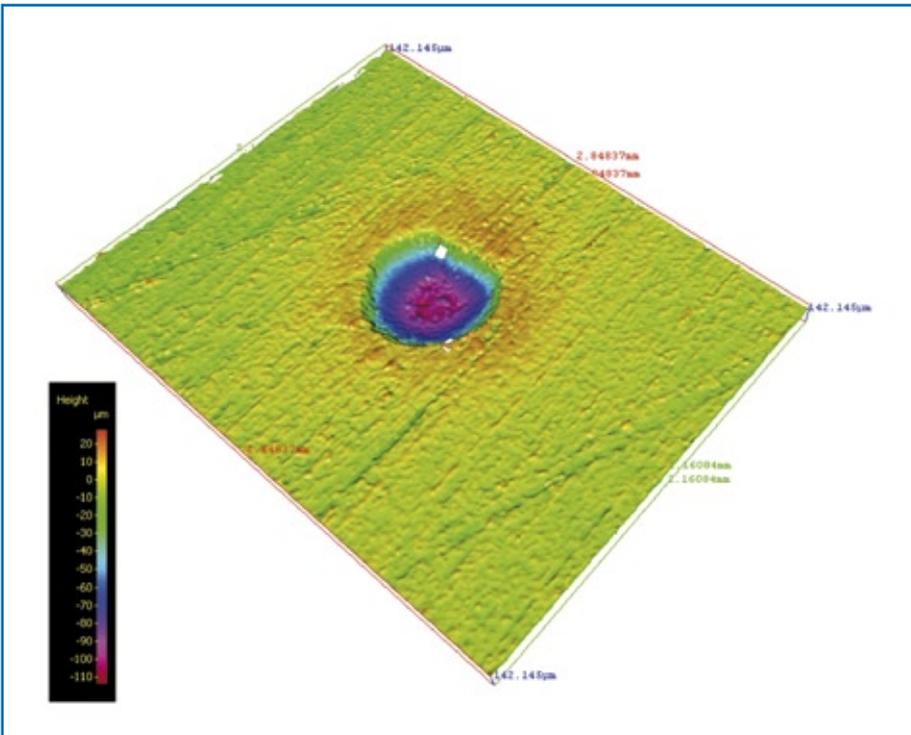


Bei der Herstellung werden solche Mängel ab etwa 100 µm Durchmesser und 25 µm Tiefe zum Problem. In der Praxis werden dann Techniken mit einer lateralen Auflösung von 10 µm und 2,5 µm Tiefenauflösung eingesetzt. Zur Analyse derartiger Mängel mit guter Auflösung und Genauigkeit sind 3D-Scanner nicht präzise genug. Stattdessen werden andere 3D-Messgeräte, sog. 3D-Oberflächen-Profiler, benötigt. Diese Geräte ermöglichen eine sehr viel höhere Auflösung als 3D-Scanner, arbeiten jedoch mit einem

deutlich kleineren Sichtfeld. Aus diesem Grund kann das Scannen größerer Oberflächen schnell sehr zeitaufwändig werden.

Zur Untersuchung der Bauteile auf eventuelle Mängel ist eine vollständige visuelle Inspektion der Komponenten erforderlich. Dabei darf der Zeitaufwand für die Inspektion nicht den für die Herstellung selbst überschreiten. Unter Berücksichtigung der genannten Spezifikationen ist momentan keine 3D-Scanning-Technik allein in der Lage,

alle Bedürfnisse zu erfüllen: 3D-Scanner liefern keine ausreichende Präzision für eine gründliche Analyse der Defekte, und 3D-Oberflächen-Profiler arbeiten nicht schnell genug, um eine vollständige Inspektion zu ermöglichen. Mit Hinblick auf solche Mängelinspektionen werden jedoch zwei interessante Beobachtungen offensichtlich: 1) Inspizierte Teile weisen einen sehr geringen Anteil mangelhafter Oberfläche im Verhältnis zu normaler, mangelfreier Oberfläche auf. Dies bedeutet, dass die gesamte Oberfläche des



Beispiel des Oberflächen-Scans einer Delle mit Hilfe eines 3D-Oberflächen-Profilers

Bauteils gescannt werden muss. Und 2) weisen die Mängel einen ausreichenden visuellen Kontrast auf, der es erlaubt, sie auf automatische Weise und mithilfe gewöhnlicher Kameras aufzuspüren. Aus diesem Grunde verfolgt AV&R Vision & Robotics eine kombinierte Strategie, bei der zunächst eine schnelle 2D-Bildanalyse zum Aufspüren der Mängel durchgeführt wird. Anschließend kommt eine langsamere aber sehr präzise Technik zur 3D-Oberflächen-Profilierung zum Einsatz, die die genauen Eigenschaften der gefundenen Mängel ermittelt.

Im Rahmen einer felderprobten Lösung setzt AV&R einen 6-Achs-Roboter zur Handhabung der Bauteile ein. Dies ermöglicht maximale Flexibilität für alle benötigten Blickwinkel. Zur schnellen Identifizierung verdächtiger Stellen wird zunächst eine vollständige 2D-Oberflächeninspektion durchgeführt. Sobald eine verdächtige Stelle gefunden wurde, wird diese auf dem CAD-Modell des Bauteils markiert. Die Übertragung dieses Mangels vom 2D-Bild auf das 3D-CAD vermittelt die Position der verdächtigen Stelle in Bezug auf die dem Roboter bekannten Koordinaten. Der Roboter bewegt das Bauteil dann automatisch in eine Position und Ausrichtung, die eine gute Bilderfassung des verdächtigen Areals durch den 3D-Oberflächen-Profilier erlaubt. Anschließend wird eine lokale Charakterisierung des Mangels mit hoher Präzision durchgeführt, wobei festge-

stellt wird, ob es sich bei dem verdächtigen Bereich tatsächlich um einen Mangel handelt und, wenn ja, welchen Schweregrad dieser aufweist.

Durch die Kombination der Stärken zweier unterschiedlicher Technologien ist es AV&R gelungen, eine Lösung für ein Problem anzubieten, das bisher durch keine Technologie alleine gelöst werden konnte. Man kann davon ausgehen, dass die Leistungsfähigkeit und Geschwindigkeit von 3D-Scannern und Profilern in der Zukunft weiter zunehmen wird. Es besteht dann die Möglichkeit, derartige Geräte einzusetzen, um die Anforderungen der Fertigung an die Oberflächeninspektion vollständig zu erfüllen.

► **Autoren**  
Sébastien Parent,  
CTO Surface Inspection



Michael Muldoon,  
Business Development  
Manager



► **Kontakt**  
AV&R Vision & Robotics Inc., Montreal, Kanada  
Tel.: 001514/788-1420  
Fax: 001514/866-5830  
sales@avr-vr.com  
www.avr-vr.com

## Zu schnell?

Wir sehen, was Sie  
nicht sehen.  
Zuverlässig und objektiv.  
Jederzeit.



Optische Qualitätsprüfung  
mit VINSPEC

## Wir sehen mehr als andere:

Seit 25 Jahren entwickeln wir  
Bildverarbeitungssysteme.  
Mit neuesten Technologien  
und Leidenschaft für Heraus-  
forderungen schaffen wir auf  
Ihre Bedürfnisse zugeschnittene  
Inspektionslösungen.



**VITRONIC**  
machine vision people

VITRONIC Dr.-Ing. Stein  
Bildverarbeitungssysteme GmbH  
Hasengartenstr. 14  
65189 Wiesbaden Germany  
Fon +49 [0] 611-7152-0  
Fax +49 [0] 611-7152-133  
www.vitronic.com  
sales@vitronic.com

# Attraktion in Hollywood

3D-Sensoren bringen interaktive Animation ins Guinness World Record Museum



© Tom Hawk/Flickr

Jedes Jahr besuchen Millionen von Touristen den Hollywood Boulevard in Los Angeles. Die Straße bietet jede Menge Attraktionen: Museen, Restaurants, Theater, glamouröse Läden und ab und zu eine Promi-Sichtung. Um die Aufmerksamkeit der Passanten in all diesem Trubel zu gewinnen, hat das Guinness World Records Museum kürzlich eine neue Attraktion enthüllt. Aus den Daten von drei TYZX 3D-Kameras werden mit einem Gaming-Rechner 3D-Avatare gerendert und auf einem großen Außen-Display präsentiert. Dort bieten sie den Passanten eine spektakuläre interaktive Vorstellung.

Die neue Installation wurde von Electroland entworfen und gebaut, einem Design Team, das großräumige, standortspezifische, öffentliche Kunst schafft. Electroland's Werke sind bereits im Museum of Modern Art in New York und dem Cooper Hewitt National Design Museum gezeigt worden.

Die Electroland-Installation für das Guinness Museum setzt drei TYZX Deep-Sea G3 Embedded Vision Systeme (EVS) und die TYZX PersonTrack Software ein, um den Standort und die Bewegung von Passanten in einem 10 m mal 7 m großen „Erfassungsgebiet“ vor dem Museum zu

verfolgen. Jedes EVS ist ein intelligentes autarkes 3D-Sensorsystem, das die Stereo Vision-Technologie verwendet, um die Größe und den Standort von Personen und Objekten in Echtzeit zu verfolgen, selbst in schwierigen Beleuchtungssituationen. Die PersonTrack Software erlaubt es der Electroland-Installation, Passanten zu verfolgen und auf ihre Bewegungen zu reagieren.

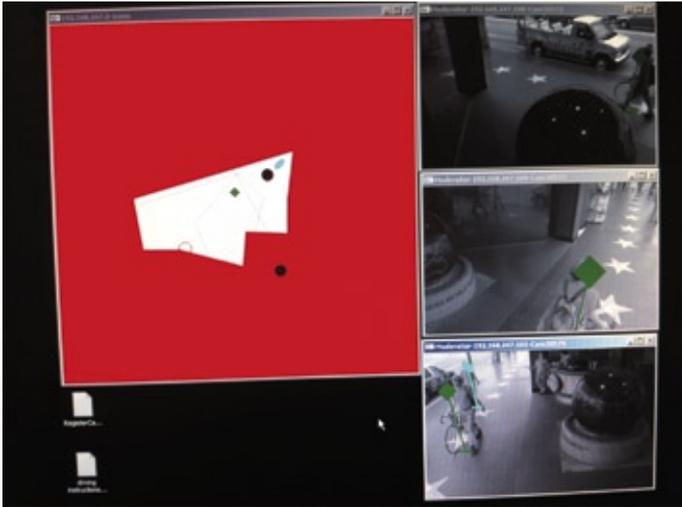
Entlang der vorderen Wand des Museums hat Electroland eine 3x4 Matrix von Planar Clarity Matrix LCD Bildschirmen, ungefähr 3 m breit und 2,5 m hoch, installiert. Als Reaktion auf die mit Per-

sonTrack erfassten Daten zeigt das riesige LCD-Display komplexe 3D Avatare – Kunstfiguren, die in modernen Videospielen erscheinen – während sie eine Bewegung oder einen Stunt vorführen, der sich auf einen Guinness World Record bezieht.

Damon Seeley, einer der Partner bei Electroland, erklärt, dass das Ziel dabei ist, die Aufmerksamkeit der Passanten zu erregen und sie so zu locken, das Museum zu besuchen. Die Interaktivität des Systems in Verbindung mit dem Kick der Avatare, die beispielsweise Kettensägen jonglieren, Basketball spielen oder andere Tricks vorführen, wird mit Sicherheit viele Passanten dazu bewegen, langsamer zu gehen und sich das Museum näher anzuschauen.

Eine der größten technischen Herausforderungen des Projektes war es, ein Echtzeit-Kamerasystem zu finden, das zuverlässig Entfernungsdaten auf einem vollen Gehweg ermittelt, ganz egal wie die Beleuchtungsbedingungen oder das Wetter sich verhalten.

„Das TYZX G3 EVS ist wesentlich besser als andere Kamerasysteme, die wir



Der TYZX PersonTrack Kontrollmonitor mit Bildern aller drei TYZX-Systeme. Das System verfolgt die Position von Passanten und zeigt dabei jede Person graphisch an.



Das interaktive System zeigt auf einem riesigen Display Avatare an, die beispielsweise mit Kettensägen jonglieren.

verwendet haben," sagt Seeley. „Es ist schnell, genau und zuverlässig. Da das System klein ist, ohne Ventilator und bei nur geringem Stromverbrauch arbeitet, können wir es in kleinen Bauräumen installieren und Personen und Objekte in großen Bereichen beobachten lassen. TYZX macht es uns möglich, dem internationalen Publikum, das auf dieser berühmten Straße

entlang bummelt, eine neue Art von Theater und Technologie zu bieten.“

► **Kontakt**  
 TYZX, Inc., Menlo Park, CA, USA  
 Tel.: 001/650/282-4510  
 Fax: 001/650/618-1510  
 ron@tyzx.com.  
 www.tyzx.com

**EUROMOLD**

Weltmesse für Werkzeug- und Formenbau,  
Design und Produktentwicklung

**1. – 4. Dezember 2010**  
**Messegelände, Frankfurt/Main**

# „Von der Idee bis zur Serie“

Das ganze Spektrum der  
Produktentwicklung

RAPID  
PROTOTYPING  
**HALLE 11.0**

WERKZEUG- UND  
FORMENBAU  
**HALLE 9.0 + 11.0**

WERKSTOFFE  
**HALLE 11.0**

**HIGHLIGHTS 2010**

E-PRODUCTION FÜR JEDERMANN

ENERGIEEFFIZIENZ

GASTLAND TÜRKEI

UND VIELE MEHR

Bild: © Objet Geometries Ltd. [www.euromold.com](http://www.euromold.com)

# Auf vorgegebenen Bahnen

## Track-in Programmierverfahren mit Infrarot-Sensoren



Vor allem bei komplexen Aufgaben kostet die Roboter-Programmierung viel Zeit.

Hier hilft jetzt ein neues Track-In-Verfahren, bei dem ein Facharbeiter die Stütz-

punkte der Roboterbahn mit einem frei beweglichen Programmiergriff

aufnimmt. Dabei erfasst eine IR-Sensoreinheit die Positionswerte und

Richtungsvektoren. Laut Hersteller sollen damit bis zu 50 % der

Programmierzzeit eingespart werden.

Das Unternehmen RevXperts entwickelte eine neue Art, Roboter zu programmieren: das Track-In-Verfahren. Dabei erfolgt die Programmierung des Roboters online mittels des frei beweglichen 6D-Programmiergriffs durch direktes Antasten der Stützpunkte der Roboterbahn. Zusätzlich kann mit dem handgeführten Programmiergriff die Werkstücks-Dimensionen und die Vorrichtung erfasst und in ein CAD-Format konvertiert werden. Die auf diese Weise ermittelten Koordinaten und Vektoren stehen dann für die Simulation und Optimierung des aktuellen Prozessablaufs zur Verfügung. Das neue Verfahren schließt somit die Lücke zwischen der Online-Programmierung mit dem Joystick am realen Werkstück und der auf CAD-Daten basierenden virtuellen Offline-Programmierung.

Die einfache Handhabung des 6D-Programmiergriffs hilft vor allem bei komplexen Aufgaben Zeit und Kosten zu sparen. So haben erste Analysen ergeben, dass bis zu 50 % der Roboter-Programmierzzeit eingespart werden kann. Dazu kommt, dass dieses Verfahren keine umfangreichen Programmierkenntnisse erfordert und die Roboter somit auch von Facharbeitern vor Ort bedient werden können.

### Systembasis

Das Track-in Verfahren basiert auf der Infrarot (IR) Sensortechnologie und besteht aus den folgenden Systemmodulen:

- IR-Sensoreinheit zur Erfassung der Positionswerte und Richtungsvektoren. Diese Sensoreinheit gibt es in drei unterschiedlichen Größen, die je

nach Arbeitsbereich eingesetzt werden. Zudem können die Sensoreinheiten gekoppelt werden, um eine lückenlose Abdeckung zu erreichen.

- Frei beweglicher, handgeführter Programmiergriff mit integriertem PDA zum Einmessen der Arbeitsumgebung und zum Erfassen der Bahnpunkte.
- Roboter-Software zur Darstellung des Arbeitsraumes und zur Simulation der Roboterbahn sowie für die Optimierung der erfassten Roboterbahn. Mit zusätzlichen Postprozessoren können verschiedene Robotertypen angesprochen werden.
- Standard-Notebook mit USB-Schnittstelle zur Sensorkontrolleinheit und serieller Schnittstelle zur Robotersteuerung.

### Software

Für die verschiedenen, verfügbaren Roboterprogramme gibt es offene Schnittstellen, über die der Datenaustausch mit dem Track-in System stattfindet. Dabei werden die Roboterkoordinaten und die Bewegungsrichtung in der jeweils lesbaren Form an die Robotersoftware übergeben. Diese Software führt die notwendigen Berechnungen für die Simulation und die Bahnoptimierung durch. Zusätzlich werden die geometrischen Daten der Bauteile, Spannvorrichtungen des Roboters und der Werkzeuge entweder als CAD-Daten importiert oder mit dem Sensorsystem eingemessen. Zum Beispiel simuliert die Mercator-Software die Roboterbewegung in einer aus CAD-Daten erstellten Zelle. Der Programmierer kann in dem Programm dann die Roboterbahnen problemlos ändern. Er kann einzelne Bahnpunkte verschieben, löschen oder neue hinzufügen. Aus den einzelnen Stützpunkten wird eine kontinuierliche Bahn erzeugt und an die Bauteil-Konturen angepasst. Diese Änderungen können dann grafisch angezeigt und nochmals per Simulation überprüft werden.

### Systemaufbau

Das Infrarot-Sensorsystem wird so installiert, dass es den Arbeitsraum des Roboters möglichst lückenlos abdeckt und



Die Bahnkurve des Roboters kann über den 6D-Programmiergriff mit integriertem PDA schnell eingelesen werden.

gleichzeitig der frei bewegliche 6D-Programmiergriff entlang der geplanten Roboterbahn erfasst werden kann. Falls wegen komplexer Vorrichtungen oder Werkstücke dies nicht mit einer Sensoreinheit möglich ist, können weitere Sensoreinheiten synchron geschaltet werden. Der autarke 6D-Programmiergriff mit integriertem PDA dient dazu, die Eingabe der Bahnstützpunkte, die Einmessung des Arbeitsraumes und die Kalibrierung der Systeme vorzunehmen. Dabei liegen alle wichtigen Funktionen auf dem PDA vor, so dass der Anwender nicht auf die freie Sicht zu einem Monitor angewiesen ist. Die vom Sensor aufgenommenen Daten werden auf einen PC übertragen und

an die Robotersoftware übergeben. Über eine Ethernet-Schnittstelle werden dann die über einen Postprozessor erstellten Daten direkt in die Robotersteuerung transferiert. Für den 6D-Programmiergriff steht eine Ladestation bereit, auf der die Einheit nach 4 bis 5 Stunden Betriebszeit aufgeladen werden kann.

#### Messanwendung

Die Verbindung zwischen IR-Sensoreinheit und Industrieroboter eröffnen neben der Online Programmierung weiteres Optimierungspotenzial. So kann man die LED bestückte Programmierereinheit auch vom Roboter führen lassen und ist damit

in der Lage automatisiert genaue Messungen durchzuführen, ohne auf die Systemgenauigkeit des Roboters angewiesen zu sein. Die Sensoreinheit erfasst die Messwerte und gibt sie direkt an ein Messprogramm, beispielsweise PowerInspect, welches die weitere Auswertung übernimmt. Mit der Online-Programmierung steht somit ein flexibel einsetzbarer Messroboter zur Verfügung, mit dem auch kleinere Serien effizient gemessen werden können.

#### Kontroll- und Sicherheitsanwendungen

Eine weitere Option bietet die Möglichkeit, eine große Zahl von Leuchtdioden gleichzeitig zu erfassen. Sind zum Beispiel die Roboterarme mit LEDs bestückt, so lassen sich deren Positionen in Echtzeit erfassen und damit eine genaue Bewegungsüberwachung des Roboters durchführen. Diese Überwachung lässt sich zum Beispiel mit den Werten aus zwei getrennten Robotersteuerungen vergleichen und erhöht durch eine unabhängige Redundanz die Sicherheit in der Mensch-Maschine-Kooperation. Zusätzlich können auch die Bewegungsabläufe der Menschen, die sich im Arbeitsraum des Roboters bewegen, überwacht werden. Mit einer direkten Rückkopplung der erfassten Positionen und Bewegungsrichtungen kann somit eine gezielte Nachregelung der Roboterbahn erfolgen, um ein Kollisionsrisiko auszuschließen.

► **Autor**  
Volker Huth, Geschäftsführer

► **Kontakt**  
RevXperts GmbH, Garching  
Tel.: 089/54842080  
Fax: 089/54842089  
info@revxperts.de  
www.revxperts.de



Sonderpreis  
**590 €**  
ab sofort  
bis Ende Januar 2011

 **SENSOPART**

#### Visionär.

Der neue, einzigartige Vision-Codeleser FA 46 mit integrierter Objekterkennung liest sowohl gedruckte als auch direkt markierte Barcodes und Datamatrix-Codes mit höchster Zuverlässigkeit, gibt Qualitätsparameter nach ISO- und AIM-Standard aus und detektiert obendrein weitere Objektmerkmale wie Datumsaufdrucke oder Stempel. Lassen Sie sich beeindruckend:  
[www.sensopart.de](http://www.sensopart.de)



# Der Teufel steckt im Detail

## 3D-Technologie in der Verpackungsinspektion



In der heutigen Zeit der hohen Qualitätsmaßstäbe insbesondere großer Organisationen, liegt die Differenzierungsmöglichkeit für den Anbieter oft allein schon in der Wahrnehmung seiner Qualität. Und wie der Volksmund sagt: „Der Teufel steckt im Detail“. Auch wenn jedes Produkt einer Lieferung von ausgezeichneter Qualität ist, hat der Lieferant ein Problem sobald die Verpackung dieser Teile mangelhaft ist. Und das ist das letzte was man sich wünscht: eine schlechte Kundenbewertung aufgrund einer mangelhaften Verpackung.

Auf der Empfängerseite dieser Transaktion gibt es andere Sorgen. Wenn der Karton, der Beutel, oder die Verpackung insgesamt Kratzer aufweist, Risse, Eindrücke oder andere Defekte, kann das Produkt in der Verpackung dann noch die Qualität haben, die Sie ihrem Kunden präsentieren möchten (angenommen Sie sind der Händler) oder die Sie in Ihrer Fertigungslinie weiter verarbeiten wollen (im Fall Sie sind der Hersteller)? Schon im Wareneingang müssen Sie sich also versichern, dass die Verpackung einwandfrei ist, allein schon aus Absicherung gegen mangelhaften Inhalt.

In vielen Fällen führt dies zu einer visuellen Kontrolle durch eine Person mit Clipboard unter dem Arm. Das Ergebnis dieser Inspektion kann ganz gehörig schwanken. Die Kontrolle kann mittags

um zwei an einem Mittwoch hocheffizient sein, aber aus irgendwelchen Gründen schlüpfen Freitagnachmittag um halb fünf oder Montagfrüh um acht deutlich mehr Fehler unbemerkt durch die Kontrolle.

### Fehlerfolgekosten

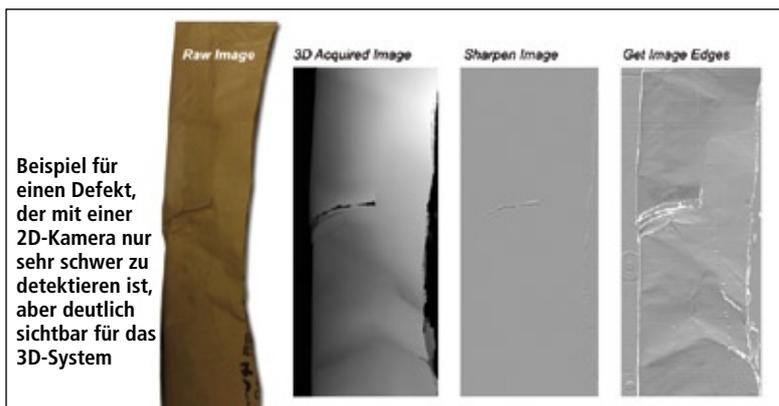
Oft führen Verpackungsmängel zu ganz unerwarteten Kosten. Stellen Sie sich vor, Sie sind der Lieferant und beliefern einen Händler mit Lebensmitteln. Der Händler bemerkt in seiner Wareneingangskontrolle ein paar beschädigte Kartons, einen zerrissenen Sack, oder Produkte die nicht korrekt verschweißt wurden. Es wäre nicht das erste Mal, dass ein Händler in diesem Fall die komplette Lieferung zurück gehen lässt. Das ist ungefähr so, wie seine Bewerbung zurück geschickt zu bekommen, bevor der potenzielle Arbeitgeber sie überhaupt gelesen hat, weil der Briefumschlag nicht richtig zugeklebt war. Sie wären vielleicht der beste Kandidat für den Job gewesen, aber: Der Teufel steckt im Detail.

Auf der anderen Seite entstehen natürlich auch Kosten für den Empfänger des mangelhaften Produktes. Für den Händler ist das klar: er will kein Produkt, das äußerlich beschädigt ist, da er es nicht mehr weiter verkaufen kann. Für einen Hersteller oder den Betreiber eines Warenlagers kann der Schaden jedoch noch deutlich höher werden. Stellen Sie sich nur mal vor, dass Lebensmittel, die nicht korrekt versiegelt wurden, ausgerechnet dann auslaufen, wenn sie auf ihren Förderbändern durch die Halle flitzen. Das ist mitunter nicht nur eine Riesenschweineerei, sondern kann sogar zum Stillstand ihrer Produktionslinie und größeren Maschinenschäden führen.

### Bildverarbeitungslösungen

Cyth Systems wurde von mehreren Kunden mit derlei Problemen angesprochen mit dem Wunsch nach einer Bildverarbeitungslösung.

„Unsere Kunden haben uns um eine Lösung gebeten, die Qualität ihrer Lebensmittelverpackung zu verbessern. Ob es sich dabei um eine Tüte Kartoffel-



Beispiel für einen Defekt, der mit einer 2D-Kamera nur sehr schwer zu detektieren ist, aber deutlich sichtbar für das 3D-System

Chips gehandelt hat oder einen Sack Kartoffeln, das Ziel war immer das gleiche: sicher zu stellen, dass die Verpackungen sowohl optisch als auch funktionell einwandfrei waren.“ sagt Andy Long, CEO bei Cyth Systems.

Auf den ersten Blick scheint dies ein einfach zu lösendes Problem zu sein, aber mit den traditionellen 2D-Systemen ist die Herausforderung hoch. Hochreflektierende unregelmäßige Objektoberflächen stellen die Bildverarbeitung vor eine nahezu unlösbare Aufgabe, und Dellen in einem Pappkarton sind für eine 2D-Kamera nahezu unsichtbar. Auch Papiertüten, wie beispielsweise für Hundefutter, haben nur sehr wenige Merkmale für eine 2D-Kamera. Glücklicherweise sind viele dieser Probleme mit der 3D-Bildverarbeitung in den Griff zu bekommen.

Obwohl die 3D-Technologien in der Bildverarbeitung ein deutlich wachsender Bereich sind, und obwohl die Technik sich in den letzten Jahren signifikant entwickelt hat, gibt es immer noch Berührungspunkte. Cyth hat sich mit Sick und mit National Instruments zusammen getan um diesen Ressentiments zu begegnen und hat ein Paket geschnürt, mit dem die Umsetzung deutlich vereinfacht wird und die Kosten einer 3D-Inspektionslösung für die Verpackungskontrolle gesenkt werden.

### 3D-Verpackungsinspektion

Die Cyth 3D-Verpackungsinspektion besteht aus den folgenden Komponenten:

**Sick Ranger 3D-Kamera:** Mit dieser Kamera können über 30.000 Scans pro Sekunde erfasst werden. Das ermöglicht sogar im Produktionstakt das Erzeugen von hochauflösenden 3D-Bildern mit einer Genauigkeit von besser 10 µ.

**National Instruments Vision Builder** für die automatisierte Inspektion: Konfigurierbare

Bildverarbeitungssoftware von einem führenden Anbieter.

**National Instruments Embedded Vision System:** Ein lüfterloser Industrie-PC mit industriellen Ein-/Ausgängen und einem Intel Core 2 Duo-Prozessor für die Hochgeschwindigkeits-Bildverarbeitung.

Cyth rundet dieses Paket ab mit allen erforderlichen Kabeln, Spannungsversorgung, Laser und kundenspe-

zifischen Programmabläufen. Im Systempaket enthalten sind auch zehn Stunden Engineeringssupport vor der Installation und zehn Stunden Applikationsssupport nach der Installation des Systems.

Mit 3D-Systemen dieser Art können die vielfältigen Folgekosten von Verpackungsproblemen vermieden werden und eine 100%-Kontrolle gewährleistet.

► **Autor**  
**Andrew Long,**  
Senior Director



► **Kontakt**

Cyth Systems, San Diego, CA, USA  
Tel.: 001888/508-7355  
Fax: 001858/537-1965  
info@cyth.com  
www.cyth.com



## SCHLÜSSEL-TECHNOLOGIE FÜR DIE BILDVERARBEITUNG.

Entdecken Sie den neuesten Stand der Bildverarbeitung bei Europas größtem Technologielieferanten. Profitieren Sie von den Spitzenprodukten führender Hersteller, unserer Kompetenz und einem Service, der Sie stärker macht.

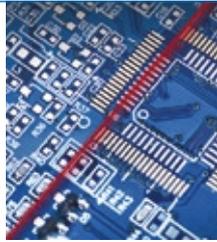
TELEFON 089 80902-0

WWW.STEMMER-IMAGING.DE IMAGING IS OUR PASSION

**STEMMER®**  
IMAGING

# InViso™

Die nächste Generation der Machine-Vision-Laser



**Innovatives Design** ▶ einfache Installation

**Sofortige Ausrichtung** ▶ keine Justage

**Externer Fokus** ▶ ohne Werkzeuge



**Nahtlose Integration & Garantierte Wiederholbarkeit**

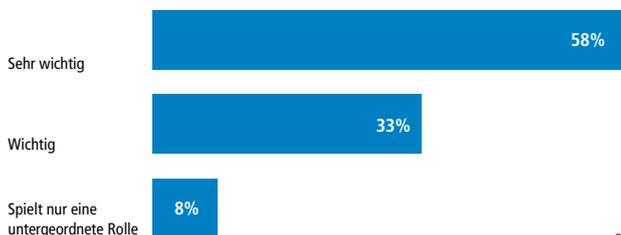


[www.prophotonix.com](http://www.prophotonix.com)

North/South America Sales:  
800-472-4633

EMEA/Asia/Pacific Sales:  
+44 1279-717170

## Beleuchtung: Wie wichtig ist sie für die Lösung Ihrer Bildverarbeitungsaufgabe?

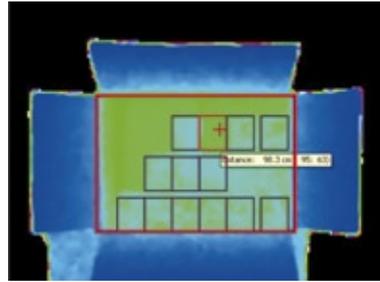


Umfrage

Quelle: [www.inspect-online.com](http://www.inspect-online.com)



## Schnelle und sichere Packmuster-Erkennung



Die 3D Packmuster Erkennungssysteme von Octum bestimmen aus den 3D TOF Daten zuverlässig die Position einzelner Packungen. Dazu reicht die geometrische Vorgabe der Packungsgröße und der normalen Anordnung in Zeilen und Spalten. Aus einer festen Kameraposition heraus können ohne Kameranachführung alle Packebenen geprüft werden. Eine Systemkalibrierung ist nicht erforderlich. Die 3D Inspektion kann im Stillstand oder in Bewegung erfolgen bei Zykluszeiten bis zu 600St/min. Die Installation der Systeme ist sehr einfach, da keine externe Beleuchtung oder andere Hilfsmittel nötig sind, ist auch die Inbetriebnahme kinderleicht.

Octum GmbH

Tel.: 07062/914940 · [info@octum.de](mailto:info@octum.de) · [www.octum.de](http://www.octum.de)

## Präzise 360°-Rundumkontrolle zylindrischer Produkte



Die neue Version des 360°-Inspektionssystems OmniView 5.0 gewährleistet jetzt viele weitere Fähigkeiten der Merkmalsfindung. Das auch in Farbe und mit hochauflösenden Fünf-Megapixel-Kameras. Das Vision-System ermöglicht bspw. die präzise Inspektion und Überprüfung – von Wein- und Saftflaschen, Konserven, pharmazeutischen Fläschchen sowie andere zylindrische Verpackungen – direkt innerhalb der Fertigungslinie. Beim Einsatz von Windows 7 (mit 64-bit PCs) ist das OmniView-System in der Lage, bis zu 1.200 Teile pro Minute präzise zu inspizieren, ohne den laufenden Betrieb der Verpackungs- und Abfüllanlagen zu beeinträchtigen.

Cognex Germany, Inc.

Tel.: 0721/6639-0 · [info@cognex.com](mailto:info@cognex.com) · [www.cognex.com](http://www.cognex.com)

## Erstes TubelInspect-System in Finnland

Wie Aicon mitteilt, ist ab sofort das erste TubelInspect-System in Finnland im Einsatz. „Mit der Beschaffung des hochpräzisen optischen Rohrmessgerätes TubelInspect von Aicon haben wir jetzt nicht nur die Vermessung und Inspektion von gebogenen Stand gebracht. Wir sind außerdem in der Lage, die Messergebnisse für jeden nachvollziehbar zu dokumentieren. Das schafft Vertrauen in unser Unternehmen.“, erklärt Geschäftsführer Samuli Kuusisto. TubelInspect, das Rohrvermessungen mithilfe von 16 hochauflösenden Digitalkameras vornimmt, ermittelt die Geometrie der Rohrleitung.



Aicon 3D Systems GmbH

Tel.: 0531/5800058 · [info@aicon.de](mailto:info@aicon.de) · [www.aicon.de](http://www.aicon.de)

### 3-Achs-Positioniersystem mit flexiblen 3D-Mess-System



Um Schweißnähte schon bei der Positionierung für den nächsten Arbeitsschritt zu prüfen, ist das profILINE-System mit dem flexiblen 3D-Mess-System WeldVision 2000 des Bildverarbeitungsunternehmens Smart-Ray ausgestattet. Dabei handelt es sich um ein vollautomatisches

Inline-Inspektionssystem, das besonders präzise und leistungsstark ist. Es prüft objektiv die Naht und sorgt dafür, dass fehlerhafte Teile ausgeschleust werden. Außerdem ermittelt es Größe und Position aller relevanten Fehler, wie Poren, Löcher, Einbrandkerben, Nahtvolumen, Nahtbreite, -länge und -höhe, Nahtlage und Nahtgeometrie in Echtzeit. Alle Ergebnisse fließen in ein Protokoll ein und werden für spätere Nachverfolgung abgespeichert. Die Nahtqualität ist somit einwandfrei und lückenlos dokumentiert.

IEF Werner GmbH

Tel.: 07723/925-0 · info@ief-werner.de · www.ief-werner.de

### Defekterkennung auf lackierten Oberflächen

Micro-Epsilon hat mit reflectControl ein roboterbasiertes Inspektionssystem entwickelt, das vollautomatisch Lackdefekte erkennt, protokolliert und direkt auf dem Fahrzeug markiert. Gegenüber den gängigen visuellen Audits liefert das System höchste Fehlererkennungsraten – bei maximaler Reproduzierbarkeit und größtmöglicher Verfügbarkeit. Bei der Inspektion der gesamten Karosserie werden Defekte bis herunter zu 0,3 mm Größe erkannt und das bei einer typischen Produktionsgeschwindigkeit von 40–60 Fahrzeugen je Stunde. Um dies bewältigen zu können, wird reflectControl in der Linie an vier parallel arbeitenden Robotern appliziert. Alle Systeme sind mit einem großen Monitor und vier Kameras ausgestattet.

Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG

Tel.: 08542/168-0 · info@micro-epsilon.de · www.micro-epsilon.de

### 3D-Oberflächen-Inspektion In-Line

Für 100 % Qualitätskontrolle sowie als Werkzeug zur kontinuierlichen Prozessoptimierung bietet Edixia eine komplette Produktpalette 3dCast an. Mit Hilfe der schnellen Bilderfassungstechnologie ist es ohne weiteres möglich, alle Oberflächen eines Produktes innerhalb der Produktionszykluszeit zu scannen und die hierdurch gewonnenen 3D Bilder mit Hilfe von Bildanalyseverfahren zu analysieren. Sowohl Oberflächenkontrollen als auch Geometriemessungen können hiermit in „Echtzeit“ durchgeführt werden; die Resultate stehen sofort zur Verfügung um entsprechende Maßnahmen frühzeitig ergreifen zu können.



Edixia SAS

Tel.: 0033/299/628611 · customer@edixia.com · www.edixia.com

www.inspect-online.com

### Kappa GigE Vision Kameras Zelos:

## Starkes Paket mit SDK, Software PLUS Echtzeit-Recording

### GigE Vision in erstklassiger Kamera-Qualität

Kappa präsentiert die GigE Vision Kamera-Serie Zelos als starke Paketlösung mit SDK, komfortabler Steuerungssoftware und Echtzeit-Recording. Alle Zelos Modelle basieren auf einer Hochleistungs-Plattform mit 14 Bit Digitalisierung. Diese Serie überzeugt mit den Vorteilen von GigE Vision in typischer Kappa Qualität. Rugged Quality, Langlebigkeit und herausragendes Farbprocessing sind Kappas Stärke. Die Modelle mit HD-Auflösung, 5 Megapixel, WVGA und VGA bieten unterschiedliche Highlights (z.B. bis zu 200 fps, PoE, Schutzklasse IP 54). Dank hoher Integrationsfähigkeit eignen sie sich für ein breites Anwendungsspektrum für Windows wie auch Linux Systeme. Third Party Software ist problemlos direkt über GigE Vision/GenICam, TWAIN oder mit dem SDK nutzbar. Mit kristallklarer Signalqualität, sauberer Charakterisierung und präziser Synchronisierung sind die Zelos Kameras auch perfekt für 3D Applikationen.

### Software jetzt mit Echtzeit-Recording

Alle Zelos Kameras werden als Paket mit der Steuerungssoftware KCC Zelos und SDK angeboten. Die Einstellmöglichkeiten sind nutzerfreundlich. Ein echtes Highlight ist das neue optionale Echtzeit-Recording. Damit können Livesequenzen (auch HDTV) bei voller Auflösung und voller Framerate in Echtzeit komprimiert und als hochqualitative Videodatei gespeichert werden (z.B. H.264). Die Datenmenge kann über verschiedene Einstellmöglichkeiten reduziert werden.

Kappa

CCD & CMOS Kameras, GigE Vision, HD-SDI, CameraLink, FireWire, USB, Video, High Resolution, High Definition, High Dynamic, 3D, Embedded Linux, SDK, Software, Real-Time Komprimierung / Recording, Rugged, Systeme, Module, Kundenserien

unsere  
**art**



**Kappa optronics GmbH**

Germany | info@kappa.de

www.kappa.de

realize visions .

# Nah und doch so fern

## Faseroptische Messsysteme inspizieren schwer erreichbare Flächen

Die NASA vermisst in ihrem Labor für Antriebssysteme die Dicke von flüssigem Stickstoff in kryogenen Kammern. Kein Mensch könnte bei diesen tiefen Temperaturen ein gewöhnliches flächenerfassendes Profilometer bedienen. Die Lösung ist daher ein faseroptisches Interferometer, bei dem lediglich die Sonde in der extremen Umgebung verbleibt. Das Interferometer selbst kann hunderte von Metern entfernt stehen, denn die Signalqualität bleibt auch über die Distanz erhalten.



© Rodrigo Saldom/Flickr

Standard-Profilometer, die Oberflächen mit Hilfe der Weißlicht-Interferometrie prüfen, werden in der Messtechnik seit langem für exakte Messungen und die Visualisierung von Oberflächeneigenschaften verwendet. Trotzdem benötigt eine steigende Anzahl von Anwendungen speziell angepasste Lösungen, die über die Fähigkeiten der Flächeninterferometer hinausgehen. Beispiele sind das Vermessen langer Profile oder durchsichtiger Schichten auf schnell bewegten Bändern, oder nicht verbundene, große Flächen. Manche Messungen sind mit flächenerfassenden Interferometern besonders schwierig durchzuführen, wie zum Beispiel die Messung der Innenseiten von Röhren mit kleinen Durchmessern, zylindrischen Oberflächen sowie konkaven und konvexen sphärischen Objekten. Schwierigkeiten sind auch dann zu erwarten, wenn sich das Prüfobjekt

in radioaktiver oder extrem kalter oder heißer Umgebung befindet. Auf diese Herausforderungen reagiert das kanadische Unternehmen Novacam mit einem faseroptischen Interferometrie-System und entwickelt dafür eine Reihe von kontaktfreien Sonden für Labor- und Prozessmessungen. Der Vorteil: Die mit optischen Fasern verbundene Mess-Sonde kann weit weg vom Gehäuse des Interferometers installiert werden. Sie ist so klein gebaut, dass sie auf den meisten Trägerinstrumenten montiert werden kann. Das erleichtert die Integration in komplexen Produktionsanlagen und die Messung schwer erreichbarer Flächen. Das System kann auch größere ununterbrochene Flächen inspizieren. Durch den Einsatz eines optischen Multiplexers, der mehrere Probensignale in einem Interferometer verarbeitet, können bei der Integration Kosten eingespart werden.

### Das Messprinzip

Das Weißlicht-Interferometer nutzt eine Breitbandlichtquelle mit einer Wellenlänge von 1.300 nm. Das Licht, das vom Objekt reflektiert wird, bildet Interferenzmuster. Über das Muster lässt sich die Entfernung von der Sonde bis zum Objekt mit 1 µm Genauigkeit bestimmen. Anders als Flächeninterferometer oder Linienscanner, die kleine Flächen oder Linien erfassen, misst das faseroptische Interferometer Punkte. Daher wird es zum Abtasten von Flächen meist mit einem mechanischen Scanner ausgestattet.

### Welche Oberflächen?

Jede Oberfläche, fest oder flüssig, kann mit Sub-Mikrometer-Auflösung gescannt, in 3D dargestellt und charakterisiert werden. Dazu gehören Oberflächen mit steilen Flanken und hohen Aspekt-Verhältnissen (Tiefe/Breite) wie z.B. die Kanäle von Brennstoffzellen (siehe Abb. 1), Kühlkanalöffnungen von Turbinen-Schaufeln oder Rillen auf CMP-Blöcken, die in der Halbleiterfertigung für das Polieren von Wafern genutzt werden. Solche Oberflächen sind eine Herausforderung für konkurrierende Technologien. So haben Triangulationssensoren beispielsweise Schwierigkeiten bei Oberflächen mit ausgeprägten Tiefen und Höhen. Weder Triangulation noch farb-konfokale Systeme bieten die hohe Signalempfindlichkeit und Robustheit der Weißlicht-Interferometrie, wenn es um die Messung von hohen Aspekt-Verhältnissen geht. Das Novacam-Profilometer sendet und detektiert reflektiertes Licht mit derselben Sonde. Es ist daher in der Lage, auch Öffnungen wie Rillen und Krater, deren Tiefe mehrmals ihre Breite übertreffen, zu messen.

### Messungen

Die Sonde tastet die Oberfläche mit einem Arbeitsabstand zwischen 1 mm und 150 mm ab. Die Abtastfrequenz liegt je nach Modell zwischen 1 kHz und 30 kHz. Tausende von Lichtinterferenz-Messungen bilden 3D-Punkteflächen, die an-

schließend in der Produktion zur Fehlererkennung ausgewertet werden. Anhand der Punktwolken berechnet die mitgelieferte Anwendungssoftware oberflächencharakterisierende Parameter, einschließlich Oberflächenrauheit und Welligkeit. Für Oberflächenfehler die durch Verschleiß oder Abnutzung verursacht sind, bestimmt die gleiche Anwendungssoftware den Volumenverlust.

Wird das Interferometer im Querschnitt-Modus verwendet, liefert es Querschnittsbilder von durchsichtigen Beschichtungen oder Folien, deren optische Dicke zwischen 10 µm und 8 mm liegt. Aufgrund der unterschiedlichen Transparenz und Lichtbrechung können die Materialien differenziert werden. Die Inspektion von intraokulären Linsen oder Kontaktlinsen wird so stark vereinfacht: Das Interferometer liefert ein Querschnittsbild (Abb. 2) und berechnet die Materialstärke an jedem beliebigen Punkt. Es bildet entweder die Volumendichte oder 3D-Isosflächen ab. Die Ergebnisse können auf Risse, Blasen und andere Defekte hin untersucht werden. Gleichzeitig kann auch die Linsenkrümmung berechnet werden.

### Schwer zugängliche Flächen

Sollen schwer erreichbare Oberflächen, wie die Innenkammern von Motorkomponenten für die Luftfahrt inspiziert werden, vermisst man die Oberflächen bislang

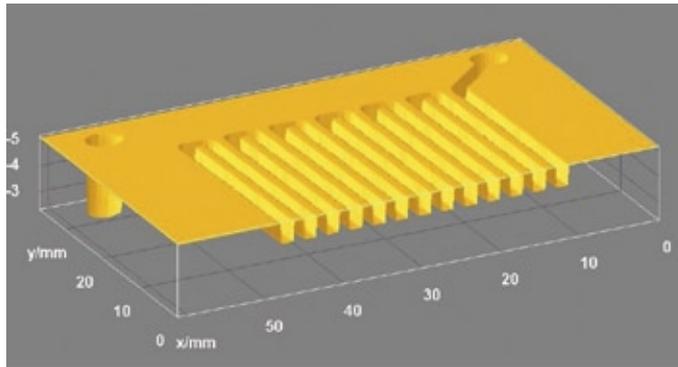


Abb. 1: 3D-Rendering einer Brennstoffzelle, ein Beispiel für ein extremes Aspekt-Verhältnis

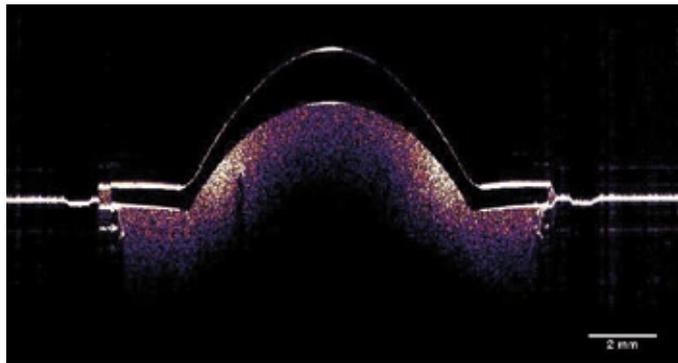


Abb. 2: Querschnitt einer Intraokularlinse

mit Flächen-Profilometern anhand der abgegossenen Replik. Im Gegensatz dazu sind faseroptische Geräte mit Glasfaser-Sonden ausgestattet, die die Innenoberflächen von Rohren und anderen engen Räume direkt kontrollieren. Die Durchmesser der Sonden liegen je Modell zwischen 0,9 mm und 5 mm. Die Sonden werden meist auf zwei oder drei linearen oder drehenden Achsen montiert oder mit Koordinaten-Messmaschinen integriert.

Abbildung 3 zeigt einen Scan-Arm, der mit seiner

seitlich messenden Sonde zwischen zwei dicht aneinander liegende Schaufeln eines Luftfahrt-Motors passt. Kanten und Fläche der Turbinenschaufeln können so präzise inspiziert werden. Interferometrische Sonden können leicht den Innenraum einer Diesel-Einspritzdüse, die zylindrischen Hohlräume eines Motorblocks, oder ein Gewehrlauf vermessen und Defekte im Mikrometer-Bereich entdecken.

Die Inspektion von Rohren mit Durchmessern von nur 2–10 mm ist mit flexiblen und bis zu 2 m langen Sonden mit

seitlichem Messwinkel von 90° möglich. Diese Pullback-Sonden drehen den Abtaststrahl mit hoher Umdrehungszahl und synchron zur langsamen geradlinigen Rückzugsbewegung. Die erwünschte Dichte der 3D-Punktwolken wird mit der Einstellung der Scangeschwindigkeiten erreicht.

### Sonden in Aktion: Im Prozess und im Labor

Da Glasfaser-Sonden hunderte von Metern von dem Interferometer-Gehäuse entfernt sein können, und dies ohne messbaren Signalverlust, wird eine Vielzahl von Applikationen möglich. In In-line-Messsysteme installiert, scannen die Sonden auf linearen Translationstischen quer über schnell bewegende Fließbänder. Das Gerät liefert je nach Bedarf Profil- oder Dickenmessungen in Echtzeit.

2D-Galvo-Sonden (mit Licht-Umlenkspiegel auf einem Galvanometer angebracht) eignen sich für das schnelle Scannen von kleinen Flächen (bis zu 15 x 15 mm) oder kleinen Volumen. In Kombination mit linearen Tischen kann ein Band von beliebiger Länge und bis zu 15 mm Breite gemessen werden. Damit werden elektronische oder MEMS-Komponenten sowie optische Linsen kontrolliert.

Die robusten Sonden können auch in extremen Umgebungen installiert werden, einschließlich radioaktiver Kammern, sehr heißen Umgebungen (in der Nähe von geschmolzenem Metall) und Kryo-Umgebungen. So wird auch die Simulation von Welt-raumbedingungen bei der NASA möglich.

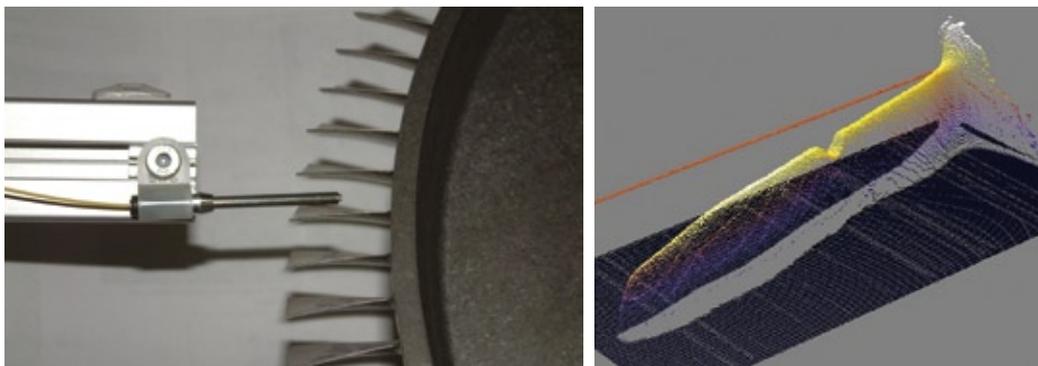


Abb. 3: Eine Glasfaser-Sonde an einem Scan-Arm inspiziert die Oberfläche von integrierten Schaufeln (Anwendung in der Luftfahrtindustrie). Die rekonstruierte Oberfläche ermöglicht die Inspektion nach Oberflächenfehlern oder Verschleiß.

► **Autor**  
Vuk Bartulovic, President

► **Kontakt**  
Novacam Technologies, Quebec,  
Kanada  
Tel.: 001/514/694-4002  
info@novacam.com  
www.novacam.com

# Von Rillen und Riefen

## Oberflächenfehler im Rauheitsbereich erkennen

Beschichtungen reduzieren Reibungskräfte. Sie sparen dadurch Energie und schonen gleichzeitig das Produkt. Um die Qualität dieser Oberflächen gleich im Fertigungsprozess zu bestimmen, bieten sich Weißlichtsensoren an, die auf dem Prinzip der chromatischen Aberration funktionieren. Sie erkennen Defekte im Rauheitsbereich.

Die Beschaffenheit und Funktion einer Oberfläche werden immer wichtiger. Neue Materialien, Beschichtungen und Fertigungstechniken werden mit dem Ziel entwickelt, Oberflächeneigenschaften zu nutzen und den Fertigungsprozess zu optimieren. Durch ideale Oberflächeneigenschaften lässt sich das Gewicht eines Bauteiles reduzieren oder die Reibung minimieren. Ressourcen werden geschont, Materialkosten und Fertigungszeiten werden gesenkt. Um Fehlerquellen im Fertigungsprozess rechtzeitig zu erkennen und zu beseitigen, ist es sinnvoll, die für die Qualität entscheidenden Oberflächenparameter direkt im Prozess zu prüfen. Aufgrund von kurzen Zykluszeiten in der Produktion und teilweise schwierigen Bauteil-Geometrien bietet sich ein berührungsloses Messverfahren an.

Das CT R200 wurde entwickelt, um Oberflächendefekte auf runden und rotationssymmetrischen Teilen zu erkennen. Herzstück des Systems ist ein nach dem Prinzip der chromatischen Aberration arbeitender Weißlichtsensor. Die helle Bogenlampe erzeugt einen winzigen Lichtpunkt auf der Oberfläche, wobei verschiedene Wellenlängen auf un-

terschiedliche Ebenen projiziert werden. Das Spektrometer erkennt welche Wellenlänge mit welcher Intensität reflektiert wird. Ein Messwert wird erzeugt, wenn die Lichtintensität einer bestimmten Wellenlänge auf dem Detektor ein Maximum erreicht. Der Sensor zeichnet sich durch seine hohe Auflösung von 0,01 µm aus.

### Auch für Innendurchmesser

Ein hochgenauer Rotationstisch dreht das Bauteil, während der Sensor mit einer definierten Schrittweite die Oberfläche am Umfang scannt. Die Datenrate beträgt 14 kHz und die Messpunkte werden synchronisiert mit dem hochauflösenden Winkelmesssystem des Rotationstisches aufgenommen. Ein Durchmesser von 10 cm kann mit einer Schrittweite von 5 µm am Umfang innerhalb von 7 Sekunden vermessen werden. Die minimale Schrittweite beträgt 1 µm. Um auch kleine Innendurchmesser kontrollieren zu können, wird eine Optik in abgewinkelter Bauweise eingesetzt. Der kleinste Innendurchmesser beträgt damit 35 mm. Der maximale Außendurchmesser hängt von dem Verfahrensweg der x-Achse ab.



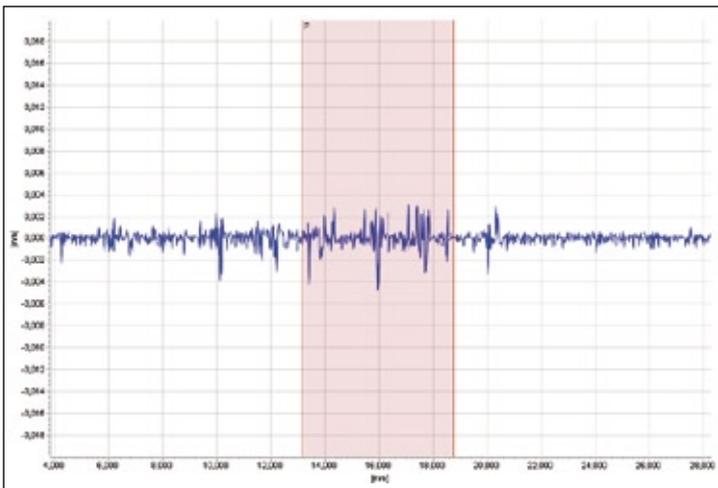
Das Gerät CT R200 mit Weißlichtsensor auf Granitplatte



Die Oberfläche eines runden Bauteils wird auf Defekte hin untersucht

Beim CT R200 können Teile bis zu 20 cm Durchmesser vermessen werden.

Mit Hilfe der automatischen Positionierung in z- und x-Richtung werden verschiedene Durchmesser an einem Bauteil geprüft. Je nach Taktzeit können beliebig viele Spuren aufgenommen werden. Hauptaufgabe des CT 200R ist die



Die Rauheitsauswertung des Bauteils

Erkennung von Riefen. Abhängig von der Oberflächenbeschaffenheit werden Riefen mit einer Tiefe von 10 µm sicher erkannt. Bei glatten Oberflächen werden auch Riefen mit geringerer Tiefe genau detektiert.

Auch die Standard-Rauheitsparameter wie Ra, Rmax und Rz werden wiederholbar gemessen. Eine komplexe Tastspitzsimulation liefert Rauheitswerte, die vergleichbar mit taktil ermittelten Ergebnissen sind. Der genaue Durchmesser sowie die Rundheit des Bauteils werden ebenfalls vermessen.

### Kontinuierlicher Fokus

Aufgrund der hohen Auflösung und der kleinen Bauform beträgt der Messbereich des Sensors lediglich 300 µm. Damit auch Teile vermessen werden können, deren Rundheit oder Konzentrität größer als 300 µm ist, verfügt das CT R200 über eine geregelte x-Achse. Die Steuerung hält während des Messvorgangs den Sensorkopf im optimalen Abstand zur Oberfläche. Die Regelung erfolgt in Echtzeit, der Messwert des Sensors wird um den Regelweg der x-Achse korrigiert. Das lineare Messsystem ist getrennt vom Antrieb und liegt auf einer Achse mit dem Weißlichtsensor, um eventuelle Winkelfehler zu vermeiden. Die Genauigkeit der x-Achse liegt im Bereich des Sensors, so dass die Regelung das Messergebnis nicht negativ beeinflusst.

Diese Technik erweist sich bei der Konstruktion der Vorrichtung als vorteilhaft. Die Toleranzen sind hier unkritisch und auf aufwendige Zentrierung oder Klemmung kann verzichtet werden. Nach dem Einlegen eines Bauteils wird der Sensor in sicherem Abstand zur Oberfläche positioniert und der kontinuierliche automatische Fokusvorgang startet. Selbst wenn ein Teil nicht zentriert eingelegt wird, werden alle Messungen korrekt durchgeführt.

Die automatische und kontinuierliche Fokussierung bietet ein hohes Maß an Sicherheit, dennoch ist der Sensorkopf mit einem Kollisionsschutz versehen. Im Falle eines Kontakts mit dem Messobjekt löst sich der Sensor und alle Achsbewegungen werden gestoppt.

### Stabiler Aufbau

Die Achsen sind auf einer massiven Granit-Plattform aufgebaut. Um Vibrationen und Schwingungen vom Fertigungsprozess zu dämpfen, ist das Untergestell mit schwingungsisolierenden Elementen ausgestattet. Beim Einsatz in einer Fertigungszelle legt ein Roboter die Bauteile ein und entnimmt diese nach Abschluss der Messung. Schlechte Bauteile werden ausgeschleust. Die Software bietet geeignete Schnittstellen, um das CT R200 in den Fertigungsablauf zu integrieren. Alle Analysen werden aus der cyberTechnologies Scan Suite übernommen. Die Rauheitswerte werden nach Vorgaben der entsprechenden Norm gemessen und mit Toleranzen versehen. Schlechte Teile werden eindeutig gekennzeichnet. Bei einem n.i.O.-Teil hat der Bediener die Möglichkeit, sich das Profil anzusehen und den Fehler noch einmal zu beurteilen. Alle Messergebnisse werden gespeichert und mit Datamatrix-Code rückverfolgbar archiviert.

Mit hoher Auflösung bei schneller Messgeschwindigkeit bietet das CT R200 die Möglichkeit, berührungslos Oberflächenfehler im Rauheitsbereich zu erkennen und Rauheitsparameter direkt im Fertigungsprozess zu messen.

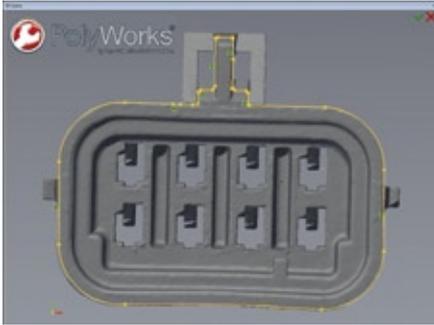
#### ► Kontakt

cyberTechnologies GmbH, Ingolstadt  
Tel.: 0841/88533-0  
Fax: 0841/88533-10  
info@cybertechnologies.com  
www.cybertechnologies.com

# ERFOLGS- WELLE

A-Qualität kommt nicht von ungefähr: Mit dem richtigen Antrieb liefern Sie erstklassige Bauteile – und verbessern dadurch Ihre Marktposition. Was aber befördert Ihren Absatz? Prüftechnik, die exakt, flexibel und kostengünstig misst. Und ein Messtechnik-Dienstleister, der mahrgenau den Service bietet, den Sie brauchen. Wir von Mahr sorgen dafür, dass Messen und Prüfen auch für Sie ein Nano-Präzisions-Genuss wird!

### PolyWorks V12 mit 2D-Sketching Funktionen



Duwe-3d stellt die Version 12 von PolyWorks vor. PolyWorks V12 wird neben verbesserten Funktionen im Bereich Mehrfachmessungen und Automatisierung eine parametrische 2D-Sketching Funktionalität enthalten sein. In PolyWorks V12 können in Zukunft Regelgeometrien und Freiformkurven aus Schnitten abgeleitet werden. Über Nebenbedingungen lassen sich Objektbeziehungen festlegen. Diese extrahierten, parametrischen Konturen lassen sich direkt in CAD-Programme importieren und für die Konstruktion verwenden.

Duwe-3d AG · Tel.: 08382/27590-0  
info@duwe-3d.de · www.duwe-3d.de

**FALCON**  
LED LIGHTING SYSTEMS FOR MACHINE VISION  
Falcon LED Lighting Ltd. · Fasanweg 7 · 74254 Offenau  
Web: www.falcon-led.de · Phone: 0(049) 7136 9686-0

Z-LASER



**Zuverlässige Lasermodule**  
für Anwendungen von  
Bildverarbeitung bis Wissenschaft

[www.z-laser.com](http://www.z-laser.com)



Weitere Informationen:  
[www.z-laser.com](http://www.z-laser.com)  
Tel. +49/761/29644-44

### Neuer mobiler 3D-Scanner

GOM hat einen neuen mobilen 3D-Digitalisierer vorgestellt: Atos Triple Scan. Er nutzt alle Betrachtungswinkel des Stereokamerasystems (3 in 1 Sensor). Dabei kommt erstmals auch eine neue Projektionstechnik zum Einsatz. Das Gerät ermöglicht damit einfachere, schnellere und sicherere Messabläufe und reduziert deutlich die Anzahl der Einzel-Scans. Atos Triple Scan ist mit Blue Light Technologie ausgestattet, die sich durch eine extrem lange Lebensdauer der LED, die minimale Wärmeentwicklung sowie geringen Wartungsaufwand auszeichnet. Das schmalbandige blaue Licht erlaubt präzise Messungen unabhängig von den Lichtverhältnissen der Umgebung.



GOM - Gesellschaft für Optische Messtechnik mbH · Tel.: 0531/39029-0 · info@gom.com · www.gom.com

### Hochgeschwindigkeitsaufnahmen für Jedermann

Bestehend aus einer oder mehreren High-Speed Kameras, kraftvoller LED-Beleuchtung, flexibler Befestigung und einer leicht zu bedienenden Software ermöglicht die TroubleBox von Opto die Aufnahme und Analyse von rasanten Ereignissen Bild für Bild. Sie ist verfügbar als Komplettsystem, bestehend aus der Aufnahmetechnik und einem mit der Software vorkonfiguriertem Computer, oder alternativ als Hard- und Software ohne Rechner. Sie basiert auf dem verbreiteten Gigabit Netzwerkstandard und ist somit auf einer Vielzahl von Systemen lauffähig. Zwei Kameras stehen zur Auswahl, eine mit 264 Bildern pro Sekunde bei einer Auflösung von 640 x 480, die zweite bis zu 500 Bilder pro Sekunde bei 1280 x 1024 Pixeln Auflösung. Eine Triggerung kann manuell, über ein elektrisches Signal oder über die Definition eines Bildbereichs in der Software erfolgen.



Opto Sonderbedarf GmbH · Tel.: 089/898055-0 · info@opto.de · www.opto.de

### Neuer Bildverstärker mit Booster



Der neue C10880 Bildverstärker von Hamamatsu Photonics ist mit einem zusätzlichen Inverter-Bildverstärker ohne MCP als Booster ausgestattet. Dadurch werden die bei sehr kurzen Belichtungszeiten schwachen Signale des MCP-Proximity Focused-Eingangsbildverstärkers für die zuverlässige Detektion mit einer Hochgeschwindigkeitskamera aufbereitet. Die Multialkali-Eingangsphtokathode ist im Wellenlängenbereich von 185 nm bis 900 nm empfindlich und sehr gut für die Erfassung von OH-Radikalen bei Verbrennungsvorgängen bei der Wellenlänge 306,4 nm geeignet. Optional sind auch GaAs-Photokathoden für die Detektion langwelligeren Lichts bis 920 nm verfügbar.

Hamamatsu Photonics Deutschland GmbH · Tel.: 08152/375-0 · info@hamamatsu.de · www.hamamatsu.de

### Neue kompakte Zoom-Videomesstation

Neu auf dem Markt: Falcon CNC. Dabei handelt es sich um eine kompakte Zoom-Videomesstation mit einem großen Leistungsumfang. Es wird ein sehr großer Zoom-Bereich von x10 bis x100 und eine Kontraststeuerung über Irisblenden geboten. Die Bedienelemente sind übersichtlich und logisch angeordnet. Die programmierbaren Beleuchtungsoptionen helfen, die Kanten gut herauszuarbeiten. Das System basiert auf einem ausgereiften und bewährtem Mess- und Steuerprogramm. Die PC-gestützte Bedienoberfläche gibt eine gute Übersicht, das Erstellen und Editieren von Messprogrammen soll damit leicht von der Hand gehen.



Vision Engineering Ltd.  
Tel.: 08141/40167-0 · info@visioneng.de · www.visioneng.de

### Berührungsfreie Dickenmessung mit Laser-Triangulation

LAP Laser hat sein neues System zur Dickenmessung von Bandware vorgestellt: Das neue Calix-System misst bspw. auf glänzenden Blechen, aber ebenso die Dicke von mattschwarzen Gummikalendern. Es misst die Dicke des durchlaufenden Bandes inline mit einer Genauigkeit ab +/- 1 µm. Da LAP für Calix ein optisches Verfahren verwendet, arbeitet die Messung materialunabhängig. Die Messwerte werden online numerisch und grafisch visualisiert, Toleranzüberschreitungen werden sofort gemeldet. Laut Hersteller ist es das einzige System am Markt, dass durch Temperaturstabilität und gleichzeitige mechanische Entkoppelung drifffreies Messen erlaubt, und das mit mehr als verdoppelter Gabelweite von jetzt 200 Millimetern.



LAP GmbH Laser Applikationen

Tel.: 04131/9511-95 · info@lap-laser.com · www.lap-laser.com

### Kinderleicht Werkzeuge messen

Schnelles Messen, keine Programmierung und präzise Ergebnisse: Nach diesen Kriterien hat Mahr die neue optische Werkzeugmessmaschine „Mar-Vision TM 500“ konzipiert. Die Messungen lassen sich komfortabel über Touchscreen steuern. Das Messgerät ist kompakt mit einer thermisch stabilen Gusskonstruktion und verfügt über eine hohe Messgenauigkeit. Die Drehachse ist hochpräzise mit gekapselter Spindel. Für alle Werkzeugaufnahmen sind Schnellwechsel-Einsätze verfügbar. Zudem gibt es eine Parameter-Schnittstelle zu Schleifmaschinen-Steuerungen.

Mahr GmbH · Tel.: 0551/70730 · info@mahr.de · www.mahr.com

### Für minimale Höhenunterschiede

Für Topographie- und Ebenheitsmessungen bietet Fries Research & Technology (FRT) jetzt ein neues Weißlicht-Interferometer an, das in die Multisensor-Oberflächenmessgeräte von FRT integriert werden kann. Der Sensor WLI PL ist in der Lage, Höhenunterschiede von Oberflächenstrukturen mit einer Auflösung von 10 nm berührungslos und dreidimensional zu vermessen. Der Sensor ist mit einer patentierten One-Shot-Technologie ausgestattet, die die Oberflächen hochauflösend und großflächig binnen Sekunden erfasst. Speziell in der Halbleiter- und Mikrosystemtechnik wird der Sensor eingesetzt.

FRT, Fries Research & Technology GmbH

Tel.: 02204/2430 · info@firt-gmbh.com · www.firt-gmbh.com

### Kleiner und leichter 3D-Laserscanner

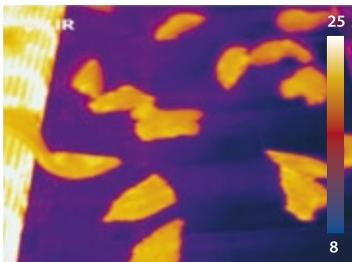
Mit Focus3D stellt Faro einen 3D-Hochleistungslaserscanner für die detaillierte Vermessung und 3D-Dokumentation vor. Laut Hersteller lässt er sich so einfach bedienen wie eine Digitalkamera. Zudem bringe er nur ein Viertel des Gewichts und ein Fünftel der Größe seines Vorgängers mit und wird von Faro daher als der kleinste und leichteste Laserscanner, der je gebaut wurde, bezeichnet. Der Focus3D erzeugt mithilfe der Lasertechnologie in wenigen Minuten detaillierte dreidimensionale Bilder von komplexen Umgebungen und Geometrien. Das erzeugte Bild besteht aus Millionen farbiger 3D-Messpunkte und stellt eine exakte digitale Reproduktion der bestehenden Raumverhältnisse dar.



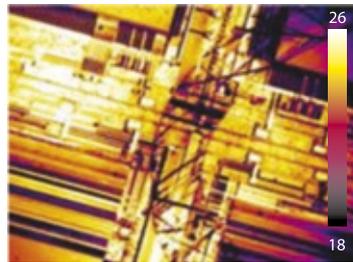
Faro Europe GmbH & Co. KG

Tel.: 07150/9797-0 · info@faro-europe.com · www.faro.com

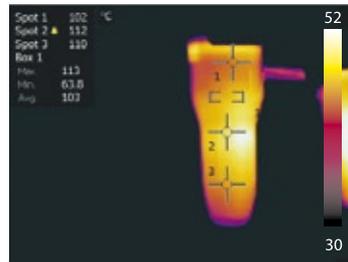
# Verbessern Sie die Produktivität, erhöhen Sie die Qualitätskontrolle!



Lebensmittelüberwachung



Halbleiter

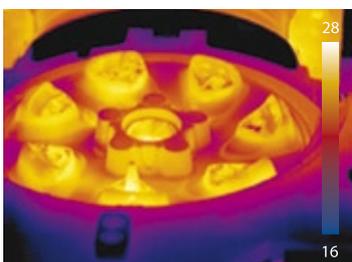


Formteilkontrolle

**FLIR A315 / A615**

Bildqualität: bis zu  
640 x 480 Pixel!

**GiGE™ GENiCAM**  
VISION



Aluminumguss



maschinelle Überwachung



Fernüberwachung

**FLIR Systems GmbH**

Berner Strasse 81  
D-60437 Frankfurt am Main  
Germany  
Tel.: +49 (0)69 95 00 900  
Fax: +49 (0)69 95 00 9040  
e-mail: info@flir.de  
www.flir.de

**FLIR®**



## Interview mit Terry Arden, CEO LMI Technologies

**INSPECT:** Die Marktstudien beider Branchenverbände diesseits und jenseits des Atlantiks belegen es: Optische 3D-Technologien sind auf einem klaren Wachstumskurs. Für LMI, Hersteller von 3D-Sensortechnologien seit über 30 Jahren, ist dies nichts Neues, oder?

**T. Arden:** In der Tat. Mit der 3D-Messtechnik als unserem Kerngeschäft sehen wir ein stetiges Wachstum des Interesses an 3D-Technologien. Die Tatsache, dass LMI im Jahr 2008 rentabel blieb, während die Machine-Vision-Branche insgesamt einen Einbruch verspürte, bestätigt aus meiner Sicht das Interesse an diesen Technologien und ihren Vorteilen.

**Was waren aus Ihrer Sicht die maßgeblichen technologischen Entwicklungsschritte, die dazu führen, dass 3D-Bildverarbeitung und In-line 3D-Messtechnik heute deutlich attraktiver für den Anwender sind?**

**T. Arden:** Aus technologischer Sicht ist vor allem der Erfolg des CMOS Bildsensors ein treibender Faktor: die Verbesserung der Empfindlichkeit, des Rauschverhaltens und der Bildrate ermöglichen hochperformante 3D-Lösungen bei moderaten Kosten. Unterstützt wird dies durch eine große Auswahl schneller Embedded Prozessoren und den Ethernet-Standard. Diese Entwicklungen zusammen bilden das technologische Rückgrat für die Entwicklung von immer schnelleren und immer genaueren Lösungen für 3D-Vision Aufgaben.

Ich bin auch der Meinung, dass die 2D-Welt einen Reifegrad erreicht hat, der die zukünftige Algorithmik-Entwicklung nur

noch in kleinen Schritten fortschreiten lässt. Der Versuch, eine 3D-Anforderung mittels 2D-Kameras und -Algorithmen zu lösen, kann schnell zu sehr komplexen und unter Umständen weniger robusten Lösungen führen als eine einfache 3D-Lösung. Wann immer der Versuch unternommen wird eine Aufgabenstellung mit einem komplexen Algorithmus zu lösen, um Daten von einem Bereich (2D) in einen anderen (3D) zu transformieren, sind die Ergebnisse oft weder robust noch vorhersehbar. In anderen Worten, 2D-Technologien ermöglichen sehr gute Lösungen für den ebenen Bereich, für den sie gedacht waren, aber die 3D-Technologien liefern sehr viel bessere Lösungen für die reale Welt.

Die Bildverarbeitung entdeckt zunehmend, dass 3D die richtige Lösung für viele Inspektionsaufgaben ist, die mittels 2D nicht effizient lösbar sind. Insbesondere wenn es nicht möglich ist, mittels einfacher Beleuchtung die für eine Messung erforderlichen Kanten im Bild zu erzeugen, bietet die 3D-Technologie eine zusätzliche Dimension und damit die Möglichkeit, die für eine Messung erforderlichen Merkmale zu erzeugen.

**Was werden zukünftig die wesentlichen Anwendungsfelder für 3D-Bildverarbeitung sein?**

**T. Arden:** Messtechnik, Inspektion und Fehlerkontrolle in der Fabrikautomation. Die Messtechnik dient der Prozesssteuerung auf der Basis von Größe und Form des Rohmaterials zu Beginn eines Verarbeitungsprozesses oder der Qualitätskontrolle am Ende eines Prozesses.

Die Messtechnik erfordert Querschnittswerkzeuge für die Berechnung von Breite, Höhe, Winkel oder Fläche oder den Referenzvergleich.

Die Inspektion dient der Fehlererkennung durch Oberflächenprüfung. Intelligente 3D-Sensoren, wie Gocator (unsere neueste Innovation), ermöglichen automatisches Erstellen von Oberflächenscans, bestehend aus einer Reihe von Querschnitts-Profilen. Die Oberflächenscans werden ausgerichtet und mit einer Referenz, dem Golden Template, verglichen, um Herstellungsfehler zu detektieren.

Die Fehlerkontrolle dient der Überwachung von Werkzeugverschleiß und -positionierung in der Produktion. Stanz-, Bohr- und Fräswerkzeuge verschleiben mit der Zeit. Mittels 3D-Überwachung der Position und Form der Werkzeugschulter kann die pro-aktive Wartung optimiert werden.

**LMI ist als OEM-Lieferant kundenspezifischer Lösungen seit vielen Jahren eher ein „hidden champion“. Seit kurzem bieten Sie aber mit der Gocator-Serie auch Produkte für den Endkunden an. Stellt dies einen Strategiewechsel dar?**

**T. Arden:** Das ist eine gute Frage. Vielen Dank für die Anerkennung unserer langjährigen Erfahrung und Position im Markt für 3D-Technologie.

Gocator stellt keinen Paradigmenwechsel dar, sondern eine Umsetzung all unserer Erfahrungen in der Produktentwicklung und aus den Applikationen für die Fabrikautomation – einem Endkunden



denmarkt, der einfache Lösungen fordert. Die größte Veränderung, wenn Sie es so nennen wollen, ist, dass wir einen vielseitigen 3D-Sensor geschaffen haben, der alle Nutzergruppen, vom Techniker, System-Integrator, bis zum OEM gleichermaßen zufrieden stellt.

Gocator steht primär für Benutzerfreundlichkeit. Allzu oft versuchen Un-

ternehmen hochtrabende neue Technologien zu entwickeln und verlieren dabei die Bedürfnisse ihrer Kunden aus den Augen. Was zählt ist das Ergebnis. Die Technologie ist nur das Hilfsmittel, um dieses Ziel zu erreichen. Für Gocator ist der Webbrowser eine Technologie, die es uns ermöglicht, die 3D-Messung Benutzern zugänglicher zu machen. Die Web-Oberfläche ermöglicht einfache Konfiguration und Betrieb und erlaubt es mittels einer Visualisierung der Messdaten, jederzeit die Messung zu überwachen und zu kontrollieren.

Gocator erlaubt es, eine beliebige Anzahl von integrierten Messwerkzeugen mit den verschiedenen Ausgängen, wie Pass/Fail, Analog oder TCP/IP über Ethernet zu verbinden. Selbst einem unerfahrenen Benutzer ermöglicht Gocator die Konfiguration und Inbetriebnahme in kürzester Zeit.

**Herr Arden, Sie selbst haben in den 90er Jahren ein Unternehmen gegründet und dies später an Dalsa Coreco verkauft. Heute führen Sie ein erfolgreiches Unternehmen in einem ähnlichen technischen Umfeld. Würden Sie**

**dem innovativen Nachwuchs eher zur Gründung eines eigenen Unternehmens raten oder eher dazu, Produktideen bei einem starken Unternehmen im Markt als Mitarbeiter einzubringen?**

**T. Arden:** Danke für die Anerkennung meiner bisherigen Leistungen. Mein Rat ist: Folgen Sie Ihrer Leidenschaft, werden Sie ein Leader und ermöglichen Sie Wertschöpfung durch Veränderung der Welt in einer Weise, die Ihrem Temperament entspricht; entweder durch die Gründung eines Start-Up-Unternehmens (sicher nichts für Leichtfüße), oder durch Ihre Unterstützung eines erfahrenen Unternehmens, gemeinsam mit hellen Köpfen voller Tatendrang, Hingabe und Visionen.

► **Kontakt**

LMI Technologies Inc (LMI), Delta,  
British Columbia, Kanada  
Tel.: 001/604/636-1011  
Fax: 001/604/516-8368  
info@lmittechnologies.com  
www.lmi3D.com



**NEU**

Code-Lesung und  
BLOB-  
Analyse



## Hellseherin

Mit dem **LSIS 462i** gibt es jetzt den Allrounder in unserer Smart Kamera Familie mit BLOB-Analyse und Code-Lesung in einem Gerät.

- Sichere Erkennung von Objekten
- Liest die wichtigsten 1D- und 2D-Codes
- Liest gedruckte und direkt markierte Codes
- Extrem lichtstarke, homogene Objekt-Beleuchtung
- Einfachste Online Bedienung mit webConfig

Leuze electronic GmbH + Co. KG – In der Braike 1 – D-73277 Owen  
www.leuze.de

**SPS/IPC/DRIVES**

Nürnberg, 23.–25. November 2010  
Halle 7A, Stand 238

 **Leuze electronic**

the **sensor** people

<b>A</b> icon	40	<b>F</b> alcon LED Lighting	46	<b>N</b> euroCheck	23
Aqsense	29	Faro Europe	47	New Imaging Technologies	6
AV&R Vision & Robotics	32	Flir Systems	47	Novacam Technologies	42
<b>B</b> asler	6, 29	Framos	28	<b>O</b> ctum	40
Baumer	27, 29	FRT Fries Research & Technology	47	Opto Sonderbedarf	6, 46
<b>C</b> ognex	40	<b>G</b> OM	46	<b>P</b> anasonic Electric Works	3
cyberTechnologies	44	<b>H</b> amamatsu Photonics	46	PMDTec	19
Cyth Systems	38	Hexagon Metrology	6	Point Grey Research	5
<b>D</b> alsa	2, US	Hochschule Darmstadt	16	ProPhotonix	29, 40
Demat	15, 35	<b>I</b> DS Imaging Development Systems	7	<b>R</b> evXperts	36
Duwe-3d	46	IEF Werner	41	Jos. <b>S</b> chneider Optische Werke	21
<b>E</b> dixia	11, 41	Imago Technologies	28	SensoPart Industriesensorik	37
		ISee3D	22	ShapeDrive	12
		Jade HS	6	Sony	30
		<b>K</b> appa optronics	41	Stemmer Imaging	8, 28, 39, Titelseite
		Kowa Europe	29	<b>T</b> ordivel	30
		<b>L</b> AP Laser Applikation	17, 47	TYZX	34
		Laser 2000	13	<b>U</b> niversal Robotics	26
		Leuze Electronic	49	<b>V</b> DMA	7
		LMI Technologies	48	Vision Engineering	46
		<b>M</b> ahr	7, 45, 47	Vitronic	33
		Matrix Vision	25	VMT Vision Machine Technic	15
		Mesago	10	Volpi	7
		Micro-Epsilon Messtechnik	6, 41, 4, US	VRmagic	8, Titelseite
		MVTec Software	24	<b>Z</b> -Laser Optoelektronik	46
		National Instruments	10		

## Vorschau



### Unsere nächste Ausgabe ist der jährliche INSPECT Buyers Guide:

Der INSPECT Buyers Guide ist der erste offizielle europäische Einkaufsführer des europäischen Bildverarbeitungsverbands EMVA und das Nachschlagewerk für Komponenten, Produkte, Systeme und Dienstleistungen der industriellen Bildverarbeitung und optischen Messtechnik mit Übersichtskarten, Trendberichten und Showcases.

## IMPRESSUM

**Herausgeber**  
GIT VERLAG GmbH & Co. KG  
Röblerstr. 90  
64293 Darmstadt  
Tel.: 06151/8090-0  
Fax: 06151/8090-144  
info@gitverlag.com  
www.gitverlag.com

**Geschäftsführung**  
Dr. Michael Schön, Bijan Ghawami

**Publishing Director**  
Gabriele Jansen  
Tel.: 0178/1755972  
gabriele.jansen@wiley.com

**Redaktion**  
Dr. Peter Ebert  
Tel.: 06151/8090-162  
peter.ebert@wiley.com

Andreas Grösslein  
Tel.: 06151/8090-163  
andreas.groesslein@wiley.com

Stephanie Nickl  
Tel.: 06151/8090-142  
stephanie.nickl@wiley.com

**Redaktionsassistent**  
Bettina Schmidt  
Tel.: 06151/8090-141  
bettina.schmidt@wiley.com

**Wissenschaftlicher Beirat**  
Prof. Dr. Christoph Heckenkamp  
Darmstadt University of Applied Sciences

**Segment Manager**  
Oliver Scheel  
Tel.: 06151/8090-196  
oliver.scheel@wiley.com

**Anzeigenvertretungen**  
Claudia Brandstetter  
Tel.: 089/43749678  
claudia.brandstet@t-online.de

Manfred Höring  
Tel.: 06159/5055  
media-kontakt@t-online.de

Dr. Michael Leising  
Tel.: 03603/893112  
leising@leising-marketing.de

**Herstellung**  
GIT VERLAG GmbH & Co. KG  
Christiane Potthast  
Claudia Vogel (Anzeigen)  
Michaela Mietzner (Layout)  
Elke Palzer, Ramona Rehbein (Litho)

**Sonderdrucke**  
Oliver Scheel  
Tel.: 06151/8090-196  
oliver.scheel@wiley.com

**Leserservice/Adressverwaltung**  
Marlene Eitner  
Tel.: 06151/8090-100  
marlene.eitner@wiley.com

**Bankkonto**  
Commerzbank AG, Darmstadt  
Konto-Nr. 01.715.50100,  
BLZ 50880050

Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste vom 1. Oktober 2010  
2010 erscheinen 8 Ausgaben  
„INSPECT“  
Druckauflage: 20.000  
(2. Quartal 2010)

**Abonnement 2011**  
7 Ausgaben EUR 45,00 zzgl. 7 % MWSt  
Einzelheft EUR 14,50 zzgl. MWSt+Porto  
Schüler und Studenten erhalten unter Vorlage einer gültigen Bescheinigung 50 % Rabatt.  
Abonnement-Bestellungen gelten bis auf Widerruf; Kündigungen 6 Wochen vor Jahresende. Abonnement-Bestellungen können innerhalb einer Woche schriftlich widerrufen werden, Versandreklamationen sind nur innerhalb von 4 Wochen nach Erscheinen möglich.

**Originalarbeiten**  
Die namentlich gekennzeichneten Beiträge stehen in der Verantwortung des Autors. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion

und mit Quellenangabe gestattet. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Abbildungen übernimmt der Verlag keine Haftung.

Der Verlag ist das ausschließliche, räumlich, zeitlich und inhaltlich eingeschränkte Recht eingeräumt, das Werk/den redaktionellen Beitrag in unveränderter Form oder bearbeiteter Form für alle Zwecke beliebig oft selbst zu nutzen oder Unternehmen, zu denen gesellschaftsrechtliche Beteiligungen bestehen, so wie Dritten zur Nutzung zu übertragen. Dieses Nutzungsrecht bezieht sich sowohl auf Print- wie elektronische Medien unter Einschluss des Internets wie auch auf Datenbanken/Datenträgern aller Art. Alle etwaig in dieser Ausgabe genannten und/oder gezeigten Namen, Bezeichnungen oder Zeichen können Marken oder eingetragene Marken ihrer jeweiligen Eigentümer sein.

**Druck**  
Frotscher Druck  
Riedstr. 8, 64295 Darmstadt

Printed in Germany  
ISSN 1616-5284

Zusätzlich zur deutschen Ausgabe erscheint die INSPECT mit jeder Ausgabe auch in englischer Sprache. Die englische Ausgabe wird als ePaper weltweit an über 14.000 Adressaten versendet.



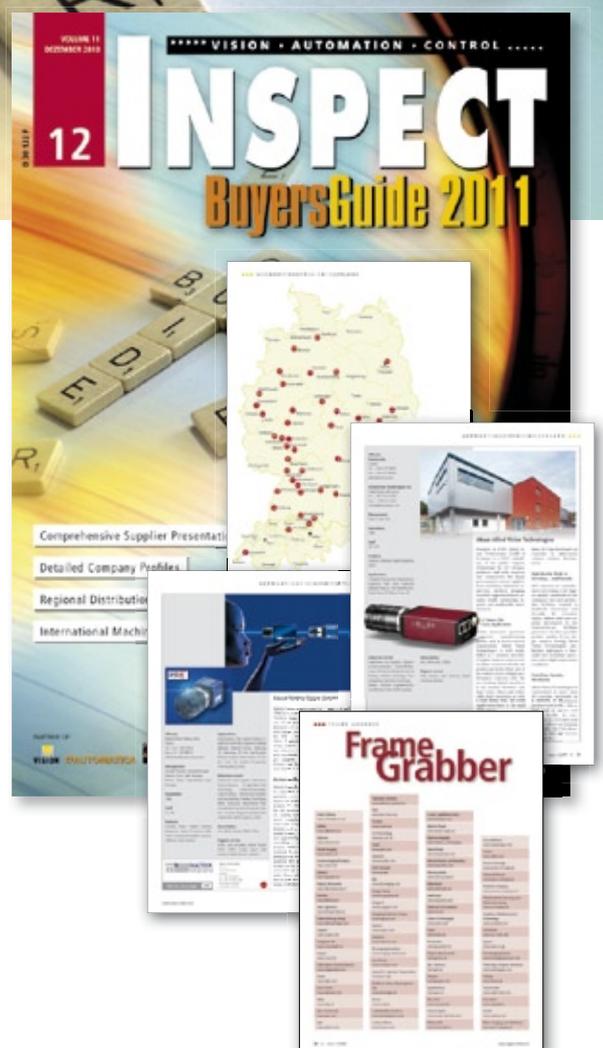
# DER INSPECT BUYERS GUIDE



Der **INSPECT Buyers Guide** ist das einzige umfassende Europäische Nachschlagewerk für Komponenten, Produkte, Systeme und Dienstleistungen rund um Bildverarbeitung und optische Messtechnik. Er ist auch der offizielle Einkaufsführer des Europäischen Bildverarbeitungsverbands EMVA.

Das ganze Jahr über finden Sie Firmeprofile und Produkte online unter [www.inspect-online.com/buyersguide](http://www.inspect-online.com/buyersguide). Im Dezember erscheint das umfassende und attraktiv gestaltete Kompendium gedruckt in englischer Sprache.

**Sichern Sie sich jetzt schon den INSPECT Buyers Guide 2011.**





MICRO-EPSILON



#### Kapazitive Wegsensoren

Messbereiche 0,05 bis 10 mm  
Auflösung 0,0000375  $\mu\text{m}$   
Grenzfrequenz 50 kHz

#### Seilzug-Wegsensoren

Messbereiche von 50 mm bis 50 m  
Hohe Genauigkeit  
Verschiedene Ausgangsarten

## Sensoren für Weg, Position und Dimension

#### Laser-Profilsensoren

Messbereiche von 25 - 245 mm  
Modelle mit integriertem Controller  
Hohe Genauigkeit und Profilfrequenz

#### Laser-Wegsensoren

Messbereiche von 2 bis 1000 mm  
Auflösung 0,03  $\mu\text{m}$   
Grenzfrequenz 50 kHz



#### Wirbelstrom-Wegsensoren

Messbereiche von 0,4 bis 80 mm  
Auflösung 0,09 nm  
Grenzfrequenz 100 kHz

[www.micro-epsilon.de](http://www.micro-epsilon.de)

MICRO-EPSILON | 94496 Ortenburg / Germany | Tel. +49 85 42/168-0 | [info@micro-epsilon.de](mailto:info@micro-epsilon.de)