

SCHWERPUNKTE

- inspect award 2020
- SPS-Nachlese

TITELSTORY

Durchblick bei Aluminiumteilen

Röntgentechnik ermöglicht die automatisierte zerstörungsfreie Prüfung in der Automobilindustrie



VisiConsult
X-ray Systems & Solutions

Märkte & Management

Vorbericht Embedded World 2020
S. 14

Märkte & Management

Vorbericht Hannover Messe 2020
S. 15

Automation

Messung und Inspektion mit Roboter-geführten Kamerasystemen
S. 40

Gute Produkte
verdienen einen Award –
den inspect award.

inspect
award 2021
winner

1.

Kategorie
Vision

inspect
award 2021

**Jetzt Ihre Innovation
einreichen!**

Anmeldeschluss:

15. Mai 2020

Prämiert werden die innovativsten
Produkte der Bildverarbeitung und
optischen Messtechnik.

**Weitere Informationen und
Teilnahmeformular:**

www.inspect-award.de

www.inspect-award.com



Die Digitalisierung ist magisch



Die Aufklärung war ein gesellschaftspolitischer Umbruch, denn sie hat das Übersinnliche, die Magie hinaus aus der Lebenswirklichkeit hinein in die Folklore verschoben. An ihre Stelle trat die Rationalität. Wer jetzt aber denkt, damit hätte die Magie keine Macht mehr über uns, irrt. Vielmehr tendiert der aufgeklärte Mensch dazu, Übersinnlichem einen rationalen Anstrich zu verleihen. Wunderbar beobachten lässt sich das anhand der „Digitalisierung“. Die Politik will die Schulen, die Wirtschaft und die Gesundheit digitalisieren. Die Mobilität sowieso. Und die Meldungen über Digitalisierung überschlagen sich – gerne auch mit dem

Megahype-Wort „Transformation“ kombiniert.

All das finde ich als Digital Native manchmal amüsant und manchmal ärgerlich. Amüsant deshalb, weil ich oft den Eindruck habe, dass „Digitalisierung“ als Ziel verstanden wird. Dabei ist sie weder das noch ein Weg oder Werkzeug. Denn es ist schon längst alles digital: Das Bezahlen im Supermarkt, die Steuererklärung, Kommunikation insgesamt (ob E-Mail, Briefversand oder Telefonie), so gut wie jeder industrielle Prozess und jedes Gerät. Wer heute von Digitalisierung spricht, erwähnt vielleicht auch gern, dass sein Föhn mit elektrischem Strom betrieben wird und sein Fernseher ohne Bildröhre auskommt.



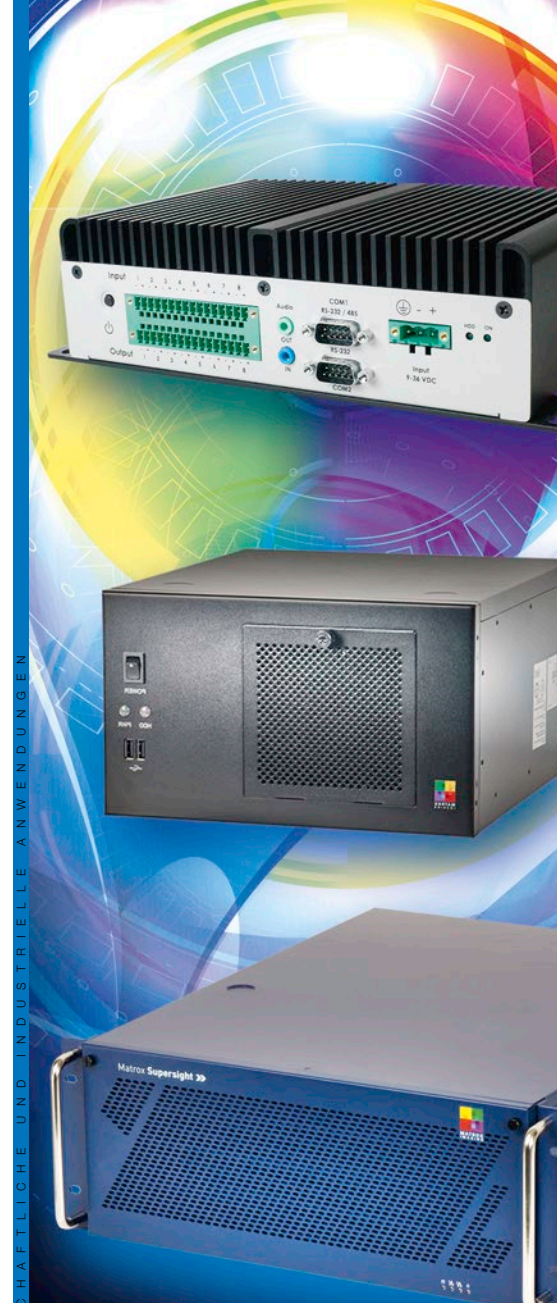
Die Digitalisierung ist weder Ziel noch Weg oder Werkzeug.«

Ärgerlich finde ich den Begriff „Digitalisierung“, wenn er als Nebelkerze verwendet wird. Wenn also beispielsweise die Politik mit der „Digitalstrategie“ so tut, als hätte sie jetzt plötzlich völlig andere und natürlich viel komplexere Aufgaben als alle vorangegangenen Bundesregierungen vor sich – und ernsthaft darüber diskutiert, ein Digitalministerium einzuführen. Die Wahrheit ist: Seit Jahrhunderten geht es in der Politik vor allem darum, eine funktionierende Infrastruktur, ein Bildungssystem, das Fachkräfte hervorbringt, und eine innovative Wirtschaft auf Weltklassenniveau aufzubauen oder zu erhalten. Dass in all diesen und allen anderen Handlungsfeldern heute das meiste digital ist und bleiben wird, versteht sich von selbst. Was soll es denn sonst sein?! Eine Digitalstrategie lenkt nur davon ab, dass sich die Politik jahrzehntelang nicht gekümmert hat um Infrastruktur (siehe aktuelles Handynet, Rheinbrücken, die Bahn, Wohnungsmangel), Bildung (Fachkräftemangel bei gleichzeitig stabil hohen Schulabbrecherquoten) und eine Wirtschaftsstrategie (Photovoltaikindustrie, Elektromobilität).

In beiden Fällen werden der Digitalisierung offenbar ganz besondere Kräfte zugeschrieben. Wenn sie da ist, also WENN, ja DANN wird alles einfacher, schneller, billiger für alle. Wie genau das gehen soll? Na, auf magische Weise natürlich.

David Löh

Stv. Chefredakteur der inspect

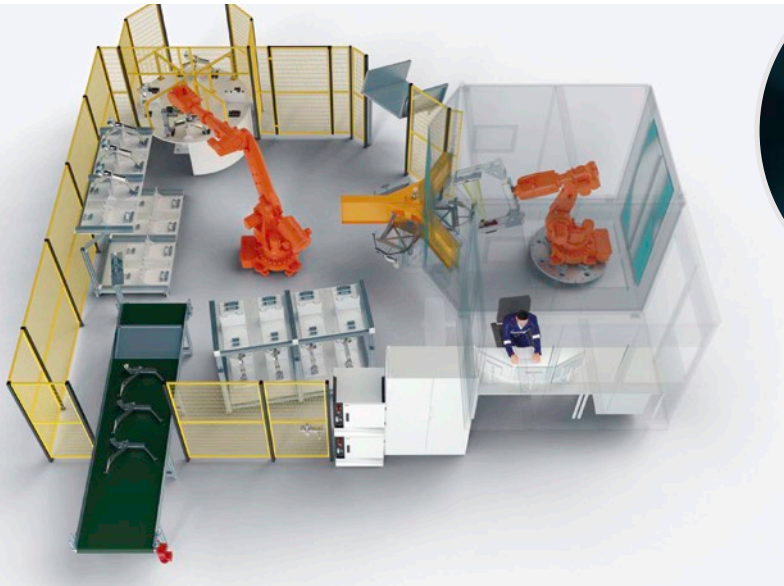


Matrox Industrie PCs Vision & Automation

- **19" Rack, Box und lüfterlose Embedded IPCs**
drei unterschiedliche Plattformen in der neuesten Generation
- **robuste Technologie mit hoher Leistung**
industrial-grade Komponenten für höchste Zuverlässigkeit
- **Lifecycle-Managed und Langzeit-Verfügbar**
streng kontrolliertes Produkt-Change-Management für höchste Planungssicherheit



BILDERARBEITUNG FÜR TECHNISCHE, WISSENSCHAFTLICHE UND INDUSTRIELLE ANWENDUNGEN

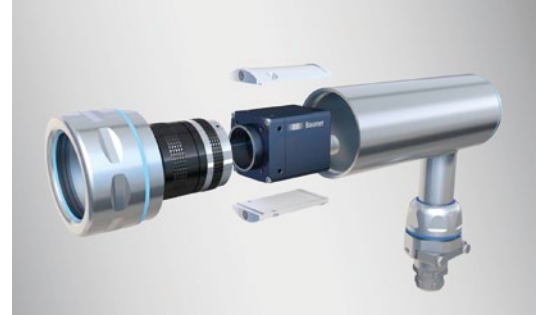


9 inspect award 2021
Die nächsten Gewinner
werden gesucht!

26 **Titelstory: Durchblick bei Aluminiumteilen**
Automatisierte zerstörungsfreie Bauteilprüfung
in der Automobilindustrie

©Visiconsult

34 Widerstandsfähiger
Verwandlungskünstler



Inhalt

Topics

- 3 **Editorial**
Die Digitalisierung ist magisch
David Löh
- 58 **Index/Impressum**

Titelstory

- 26 **Durchblick bei Aluminiumteilen**
Automatisierte zerstörungsfreie
Bauteilprüfung in der Automobil-
industrie
Lennart Schulenburg

Märkte & Management

- 6 **News Events**
- 9 **inspect award 2021**
Die nächsten Gewinner
werden gesucht!
David Löh
- 10 **Nürnberg lohnt sich auch für Bildbegeisterte**
Nachbericht zur SPS 2019
aus Sicht der industriellen Bild-
verarbeitung
David Löh
- 12 **Wie einfach ist Bildverarbeitung wirklich?**
Podiumsdiskussion während der
SPS 2019 in Nürnberg
Anne Wendel

- 14 **Mehr Aussteller, mehr Embedded Vision**
Vorbericht Embedded World 2020
David Löh
- 15 **Industrieschau im Wandel**
Vorbericht Hannover Messe 2020
David Löh
- 16 **Wie digital wollen wir leben?**
Interview mit Autor Andreas Dohmen
zu seinem Buch „Wie digital wollen
wir leben?“

inspect award 2020

- 20 **Echte 3D-Inspektion ohne Spezialbrille**
Digitales stereoskopisches 3D-
Display Deep Reality Viewer Z1
- 21 **Mehr Informationen als von einer Highspeed-Kamera**
Gewinnerprodukt Linux-basierte
Smartkamera mit Event-Based Sensor
- 22 **Kompakte Objektive durch TFL-Mount**
Gewinnerprodukt Objektivserie CA
- 23 **Handmessmittel und Messmaschine vereint**
Gewinnerprodukt 3D-Koordinaten-
messgerät XM-1200
- 24 **Lückenloses Inspizieren des Bauteilinneren**
Gewinnerprodukt industrieller
Computertomograf „GOM CT“
- 25 **Mit dieser Genauigkeit sind wir einzigartig!**
Gewinnerprodukt Handyscan Black

Basics

- 30 **Sensorübersicht Monokameras Teil 2**
- 32 **Embedded Vision versus VisionBox versus IPC?**
Unterschiede und Entscheidungs-
kriterien verschiedener Plattformen
Carsten Strampe

Vision

- 34 **Widerstandsfähiger Verwandlungskünstler**
Robuste Kamera lässt sich durch
umfangreiches Zubehör an
reinigungssensitive und hochsensible
Branchen anpassen
- 36 **Das Gehirn eines Bildverarbeitungssystems**
Kundenspezifische und schnelle
Bildverarbeitungs-PCs
Franz Pfeiffer
- 38 **Vom Karteikasten zum digitalen Bildverarbeitungssystem**
Die Geschichte der Entwicklung
einer Bilddatenbank über die letzten
25 Jahre
Yvonne Koob

Automation

- 40 **Schnelleres und flexibleres maschinelles Sehen**
Messung und Inspektion mit Roboter-
geführten Kamerasystemen
Terry Arden

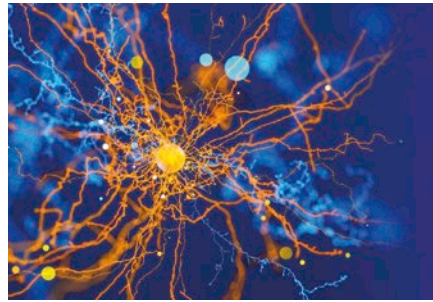
COVER: ©Visiconsult

42 „Kamera stellt vollständige räumliche 3D-Punktwolke dar“



© Tofmotion

54 Mit vortrainierten Netzen Kosten sparen



© Fotolia

42 „Kamera stellt vollständige räumliche 3D-Punktwolke dar“

Dr. Christian Neufeld, CEO von Tofmotion im Interview

44 Dem Zufall auf der Spur
2D-Farbkamera klärt Ursache für sporadische Fehler

Maïke Syassen

Control

46 Optische Messtechnik und 3D-Endoskopie

3D-Endoskopie für Remote Visual Inspection

Peter Eisert, Jean-Claude Rosenthal

49 Produkte

50 Automatische Defektprüfung

Erkennen und Klassifizieren von Defekten mittels Rasterkraftmikroskopie

Sang-Joon Cho, Ilka M. Hermes

53 Produkte

Future

54 Mit vortrainierten Netzen Kosten sparen

Serie Teil 2: Deep Learning in der industriellen Bildverarbeitung

Thomas Hünerfauth

56 Aus realen Anwendungen mit KI gewonnene Erkenntnisse

Künstliche Intelligenz verbessert Kamera-basierte Verkehrsüberwachung

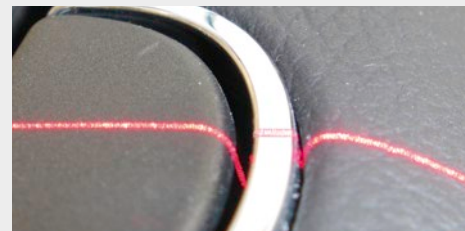
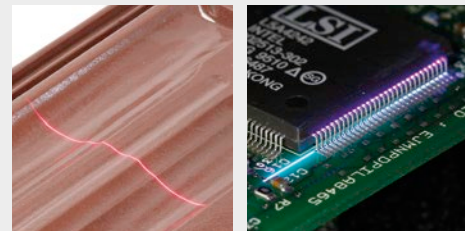
Dany Longval

Partner von:



Mehr Präzision. 2D/3D-Profilmessung mit hoher Präzision und Profilfrequenz

- Smart-Scanner mit integrierter Profilbewertung: kein externer Controller erforderlich
- Patentierte Blue Laser Technologie für glühende Metalle & transparente Objekte
- Umfangreiche Software zur einfachen Lösung zahlreicher Messaufgaben



Ideal zur präzisen Profilmessung und -auswertung auf allen Oberflächen

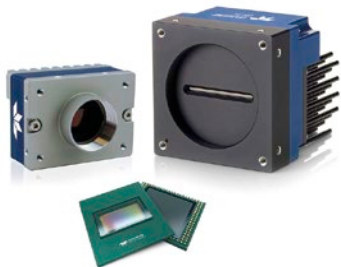
Kontaktieren Sie unsere Applikationsingenieure:
Tel. +49 8542 1680

micro-epsilon.de/scan



Willkommen im Wissenszeitalter. Wiley pflegt seine 200-jährige Tradition durch Partnerschaften mit Universitäten, Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Gesellschaften und Einzelpersonen, um digitale Inhalte, Lernmittel, Prüfungs- und Zertifizierungsmittel zu entwickeln. Wir werden weiterhin Anteil nehmen an den Herausforderungen der Zukunft – und Ihnen die Hilfestellungen liefern, die Sie bei Ihren Aufgaben weiterbringen. Die inspect ist ein wichtiger Teil davon.

WILEY



Teledyne: Bildverarbeitungssparte wächst 2019 stärker als der Rest

Teledyne ist im Geschäftsjahr 2019 mit einem Umsatzplus von 9 Prozent auf fast 3,16 Milliarden US-Dollar (fast 2,87 Milliarden Euro) stark gewachsen. Der Nettogewinn lag bei 402 Millionen US-Dollar, 20,5 Prozent mehr als im Vorjahr.

Der Geschäftsbereich Digital Imaging, zu dem unter anderem die Unternehmen Teledyne Dalsa, e2v und ICM gehören, steigerte seinen Umsatz um 13,4 Prozent auf 992,9 Millionen US-Dollar. Der Betriebsgewinn wuchs mit 13,5 Prozent noch ein klein wenig stärker und erreichte 176,5 Millionen US-Dollar. Bereits das dritte Quartal 2019 ließ auf ein gutes Gesamtjahr für Teledyne hoffen.

www.teledyne.com

Volume Graphics: Übernahme durch Hexagon abgeschlossen

Hexagon hat die im November 2019 angekündigte Übernahme des CT-Software-Herstellers Volume Graphics abgeschlossen. Zum Kaufpreis machten die Unternehmen keine Angaben. Mit der Akquisition von Volume Graphics verstärkt Hexagon sein Portfolio im Bereich der industriellen Messtechnik mit Software zur Analyse und Visualisierung von CT-Daten, die unter anderem für die zerstörungsfreie Prüfung, Fehlererkennung und Schadensanalyse zum Einsatz kommt. Die Computertomografie ergänzt zudem das wachsende Angebot Hexagons für die additive Fertigung.

Volume Graphics mit Sitz in Heidelberg beschäftigt weltweit rund 160 Mitarbeiter und unterhält Tochtergesellschaften in Japan, Singapur, China und den USA. Das Unternehmen wird Teil von Hexagons Geschäftsbereich „Manufacturing Intelligence“. www.hexagon.com



Antares Vision übernimmt Orobix

Antares Vision hat Orobix übernommen, ein Unternehmen mit Sitz in Bergamo, Italien. Das Unternehmen hat sich auf die Entwicklung von Projekten und Lösungen auf Basis künstlicher Intelligenz zur Prozessautomatisierung und Entscheidungsunterstützung spezialisiert. Vor kurzem wurde die Vereinbarung unterzeichnet, welche Antares Vision erlaubt, 37,5 Prozent der Anteile an dem Unternehmen Orobix zu erwerben.

Diese Beteiligung ermöglicht es dem Unternehmen, seine Position im Bereich des intelligenten Datenmanagements zu stärken. Gemeint ist die Erfahrung von Orobix vor allem durch die proprietäre Technologieplattform „Invariant.a“, die für die Bereitstellung und Überwachung von KI-Systemen eingesetzt wird.

www.antareshvision.com

Events

WANN / WO	WAS / WER / INFO
20. Februar 2020 München	MVTec Innovation Day 2020 www.mvtec.com
25. - 27. Februar 2020 Nürnberg	Embedded World www.embedded-world.de
3. März 2020 Bensheim	74. Heidelberger Bildverarbeitungsforum www.bv-forum.de
10. - 12. März 2020 Stuttgart	LogiMat www.logimat-messe.de
10. - 12. März 2020 London	Image Sensors Europe 2020 www.image-sensors.com
24. März 2020 Hillerød, Dänemark	Photonics Day Denmark 2020 www.spectronet-events.de
25. - 26. März 2020 Fraunhofer EZRT, Fürth	Wärmefluss-Thermographie als zerstörungsfreies Prüfverfahren für die Qualitätssicherung in der Produktion www.vision.fraunhofer.de
20. - 24. April 2020 Hannover	Hannover Messe www.hannovermesse.de
21. - 22. April 2020 Stuttgart	IS Auto Europe 2020: Perception Systems www.image-sensors.com
23. April 2020	Erscheinungstermin inspect Ausgabe 2/2020 www.inspect-online.com

Image Sensors Europe und IS Auto 2020

Die Image Sensors Europe findet vom 11. bis 12. März in London statt und bietet Endbenutzern in allen wichtigen Anwendungen, Anbietern von Kamerasystemen, Sensordesignhäusern und Technologieentwicklern sowie Optikanbietern Möglichkeiten zum Netzwerken. So haben

sich bereits über 240 Teilnehmer aus der gesamten Wertschöpfungskette der Bildsensorik, darunter Vertreter von Continental, GPixel, ON Semi, X-FAB und Thermo Fisher Scientific, zur Messe angekündigt. Zudem werden Unternehmen wie Samsung, Basler, Artilux, Sony, EPFL, Pana-

sonic, ST Microelectronics und einige mehr in Präsentationen Updates für den Sensor-Markt präsentieren.

Vom gleichen Veranstalter wird auch später im Jahr die IS Auto Europe 2020 abgehalten. Sie wird am 21. und 22. April in Stuttgart stattfinden.

www.image-sensors.com



CHII will 2020 mit dem Leitthema Hyperspektrale Bildverarbeitung punkten

Vom 27. bis 28. Mai findet in Graz die CHII 2020 (Conference on Hyperspectral Imaging in Industry) statt. International führende Experten und Anwender aus aller Welt treffen sich dort bereits zum vierten Mal, um sich über Weiterentwicklungen und innovative Einsatzmöglichkeiten der Hyperspektralen Bildverarbeitung auszutauschen.



Der Einsatz von hyperspektralen Bildverarbeitungssystemen ermöglicht die Lösung von Aufgabenstellungen, an denen andere Technologien häufig scheitern. Mit dieser Technologie lassen sich optisch sehr ähnliche Materialien anhand ihrer chemischen Zusammensetzung unterscheiden oder die Konzentration und Verteilung von Inhaltsstoffen, beispielsweise in Lebensmitteln oder pharmazeutischen Produkten, exakt und in Echtzeit erfassen. Einsatzmöglichkeiten in nahezu allen Industriebereichen versprechen lukrative Optionen für Unternehmen, die sich mit Hyperspektraler Bildverarbeitung befassen oder diese Technologie künftig einsetzen wollen.

Begleitend zum Konferenzteil der CHII 2020 werden führende Technologielieferanten aus aller Welt ihre aktuellen Hyperspectral-Imaging-Entwicklungen und -Produkte in einer Ausstellung präsentieren. Diese zweite Säule der Veranstaltung verschafft den Teilnehmern einen Einblick in die existierenden Komponenten und Lösungen und bietet viel Raum für den Austausch mit Experten der jeweiligen Hersteller.

www.chii2020.com

Vision 2020: Die Vorbereitungen laufen

Die diesjährige Weltleitmesse für Bildverarbeitung ist mehr denn je von den dynamischen Veränderungen der Branche geprägt: Die lang erwartete Konsolidierung des Bildverarbeitungsmarktes wurde in den letzten Monaten sehr dynamisch genutzt und führte zu einem deutlichen Strukturwandel. Infolge dieser Entwicklungen bereichern nun neben den etablierten Vision-Ausstellern wie Basler, Cognex, IDS, HIK Vision, MVTec, Sony, Stemmer Imaging, Teledyne Dalsa und vielen anderen internationalen Marktführern auch eine Reihe neuer Namen die Messe. Zu den neuen Ausstellern gehören junge Unternehmen wie Autosensic, DeeDiim Sensors oder Photolitics, die ihre Ansätze für verschiedene Bildverarbeitungsanwendungen vorstellen. Auf der Vision 2020 präsentiert die TKH-Gruppe erstmals das Potenzial ihrer Marken Allied Vision, Chromasens, Mikrotron, NET, SVS-Vistek, Tattile und LMI.

Über 300 Aussteller haben ihre Standflächen bereits gebucht. Florian Niethammer von der Messe Stuttgart rechnet zum Start der Veranstaltung mit rund 500 ausstellenden Unternehmen. „Wie in den Vorjahren sind alle wichtigen nationalen und internationalen Akteure der Branche in Stuttgart vertreten. Mit den zusätzlichen Unternehmen gewinnt Vision erneut an Dynamik und erweitert das Ausstellungsprogramm im Hinblick auf die Integration der Bildverarbeitungstechnologie in die Automatisierung.“ Besonders erfreulich ist, dass im Jahr 2020 Start-ups aus der Bildverarbeitung mit einem Sonderangebot bei der Vision eine noch attraktivere Bühne erhalten. Details zum Konzept werden in Kürze bekannt gegeben.

www.messe-stuttgart.de



NEUE 65 Megapixel Kameras von VIEWWORKS



VC-65M

VP-65M



Hervorragende
Homogenität

Thermoelektrische
Kühlung



Hohe
Auflösung

65 Megapixels



Hohe
Geschwindigkeit

35,5 fps



Global Shutter



Neuer EMVA-Präsident vorgestellt

Dr. Chris Yates ist seit Anfang des Jahres EMVA-Präsident. Er wurde Nachfolger von Jochem Herrmann, der diese Funktion seit 2015 inne hatte, seinen Rückzug aber beschlossen hat, um mehr Zeit mit seiner Familie verbringen zu können. Gemäß der Verbandssatzung wurde die Entscheidung zur Wahl des neuen Präsidenten vom Vorstand der EMVA auf einer kürzlich in Berlin abgehaltenen Vorstandssitzung getroffen, in der Chris Yates einstimmig gewählt wurde.

Dr. Chris Yates ist Director of Advanced Technology im Bereich Safety, Sensing, & Connectivity bei Rockwell Automation. Zuvor

war er CEO und Gründer von Odos Imaging, bis das Unternehmen 2017 von Rockwell Automation übernommen wurde. Er wurde während der EMVA Business Conference 2018 in Dubrovnik, Kroatien, in den EMVA-Vorstand gewählt und hat sich dort seitdem verstärkt auf die Integration von jungen Unternehmen in die Verbandsarbeit sowie die operative Lenkung des Verbandes konzentriert. Chris Yates besitzt einen Hochschulabschluss sowie einen Dokortitel des Imperial College London und war in einer Reihe von Führungspositionen in neu gegründeten Unternehmen tätig, wo er sich auf die Umsetzung neuer Technologien bis zur Marktreife konzentrierte.

www.emva.org



Phoenix Contact erweitert Geschäftsführung

Im Rahmen der Nachfolgeregelung für die Geschäftsführer Prof. Dr. Gunther Olesch (CHRO/ Personal) und Roland Bent (CTO/Technik), die im Laufe der nächsten zwölf Monate altersbedingt ausscheiden, wurde jetzt eine Neustrukturierung der Geschäftsführung sowie der zugeordneten Ressorts angekündigt.

Mit Wirkung zum 1. August wird die Geschäftsführung um vier neue Mitglieder erweitert: Drei von ihnen sind die Präsidenten der drei Geschäftsbereiche (Business Areas): Dirk Görlitzer, Torsten Janwlecke und Ulrich Leidecker. Als COO (Chief Operating Officers) tragen sie Verantwortung für zentrale Unternehmensbereiche sowie weiterhin für ihre jeweiligen Geschäftsbereiche. Als viertes neues Mitglied wird Dr. Frank Possel-Dölken als Chief Digital Officer (CDO) in die Geschäftsführung berufen. Possel-Dölken ist derzeit Leiter des Unternehmensbereichs Corporate Technology & Value Chain. Seine zukünftige Verantwortung wird auch den Unternehmensbereich IT umfassen sowie alle Themen der digitalen Transformation. Alle neuberufenen Mitglieder der Geschäftsführung sind bereits langjährig im Management erfolgreich tätig. www.phoenixcontact.com



SMSI Conference neu während der Sensor + Test

Das Jahr 2020 ist für die Sensor + Test (23. bis 25. Juni) ein ganz besonderes, wird sie doch von einem neuen hochwertigen Kongress begleitet: SMSI – Sensor and Measurement Science International Conference. Diese feiert

2020 ihre Premiere und wird bereits am Vortag der Messe (22. Juni) mit Tutorials, der Eröffnung mit Verleihung des AMA-Innovationspreises und einem ersten Networking für die Teilnehmer beginnen, bevor es dann vom 23. bis 25. Juni 2020 in die drei Themenblöcke „Sensors and Instrumentation“, „Measurement Science“ und „System of Units and Metrological Infrastructure“ geht.

Das neue Format vernetzt nationale und internationale Vertreter aus Forschung, Wissenschaft, Industrie und staatlichen Institutionen. Die SMSI Conference bietet eine Plattform für den Austausch der neuesten Forschungsergebnisse. Anbieter wie Anwender werden fundierte Einblicke erhalten, die sie dann, nur ein paar Schritte entfernt, auf der Sensor + Test in den Messehallen 1, 2 und 3C des Nürnberger Messegeländes mit den Experten der Aussteller diskutieren können. www.sensor-test.de



LeCroy kauft Oakgate Technology

Teledyne LeCroy hat Oakgate Technology übernommen. Oakgate mit Sitz in Loomis, Kalifornien, bietet Software und Hardware zum Testen elektronischer Datenspeichergeräte von der Entwicklung über die Herstellung bis hin zu Endanwendungen. Einzelheiten der Transaktion wurden nicht bekannt gegeben.

www.lecroy.de

Sick verstärkt Vorstand

Sick hat zum 1. Januar 2020 seinen Vorstand um Tosja Zywiets (48) erweitert. In dem neu geschaffenen Ressort Operations werden die produktionsrelevanten Funktionen einschließlich Einkauf und Qualität auf Vorstandsebene zusammengefasst. Zywiets war seit 2009 in verantwortlichen Positionen beim bayerischen Technologieunternehmen Rosenberger Hochfrequenztechnik tätig, zuletzt in der Funktion des Vorsitzenden der Geschäftsleitung. Zywiets wurde 1971 in Hannover geboren und erlangte nach seinem Studium an der Universität Göttingen und in den USA seine Promotion



in theoretischer Physik am Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft. Bei Sick wird er den bestehenden Vorstandskreis unter dem Vorsitz von Robert Bauer verstärken und für das operative Geschäft des Unternehmens verantwortlich zeichnen. Mit der Verzahnung von Einkauf, Produktion und Qualität in einem Ressort sollen künftig eine noch direktere Kundenorientierung erreicht und Marktentwicklungen schneller begegnet werden.

www.sick.de



IoT: Bedenken bei Datenschutz und IT-Sicherheit immer noch groß

Unternehmen profitieren zunehmend vom Internet of Things (IoT), aber Bedenken zu Datenschutz und IT-Sicherheit bremsen breiter angelegte IoT-Aktivitäten und fallen sogar noch stärker ins Gewicht als ein knappes Budget. Am meisten fürchten Unternehmen Hackerangriffe und Industriespionage. Automatisierte Security-Lösungen werden von Unternehmen zunehmend genutzt. Dies sind Ergebnisse einer aktuellen Studie des Tüv Süd zum Thema Internet of Things.

Datenschutzbedenken nennen 37 Prozent der befragten Unternehmen an erster Stelle als Argument gegen einen umfassenden IoT-Einsatz. Das gilt vor allem für die kleinen Firmen mit weniger als 500 Mitarbeitern und große Firmen mit mehr als 1.000 Mitarbeitern. Ein Drittel der Unternehmen nennt Sicherheitsbedenken als größtes Hindernis. Sie fürchten vor allem Hacker-Angriffe/DDoS-Angriffe, Industriespionage oder juristische Probleme. Ein knappes Budget (30 Prozent), Fachkräftemangel (27 Prozent) und fehlende Anwendungsfelder (21 Prozent) sind weitere Gründe. Ein Fünftel der Firmen würde aufgrund schlechter Erfahrungen und eines fehlenden Return on Investments (ROI) bei bestehenden IoT-Anwendungen auf eine breite Initiative verzichten. Auch mangelnde Akzeptanz bei Mitarbeitern, Kunden, Geschäftspartnern und Dienstleistern spielen eine Rolle.

Am meisten fürchten sich die Unternehmen vor Hacker-Angriffen und DDoS-Attacken (37 Prozent), Industriespionage (32 Prozent) oder juristischen Problemen (28 Prozent). Zum besseren Schutz der Systeme und Daten setzt ein Viertel der Firmen auf Lösungen zur automatisierten Erkennung von Cybersecurity-Schwachstellen oder -Risiken. Vorreiter sind hier die großen Unternehmen mit einem jährlichen IT-Etat von mehr als 10 Millionen Euro (52 Prozent). Etwa die Hälfte der befragten Firmen prüft derzeit den Einsatz automatisierter Security-Lösungen im IoT-Umfeld, 15 Prozent interessieren sich dafür.

www.tuev-sued.com



inspect
award 2021

Die nächsten Gewinner werden gesucht!

inspect award 2021

Die Bewerbungsphase für den inspect award 2021 hat begonnen. Wie im vergangenen Jahr können nun alle Unternehmen der industriellen Bildverarbeitung und optischen Messtechnik ihre Produkte einreichen – bis einschließlich 15. Mai 2020.

Kaum sind die Gewinner des inspect award 2020 gewählt und ausgezeichnet – siehe die Berichte ab Seite 20 in dieser Ausgabe –, geht es mit den Vorbereitungen des kommenden Awards weiter: Auf www.inspect-award.de können Unternehmen der industriellen Bildverarbeitung und optischen Messtechnik ihr Produkt einreichen. Eine fünfköpfige Expertenjury wählt aus allen Bewerbungen die jeweils 10 innovativsten Produkte in den Kategorien „Vision“ und „Automation + Control“ aus. Danach sind die Leser der inspect sowie alle Besucher von inspect-online.com aufgerufen, die Gewinner zu wählen. Die insgesamt sechs Gewinner der Kategorien „Vision“ und „Automation + Control“ werden dann am 12. November 2020 auf der Vision in Stuttgart gekürt.

Die Vision-Branche ehrt Innovation

Im Unterschied zu den vergangenen Jahren nominiert die Jury in diesem Jahr nicht nur die Kandidaten, über die die Leser der inspect dann abstimmen. Vielmehr erhält die Jury auch bei der Kür der Gewinner eine Stimme, genauer: Das Votum der Jury steht gleichberechtigt neben dem der Leser. Auf diese Weise, ist sich das inspect-Team sicher, werden die Innovationen von einer noch breiteren Basis bewertet und die Gewinner tatsächlich von der ganzen Branche der industriellen Bildverarbeitung und optischen Messtechnik ausgezeichnet. ■

Bewerbungsfrist verlängert

Die Bewerbungsphase für den inspect award 2021 läuft noch bis zum 15. Mai 2020. Sie können Ihr Produkt also auch noch nach der Control einreichen. Jetzt auf www.inspect-award.de bewerben!

inspect
award 2021

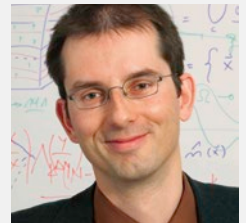
Kurz vorgestellt: Die Jury

Anne Wendel: Seit 2014 ist Anne Wendel im VDMA für die Fachabteilung Machine Vision mit rund 115 Mitgliedsunternehmen aus Europa zuständig. Arbeitsschwerpunkte sind statistische Analysen, Standardisierung, Marketingaktivitäten, Öffentlichkeitsarbeit, Messepolitik. In letzterer Funktion ist sie unter anderem für die Weiterentwicklung der Fachmesse Vision als fachlich-ideeller Träger zuständig.



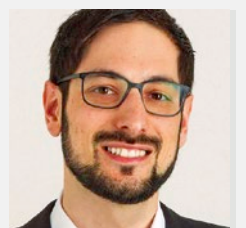
Thomas Lübckemeier: Seit 2013 führt Thomas Lübckemeier als Generalsekretär den Verband der europäischen Bildverarbeitungsindustrie European Machine Vision Association (EMVA) mit Sitz in Barcelona. Er ist Ingenieur der Elektro-/Automatisierungstechnik und war unter anderem mehrjährig für deutsche Unternehmen im Ausland stationiert und nach seiner Rückkehr nach Deutschland als Geschäftsführer verantwortlich für diverse Auslandsniederlassungen.

Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann: Auch nach seiner Promotion an der Universität Karlsruhe im Jahr 2004 über ein Thema der Bildverarbeitung für die Kriminaltechnik blieb Prof. Dr.-Ing. Michael Heizmann der Bildverarbeitung über viele Jahre treu. Seit dem Jahr 2016 ist er Professor für Mechatronische Messsysteme am Institut für Industrielle Informationstechnik IIIT am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und zugleich Institutsleiter (kollegiale Institutsleitung) des IIIT. Er ist Experte der theoretischen Bild- und Signalverarbeitung sowie in der Oberflächenmesstechnik und -inspektion.



Dr. Nick Leithold: Seit dem Sommer 2017 arbeitet Nick Leithold bei SpectroNet. Als Clustermanager kümmert er sich um die Vernetzung der Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die auf dem Gebiet der photonischen Messtechnik und industriellen Bildverarbeitung aktiv sind. Außerdem erhielt er mehrere Preise, unter anderem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie für ein Big-Data-Projekt.

David Löh: Nach seinen journalistischen Anfängen bei Tageszeitungen fand David Löh Gefallen an der Welt der Fachzeitschriften, in der er sich seitdem pudelwohl fühlt. Los ging es bei einer Automatisierungsfachzeitschrift, die er zugunsten einer spannenden Aufgabe bei einer Zeitschrift der Kunststoffbranche verließ. Nach einer weiteren Station in verantwortlicher Position kehrte er im Herbst 2019 zurück in die Automatisierung als Stv. Chefredakteur der inspect.



Nürnberg lohnt sich auch für Bildbegeisterte

Nachbericht zur SPS 2019 aus Sicht der industriellen Bildverarbeitung

Die Automatisierungsmesse SPS bot auch für Bildverarbeitungs-Interessierte so manche Neuheit. Neben Vision-Sensoren waren auch Anbieter von Embedded-Systemen vor Ort. Und dazu kamen einige beachtenswerte Entwicklungen vonseiten zweier Steuerungs-hersteller, die erstmals auf der SPS 2019 ihre diesbezüglichen Produkte der breiten Öffentlichkeit zeigten. Und nicht zuletzt machte sich auch ein Feldbus auf, die Welt der Bildverarbeitung zu erobern.

Die SPS 2019 oder „Smart Production Solutions“, wie sie neuerdings heißt, setzte im vergangenen Messejahr einen durchaus gelungenen Schlusspunkt. Die Besucherzahl ging zwar im Vergleich zum sehr erfolgreichen Jahr 2018 mit einem Minus von 6,5 Prozent auf 65.700 deutlich zurück. Und auch die Zahl der Aussteller sank auf 1.631 – 2,6 Prozent weniger als noch 2018. Trotzdem wuchs die Ausstellungsfläche auf 136.000 m² (plus 4,6 Prozent). Soviel zu den offiziellen Zahlen. Ob die Automatisierungsmesse aber nun besser oder schlechter als die vorherige war, oder zumindest gut genug, um nach Nürnberg zu fahren, das hängt von vielen individuellen Faktoren jedes Besuchers ab. Aus Bildverarbeitungs-sicht war das Angebot und die Neuheiten in jedem Fall reichhaltig genug, um locker einen ganzen Messetag zu füllen. Die Besuche von (früheren) Geschäftspartnern, Bekannten

und vielleicht auch freundschaftlich verbundenen Unternehmen nicht eingerechnet.

Kameraneuheiten

Zu den spannenden Produkten gehörte sicherlich der Visionsensor Visor Robotic von Sensopart. Das Gerät ist die speziell für Roboteranwendungen angepasste Version der Visor-Baureihe. Diese verfügt über einen Ziellaser der Laserklasse 1, der die Inbetriebnahme des Sensors vereinfacht. Ebenfalls in Richtung einfaches Einrichten wirkt die per Software steuerbare motorische Fokuserstellung. Die Auflösung beträgt 0,5 Megapixel (Variante V10) bzw. 1,5 Megapixel (V20), wahlweise mit Color-Bildchip. Die Beleuchtung übernehmen acht integrierte Hochleistungs-LEDs. Schnittstellenseitig unterstützt der Visor unter anderem die Protokolle sFTP, SSH, EtherNet/IP und Profinet Conformance Class B. Zum Einsatz kommt

Die SPS 2019 bot auch Fachleuten der Bildverarbeitung so einiges.



Bildquelle: Malte Kirchner/Mesago

der Visor Robotic etwa in Pick-n-Place-Anwendungen. Neben der Zuführung mittels Universaltrays lässt sich auch das Entnehmen von ungeordneten Bauteilen aus einer Kiste oder einem Feeder umsetzen.

Baumer zeigte auf der SPS 2019 unter anderem die mit dem Precision Time Protocol (PTP) nach dem IEEE 1588 Standard ausgestatteten Kameras der LX- und CX-Serie. Damit lässt sich der Zeitpunkt der Aufnahmen über das Ethernet-Netzwerk mit anderen Teilnehmern synchronisieren, um beispielsweise auf schnelllaufenden Förderbändern ein defektes Bauteil zu identifizieren und auszuschleusen. Die Kameras lassen sich auf eine 1 µs genau synchronisieren und unterstützen den Master und Slave Mode sowie Scheduled Action Commands. Letzteres kommt beispielsweise in Anwendungen zum Tragen, in denen die Bilder mehrerer Kameras synchron aus unterschiedlichen Perspektiven aufgenommen werden müssen.

Infrarot und Embedded Vision

Der Infrarotkamera- und -thermometer-Hersteller Optris präsentierte unter anderem die Kamera PI 08M, die sich mit einer sehr schmalbandigen spektralen Empfindlichkeit von 800 nm für das Überwachen von Laserbearbeitungsprozessen eignet. Dadurch arbeitet die Infrarotkamera ohne zusätzliche Filter gegen Laserstreulicht. Der Messfehler beträgt bei hohen Temperaturen 1,5 Prozent des Messwertes, unterhalb von 1.500°C nur 1 Prozent. Der CMOS-Bildsensor verfügt über eine Auflösung von 764 x 480 Pixeln mit einer maximalen Bildfrequenz von 1 kHz.

Mit der Spectra PowerBox 4000-Serie stellte Spectra einen High Performance Embedded Server vor. Dieser lässt sich hinsichtlich Prozessor-Ausbaustufe und der Erweiterungen an die jeweiligen Aufgaben anpassen. In der höchsten Ausstattungsvariante arbeitet im Inneren ein Intel-Xeon-Platinum-Prozessor mit 28 Kernen und 56 Threads und Deep Learning Boost. Außerdem sind bis zu 768 GB RAM, eine NVMe M.2 SSD mit 500 GB sowie zwei 10G-LAN und weitere vier 1G-LAN-Anschlüsse vorhanden.

Je ein PCIe (x16) und PCIe (x8)-Slot nehmen zum Beispiel Profi-Grafikkarten oder KI-Beschleunigerkarten auf. Umfangreiche Funktionen für Management und Überwachung wie IPMI, TPM oder Remote Monitoring erhöhen die Ausfallsicherheit.

Der Sensorhersteller Pepperl+Fuchs präsentierte den neuen Mehrlagenscanner R2300. Der Sensor für die 3D-Objektdetektion in mobilen Anwendungen steckt in einem vergleichsweise kompakten Gehäuse mit einer Höhe von 58 mm und arbeitet mit Lidar-Lasermesstechnik, die vier Scanebenen zugleich auswertet und so Objekte in ihrer Länge, Breite und Höhe detektiert und messen kann. Der R2300 verfügt über einen Messbereichs-Öffnungswinkel von 100°, bietet Messbereiche bis 10 Meter auf helle Objekte und bis zu vier Meter auf dunkle Oberflächen. Außerdem verfügt er über eine Messrate von 50 kHz sowie wählbare Scanraten von 12,5 oder 25 Hz mit bis zu 4.000 Pixeln pro Scan. Die Winkelauflösung beträgt 0,1°. Gedacht ist der Laserscanner insbesondere für Anwendungen in der Intralogistik, im Bereich Mobile Equipment oder der Robotik.

Gigabit auch auf Feldebene

Einen großen Schritt in Richtung Gigabit-Gesellschaft und damit Anwendungen der industriellen Bildverarbeitung machte der Feldbusverband Ethercat Technology Group (ETG): Er präsentierte auf der SPS die Erweiterung Ethercat G. Entwickelt und in die ETG eingebracht hat sie Beckhoff. Der Steuerungs- und Kommunikationsspezialist ist der Entwickler von Ethercat und arbeitet nach wie vor maßgeblich daran. Das „G“ in Ethercat G steht für Gigabit, also eine theoretische Übertragungsrate von 1.000 Mbit/s anstelle der 100 Mbit/s, die das herkömmliche Ethercat erreicht. Auch 10 G, also 10.000 Mbit/s sind möglich, werden allerdings erst deutlich nach dem Release von 1 G außerhalb vom Testbetrieb laufen, heißt es seitens der ETG. Diese ist jetzt dabei, die entsprechenden Spezifikationen um Ethercat G zu ergänzen. Dr. Guido Beckmann, Chairman des ETG Technical Committee, erklärt den Nutzen

der höheren Bandbreite: „Mit Ethercat G können nun zusätzlich besonders datenhungrige Anwendungen aus dem Vision- und Messtechnikbereich eingebunden werden.“ Als Erweiterung der Basis-Ethercat-Technologie ist Ethercat G voll kompatibel mit existierenden Ethercat-Netzwerken. Auch auf 100 Mbit/s ausgelegte Geräte lassen sich nahtlos in ein Ethercat-G-System integrieren.

Steuerungsanbieter erschließen Bildverarbeitung

Zu dieser Feldebuserweiterung passt auch, dass Beckhoff seine Steuerungsumgebung Twincat um eine Bildverarbeitungs-Umgebung ergänzt: Twincat Vision ermöglicht es, die im Feldbusnetzwerk integrierte Bildverarbeitungslösung in der gewohnten PC-basierten Steuerungstechnik zu programmieren und zu konfigurieren. Zugleich lassen sich alle aus der Bildverarbeitung abgeleiteten Steuerungsfunktionen in einer Runtime exakt in Echtzeit synchronisieren. Latenzzeiten entfallen, alle Bildalgorithmen werden in Echtzeit ausgeführt.

Apropos Steuerungsanbieter: Auch B&R steigt in die Bildverarbeitung ein. Allerdings im Unterschied zur Konkurrenz mit eigenen Smartkameras und Beleuchtungen. Dennoch sind diese analog zu Beckhoff ins eigene Steuerungsuniversum eingebunden. Die Vision-Lösung besteht aus einem Beleuchtungssystem, Kameras und Bildverarbeitungs-algorithmen. Die Beleuchtung ist wahlweise in die Kameras integriert oder als externes Gerät verfügbar und wird automatisch mit dem Bildeinzug synchronisiert. Sämtliche Hardwarekomponenten benötigen lediglich ein Kabel. Über einen M12-Hybridanschluss

werden die Geräte mittels Powerlink in das Maschinennetzwerk eingebunden. Anwender wählen zwischen der passenden Brennweite, Leistungsstufe, Bildsensor (Varianten zwischen 1,3 und 5 MP sind verfügbar) und Blitz-LEDs aus. Sämtliche Kameratypen verfügen über Mehrkernprozessoren (zwei oder vier Kerne) und eine integrierte FPGA-Bildvorverarbeitung. Überdies sind die Kameras auch mit C-Mount verfügbar, um entweder eines von fünf Wechselobjektiven von B&R zu verwenden oder auf Produkte von Drittherstellern zurückgreifen zu können. ■

AUTOR

David Löh

Stv. Chefredakteur der inspect

KONTAKT

Baumer GmbH, Friedberg
Tel.: +49 6031 600 70
www.baumer.com

Beckhoff Automation
GmbH & Co. KG, Verl
Tel.: +49 5246 963 0
www.beckhoff.de

B&R Industrie-Elektronik GmbH,
Bad Homburg
Tel.: +49 6172 401 90
www.br-automation.com

EtherCAT Technology Group,
Nürnberg
Tel.: +49 911 540 56 20
www.ethercat.org

Optris GmbH, Berlin
Tel.: +49 30 500 197 0
www.optris.de

Pepperl+Fuchs AG, Mannheim
Tel.: +49 621 776 0
www.pepperl-fuchs.com

SensoPart Industriesensorik
GmbH, Wieden
Tel.: +49 7665 947 697 60
www.sensopart.com

Spectra GmbH & Co. KG,
Reutlingen
Tel.: +49 7121 143 210
www.spectra.de

LED BELEUCHTUNGSKATALOG 2020

Mit Basis-Wissen und Preisen

Jetzt GRATIS anfordern!



+49 7132 99169-0
www.falcon-illumination.de

Wie einfach ist Bildverarbeitung wirklich?

Podiumsdiskussion während der SPS 2019 in Nürnberg



© Peter Stiefenhöfer

Die Bildverarbeitung ist aus der modernen Fertigung nicht mehr wegzudenken. Im ständigen Einsatz für Qualität, Effizienz und Produktsicherheit ist sie zur Schlüsseltechnologie in der Automatisierung weltweit geworden. Das enorme Potenzial der Bildverarbeitung ist jedoch noch lange nicht ausgeschöpft. Für den Anwender muss die Technologie noch einfacher bedienbar werden, um die Möglichkeiten auch wirklich nutzen zu können. Während der SPS 2019 diskutierten fünf Experten im Rahmen einer von der VDMA-Fachabteilung Machine Vision durchgeführten Podiumsdiskussion über die Frage, wie einfach Bildverarbeitung wirklich ist.

In zahlreichen Einsatzfeldern der automatisierten Fertigung hat sich die Bildverarbeitungstechnologie in den vergangenen Jahren als leistungsfähige, wirtschaftliche Möglichkeit etabliert, Qualitätsmerkmale von Produkten zu überprüfen. Insbesondere die zunehmenden Aktivitäten rund um die Industrie-4.0-Bestrebungen haben der Akzeptanz dieser Technologie einen deutlichen Schub verliehen: Automatisierer haben ihr Potenzial verinnerlicht, wissen um die Vorzüge sehender Anlagen und wollen die vielversprechenden Möglichkeiten der Bildverarbeitung immer intensiver nutzen.

Noch aber ist die Anwendung von Bildverarbeitungssystemen nach Ansicht vieler Experten nicht intuitiv genug, wie Rainer Schönhaar aus dem Produktmanagement Bildverarbeitung bei Balluff erläutert: „In der Vergangenheit waren zur Realisierung von Anlagen mit Bildverarbeitungsanteil drei Personen nötig: Eine für die Anlagenplanung, eine weitere für die Steuerungstechnik und eine dritte für die Bildverarbeitung. Die Kommunikation zwischen diesen Welten muss noch einfacher werden, um die Akzeptanz der Bildverarbeitung zu verbessern.“

Andreas Waldl, Produktmanager Integrated Vision bei B&R, stimmt dieser Aussage uneingeschränkt zu: „Niemand ist mehr bereit, viel Zeit für die Kommunikation zwischen der Automatisierungs- und der Vision-Welt zu investieren. Die Integration von Bildverarbeitung in Automatisierungsanlagen muss möglichst problemlos sein, um wirtschaftliche Lösungen zu ermöglichen.“

Standards als Schlüssel zum Erfolg

Einen wichtigen Schlüssel zum anhaltenden Erfolg der Bildverarbeitung in der Automatisierung sieht Dr. Klaus-Henning Nöffz, Director New Business Development bei Basler, im Kommunikationsstandard OPC-UA (Open Platform Communication Unified

Architecture). Für die Robotik und die industrielle Bildverarbeitung existieren inzwischen Companion Specifications, in denen die Kommunikation dieser beiden für die Automatisierung wichtigen Sparten definiert ist. „Die Bereitschaft der Industrie, OPC-UA gemeinsam zu entwickeln und damit von einer breiten Basis akzeptierte Standards für Vision-Hardware und -Software zu etablieren, war ein ganz wichtiger Schritt für das erfolgreiche Zusammenwachsen von Automatisierung und Bildverarbeitung.“

Dass durch OPC-UA die Verzahnung zwischen diesen beiden Fachbereichen viel enger wird und die Akzeptanz beim Anwender steigt, bestätigt auch Peter Keppler, Director Corporate Sales bei Stemmer Imaging: „Dieser Standard hilft definitiv, neue Möglichkeiten unter anderem bei der Kopplung von Bildverarbeitung und Robotik zu schaffen.“ Als ein Beispiel nennt Keppler den innovativen Sektor der „Cobots“, die eng mit ihren menschlichen Kollegen zusammenarbeiten. „Hier spielt die Bildverarbeitung eine wichtige Rolle, um Unfälle zwischen Mensch und Maschine sicher auszuschließen. Für absolut zuverlässige Prozesse ist es dabei notwendig, viele Bilddaten aufzunehmen, sie schnell zu verarbeiten und die Ergebnisse ohne Verzögerung zwischen den beteiligten Systemen auszutauschen. OPC-UA bietet dafür und für viele weitere Einsatzbereiche die erforderlichen Werkzeuge.“

Als wertvolle Hilfe, um Verständigungsschwierigkeiten zwischen Automatisierungs- und Bildverarbeitungssystemen abzubauen, nennt Christian Vollrath, Leitung Computer Vision bei Wenglor Sensoric, zudem die VDI-Richtlinie 2632. „Man muss dieselbe Sprache sprechen und in der Realität auftretende Probleme auf dieselbe Weise benennen können, um zu effektiven Lösungen zu kommen. In diesem internationalen, in mehreren Sprachen verfügbaren Standard für die Bild-

verarbeitung werden die erforderlichen Begrifflichkeiten definiert sowie der erfolgreiche Einsatz von Lastenheften vereinfacht.“

Potenzial für Verbesserungen

Standards sind ein wichtiger Aspekt, um Automatisieren den Einsatz von Vision-Systemen zu erleichtern. Zum Kinderspiel wird der Einsatz der Technologie in absehbarer Zeit jedoch nicht werden, ist Keppler überzeugt: „Ein Bildverarbeitungssystem besteht je nach Einsatzfall aus vielen Komponenten. Von der Beleuchtung über die Optik und die Kamera bis hin zur Software müssen alle Elemente optimal aufeinander abgestimmt sein, um eine bestimmte Aufgabenstellung zuverlässig zu lösen. Ohne ein gewisses Maß an Fachwissen ist es daher meist nicht trivial, die optimale Auswahl zu treffen. Das gilt für intelligente Kameras und PC-Systeme gleichermaßen.“ Zudem wird nach Keplers Meinung seit Jahren versucht, die „eierlegende Wollmilchsau“ zu finden, die jede Aufgabenstellung lösen kann, sämtliche Kommunikationsoptionen zulässt und eine möglichst umfassende Flexibilität bietet, aber dennoch einfach zu bedienen ist. „Ich denke, hier werden wir eine starke Veränderung hin zu speziellen Subsystemen sehen, mit denen spezifische Aufgaben gelöst werden können. Diese Entwicklung wird auch die gewünschte Intuition mit sich bringen, weil man nicht mehr versucht, alle Möglichkeiten mit einem System zu erschlagen.“

Die Branche arbeitet mit Hochdruck an Möglichkeiten, dem Bildverarbeitungsanwender das Leben zu erleichtern. So versprechen sich viele Experten erhebliche Vereinfachungen durch den Einsatz von Machine-Learning- und Deep-Learning-Methoden. Diese innovativen Techniken sollen das zeitaufwändige Anlernen von Gut- und Schlechtteilen deutlich beschleunigen und den Anwender dadurch entlasten. Sie sind jedoch nicht selbsterklärend, warnen die Experten: Zum einen müssen die erforderlichen Bilder zum Anlernen von Objekten in ausreichender Zahl und Qualität vorliegen oder beschafft werden, zum anderen muss sich der Anwender genau darüber im Klaren sein, wie und wofür er solche Technologien sinnvoll einsetzt.

Steuerungshersteller erleichtern mittlerweile den Einsatz von Bildverarbeitung. So bietet B&R ein eigenes Vision-System an, das vollständig in das Steuerungssystem integriert ist. „Das vereinfacht dem Anwender das Leben, da er die ihm bekannte Bedienumgebung nutzen kann und dort nun auch Optionen für die Bildverarbeitung findet“, betont Waldl. Die Bereitschaft der Anwender, die auf diesem Weg angebotene Bildverarbeitung zu testen und zu nutzen, steigt nach seinen Worten seit einiger Zeit rasant.

Wichtig für die einfachere Anwendung von Bildverarbeitungssystemen sind zudem intuitive Bedienoberflächen für die Auswertesoftware. Hier besteht nach übereinstim-



Dr. Klaus-Henning Noffz, Director New Business Development bei Basler und Vorsitzender der VDMA Fachabteilung Machine Vision: Der Kommunikationsstandard OPC-UA hilft beim Zusammenwachsen von Automatisierung und Bildverarbeitung.

mender Meinung der Diskussionsteilnehmer noch erhebliches Verbesserungspotenzial. „Für den Anwender ist wichtig, dass er auf einfache Weise schnell zum Ziel kommt“, so Schönhaar. „Welche Algorithmen dafür im Detail eingesetzt werden, ist für ihn weniger entscheidend. Für die Software gilt daher: Sie muss einfach zu bedienen sein.“

Großes Potenzial, die Bildverarbeitung intuitiver zu machen, sieht Vollrath zudem bereits beim Bildaufnahmeprozess: „Wenn man beispielsweise Kratzer auf einer Oberfläche detektieren will, muss man genau wissen, welche Art der Beleuchtung dafür optimal geeignet ist.“ Intelligente Systeme, die dem Anwender auf Basis der vorliegenden Bedingungen die am besten geeigneten Beleuchtungs-, Optik- und Kameramodelle vorschlagen, sind derzeit noch Utopie. Anwender sind daher gut beraten, ihr Know-how zu derartigen Fragestellungen zum Beispiel durch die Teilnahme an geeigneten Schulungen auszuweiten.

„Bildverarbeitung hat sich inzwischen als hervorragendes Tool für Inspektionsaufgaben aller Art etabliert. Wir sind jetzt an einem Punkt angelangt, wo der Aspekt immer stärker in den Vordergrund rückt, wie man Bildverarbeitung einfacher machen kann“, fasst Noffz zusammen. „Bildverarbeitung weist aufgrund der Vielzahl der Möglichkeiten ein gewisses Level an Komplexität auf, und es bleibt eine wichtige Aufgabe der Hersteller, dem Anwender den Einsatz der Technologie möglichst einfach zu machen.“ ■

AUTORIN

Anne Wendel

Referentin Machine Vision

KONTAKT

VDMA Robotik + Automation
Machine Vision
Frankfurt am Main
Tel.: +49 69 660 14 66
www.vdma.org/vision

OPTIK IST UNSERE ZUKUNFT™



NEU

TECHSPEC®

1,1" Objektive mit Festbrennweite der HP-Serie

Ein leistungsstarkes optisches Design, das speziell für 1" und 1,1" Sensoren optimiert wurde. Mit Auflösungen von 6 bis 20 MP sind diese Objektive die ideale Lösung für hochwertige Bildverarbeitungsanwendungen.

Für eine gleichbleibende Leistung auch in schwierigen Umgebungen sind kompakte und robuste Versionen erhältlich.

Erfahren Sie mehr unter:

www.edmundoptics.de

+49 (0) 6131 5700-0

sales@edmundoptics.de

EO Edmund
optics | worldwide

Mehr Aussteller, mehr Embedded Vision

Vorbericht Embedded World 2020

Am 25. Februar beginnt die diesjährige Embedded World in Nürnberg. Neben einer erneut gewachsenen Ausstellungsfläche und einem gewohnt spannenden Vortragsprogramm bietet die Messe erstmals eine eigene Sonderschau für die Embedded Vision. Ein Dutzend namhafte Aussteller sorgen so dafür, dass sich eine Reise nach Nürnberg für Anwender der industriellen Bildverarbeitung mehr lohnt als je zuvor.

Seit nunmehr 18 Jahren ist die Embedded World die internationale Leitmesse und jährlicher Treffpunkt der Embedded-Community. Auch in diesem Jahr, genauer: vom 25. bis 27. Februar, geht das Angebotsspektrum in sieben Hallen des Nürnberger Messegeländes von Soft- und Hardware, über Tools, Dienstleistungen und Systeme bis hin zu System- und Anwendungs-Software. Dieses Jahr stehen Messe und Konferenz unter dem Motto „Connecting Embedded Intelligence“.

Die Fachmesse überschreitet 2020 erneut die Ausstellungsfläche des Vorjahres und vergrößert sich somit um eine Halle. „Wir erwarten im Februar an die 1.150 Aussteller und rund 30.000 Besucher aus aller Welt. Bei den beiden Konferenzen freuen wir uns auf eine ebenfalls steigende Teilnehmerzahl“, so Benedikt Weyerer, Leiter Embedded World, Nürnberg Messe.

Kostenfreier Zutritt zur Embedded World 2020

Mit dem Gutscheincode „ew20future“ können sich Messebesucher schon jetzt ihre kostenfreie Eintrittskarte zur Embedded World 2020 sichern.

Zu den Fokusthemen der Veranstaltung gehören in diesem Jahr Internet of Things, Intelligent Systems sowie Software Engineering. Die beiden Konferenzen, Electronic Displays Conference und die Embedded World Conference, finden wieder parallel zur Messe statt. Zusammengerechnet kommt der Konferenzteil damit auf fast 180 Stunden Vorträge, aufgeteilt in zehn Bereiche von „Embedded Vision“ über „Internet of Things“ bis hin zu „System-on-Chip“. Die jeweiligen

Programme sind bereits online und lassen sich über die Webseite der Embedded World 2020 einsehen.

Erstmals Sonderschau „Embedded Vision Area“

Neben dem fachlichen Input in Form von Vorträgen vermitteln die Sonderschauen einen praktischeren Eindruck der Technologien. Neben den bereits etablierten Bereichen „Electronic Displays Area“, „M2M Area“, „Safety & Security Area“ feiert dieses Jahr die „Embedded Vision Area“ Premiere. Unter den zwölf Ausstellern befinden sich unter anderem Basler, Allied Vision, Framos, Imago und The Imaging Source. Ein Besuch lohnt sich also bestimmt. ■

AUTOR
David Löh

Stv. Chefredakteur der inspect



Am 25. Februar geht sie los, die Embedded World 2020. Ein Thema ist auch die Embedded Vision.



© Deutsche Messe

Hannover Messe 2020

Wann: Montag, 20. bis Freitag, 24. April 2020

Wo: Messegelände 30521 Hannover

Öffnungszeiten: täglich von 9 bis 18 Uhr

Hallenplan zum Download:
www.hannovermesse.de/de/fuer-besucher/hallenplan/

Aus dem Endverbrauchermarkt schwappen auch Technologien wie die Virtuelle Realität in industrielle Anwendungen hinein.

Industrieschau im Wandel

Vorbericht Hannover Messe 2020

Das Industriegroßereignis hat sich in diesem Jahr den industriellen Wandel auf die Fahnen geschrieben und erfüllt dieses Versprechen mit Ausstellern, die Lösungen und Ideen mittels Künstlicher Intelligenz, 5G und maschineller Vernetzung präsentieren. In all diesen Bereichen tummelt sich auch die Bildverarbeitungsbranche.

Im letzten Jahr kamen rund 215.000 Besucher nach Hannover, um sich die Neuheiten von rund 6.500 Ausstellern anzusehen. In diesem Jahr zielt der Veranstalter, die Deutsche Messe, auf mindestens 6.000 (Stand: Ende Januar). Zum Leitthema wurde „Industrial Transformation“ auserkoren, also dem industriellen Wandel hin zur weiteren Individualisierung von Produkten durch Vernetzung. Damit läuft die norddeutsche Messe im Gleichschritt mit der Automatisierungsmesse SPS, die sich im Jahr 2019 in „Smart Production Solutions“ umbenannte (siehe auch den Nachbericht auf Seite 10f.).

Entsprechend sind in Hannover neben den großen, bekannten Akteuren der Industrie, wie Siemens oder ABB, auch Software-Firmen wie Amazon Web Services, SAP oder IBM zu finden. Unternehmen also, die man früher auf der Cebit erwartet hätte. Doch der Wegfall dieser IT-Messe lässt eben nicht nur eine Lücke entstehen, sondern ist auch ein Zeichen für das Zusammenwachsen von IT und Industrie. Oder wie es Dr. Jochen Köck-

ler, Vorsitzender des Vorstands der Deutschen Messe, formuliert: „Wir kommen in eine Phase der Veränderungen, wie wir sie lange nicht gesehen haben.“

Bildverarbeitung in Hannover

Was die Bildverarbeitung angeht, kommen die Besucher der Hannover Messe ebenfalls auf ihre Kosten. Zahlreiche Unternehmen präsentieren ihre Produkte. Darunter Klassiker wie die Halcon-Softwarebibliothek von MVTec (Halle- und Standnummer zum Redaktionsschluss noch nicht verfügbar). Zum Funktionsumfang gehören neben GPU-Beschleunigung auch die Unterstützung von Multicore-Plattformen sowie 3D-Vision- und Deep-Learning-Verfahren. Angewendet wird die Software unter anderem für Blob-Analyse, Vermessung und Identifikation.

Auch Balluff (Halle 9, Stand F53) zeigt sein Portfolio an Vision-Sensoren der Serie Balluff Vision Solutions (BVS), die vornehmlich in Prüfaufgaben zum Einsatz kommen. Aber auch Codelesegeräte gehören zum Angebot.

Auf dem Stand der Messtechnikspezialisten von Micro-Epsilon (Halle 9, Stand D05) gibt es unter anderem Informationen zum bewährten Oberflächen-Inspektionssystem Surfacecontrol. Es arbeitet mit dem Prinzip der Streifenlichtprojektion und kommt etwa zum Vermessen von metallischen Oberflächen, Kunststoff und Keramik zum Einsatz.

Der Sensorhersteller IFM (Halle 9, Stand D36) hat eine ganze Reihe von Bildverarbeitungsgeräten im Portfolio. Darunter der Objekterkennungssensor O2D mit drehlageunabhängiger Konturerkennung, der unter anderem in der Anwesenheits-, Positions-

und Qualitätskontrolle zum Einsatz kommt. Der Objektinspektionssensor O2V geht hier einen Schritt weiter, da er zusätzlich etwa Vollständigkeits- und Größenkontrolle sowie Sortieraufgaben durchführen kann. Außerdem gehören ein Codeleser sowie eine 3D-Kamera zum Angebot des Sensorherstellers.

Turck (Halle 9, Stand H55) bietet hinsichtlich Bildverarbeitung unter anderem Bildsensoren der Ivu-Serie, die sich angesichts einer reduzierten Auflösung und begrenzter Bearbeitungs-Algorithmen für einfache Applikationen eignen. Für höhere Ansprüche existieren die Smart-Kameras der VE-Serie, die über eine hochauflösende Optik und eine nahezu kompletten Bildverarbeitungs-satz verfügen. Sie meistern auch komplexere Inspektionsaufgaben. ■

AUTOR

David Löh

Stv. Chefredakteur der inspect

KONTAKT

Hans Turck GmbH & Co. KG
 Tel.: +49 208 495 20
www.turck.com

MVTec Software GmbH
 Tel.: +49 89 457 695 0
www.mvtec.com

Balluff GmbH
 Tel.: +49 7158 173 0
www.balluff.de

Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG
 Tel.: +49 8542 168 0
www.micro-epsilon.de

IFM electronic GmbH
 Tel.: +49 800 161 61 64
www.ifm.com



Wie digital wollen wir leben?

Das Thema Digitalisierung ist in aller Munde und nicht wenige sind der Meinung, dass Deutschland diesbezüglich den Zug verpasst hat. Der Autor Andreas Dohmen hat mit dem Buch „Wie digital wollen wir leben?“ den mutigen Versuch unternommen, das Thema in der Breite in einem lediglich 256-seitigen Buch abzubilden.

Gerade bei einem Buch zum Thema Digitalisierung ist die Vita des Autors von Interesse. Andreas Dohmen arbeitet seit 2013 als selbstständiger Unternehmensberater, Coach und Dozent. Nach dem Studium von Kernphysik,

Informatik (Künstliche Intelligenz) und Betriebswirtschaftslehre war er 25 Jahre als Manager bei großen IT-Unternehmen tätig (u.a. als Geschäftsführer von Cisco Systems, Deutschland). Die daraus ersichtliche Expertise macht sich in dem Buch durchgängig bemerkbar. Die übergeordnete Gliederung des Buches ist: „Grundlagen der Digitalisierung“, „Digitalisierung in Wirtschaft, Gesellschaft und Politik“, „Künstliche Intelligenz und Roboter“, „Digitalisierung und Nachhaltigkeit“ sowie „Digitalisierung und Ethik“. Damit wagt

der Autor den Spagat, das Thema technologisch, wirtschaftlich und gesellschaftlich zu betrachten, was ihm grundsätzlich sehr gut gelingt. Der Autor hat gar nicht den Anspruch, die einzelnen Themen in der Tiefe zu betrachten und bietet umfassende Literaturhinweise für das Weiterstudium. Mit „Wie digital wollen wir leben?“ ist es Andreas Dohmen gelungen, am Thema Digitalisierung interessierten Lesern aus den unterschiedlichsten Bereichen einen hervorragenden Überblick zu verschaffen. Gerade, wenn man primär die Brille der industriellen Anwendungsgebiete Bildverarbeitung und Robotik auf hat, ist es sehr bereichernd, sich aus einer globalen Sicht Gedanken zu dem Thema zu machen. Eine empfehlenswerte und leicht verdauliche Lektüre für das nächste Wochenende.

Interview mit Autor Andreas Dohmen zu seinem Buch „Wie digital wollen wir leben?“

Unsere Leser beschäftigen sich als Hersteller oder Anwender mit Themen der industriellen Bildverarbeitung. Dort, wie in vielen anderen Bereichen auch, schreitet die Digitalisierung massiv voran, beispielsweise durch den Einsatz Künstlicher Intelligenz. Welchen Rat würden Sie unseren Lesern bezüglich des Umgangs mit dem Thema Digitalisierung geben?

A. Dohmen: Grundsätzlich empfehle ich jedem, sich zunächst – falls noch nicht geschehen – umfangreich mit der Thematik und den zahlreichen Facetten der digitalen Transformation auseinanderzusetzen. Zum einen ist es – so finde ich – ein sehr spannender Prozess, der da gerade stattfindet (wir schreiben gerade Geschichte!), zum anderen sind die

Konsequenzen für jeden einzelnen von zentraler Bedeutung. Ob als Unternehmer, der sein komplettes Geschäftsmodell überarbeiten muss, bis hin zum Anwender, der komplett neue Möglichkeiten erhält, sein Problem zu lösen. Viele neue Möglichkeiten und Chancen ergeben sich, aber auch Risiken, falls man zum Beispiel nicht schnell genug und zum Teil auch „radikal“ genug ist bei der Neuausrichtung des Unternehmens. Wie immer gilt auch hier die „Gleichung“: Wissen => Selbstvertrauen + Zuversicht. Und dazu gibt es bereits hervorragende Angebote in zahlreichen Seminaren, wie von der IHK zum Beispiel.

Nach dem Wissensaufbau gilt es dann herauszufinden, was „das alles“ denn nun für die eigene Situation bedeutet, egal ob Her-

steller oder Angestellter im Unternehmen. Dabei geht es wieder darum, offen zu sein für grundlegende Veränderungen und deren Konsequenzen, gleichzeitig aber auch herauszufinden, was denn für die jeweilige Situation auch wirklich Nutzen bringt. Denn vieles in der Digitalisierung unterliegt auch einem „Megahype“, und einiges ist durchaus „alter Wein in neuen Schläuchen“. Tauschen Sie sich aus mit anderen (ganz wichtig: Mit Ihren Kunden!), sprechen Sie über Chancen, die Sie sehen, aber auch „Gefahren“ und etwaige „Ängste“, Sie werden schnell feststellen, dass Sie nicht allein sind damit.

Und dann – ebenfalls wie immer – gilt es auch hier, zu beginnen und Dinge umzusetzen! Stellen Sie nicht direkt alles infrage, was

Sie bisher erfolgreich gemacht hat. Aber fragen Sie sich, ob das auch in die Zukunft trägt. Seien es Ihre persönlichen Qualifikationen für den Arbeitsmarkt, Ihre Art und Weise, eine Abteilung oder gar eine Unternehmung zu führen oder die Tools, die Sie bisher genutzt haben in Ihrem Umfeld. All das haben Sie – ein gewisses Alter vorausgesetzt – schon öfters gesehen? Richtig, nur ist dieses Mal der Faktor Zeit bedeutender als jemals zuvor: Was früher in zehn Jahren passierte, dauert heute lediglich ein Jahr! Um es etwas „martialisch“ auszudrücken: Die Schnellen fressen die Langsamen, nicht die Großen die Kleinen.

Und ein Tipp noch: Das Kernthema, das auf jeden Fall dominierend sein wird, ist die Künstliche Intelligenz in Verbindung mit Big

Data/Smart Data. Schauen Sie dazu einfach mal auf Ihre Umgebung im Unternehmen und überlegen sich, über wie viele Daten Sie dort eigentlich verfügen und was Sie daraus heute machen. Sie werden überrascht sein, auf welchem „Schatz“ Sie da eigentlich sitzen. Und KI kann Ihnen helfen, ihn zu heben.

Wie kann sich gerade die deutsche Industrie bezüglich der Digitalisierung so aufstellen, dass sie im globalen Wettbewerb bestehen kann, um weiterhin zur technologischen Weltspitze zu gehören, wie dies aktuell noch im Bereich des Maschinenbaus und der Elektrotechnik der Fall ist?

A.Dohmen: Nun, die gute Nachricht zuerst: Deutschland hat im Prinzip eine hervorra-

gende Ausgangssituation. Trotz der ersten aufziehenden Wolken am Wirtschaftshimmel (Brexit, USA-China-Handelskonflikt, Abflachen des zehnjährigen Wirtschaftsbooms etc.) ist Deutschland immer noch eines der stärksten Exportländer der Welt mit einer exzellenten Ingenieurskultur gerade in den von Ihnen angesprochenen Bereichen (plus natürlich den Automobilssektor). Das ist aber auch gleichzeitig die Herausforderung: Die Welt wandelt sich durch die Digitalisierung von einer „analogen“ in eine „analoge + digitale“ Welt. Autos werden zu Smartphones auf Rädern, die Fabrik wird zu einer digitalen Fabrik, in der Roboter zusammen mit Menschen arbeiten und die Steuerung mehr und mehr durch Künstliche Intelligenz erfolgt. Und neue Wettbewerber

Nürnberg, Germany
25.–27.2.2020



embeddedworld

Exhibition & Conference

... it's a smarter world

INNOVATIONEN ENTDECKEN

Über 1.000 Firmen und mehr als 30.000 Besucher aus 84 Ländern
– hier trifft sich die Embedded-Community.

Seien Sie mit dabei! Jetzt kostenloses Ticket sichern!

Ihr e-code für freien Eintritt: **2ew20P**

► embedded-world.de/gutschein

🐦 @embedded_world

🌐 #ew20 #futurestartshere

2ew20P
Ihr e-code für freien Eintritt
► embedded-world.de/gutschein

Veranstalter Fachmesse

NürnbergMesse GmbH
T +49 9 11 86 06-49 12
besucherservice@nuernbergmesse.de

Veranstalter Konferenzen

WEKA FACHMEDIEN GmbH
T +49 89 2 55 56-13 49
info@embedded-world.eu

Medienpartner

Markt & Technik
Die unabhängige Wochenzeitung für Elektronik

Elektronik
Fachmedium für industrielle Anwender und Entwickler

SmarterWorld
Solutions for a Smarter World

• **medical-design**

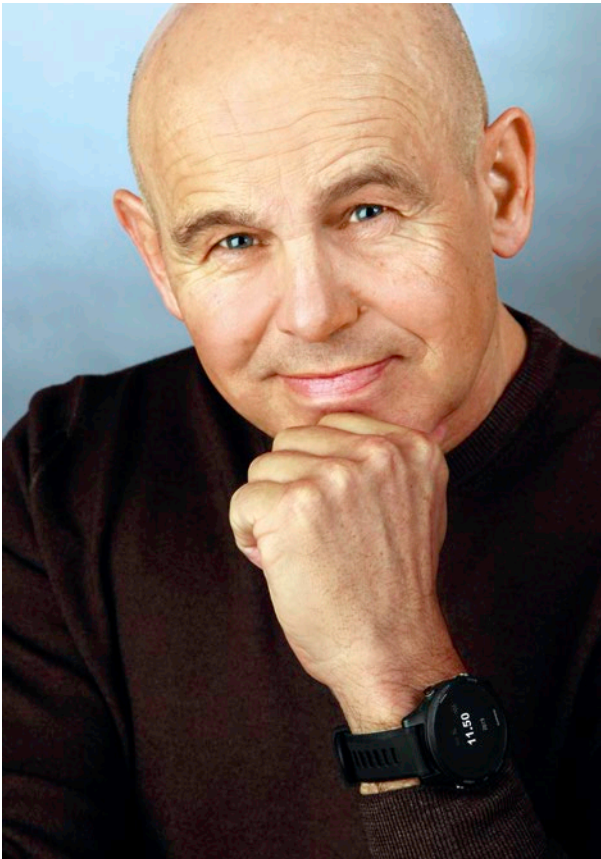
DESIGN & ELEKTRONIK
KNOW-HOW FÜR ENTWICKLER

Elektronik automotive
Fachmedium für professionelle Automobilelektronik

Computer & AUTOMATION
Fachmedium der Automatisierungstechnik

elektroniknet.de

NÜRNBERG MESSE



Die Digitalisierung erfordert mehr denn je ein reflektiertes Denken, um die enormen Chancen von den Risiken unterscheiden zu können. Und um 'Wahres von Falschem' zu unterscheiden.«

aus den USA, aber auch aus China (!) fordern zunehmend die etablierten Unternehmen heraus. All das gab es immer wieder in der Geschichte der Wirtschaft. Der Hauptunterschied ist der Faktor Zeit. Denn während zwischen der Erfindung der Dampfmaschine und der vom Strom fast 100 Jahre lagen, sind die Zyklen heute viel, viel kürzer, und die nächsten zehn bis 15 Jahre entscheiden wesentlich über den zukünftigen Erfolg der deutschen Industrie und damit des gesamten Landes. Dazu sind aus meiner Sicht fünf Punkte notwendig:

- Die deutsche Industrie (Großunternehmen genau so wie der breite Mittelstand) sollte den bereits teilweise eingeschlagenen Weg zur Überprüfung der eigenen Geschäftsmodelle im Hinblick auf die digitale Transformation weiter beschleunigen und – falls noch nicht passiert – zur „Chefsache“ erklären (Digitalisierung muss ganzheitlich betrachtet werden und ist bei Weitem kein reines IT-Thema).
- Sämtliche Bereiche des Unternehmens sollten auf einen „digitalen“ Prüfstand gestellt werden, sei es die übergeordnete Vision und Strategie des Unternehmens, die Produkte und Dienstleistungen und – ganz wichtig – die Kultur der Firma. „Sind wir schnell und flexibel genug? Welche Prozesse müssen dazu angepasst werden? Sind wir attraktiv genug für neue Mitarbeiter mit digitalen

Qualifikationen?“ sind nur einige Fragen dabei.

■ Aus- und Weiterbildung ist ein weiterer Schlüssel zum Erfolg. Die digitale Transformation wird quasi vor keinem Job halt machen und die Unternehmen müssen – und tun das ja auch schon bereits – Konzepte entwickeln, wie sie die Menschen dabei mitnehmen.

- Da die Digitalisierung bei vielen Produkten den Konsumenten bzw. Endkunden viel stärker in den Fokus nimmt (Beispiel Auto) sollte noch mehr vom Kunden und Markt her gedacht werden als vom Produkt aus. Zunehmend wird die noch stark vorherrschende Produktinnovation durch eine Geschäftsmodellinnovation ersetzt, wie man am Beispiel Auto der Zukunft sehr gut erkennen kann.
- Flankierend zu all dem ist der Staat mehr als je gefordert, seine diversen Aktivitäten im Bereich Digitalisierung in einen Masterplan 2040 einfließen zu lassen, idealerweise mit einem Digitalministerium als verantwortliches Organ, und endlich all die bereits erfolgten Ankündigungen, sei es im Bereich Künstliche Intelligenz, Breitband oder – absolut essenziell – Anpassung der Bildung in den Schulen (Stichwort: Digitalpakt) auch zeitnah und mit konkreten Meilensteinen umzusetzen!

Wo liegen aus Ihrer Sicht die ethischen Grenzen der Digitalisierung, wenn es um deren Einsatz im Bereich der industriellen Fertigung und Qualitätssicherung geht?

A. Dohmen: Grundsätzlich geht es aus meiner Sicht besonders dann um ethische Grenzen, wenn es um mögliche Konsequenzen für uns Menschen geht. Da ist zum einen der zunehmende Einsatz von Robotern in der Fertigung

(auch Co-Bots genannt, weil sie mit Menschen kooperierende Roboter sind) und in naher Zukunft zum Alltag gehören (nebenbei bemerkt: nicht nur in der Fertigung, sondern auch als „Concierge“ beim Einkaufen und in Hotels sowie in der Gesundheits- und Altenpflege als Unterstützung der Pflegekräfte). Hier gilt es klare „Regeln“ für den Umgang miteinander zu finden (Fragen Sie sich zum Beispiel mal, ob Sie einen Roboter, der nicht das tut, was Sie eigentlich wollen „schubsen“ oder „anbrüllen“ dürfen). Hierzu gibt es schon ganz viele gute Aktivitäten und Initiativen in den Unternehmen selbst, aber auch in Ethikräten. Zentral dabei ist auch immer die Frage nach der Autonomie von Systemen. Wo „dürfen“ Roboter oder KI-Systeme eigenständig agieren und Entscheidungen treffen, wo müssen wir – die Menschen – den „Last Call“ haben? Gerade die QS „ruft“ geradezu nach Digitalisierung, handelt es sich doch um komplexe Prozesse mit immensen Datenmengen, die zur Sicherung der Qualitätsansprüche herangezogen werden. Auch hier gibt es sicherlich viele Prozesse, die als „ethisch“ unkritisch betrachtet werden können. Aber nehmen Sie zum Beispiel die Fertigung und die QS in der Pharmabranche. Sind die Daten, die ich hier zu Beginn in den eventuell KI-gesteuerten Prozess eingebe, wirklich repräsentativ genug? Und was passiert dann in den Algorithmen? Hier liegt ein viel diskutiertes Grundproblem der KI: Denn diese sind oft von solch komplexer Natur, dass selbst die, die sie programmiert haben, nicht wissen, wie das System denn zu einer Entscheidung kommt. Das kann bei vielen Prozessen absolut unkritisch sein. Aber genaues Hinschauen ist trotzdem oft unentbehrlich. Denn egal wie genial KI und Robotik ist, die finale Verantwortung liegt bei uns! (mbu) ■

Andreas Dohmen
Wie digital wollen wir leben?
Die wichtigste Entscheidung für unsere Zukunft
ISBN 978-3-8436-1151-0
Patmos Verlag



Die Freiheit, die wichtigen Details sehen zu können

Die 4K-4MOS-Kameralösung: Hochauflösende
Bilder in Farbe und Infrarot

Für Mediziner ist es ein entscheidender Faktor, bei Operationen winzige, aber entscheidende Details zu erkennen. Moderne Bildgebungsgeräte helfen ihnen dabei, indem sie sichtbar machen, was sich mit bloßem Auge nicht erkennen lässt. So können sie bei kritischen Fällen das bestmögliche für den Patienten tun. Die 4K-4MOS-Kameralösung von Panasonic unterstützt Mediziner bei chirurgischen Eingriffen durch hochauflösende, detailgenaue Bilder in 4K-Qualität. Im Verbund mit weiteren Komponenten, können OEM-Hersteller von Mikroskopie- und Endoskopie-Geräten Mediziner so eine neue Qualität bei der Visualisierung von Operationen bieten. Die Kameratechnik von Panasonic findet in vielen Bereichen Anwendung.

Mithilfe von ICG/Fluoreszenzflüssigkeit im Körper des Patienten visualisiert die 4MOS-Kamera beispielsweise im onkologischen Einsatz die Bereiche, die von einem Tumor befallen sind. Auch kleinste Tumorinseln sind auf diese Weise während des Eingriffs gut erkennbar, so dass die Chirurgen auch diese Krebszellen entfernen können. So werden die befallenen Bereiche auf dem Kamerabild farbig, etwa grün, hervorgehoben, was die Operation erheblich erleichtert. Fluoreszenz-Bildgebung kommt auch bei der Identifizierung von Wächterlymphknoten zum Einsatz. „Aufgrund des 4MOS-Sensors kann eine entsprechende Kamera überlagerte Echtzeitbilder bei 60fps in RGB und IR ausgeben. Die Bilder erscheinen zudem in 4K-Qualität – und das ohne Bildratenverlust“, fasst Margarita

Lindahl, European Marketing Manager bei Panasonic Business, die Vorteile der Kameratechnologie zusammen. Panasonic hat auf diese Technologie ein Patent inne.

Die 4K-4MOS Lösung zeichnet sich zudem durch die Individualisierbarkeit der Farbkanäle aus: Grundsätzlich können die Bilder als Kombination aus RGB und IR oder jeweils separat ausgegeben werden; ebenso steht PinP zur Wahl. Die Farbkanäle lassen sich unabhängig voneinander anpassen. Die 4K-4MOS Lösung kommt auch bei der Visualisierung der anatomischen Strukturen, der Perfusion bzw. Perfusionsdefekten sowie dem lymphatischen System im Einsatz.

Mehrwert der OEM-Lösung

Das 4K-4MOS System ist eine Original Equipment Manufacturer (OEM)-Kamera, die in Mikroskopie- oder Endoskopie-Systeme integriert werden kann. Mit dem Kamerasystem sind auch digitale Vergrößerungen sowie die Übertragung des Operationsfeldes zu weiteren Monitoren, sofern vorhanden, möglich.

Voraussetzung für den Einsatz des 4K-4MOS Prismablocks ist eine 4K-Infrastruktur, etwa die entsprechenden Monitore. OEM-Hersteller können wahlweise die weiteren, für ein funktionsfähiges Gesamtsystem notwendigen, Systemkomponenten aus eigener Herstellung, von Partnern oder von Panasonic selbst beziehen. Darüber hinaus stellt Panasonic die für den operativen Einsatz zum Teil notwendigen Systemkomponenten zur Verfügung: Dazu gehören neben dem Main Control Board auch die im OEM Connection Kit gebündelten Bestandteile wie CCU Connector Board, 3G SDI Board, TG Connector Board FPC und Head Connector Board – alles, was für eine vollständige Steuerungseinheit erforderlich ist.

OEM-Kunden profitieren hier von einem wichtigen Mehrwert: Aufeinander abgestimmte Komponenten helfen, die Entwicklungszeit des Produktes, unerwartete Risiken sowie unnötige Investitionen zu reduzieren. OEM heißt für Panasonic intensive, unterstützende Zusammenarbeit. So kooperieren die Ingenieure eng mit den OEM-Geschäftspartnern und unterstützen diese durch maßgeschneiderte Lösungsansätze – eine wertvolle Hilfe, um OEM-Komponenten schnell in die Prototypen zu integrieren. ■

KONTAKT

Panasonic Marketing Europe GmbH,
Hamburg
Industrial Medical Vision
info.business.eu@eu.panasonic.com
Tel.: +49 40 854 928 35
www.business.panasonic.eu/



Echte 3D-Inspektion ohne Spezialbrille

Digitales stereoskopisches 3D-Display
Deep Reality Viewer Z1

Den ersten Platz der Kategorie „Vision“ belegt der Mikroskophersteller Vision Engineering. Zur Preisverleihung reiste die Redaktion der inspect in den Großraum München, genauer: nach Emmering. General Manager Joachim Glaab und Central Europe Marketing Manager Stefan Summer präsentierten das Gewinnerprodukt.

inspect: Was ist das Besondere an Ihrem Produkt?

Stefan Summer: Das Besondere ist erstmal der Produktname: DRV Z1. Das Z steht hier für Zoom, also die Mikroskopeinheit. DRV steht für Deep Reality Viewer. Beides zusammen ergibt ein digitales 3D-Betrachtungssystem. Das heißt, ich habe zwar ein rein digitales Bild, dieses vereint aber die Vorteile der digitalen und der optischen Mikroskopie. Und das Ganze ohne extra 3D-Brille, wie sie derzeit alle anderen erhältlichen 3D-Systeme erfordern.

inspect: Was bedeutet das für den Anwender?

Stefan Summer: Erstens ermöglicht das DRV Z1 ein komfortables und ergonomisches Ar-



© Redaktion inspect

(v.l.): Stefan Summer, Central Europe Marketing Manager Vision Engineering; David Löh, Stv. Chefredakteur der inspect, und Joachim Glaab, General Manager von Vision Engineering

beiten. Zudem ermöglicht die beschriebene Technologie ein extrem großes Sichtfeld, was sich von dem klassischen Mikroskopbild unterscheidet, das ein begrenztes Sichtfeld hat und nur rund ist. Beim DRV haben wir jedoch ein Bild in voller Displaygröße, das sehr viele Informationen auf einmal enthält. Und das alles in einer dreidimensionalen Sichtweise.

inspect: Bei welchen Anwendungen kommen diese Vorteile vor allem zum Tragen?

Stefan Summer: Überall, wo man dreidimensionale Objekte inspizieren oder manipulieren will, hauptsächlich bei Mikromanipulation und -montage. Typische Anwenderbranchen sind unter anderem die Medizintechnik, etwa bei Herzklappen oder -schrittmachern. Hier muss mit speziellen Werkzeugen bei einer bestimmten Vergrößerung gearbeitet werden, wobei das große Sichtfeld mit der dreidimensionalen Darstellung das Arbeiten stark vereinfacht. Auch die Tiefenschärfe gehört zu den großen Vorteilen der Technologie.

inspect: Welche Trends gibt es aus Ihrer Sicht derzeit in der optischen Inspektion?

Stefan Summer: Ein wesentlicher Trend ist die digitale Mikroskopie, wie wir sie seit einigen Jahren kennen. Befördert hat das die Weiterentwicklung der Kamera- und Displaytechnologie. Die digitale Mikroskopie hat viele Vorteile, etwa die höhere Flexibilität und damit einem breiteren Anwendungsspektrum, die

einfachere Handhabung und den dadurch geringeren Schulungsaufwand und so weiter.

Und unser System fügt diesem jetzt das dreidimensionale Betrachten hinzu, was in naher Zukunft sehr viele Anwendungen erobern wird. Davon sind wir überzeugt.

inspect: Industrie 4.0: Inwiefern lässt sich das DRV Z1 in ein Unternehmensnetzwerk einbinden?

Stefan Summer: Die DRV-Produktfamilie (Das Z1 ist deren erstes Mitglied.) lässt sich einfach vernetzen: So kann man ortsunabhängig mit mehreren Systemen arbeiten. Das heißt, ich kann mit zwei Systemen an verschiedenen Standorten ein Objekt in 3D betrachten und beispielsweise abteilungsübergreifend Entscheidungen treffen.

inspect: Über welche neuen Produkte aus dem Hause Vision Engineering können sich die inspect-Leser in naher Zukunft freuen?

Stefan Summer: In diesem Jahr werden wir das DRV D1 veröffentlichen, die Display-Variante des Z1. Das heißt, die Bildausgabe erfolgt rein über den angeschlossenen Monitor. Das Mikroskopmodul des Z1 ist hier also nicht vorhanden. Man kann damit – verbunden mit einem PC – entsprechende externe Daten wie etwa CAD- oder Röntgendaten über eine Software mit einblenden und diese dann dreidimensional betrachten – ohne extra 3D-Brille. (dl) ■

inspect
award 2020
winner



Digitales stereoskopisches 3D-Display: Deep Reality Viewer (DRV)

Es ist das weltweit erste echte digitale Stereo-3D-Display mit integriertem Mikroskopmodul. Der DRV bietet dem Anwender den ersten Bildausschnitt auf einem digitalen 3D-Display im Breitbild-Format und gewährleistet die Interaktion mit anderen Anwendern.

Mehr Informationen als von einer Highspeed-Kamera

Gewinnerprodukt Linux-basierte Smartkamera mit Event-Based Sensor

2. Platz
Vision

Imago
Technologies

Carsten Strampe, Managing Director bei Imago, erklärt die Vorteile von Event-based und gibt einen Ausblick auf die am 25. Februar startende Embedded World

inspect: Wo sehen Sie den USP Ihrer Linux-basierten Smart-Kamera mit Event-based-Sensor?

Carsten Strampe: Das Besondere an der Kamera ist der Sensor sowie die Kombination aus Smart-Kamera und Event-based-Sensor in einem Industrieprodukt.

inspect: Was genau heißt Event-based?

Carsten Strampe: In der Bildverarbeitung haben wir 2D-Bilder, die von einer Kamera Bild für Bild erfasst werden, das heißt nacheinander. Und wenn sich im Bild bestimmte Dinge bewegen, muss ich diese Bewegung mit einem bestimmten Algorithmus aus dem gesamten Bild extrahieren. Bei Event-based habe ich keine Kamera im herkömmlichen Sinne mehr, sondern hier sagt jeder Pixel für sich, dass in der Szene etwas passiert ist. Diese Bewegungen können bis zu 20 kHz schnell sein. Das heißt, bei Event-Based erfasse ich nur noch

© Redaktion inspect



(v.l.): Carsten Strampe, Imago, und David Löh, Stv. Chefredakteur der inspect

Bewegungsdaten zu ganz unterschiedlichen Zeitpunkten, die sogenannten Events – und keine festen Frames mehr. Als Ergebnis habe ich dann auf meinem Rechner einen zeitlichen Strom von Events, den ich dann mathematisch interpretieren muss.

inspect: Und wie bekomme ich jetzt die Smart-Kamera und den Event-based-Sensor zusammen?

Carsten Strampe: Im klassischen Sinne handelt es sich hierbei um keine Kamera mehr, die Bild für Bild erfasst. Es ist mehr ein allgemeiner Oberbegriff für diese Art von Systemen.

inspect: Wo sehen Sie den größten Nutzen für den Anwender?

Carsten Strampe: Der Anwender muss zum einen nicht mehr herausbekommen, was sich auf den einzelnen Bildern bewegt respektive verändert hat. Zudem erhält er je nach Anwendung wesentlich mehr Informationen im Vergleich zu einer Highspeed-Kamera.

inspect: Was sind denn typische Anwendungsfelder?

Carsten Strampe: Hier sind wir aktuell an vielen Anwendungsfeldern dran, teilweise auch an vielen neuen. Der Fokus liegt sicher im Bereich Vibrationserfassung. Hier geht es

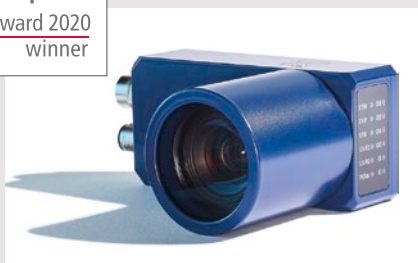
um die Interpretation von Bewegung und das je schneller desto besser.

Zudem haben wir eine erste Applikation – Injection Control – selbst entwickelt. Hier soll mit Event-based geprüft werden, ob beispielsweise eine Tablette, die nicht in Ordnung ist, wirklich ausgepustet wurde und nicht irgendwo hängengeblieben ist. Um das zu prüfen, sind Sensoren typischerweise zu unzuverlässig und Bildverarbeitung viel zu teuer. Doch mit Event-based lässt sich das recht simpel prüfen, denn wenn die Tablette ausgepustet wird, löst dies zahlreiche Events aus – auch in staubigen Umgebungen oder unter schlechten Beleuchtungsbedingungen. Des Weiteren ist die Prozessindustrie für uns noch komplett neu, aber durchaus auch interessant.

inspect: Am 25. Februar startet das Messejahr mit der Embedded World. Was wird bei Imago zu sehen sein?

Carsten Strampe: Klar, Event-based. Weiterhin werden wir die Visionbox Daytona mit dem Nvidia-Tegra-TX2-Prozessor zeigen, der sehr gern für Deep-Learning-Applikationen genutzt wird, um die Inferenzprogramme rechnen zu lassen. Wir haben diesen relativ simpel mit den typischen BV-Schnittstellen verheiratet. Das dritte Thema geht in Richtung Integration der Visioncam mit Optik und Beleuchtung. (agry) ■

inspect
award 2020
winner



Linux-basierte Smart-Kamera mit Event-based-Sensor

Der Kamerasensor reagiert Pixel-individuell nur auf Bewegungsänderungen und reduziert hierdurch redundante Daten. Jeder Pixel ist in der Lage, Bewegungsänderungen bis in den kHz-Bereich zu übermitteln. Schnellste Bewegungsanalysen und Klassifikationen sind damit möglich.

3. Platz
Vision

Edmund
Optics

Dr. Boris Lange, Manager Imaging für Europa bei Edmund Optics, erklärt im Interview, wo die eigentliche Innovation in den Objektiven der CA-Serie liegt und welche Vorteile der Anwender dadurch hat.

inspect: Was ist das Besondere an Ihrem Produkt?

Dr. Boris Lange: Das herausragendste Feature unserer CA-Serie ist sicherlich der TFL Mount. Das alleine ist aber nicht wirklich spannend. Eigentlich ausschlaggebend an der Stelle ist, dass Sony und e2v in der jüngeren Vergangenheit Sensoren im APS-C-Format auf den Markt gebracht haben. Die sind auch schon in einigen Kameras zu finden. Wir bei EO haben uns entschieden für diese „Zwischengröße“ (zwischen 1,1 Zoll- und Vollformatsensoren) eine eigene Objektivserie auf den Markt zu bringen. Beim Mount stellte sich dann aber die Frage: Bleiben wir bei bislang mehr oder weniger bewährten Möglichkeiten, oder wollen wir versuchen etwas Neues zu etablieren? F-Mount beispielsweise ist eigentlich zu groß, außerdem trotz der weiten Verbreitung im Markt nicht sonderlich



Bei der Verleihung des inspect award 2020 (v.l.n.r.): David Löh, Stv. Chefredakteur der inspect; Agnes Hübscher, Marketing Director Europe, und Helge Vogt, Sales Director Europe (beide Edmund Optics)

beliebt (Stichworte: Robustheit, relativ langes Aufmaß). Von daher entschieden wir uns für den TFL Mount. Dieser ist schon seit langer Zeit von der J1A standardisiert, wurde aber bislang von keinem Optik- oder Kamerahersteller wirklich genutzt. Mit den neuen APS-C-Sensoren wird sich das aber ändern – so hoffen wir zumindest. Weiter hat man hier ein deutlich kürzeres Aufmaß, nämlich die schon vom C-Mount gewohnten 17,526 mm. Zusammen mit dem M35 x 0,75-Gewinde erlaubt es der TFL Mount Objektiv für APS-C-Sensoren kompakter zu gestalten als es mit F-Mount oder mit M42 der Fall wäre.

inspect: Wo sehen Sie den größten Nutzen für den Anwender?

Dr. Boris Lange: In aller Kürze: Die Objektiv der CA-Serie sind verglichen mit F-Mount- oder M42-Objektiven kompakter und günstiger. Speziell im Vergleich mit dem F-Mount sind sie außerdem robuster. Weiterhin ist der Mount durch die J1A standardisiert, man kann also bedenkenlos Kameras und Objektiv verschiedener Hersteller kombinieren.

inspect: Was sind die allgemeinen Trends in der industriellen Bildverarbeitung und inwiefern spiegeln sich diese Marktanforderungen in Ihren Produkten wider?

Dr. Boris Lange: Ganz allgemein gesprochen gibt es natürlich die Evergreens unter den

Trends, die jeder wahrnimmt. Preisdruck, kompaktere Systeme, Sensoren mit höherer Auflösung. Die CA-Serie deckt wie besprochen die Trends Kompaktheit und höhere Auflösung ab. Speziell für die Optik sehen wir, wie auch schon in den letzten Jahren, immer noch zwei Themen als essentiell an: Erstens die Stabilität auch in rauen Umgebungen. Deswegen haben wir ja unsere spezielle C-Mount- und M12-Objektivserien entwickelt, die mit Schocks und Vibrationen umgehen können. Und zweitens das Thema Flüssiglinsen. Auch hierzu wird es dann spätestens auf der Vision Neuigkeiten von uns geben.

inspect: Was ist Ihre Prognose zur wirtschaftlichen Entwicklung im Jahr 2020?

Dr. Boris Lange: Aus der Perspektive eines Optikherstellers fällt es mir schwer, die Entwicklung für die gesamte Branche zu beurteilen. Für EO kann ich sagen, dass wir 2019 sehr gut abgeschlossen haben, aber es ist festzustellen, dass sich der Puls in einigen traditionellen Anwendungsbereichen verlangsamt hat. Für 2020 bin ich für EO aber grundlegend positiv eingestellt, zum einen aufgrund mehrerer Projekte mit kundenspezifisch entwickelten Objektiven, aber auch weil wir ohnehin sehr diversifiziert aufgestellt sind, was die Anwendungen angeht, die wir mit unseren Produkten adressieren. (dl) ■

inspect
award 2020
winner



Objektive für APS-C Sensoren: CA-Serie

Die CA-Serie ist eine Objektivreihe speziell für das neu aufkommende APS-C-Sensorformat mit 28 mm Diagonale. Besonders ist der verwendete TFL-Mount, der mit einem M35 x 0,75-Gewinde bei 17,526 mm Aufmaß als großer Bruder des für kleinere Sensoren etablierten C-Mounts betrachtet werden kann.

Handmessmittel und Messmaschine vereint

Gewinnerprodukt 3D-Koordinatenmessgerät XM-1200

1. Platz
Automation
+ Control

Keyence

Zur Preisverleihung reiste die inspect-Redaktion nach Neulsenburg und unterhielt sich mit Marcel Gross, Marketingleiter, und Camilla Morr, Senior Marketing Coordinator, über das Gewinnerprodukt und die Trends der optischen Messtechnik.

inspect: Was ist das Besondere am XM-1200?
Camilla Morr: Das Schöne am XM-1200 ist, dass wir die Lücke zwischen Handmessmittel und traditionellen CNC-gesteuerten Messmaschinen schließen. Durch die bildgeführte Messung mittels Augmented Reality lässt es sich ganz einfach bedienen – eben wie ein Handmessmittel. Man kann aber auch komplexe Maße abnehmen, die man normalerweise mit einer klassischen Messmaschine erfassen würde.

inspect: Welchen Vorteil bringt das dem Anwender?

inspect
award 2020
winner



3D-Koordinatenmessgerät: XM-1200
Die Modellreihe XM ist ein mobiles 3D-Koordinatenmessgerät. Die Messung erfolgt über einen handgeführten Messtaster.



(v.l.): Jörg Wüllner, Commercial Manager bei Wiley; Camilla Morr, Senior Marketing Coordinator, und Marcel Gross, Marketingleiter (beide Keyence); David Löh, Stv. Chefredakteur der inspect

Camilla Morr: Unsere Kunden überzeugen meist zwei wesentliche Vorteile: Zum einen ist es die einfache Handhabung, wodurch jeder Mitarbeiter das XM bedienen kann. Dadurch entsteht auch eine Personallastung, da die Messungen nicht unbedingt ein Messtechniker durchführen muss, sondern der Werker das direkt selbst machen kann. Zum anderen ist es das kompakte Design, wodurch man das Messgerät einfach auf einem Rollwagen platzieren kann, um es beispielsweise durch die Fertigung zu schieben. Außerdem kann man direkt an der Maschine messen, weil das XM-1200 robust gebaut und unempfindlich gegenüber äußeren Einflüssen ist. Es muss also nicht, wie viele herkömmliche Messgeräte, in einem klimatisierten Messraum stehen.

inspect: Gehört das zu den gängigen Anwendungen, das Messgerät neben der Maschine zu betreiben?

Camilla Morr: Tatsächlich haben ganz viele Kunden das Gerät in der Produktion stehen. Dadurch lässt sich mal eben schnell ein Maß nehmen oder Stichproben überprüfen. Die Werker müssen also dafür nicht immer mit dem Teil in den Messraum laufen.

inspect: Welche Trends sehen Sie in der optischen Messtechnik?

Camilla Morr: Ein großer Trend ist auf jeden Fall die Dokumentation. Es wird immer mehr gefordert, dass man die Qualität der Produkte belegen kann. Diesen Trend unterstützt das XM, das einen bebilderten Prüfbericht ausgibt.

inspect: Was werden die Besucher der Control bei Keyence zu sehen bekommen?

Marcel Gross: Es wird einige Highlights geben, auch neue Produkte. Nachdem es im letzten Jahr viele Neuigkeiten aus dem Bereich der Mikroskopie zu sehen gab, werden dieses Jahr auch wieder spannende neue Produkte aus der Koordinatenmesstechnik vorgestellt.

inspect: Wie ist Ihre wirtschaftliche Prognose für 2020?

Marcel Gross: Wir hoffen, dass der Markt wieder an Sicherheit gewinnt, nachdem ein paar große Entscheidungen gefallen sind, darunter der Brexit und die Präsidentschaftswahlen in den USA. Worauf wir darüber hinaus sehr gespannt sind, sind die Entwicklungen im Bereich E-Mobilität. Da wird sich sicher viel tun, gerade auch bei deutschen Automobilherstellern. (dl) ■



Lückenloses Inspizieren des Bauteilinneren

Gewinnerprodukt industrieller Computertomograf GOM CT

Die inspect unterhielt sich mit Felix Lißon, Sales Engineer CT, und Dr. Dominik Stahl, Director Applied Research, über den GOM CT, aber auch über die Trends der optischen Messtechnik.

inspect: Was ist das Besondere am industriellen Computertomografen GOM CT?

Dr. Dominik Stahl: Der GOM CT ist ein industrieller Computertomograf, der bei der Bauteildigitalisierung eine sehr hohe Detailschärfe erreicht: einerseits, weil die Erfassung der Messdaten über einen hochauflösenden 3k-Röntgendetektor mit feinem Pixelraster erfolgt. Andererseits, weil jedes Bauteil in bestmöglicher Messposition – und damit stets in höchstmöglicher Auflösung – gemessen wird. Seine Stärke spielt der GOM CT vor allem bei der Messung von kleinen Kunststoff- und Leichtmetallteilen aus.

Außerdem lassen sich innerhalb des Messfelds auch mehrere Objekte messen, was die Durchsätze in der Produktion weiter steigert.



(v.l.): Felix Lißon, Sales Engineer CT, und Dr. Dominik Stahl, Director Applied Research (beide GOM), sowie David Löh, Stv. Chefredakteur der inspect, bei der Preisverleihung des inspect award 2020

Einige Anwender des GOM CT messen über 100 Teile gleichzeitig. Dazu werden diese in mehreren Lagen geschichtet.

inspect: Wo sehen Sie den größten Nutzen für den Anwender?

Felix Lißon: Viele CT-Systeme verlangen dem Nutzer einiges ab: Sie erfordern eine manuelle Positionierung des Bauteils im Messraum. Und das kann sich zu einem echten Geduldsspiel entwickeln. Mit viel Fingerfertigkeit muss der Anwender per „Trial-and-Error-Methode“ die bestmögliche Position finden. Beim GOM CT dagegen befindet sich im Messraum eine 5-Achs-Kinematik mit integriertem Zentriertisch. Der Nutzer platziert das zu messende Bauteil einfach auf dem Zentriertisch und schließt die Tür zum Messraum. Dann lässt sich in der Software des GOM CT per Live-Bild anzeigen, wie der Röntgendetektor den Prüfling in seiner aktuellen Position erfassen würde, und kann die Messposition per Software optimieren.

inspect: Was sind die allgemeinen Trends in der industriellen (optischen) Messtechnik und inwieweit spiegeln sich diese Marktanforderungen in Ihren Produkten wider?

Dr. Dominik Stahl: Wir erkennen ganz klar den Trend, Messungen direkt in die Produk-

tion zu integrieren. Die erhobenen Messdaten sind oft bezüglich Qualität und Prozess relevanter als die im Messraum erzielten Daten. Damit einher geht der starke Trend zur Automatisierung.

inspect: Auf welche neuen Produkte dürfen sich die inspect-Leser im nächsten Jahr freuen?

Dr. Dominik Stahl: Wir möchten nicht zu viel verraten, aber die Leserinnen und Leser können sich nach dem Allround-Sensor Atos 5, dem Spezialisten für große Flächen, Atos 5X, und dem Experten für kleinste Teile, dem Atos 5 for Airfoil, auf weitere Innovationen bei der Hard- und Software freuen. Auch bei den Automatisierungslösungen ergänzen wir unser Portfolio weiter.

inspect: Was ist Ihre Prognose zur wirtschaftlichen Entwicklung im Jahr 2020?

Dr. Dominik Stahl: Die OECD hat für Deutschland 2020 ein Wachstum der Wirtschaftsleistung um nur 0,4 Prozent prognostiziert. Anhaltende Spannungen im Welthandel könnten im gesamten Euroraum zu einem Konjunkturausgang führen. Vor diesem Hintergrund werden Aspekte wie Qualitätskontrolle und Prozessoptimierung noch wichtiger. Daher gehen wir von einem weiteren erfolgreichen Geschäftsjahr aus. (dl) ■

inspect
award 2020
winner



Messtechnik-CT GOM CT

Ein kontraststarker 3k-Röntgendetektor erzeugt ein Pixelraster von 3.008 x 2.512 Pixel und ermöglicht damit das hochpräzise Erfassen des Bauteils. Eine 5-Achs-Kinematik mit integriertem Zentriertisch erleichtert es, das Bauteil optimal zu positionieren.

Mit dieser Genauigkeit sind wir einzigartig!

Gewinnerprodukt Handyscan Black

3. Platz
Automation
+ Control

Creaform

Im Interview: Stefan Hoheisel, Sales Manager DACH, über das Gewinnerprodukt Handyscan Black

inspect: Wo sehen Sie den USP Ihres Messtechnik-Scanners?

Stefan Hoheisel: Es gibt bei unserem Handyscan Black nicht nur einen, sondern gleich mehrere Alleinstellungsmerkmale. Wir fassen diese immer gerne in drei englischen Schlagwörtern – denn das Unternehmen hat seine Wurzeln ja in Kanada und wir gehören zum amerikanischen Mutterkonzern – zusammen. Mit dem Handyscan Black haben wir ein Produkt entwickelt, das sehr benutzerfreundlich und einfach zu bedienen ist (Trusimplicity) ist. So sind zum Beispiel die Hauptfunktionen zum Scannen direkt am Gerät einstellbar.

Truportability, also die Mobilität des Systems, ist und bleibt ein Hauptmerkmal aller

© Redaktion inspect



(v.l.): David Löh, Stv. Chefredakteur der inspect; Stefan Hoheisel, Sales Manager DACH bei Creaform, und Anke Grytzka-Weinhold, Product Manager Technologie bei Wiley

inspect
award 2020
winner



Handyscan Black

Der Handyscan Black ist ein handgeführter 3D-Scanner, für dessen Betrieb weder ein Stativ noch ein externes Trackinggerät erforderlich ist. Er passt in einen kleinen Transportkoffer, sodass er überall hintransportiert werden kann und ist in weniger als zwei Minuten einsatzbereit. Dieses eigenständige Gerät verfügt über mehrere blaue Laserkreuze und eine automatische Netzgenerierung, die einen schnelleren Arbeitsablauf vom Setup über den Scan bis hin zur Datei ermöglicht.

unserer Systeme: In der konventionellen Messtechnik mussten die Messobjekte bisher vom Einsatzort in den Messraum gebracht werden - mit dem mobilen 3D-Scanner kommt das Messgerät direkt zum Objekt.

Truaccuracy ist uns enorm wichtig, denn es beschreibt den Unterschied zwischen dem einfachen Erzeugen von 3D-Daten und dem rückführbaren 3D-Messen, so wie es in der Messtechnik erwartet wird: Unser System ist zertifiziert nach VDI 2634 und kann als rückführbares Messmittel eingesetzt werden.

inspect: Wo sehen Sie neben der Kompaktheit und Genauigkeit weitere Trends in der optischen Messtechnik?

Stefan Hoheisel: Die optische Messtechnik bietet gegenüber konventionellen Verfahren den Vorteil, dass viel mehr Daten erzeugt werden, die ein genaueres Verständnis des Bauteils ermöglichen. Ich denke, wir sind uns einig, dass wir uns mehr und mehr von der konventionellen Messtechnik, bei der man punktweise misst, entfernen. Denn heutzutage haben wir wesentlich komplexere Bauteile, deren Komplexität wir auch verstehen müs-

sen – wir sprechen hier beispielweise von der Analyse von Freiformflächen.

inspect: Mit welchen Erwartungen – positiv wie negativ – gehen Sie ins Jahr 2020?

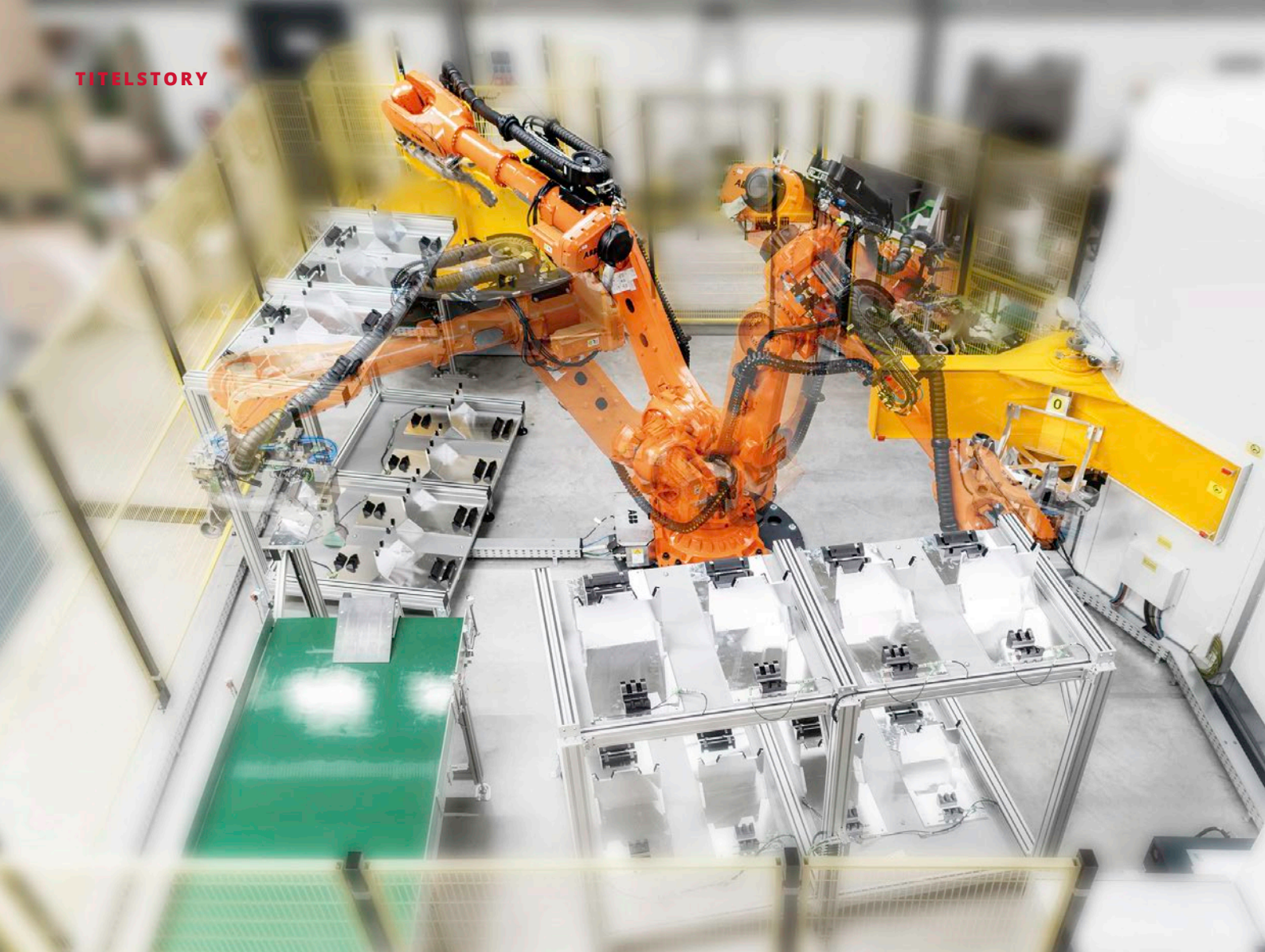
Stefan Hoheisel: Insbesondere die Automobilindustrie steht in den kommenden Jahren vor großen Herausforderungen.

Ich sehe aber zum Beispiel bei der Umstellung von konventioneller Antriebstechnik auf E-Mobilität auch eine Chance für neue Produktionsverfahren – und somit neue Einsatzgebiete für unsere Systeme.

Unsere Lösungen können der Industrie helfen, die kommenden Herausforderungen zu meistern.

inspect: Sind vergleichbare Produkte zum Handyscan Black am Markt erhältlich?

Stefan Hoheisel: Nein, mit dieser Genauigkeit und dieser Konstellation nicht – hier sind wir einzigartig! (agry) ■



Durchblick bei Aluminiumteilen

Automatisierte zerstörungsfreie Bauteilprüfung in der Automobilindustrie

Das lückenlose, umfassende Prüfen von Bauteilen ist ein Ideal, das sich gerade bei kurzen Zykluszeiten und hohen Stückzahlen nur schwer umsetzen lässt. Zwei Anwendungen von automatischen Röntgeninspektionssystemen in der Automobilzulieferindustrie schaffen genau dies: eine 100-Prozent-Kontrolle innerhalb der Fertigungslinie.

In der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung (ZfP) kommt die Röntgentechnologie schon seit jeher zum Einsatz. Anders als durch optische Verfahren lassen sich damit auch innenliegende Defekte, wie Poren,

Einschlüsse oder Geometrien, prüfen. Seit der Digitalisierungswelle um die Jahrtausendwende werden hierfür anstelle von analogem Film digitale Detektoren verwendet. Damit liegen die Daten in Echtzeit vor und können maschinell ausgewertet werden. Besonders im Automobilbereich mit seinen hohen Stückzahlen ist dies hochrelevant. Als Gründungsmitglied des „Arbeitskreises ZfP 4.0“ der DGzFP ist das mittelständische Familienunternehmen Visioconsult X-ray Systems & Solutions, ein Hersteller von Röntgensystemen aus Norddeutschland, maßgeblich an der Standardisierung von Schnittstellen und Standards beteiligt. Nur so ist es möglich, auch die Prüftechnik nahtlos in Industrie-4.0-Umgebungen zu implementieren. Einen besonderen Fokus legt der Arbeitskreis hierbei auf drei Bereiche: Traceability und

Prozesssicherheit durch Bauteilidentifizierung, offline Programmierung an digitalen Zwillingen, um Anlagenstillstände zu minimieren, und Kostensenken durch moderne Industrieroboter.

Röntgentechnik in die Produktionslinie integriert

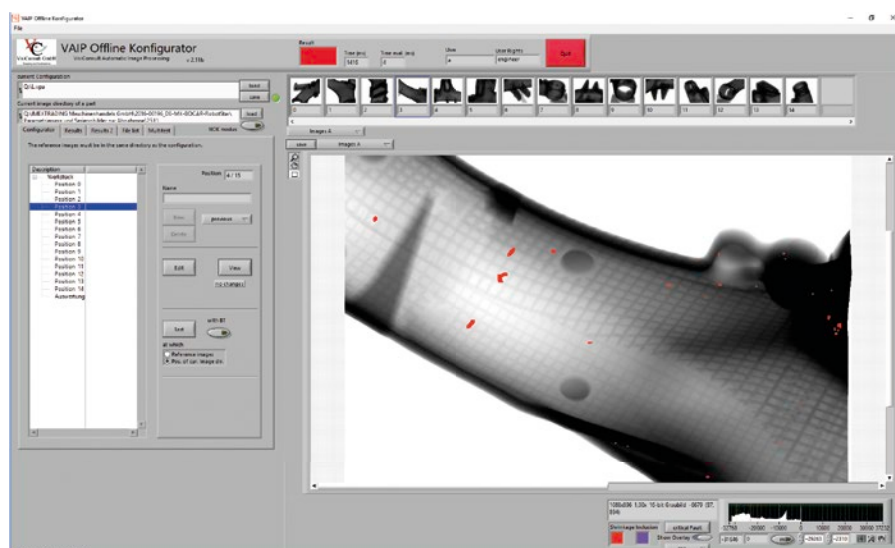
Eine Anwendung von Visioconsult in diesem Zusammenhang dreht sich um die Prüfung von Aluminiumgussteilen in der Automobilindustrie. Diese kommen aus Gewichtsgründen zunehmend anstelle von Stahlteilen seit Jahren mit stetig steigenden Anteilen zum Einsatz. Denn weniger Gewicht bedeutet weniger Kraftstoffverbrauch und somit Schadstoffausstoß. Der Nachteil von Aluminium gegenüber Stahl: Jener ist deutlich anfälliger für Produktionsmängel. Um diese ausschließen



Durch Parallelisierung erreicht das System eine sehr kurze Zykluszeit.

©Visiconsult

zu können, fordern Fahrzeughersteller von ihren Zulieferern eine umfangreiche Röntgenprüfung für Aluminiumgussteile. Als Partner der Automobilindustrie gehört Visiconsult inzwischen zu den weltweit führenden Anbietern von hochkomplexen, automatisierten Inspektionssystemen, die sich lückenlos in die Produktionsstraßen der Zulieferer integrieren lassen. Als Vorzeigebispiel dient hier das Röntgeninspektionssystem XRH-Robotstar, die mit Zulieferern und einem renommierten deutschen Automobilhersteller entwickelt wurde und mittlerweile mehrere Installationen weltweit vorweisen kann. „Das Grundprinzip der XRH-Robotstar ist hierbei immer gleich, allerdings ist jede Installation ein Unikat mit kundenspezifischen Schnittstellen und Förderkonzepten“ betont Lenhart Schulenburg, kommerzieller Leiter bei



©Visiconsult

Die Software findet und validiert Fehler in Bauteilen vollautomatisch.

Visiconsult. Besonders in produzierenden Branchen mit hohen Stückzahlen, wie eben in der Automobilindustrie, kann eine hundertprozentige Röntgeninspektion einen bedeutsamen Engpass im Produktionsablauf verursachen. Das System wurde daher auf maximalen Durchsatz optimiert.

Das Grundprinzip ist, dass ein außenstehender Beladeroboter die ankommenden Bauteile von der Förderanlage aufnimmt und die geprüften Bauteile auf ein IO- oder NIO-Band legt, während im Inneren ein Roboter mit Röntgengerät im C-Arm die Bauteile gemäß vorprogrammierten Testpositionen untersucht. Diese Konstruktion ermöglicht eine schnelle Inspektion mit vielen Freiheitsgraden. Da die Beladevorgänge und die Prüfprozesse parallel ablaufen, hängt die Durchlaufzeit ausschließlich von der Zahl der Testpositionen des Bauteils ab. Während dieses bei der Inspektion fixiert ist, fährt der Roboter mit dem Röntgendetektor bis zu zwölf Positionen ab, um eine hundertprozentige Prüfung sicherzustellen. In jeder Position reichen 1,5 s, um das jeweilige Röntgenbild zu erstellen. In diesem konkreten Beispiel ergibt sich daraus eine Zykluszeit von unter 16 s inklusive Handling. Dies ist eine enorme Einsparung im Vergleich zu mehreren Minuten bei der händischen Prüfung. Das Kosteneinsparungspotenzial ist enorm. „Nur durch Systeme mit hohem Automatisierungsgrad ist es unseren Kunden möglich, wettbewerbsfähig in Deutschland zu produzieren. Die hohen Personalkosten im Qualitätssicherungsbereich waren im Vergleich zu Zulieferern aus Niedriglohnländern nicht haltbar. So trägt Automatisierung zum Arbeitsplatzertand und zur Standortsicherung bei“ sagt Schulenburg dazu.

Automatische Auswertung mittels KI

Die Entscheidung, ob ein Bauteil in Ordnung oder nicht in Ordnung ist, trifft die Prüfsoftware auf der Grundlage einer automatischen Bildauswertung und Fehlererkennung selbstständig. Durch künstliche Intelligenz ist die Software lernfähig: Je mehr Röntgenbilder sie im Laufe der Zeit analysiert, desto präziser fällt ihre Beurteilung hinsichtlich der Fehlertoleranzen aus. „Bei Aluminiumgussteilen können zwei Formen von Mängeln auftreten“, erklärt Schulenburg. „Wenn beim Gießprozess Blasen im Material entstanden sind, wird diese Porosität auf dem Röntgenbild durch geringere Grauwerte sichtbar. Höhere Grauwerte deuten hingegen auf den Einschluss von Fremdmaterialien hin, was das Bauteil ebenfalls unbrauchbar macht.“ Die entstandenen Aufnahmen analysiert die Visiconsult-ADR-Software (ADR: Automated Defect Recognition) automatisch auf kritische Produktionsfehler oder entsprechend vom Kunden definierte Kriterien hin. Bei einer



In diesem Beispiel ergibt sich eine Zykluszeit von unter 16 s inklusive Handling – im Vergleich zu mehreren Minuten bei der händischen Prüfung«

Mischproduktion kann das System zudem unterschiedliche Sequenzen für jeden Bauteiltyp anwenden. Unterschieden werden diese durch einen Datamatrix-Code (DMC). Dieser kommt auch zum Einsatz, um die Prüfdaten im kundeneigenen MES oder ERP-System zu archivieren. Im Zuge der Anlagenkonzeption unterstützt das Applikationsteam von Visiconsult bei der Umsetzung der Prüfanforderungen des Anwenders und führt Trajektorien-Optimierungen durch, um die Zykluszeit so weit wie möglich zu verringern.

100-Prozent-Prüfung mit CT

Eine Sonderform der Röntgenprüfung ist die Computertomographie (CT), die verwendet wird, um Bauteile dreidimensional zu rekonstruieren. Somit ist es möglich, volumetrische Defekte zu finden und dreidimensional zu vermessen. Die Technologie wurde in der Vergangenheit aufgrund der langen Scanzeiten hauptsächlich im Laborbereich verwendet. Aufgrund von schnelleren Hochleistungscomputern und besseren Algorithmen hält die Technologie allerdings vermehrt Einzug in die Produktionslinie, für eine hundertprozentige CT-Prüfung von Bauteilen.

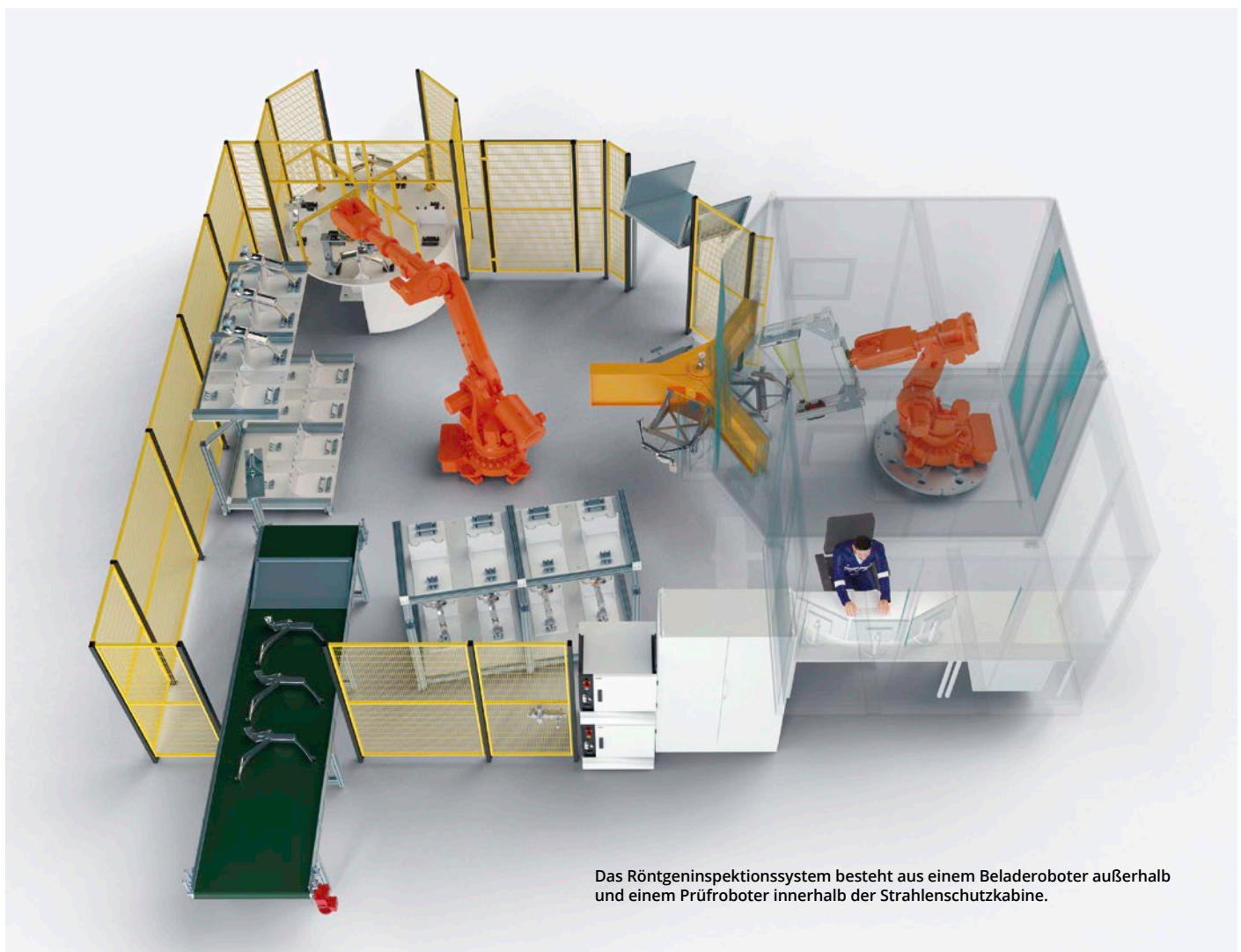
In-Line CT ermöglicht sichere E-Mobilität

Visiconsult, als Anbieter von Röntgenlösungen, konnte jüngst bereits mehrere vollautomatische In-Line-CT-Systeme bei renommierten Zulieferern installieren, unter anderem für die Prüfung von Kurzschlussringen.

Visiconsults Kooperationspartner im Bereich Elektromobilität ist Breuckmann Emobility, ein Tochterunternehmen von Breuckmann, und bietet gegossene Rotoren für Elektromotoren an. In einem Rotor befindet sich zwischen den Kurzschlussringen ein Blechpaket, das durch Aluminium mit den Ringen verbunden wird. Die Herausforderungen beim Gießen der Kurzschlussringe sind unter anderem, dass das Aluminium beim Erreichen der Endseite des Blechpaketes noch ausreichend flüssig sein muss. Wird dies nicht erreicht, bilden sich Hohlräume, die je nach Größe tolerierbar sind oder zum Ausschuss des Rotors führen. Während kleine Hohlräume unbedenkliche Diskontinuitäten im Material sind, führen große Hohlräume zur Verringerung der Festigkeit des Kurzschlussringes. Damit Letzteres entsprechend aussortiert werden kann, ist eine Prüfung

mittels Computertomografie und automatischer Defekterkennung (ADR) unabdingbar.

Visiconsult konnte zahlreiche CT-Lösungen in Inline-Produktionen integrieren, sodass Ihre Kunden von einer 100-Prozent-Prüfung ohne Zeiteinbußen profitieren. Dabei können die Rotoren direkt nach dem Guss zur Materialprüfung, da sie auf dem Weg auf einem Förderband durch einen Kühltunnel fahren. Dadurch werden unter anderem konstante Temperaturbedingungen erreicht. Anschließend positioniert ein Roboter zwei Rotoren mit jeweils zwei Kurzschlussringen an den Enden in der Kabine, in der sich zwei Röntgenröhren befinden. Dadurch kann jeweils ein Röntgenstrahlkegel zwei nebeneinanderliegende Kurzschlussringe in seiner Mitte erfassen. Er scannt also vier Kurzschlussringe auf einmal. Visiconsult als Sondermaschinenbauer im Röntgenbereich konnte so die komplette Prü fzelle als Blackbox installieren. Der zufriedene Kunde braucht kein weiteres Röntgen- oder Prozess Knowhow. Mit Be- und Entladen befindet sich die Inline-Lösung bisher in einer Taktzeit von 42 s pro Rotor. Neben dem zeitlichen Vorteil dient die doppelte Röhrenausstattung auch



Das Röntgeninspektionssystem besteht aus einem Beladeroboter außerhalb und einem Prüfroboter innerhalb der Strahlenschutzkabine.



Ein Röntgen-C-Arm fährt ein Bauteil zur Bildaufnahme ab.



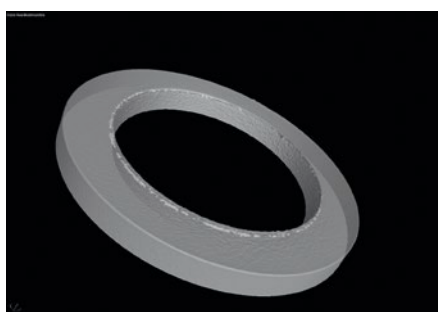
Der Roboter legt immer zwei Rotoren gleichzeitig in die Röntgenkabine.

einem genaueren Scan und sorgt für höhere Anlagenverfügbarkeit durch Redundanz.

Die darauffolgende Analyse kann gemäß der Norm P202 von VW oder anderen Automobilherstellern erfolgen. Mit diesem System lassen sich lückenlose zerstörungsfreie 3D-Analysen durchzuführen. Geht eine Hohlraumgröße über die einer Ungänge hinaus, wird es als Materialfehler eingestuft und kategorisiert ein Bauteil als nicht in Ordnung (n.i.O.), wonach es aussortiert wird.

Künstliche Intelligenz verkürzt Anlaufzeiten

Heutzutage werden Produktionszyklen immer kürzer und der Markt verlangt nach kürzeren Anlauf-Zeiten. Durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz lässt sich dieser Aufwand massiv reduzieren. Erste Tests mit verfügbaren KI-Frameworks erreichten in einer Blindstudie bereits Detektionsquoten von bis zu 90 Prozent im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren der industriellen Bildverarbeitung.



Der Endring weist keine Porosität auf und ist somit in Ordnung.

„Die Tests in diesem Bereich befinden sich noch am Anfang“, sagt Schulenburg „da mit unseren Systemen sicherheitskritische Bauteile geprüft werden, sind umfangreiche Tests und Qualifikationen nötig“. Das Unternehmen hat bereits im Jahr 2017 eine Forschungs-kooperation mit der Universität zu Lübeck geschlossen. In diesem Rahmen finden mehrere Projekte zum Thema KI statt.

Entscheidend für den Erfolg einer KI ist die Anzahl und Qualität der zugrundeliegenden Bilddaten. „Daten sind das Öl der Industrie 4.0“ betont Schulenburg. Aus diesem Grund hat Visiconsult eine Cloud-Lösung entwickelt, in die Kooperationspartner bewertete Bilddaten laden. Diese werden dann anonymisiert und zur Parametrierung der KI genutzt. Je höher die Qualität der Daten, desto präziser kann die KI trainiert werden. Die Fehlerdatenbank umfasst mittlerweile mehrere hunderttausend Datensätze mit markierten und klassifizierten Fehlern.

Diese fließen unter anderem in die kürzlich zum Patent angemeldete automatische Roboter-Nachführung: Durch die Kombination von Robotik, 3D-Sensorik und Bildregistrierung lassen sich so hohe Wiederholgenauigkeiten ohne teure Bauteilhalter erreichen. Dieses System soll nun mit den neuen KI-Lösungen kombiniert werden und so den Anlaufprozess von mehreren Tagen auf wenige Stunden reduzieren. Bauteile werden dann im Mischbetrieb auf einem Förderband in die Anlage gefahren und vom System automatisch erkannt. Die Software würde dann erkennen, um welches Bauteil es sich handelt und die Robotik

Über Visiconsult

Das mittelständische Familienunternehmen mit rund 100 Mitarbeitern weltweit fokussiert sich auf die Herstellung von Standardsystemen, automatischen Inline-Prüfsystemen, Computertomographiesystemen und Deckenstativ-Anlagen zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung. Außerdem ist das Unternehmen im Bereich der Röntgengeräte für die öffentliche Sicherheit aktiv, wobei verdächtige Gepäckstücke mobil geprüft werden.

auf die exakte Position nachführen. Hiermit würden Rüstzeiten komplett eliminiert und der Durchsatz massiv steigen. Als Nebeneffekt reduziert sich der Pseudo-Ausschuss und die Detektionswahrscheinlichkeit steigt. ■

AUTOR
Lennart Schulenburg
 Kommerzieller Leiter

KONTAKT
 Visiconsult X-ray Systems
 & Solutions GmbH, Stockelsdorf
 Tel.: +49 451 290 28 60
 l.schulenburg@visiconsult.de
 www.visiconsult.de

WEITERE INFORMATIONEN
 Detailliertes Video
 über die Röntgeninspektions-
 anlage bei einem
 Automobilzulieferer.



Sensorübersicht Monokameras

Teil 2

In der letzten Ausgabe der inspect haben wir Ihnen bereits Teil 1 des Flir Kamera-Sensor-Tests von 100+-Modellen vorgestellt. Teil 2 beschäftigt sich nun mit der Auswahl des richtigen Sensortyps.

Damit immer die richtige Kamera für eine Anwendung zur Verfügung steht, entwickelt und fertigt Flir industrielle Kameras mit vielen verschiedenen Sensoren. Durch das Verständnis der Unterschiede beim optischen Format, Ausleseverfahren und der Pixelstruktur dieser Sensoren sowie deren Auswirkungen auf die einzelnen Leistungskriterien lässt sich die jeweils bestgeeignete Kamera auswählen.

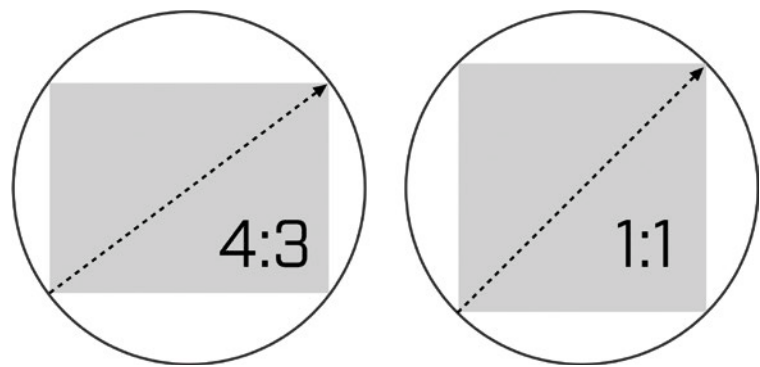
Auflösung, Pixelgröße und optisches Format

Auflösung, Pixelgröße und optisches Format sind eng miteinander verbunden. Das optische Format eines Sensors entspricht der physischen Größe des Bildsensors. Es wird diagonal über den Sensor gemessen und entspricht dem Durchmesser des Bildkreises, den das Objektiv zur vollständigen Beleuchtung des Sensors produzieren muss. Sensoren können sich durch das Seitenverhältnis unterscheiden und trotzdem das gleiche optische Format haben.

Durch ein Erhöhen der Auflösung bei gleichbleibendem optischem Format kann die Pixelgröße verringert werden. Kleinere Pixel derselben Pixelarchitektur verfügen im allgemeinen über eine verringerte Quanteneffizienz und Sättigungskapazität. Durch ein Verringern der Pixelgröße bei gleichbleibender Auflösung kann die Sensorgröße verringert werden. Objektive für kleinere Sensoren sind allgemein kompakter, leichter und kostengünstiger als Objektive für größere optische Formate.

CMOS im Vergleich zu CCD

CMOS ist bei vielen Bildsensoren die vorherrschende Technologie. Im Vergleich zu den CCD-Sensoren, die durch CMOS-Bildsensoren ersetzt wurden, zeichnen sich CMOS-Sensoren durch eine überragende Bildqualität über viele verschiedene Kenngrößen aus, unter anderem Quanteneffizienz, Grenzempfindlichkeit, Dynamikbereich und zeitliches Dunkelrauschen. CMOS-Bild-



Sensoren können sich durch das Seitenverhältnis unterscheiden, aber trotzdem das gleiche optische Format haben.

sensoren können Pixel deutlich schneller als CCDs auslesen, was bei Sensoren mit der gleichen Auflösung eine deutlich höhere Geschwindigkeit ermöglicht.

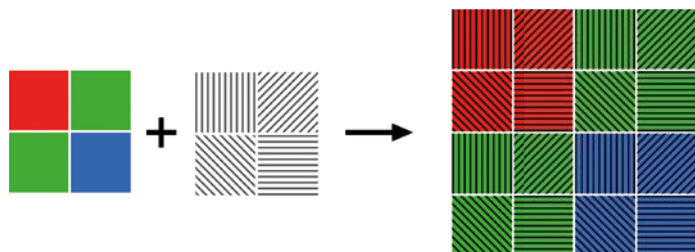
Global Shutter im Vergleich zu Rolling Shutter

Sensoren mit Global Shutter verfügen an jedem Pixel über eine Ausleseschaltung. Auf diese Weise kann jedes Pixel auf der Sensorplatte gleichzeitig gelesen werden. Sensoren mit Rolling Shutter lesen jede Zeile sequentiell. Sensoren mit Global Shutter werden für bewegliche Bildobjekte bevorzugt. Durch das gleichzeitige Auslesen aller Pixel lassen sich bewegliche Objekte ohne Verzeichnung er-

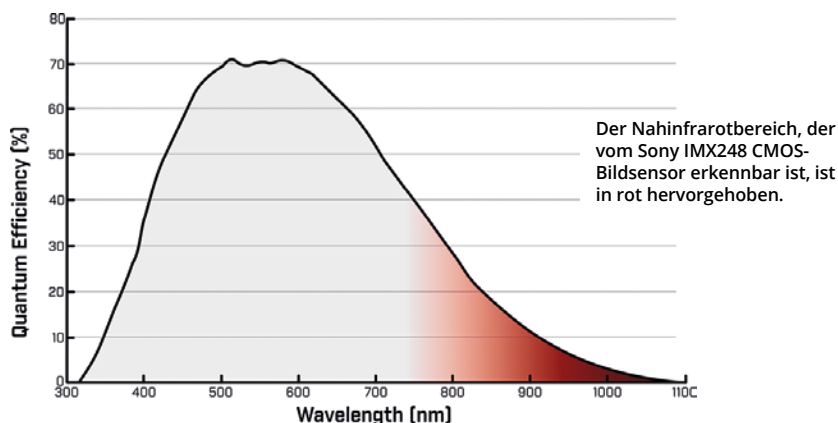
fassen. Wenn Sensoren mit Rolling Shutter bewegliche Objekte erfassen, bewegen sich diese während des Zeile für Zeile erfolgenden Auslesevorgangs weiter. Dadurch ändert sich die Position des Objekts von Zeile zu Zeile. Abhängig von der Geschwindigkeit, mit der sich das aufgezeichnete Objekt bewegt, kann dies zu einer deutlichen Verzeichnung führen.

Rückwärtige Belichtung im Vergleich zu Frontbelichtung

Bei den meisten CMOS-Bildsensoren befindet sich die lichtempfindliche Fotodiode an der Rückseite des Sensors. Sie sitzt hinter der Ausleseschaltung, die sich zwischen der Fotodiode und den Miniaturobjektiven befindet.



RGB-Pixel werden neu in 2x2 „Superpixeln“ angeordnet. Jeder Superpixel verfügt über einen Polarisationsfilter für jede Ausrichtung.



© Flir

Diese dienen dazu, Licht in das Pixel zu leiten. Bei BSI-Sensoren mit rückwärtiger Belichtung ist das Layout dieser typischen Pixelstruktur umgekehrt. Indem die Fotodioden direkt unter den Miniaturobjektiven platziert werden, können Photonen einfacher in die Photodioden eindringen, was zu einer höheren Quanteneffizienz führt.

On-Sensor-Polarisationsfilter

On-Sensor-Polarisationsfilter eignen sich unter anderem für neue Anwendungen, weil sich damit nicht nur die Intensität von Licht, das auf einen bestimmten Punkt des Bildsensors trifft, erkennen lässt, sondern auch noch der Polarisationswinkel. Die Sensoren IMX250MZR und IMX250MYR von Sony basieren auf den gängigen IMX250-Pregius-CMOS-Sensoren mit 5 Megapixeln und Global Shutter. Zusätzlich befinden sich unter dem Miniaturobjektiv jedes Pixels Polarisationsfilter. Diese Filter sind nach 0°, 45°, 90° und 135° ausgerichtet.

Vermeidung von Blendlicht

Polarisationsfilter können unerwünschtes Blendlicht auf reflektierenden und transparenten Teilen verhindern. Durch die On-Sensor-Polarisation können diese Systeme schnell installiert und dynamisch angepasst werden. Zusätzlich zur vereinfachten Beleuchtung für industrielle Bildgebungssysteme ist eine Reduzierung des Blendlichts nützlich, um den Herausforderungen durch die Beleuchtung im Freien zu begegnen.

Grad der linearen Polarisation

Der Grad der linearen Polarisation (Degree of Linear Polarization, DoLP) ist der Anteil des Lichts, der an einem bestimmten Pixel aufgenommen wird. Eine vollkommen polarisierte Lichtquelle hätte einen linearen Polarisationsgrad von 100 Prozent, während unpolarisiertes Licht einen linearen Polarisationsgrad von 0 Prozent aufweist. Der Grad der linearen Polarisation kann nützlich zur Unterscheidung von Materialien sein, die ansonsten gleich erscheinen würden.

Linearer Polarisationswinkel

Der Winkel der linearen Polarisation (Angle of Linear Polarization, AoLP) ist der durchschnittliche Polarisationswinkel des Lichts an einem bestimmten Pixel. Bei Verwendung mit einer polarisierten Lichtquelle kann der Winkel der linearen Polarisation zu einer deutlichen Verbesserung des Kontrastes von Fasern in Verbundstoffen verwendet werden.

Kombination und Polarisation von Farbe

Der IMX250MYR-Sensor ergänzt den Sensor unter den Polarisationsfiltern um einen Farbfilter. Dieser Sensor nutzt ein einzigartiges vierfaches Bayer-Muster, das die räumliche Auflösung der Polarisationsdomäne vor der räumlichen Auflösung der Farbinformationen priorisiert.

Auswählbare Umwandlungsverstärkung

Die neuesten Ergänzungen der Pregius-Serie an CMOS-Sensoren von Sony mit Global Shutter sind mit einer einzigartigen neuen Funktion zur Auswahl der Umwandlungsverstärkung ausgestattet. Damit erhalten Benutzer die Kontrolle über die Verstärkung, die während der Analog-Digital-Umwandlung angewendet wird.

Durch die Auswahl einer hohen oder niedrigen Umwandlungsverstärkung lässt sich die Leistung des Sensors für hohe Empfindlichkeit oder hohe Sättigungskapazität optimieren. Die Aktivierung der Umwandlungsverstärkung entspricht einer zusätzlichen analogen Verstärkung von 7,23 dB.

Nahinfrarot-Bildqualität

Das Silizium, das von den CMOS-Bildsensoren für die Erkennung einfallender Photonen

verwendet wird, verfügt über eine relativ geringe Lichtempfindlichkeit für Wellenlängen von mehr als 900 nm. Die durchschnittliche Quanteneffizienz von Sony Pregius- und Starvis-Sensoren beträgt bei 850 nm 18 Prozent, bei 950 fällt sie auf 7 Prozent zurück.

Für Anwendungen, die von Empfindlichkeit im Nahinfrarotbereich (NIR) profitieren, werden im allgemeinen die Sensoren Pregius und Starvis empfohlen. Während ihre Quanteneffizienz bei 950 nm zwar geringer als bei anderen Sensoren ausfällt, die für eine höhere Quanteneffizienz bei dieser Wellenlänge optimiert sind, wird dies durch das niedrigere zeitliche Dunkelrauschen (Ausleserauschen) der Pregius-Sensoren leicht wieder kompensiert. Das geringere Ausleserauschen der Pregius- und Starvis-Sensoren führt zu einer deutlich besseren NIR-Grenzempfindlichkeit. Das ermöglicht einen höheren Gain-Wert, was zu helleren, klareren Bildern als bei Sensoren mit höherer NIR-Quanteneffizienz aber geringerer NIR-Grenzempfindlichkeit führt.

Den ganzen Test lesen

Wenn Sie die Leistung von Kamerasensoren in den Bereichen Quanteneffizienz, Dynamikbereich, temporales Dunkelrauschen (Leserauschen) und mehr vergleichen möchten, können Sie Flirs Mono- und Farbkamerasensortests hier herunterladen:

www.flir.de/discover/iis/machine-vision/camera-sensor-review/ ■

KONTAKT

Flir Systems, Inc., Richmond, BC, Kanada
Tel.: +1 604 242 99 37
www.flir.com/mv

LED-Beleuchtungen made in Germany

●●IMAGING●LIGHT●TECHNOLOGY
BÜCHNER

www.buechner-lichtsysteme.de/inspect



Embedded Vision versus IPC?

Unterschiede und Entscheidungskriterien verschiedener Plattformen



© Imago

Embedded Vision ist in aller Munde, die BV-Spezialisten-Familie Vision-Box ist seit zwei Jahrzehnten am Markt und Machine Vision wird rechnerseitig oft mit IPCs (Industrial PC) realisiert. Was sind die Unterschiede – was sind die wesentlichen Kriterien für die eine oder andere Lösung? Ergänzt wird diese Fragestellung um neue Anforderungen, wie Deep Learning, Data Mining, 3D Imaging oder die Auswertung hyperspektraler Bilder.

Embedded Vision

Etwas konkreter sprechen wir über Embedded Machine Vision – als Abgrenzung zu anderen Gerätschaften wie z. B. die bei einem Optiker. Eingebettet in die Maschine sind Kameras und Rechner (oft auch als Boardversion, sprich Leiterkarte); Schnittstellen sind optimiert und bieten in der Regel wesentlich mehr Vielfalt als typische ARM-basierte Evalboards mit Kameraanschluss. Bei Platzmangel werden Elektronikboards z. B.

als Flex-Leiterkarte so angepasst, dass sie minimalen Raum benötigen. Elektronikhersteller aus der Welt industrieller Komponenten sind in der Lage, Embedded-Machine-Vision-Lösungen zu entwickeln, allgemeinen Herstellern fehlt dagegen häufig das spezifische Maschinen-Know-how. Beispielsweise würde man sich an ein explosionsgeschütztes Gehäusedesign nicht heranwagen – sofern man kein Experte ist. Im Elektronikdesign ist es jedoch wesentlich komplexer. Ein Kriterium bei Embedded Vision ist besonders wichtig: Die heutige Komplexität nicht nur des Hardwaredesigns, sondern auch von Firmware, Middleware und unterstützenden Bibliotheken benötigt Spezialwissen, das sich nur bei höheren Stückzahlen rechnet. Es ist wichtig, stets nach der Minimum Order Quantity, kurz MOQ, pro Jahr zu fragen. Modifiziert man bestehende Produkte, so rechnet es sich bei MOQ = 250. Wird es spezieller, müssen es schnell 1.000 sein, einige Hersteller sagen auch größer 10k. Weiterhin interessant ist das Niveau, von dem aus Embedded Vision entwickelt wird: Ist es das CPU-Evalboard eines Distributors? Oder sind nahezu alle erforderlichen Komponenten technisch vorhanden und fehlende mit begrenztem Risiko zu entwickeln? Embedded

Machine Vision hat – bei großen Stückzahlen – viele Vorteile in der Serie, in der Langlebigkeit, im Platzverbrauch, in der technischen und kommerziellen Optimierung.

Visionbox

Eine Visionbox fokussiert sich auf Machine-Vision-relevante Schnittstellen, die Einhaltung von Prozesszeiten (also die Echtzeitfähigkeit der Anwendung) und rechnerseitig auf die Erfüllung insbesondere der Anforderungen von Bildverarbeitungsprogrammen. Betriebssystem und I/O-Verhalten sind sauber getrennt zwischen nicht echtzeitfähigen OS wie Windows oder Linux, besser echtzeitfähigem Real-Time-Linux und den Ein-/Ausgängen. Letztere werden mit dem Real-Time Communication Controller gesteuert, inklusive der Erzeugung von Kameratrigger-Signalen via Trigger-over-Ethernet. Ob integrierte LED-Blitzansteuerung, Feldbuschnittstelle oder das Zeitverhalten von Kameraschnittstellen – alles wird maßgeblich für die Bildverarbeitung ausgelegt und optimiert. Einer muss dann ständig arbeiten, das ist die CPU bzw. deren Rechenbeschleuniger wie GPU. Spezielles Know-how ist erforderlich, da eine moderne CPU nicht darauf ausgelegt ist, permanent im Takt von 100 Bildern/s komplexe

Rechenschritte auszuführen. Erfunden für die Büroarbeit, gibt eine CPU ab und an einmal Gas, arbeitet danach normal und macht es sich in Stromsparmodi gemütlich. Anders in der Bildverarbeitung! Throtteln gilt nicht. 365 Tage im 24/7 Betrieb muss sie schuften. Hinzu kommen moderne Software-Technologien wie Deep-Learning-Algorithmen, die häufig eine GPU erfordern. Ergänzend zu GPU-Einsteckkarten gibt es auch hier einen Spezialisten namens Nvidia Tegra TX2, eine Kombination aus ARM-Kernen und GPU-Rechenleistung, integriert in der Visionbox Daytona, zusammen mit besagten Schnittstellen.

IPC

Kamera an den IPC anschließen, Software entwickeln, fertig. IPCs haben durchaus ihren Stellenwert als Machine-Vision-Rechner.



OEM-Version Visionsensor PV

Fehlt eine Schnittstelle, wird einfach die passende Karte eingesteckt. Ist ja seit 1995 alles Plug and Play. Oder nicht? Bis man letztendlich mit der Bildverarbeitung loslegen kann, benötigt es schon mehr Know-how, Tests und PC-Wissen. Stichworte sind Betriebssystem, Treiber, Kompatibilität, aber auch 24/7-Betrieb mit ständiger CPU-Auslastung. Zudem werden IPCs in Schaltschränken integriert, sind somit schon recht nahe am Geschehen. Der Weg in Richtung Embedded Vision in der Maschine selbst ist jedoch eher verbaut. Unterschätzen sollte man auch nicht die Komplexität, die entsteht, wenn der IPC verschiedene Aufgaben parallel übernimmt. Dem einen oder anderen Experten vergeht das Lachen, wenn er an die Erfahrung von Debugging oder Validierung erinnert wird. Final stellt sich die Frage, wer denn eine Visionbox, ein Embedded-Vision-System oder einen IPC herstellt? IPC-Hersteller müssen sehr viele Märkte bedienen – mit einem allgemeinen Rechner. Hersteller von Embedded-CPU-Boards freuen sich, wenn eine freilaufende Rolling-Shutter-Kamera bewegte Bilder an die CPU liefert und sprechen von Bildverarbeitung. Der Anbieter sollte besser die Besonderheiten von Machine Vision kennen, Erfahrungen haben sowie das Jägerlatein

der Bildverarbeiter verstehen und in seine Produkte implementieren.

Neue, anspruchsvolle Anwendungen

On top kommen Anforderungen aus neuen, rechenintensiven Anwendungen, also Deep Learning, hyperspektrale Bildauswertungen, 3D-Bilderzeugung und -analyse. Sind mehr Kerne die Lösung? Warum nicht, verlustarme ARM-CPU's mit acht Cortex-A72 Kernen gibt es. Nicht so beliebt bei Programmierern sind heterogene Ansätze, oft jedoch nicht vermeidbar. Eine GPU-PCIe-Karte im Rechner besticht durch Rechenleistung, Energieverbrauch, Abwärme und schnelle Verfügbarkeit. Gelingt die Reduktion der erforderlichen GPU-Power, kommen die NVidia Tegra-Prozessoren zum Zug: ARM-Kerne kombiniert mit GPU-Kernen. Alle weiteren Lösungen werden schnell sehr arbeitsintensiv, speziell in der Serienproduktion über viele Jahre. Zudem sollte man sich nicht so schnell mit Embedded Vision in Automotive-Anwendungen wie autonomem Fahren vergleichen. Hochkomplexe Bildverarbeitung von Fahrerassistenzsystemen wird mit Hunderten von Ingenieuren entwickelt – und dies auf hochoptimierten, heterogenen Systems on Chip (SoC) mit ARM, DSP, Image-Prozessor und GPU.

Embedded Vision versus Visionbox versus IPC?

Die Antwort auf diese Frage: Man kann zweimal das Wort versus streichen. Jede Lösung hat ihre Berechtigung, ihre Kundschaft und ihren Markt. So wie in der Vergangenheit oft bewiesen, werden aus leistungsfähigen IPC-Systemen im Laufe der Jahre Smartkameras, Visionsensoren oder Ähnliches: Hochintegriert, optimiert, in 1.000er oder 10.000er Stückzahlen hergestellt, oft aber nur für den Mainstream. Der IPC lernt auch dazu: Hersteller integrieren Kameras oder Smartkameras und Softwareinfrastruktur. Bildverarbeitung ist dann eine Anwendung von vielen. Die Visionbox-Familie von Imago Technologies deckt die technologischen Feinheiten ab, von den Schnittstellen über CPU-Architekturen bis hin zu den GPU-basierten Rechenbeschleunigern. Visionboxen schrumpfen zu frei in Linux programmierbaren Visioncams oder günstigen Visionsensoren. Höher optimiert wird es ein Embedded-Machine-Vision-System. Im fragmentierten und innovativen Markt der industriellen Bildverarbeitung gibt es (zum Glück!) nicht den roten Faden – jedoch genügend Experten mit guten Ideen. ■

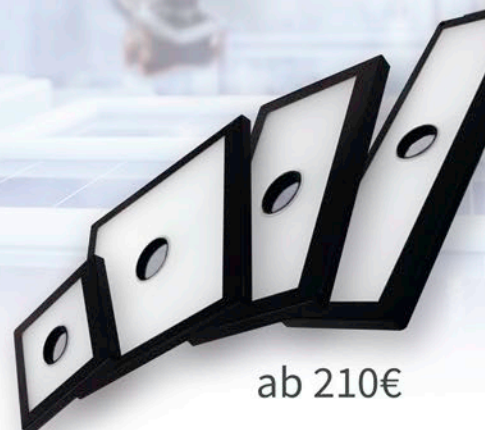
AUTOR

Dipl.-Ing. Carsten Strampe
Geschäftsführer

KONTAKT

Imago Technologies GmbH, Friedberg
Tel.: +49 6031 684 26 11
info@imago-technologies.com
www.imago-technologies.com

LED Beleuchtung für Machine Vision



ab 210€

Flat Domes DTL Series

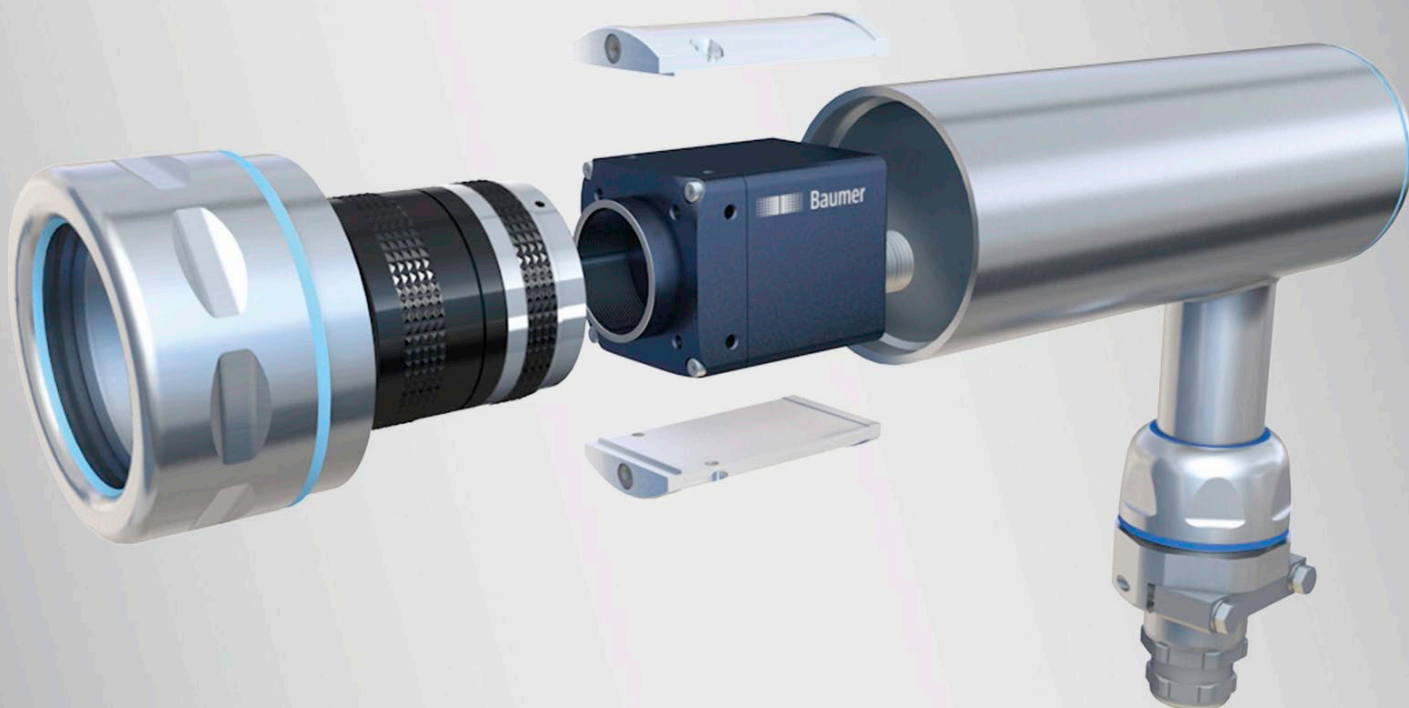
Diffuses homogenes Auflicht mit Kameraöffnung und integrierter Elektronik für eine flexible LED Ansteuerung. MBJ Flat Domes sind ideal geeignet für die schattenfreie Ausleuchtung von gekrümmten oder unebenen Objekten im Hellfeld.

all about automation
friedrichshafen
04.-05. märz 2020
Stand B2 407

MBJ Beleuchtung

■ ■ ■
Made in Germany





Widerstandsfähiger Verwandlungskünstler

Die robuste Kamera lässt sich durch umfangreiches Zubehör an reinigungsintensive und hochsensible Branchen anpassen

Bei Inspektionen in hochsensiblen Bereichen der Lebensmittel-, Getränke- und Pharmaindustrie sind robuste Komponenten gefragt, die den aggressiven Reinigungsmedien widerstehen. Auf den Anwendungsfall individuell abgestimmte Kamerasysteme sind am Markt jedoch selten. Durch ein flexibles Objektivschutzsystem und modulares Gehäusezubehör lässt sich eine Kameralösung nun im Handumdrehen mit Schutzart IP 65, IP 67 oder IP 69K versehen.

Fünf Salamischeiben soll die Pizza haben, eine in der Mitte und vier in gleichem Abstand außen. Damit der Kunde nicht enttäuscht ist, wenn er die Tiefkühlpizza in den Ofen schiebt, müssen die Anzahl und Platzierung der Scheiben bei der Herstellung genau überwacht werden. Um fehlerhafte Produkte automatisch auszusortieren, greifen die Hersteller dabei oft auf bildbasierte Lösungen mit Industriekameras zurück. Aber nicht nur dort, auch in der Pharmaindustrie liefern Kameras hochaufgelöste Bilder, um zum Beispiel auszuwerten, ob in der Blisterpackung auch wirklich 20 Tabletten eingeschweißt sind. Nicht jede Kamera eignet sich für solche Inspektionsaufgaben, denn nach der Schicht steht in den Produktionsbereichen der Pharma-, Lebensmittel- und Getränkeindustrie die Reinigung an, bei der möglicher Schmutz und Bakterien mit aggressiven Reinigungsmedien, Dampf und Hochdruckstrahl beseitigt werden. Industriekameras, die das jahrelang überstehen sollen, müssen besonders geschützt sein. Hier trennt sich die Spreu

vom Weizen: Manche Anbieter verkaufen nur die Kamera und beschränken sich bei den Gehäusen auf das Notwendigste oder verweisen auf Gehäuse von Drittanbietern, die oft unflexibel und teuer sind. Anders Baumer: Für seine CX.I-Kameras baut der Sensorspezialist seine Produktpalette für die Produktion sicherer Lebensmittel weiter aus und bietet das – laut Hersteller – umfangreichste Kamerazubehörportfolio auf dem Markt. So können die Kameras in anspruchsvollen Umgebungen individuell geschützt werden – und zwar genau abgestimmt auf die Bauform der Kameras und alles aus einer Hand.

Schutz für Kamera und Objektiv

CX.I-Kameras, die Sensoren mit 1,3 bis 12 MP und hohe Bildraten bieten, haben grundsätzlich eine hartanodisierte Oberfläche, der selbst chemisch aggressive Reinigungsmedien nichts anhaben können. Kommen solche zum Einsatz, muss auch das Objektiv entsprechend geschützt sein. Baumer hat dafür einen patentierten, hartanodisierten



Das runde IP 65/67-Schutzgehäuse mit hartanodisierter Oberfläche gibt Schmutznestern keine Chance und widersteht auch intensiven Reinigungen.

Objektivschutz entwickelt, der sich in zwei Durchmessern mit M47- oder M62-Gewinde für die meisten Objektive direkt verwenden lässt. Der Objektivschutz wird mittels Adapterplatte an der Kamera befestigt, für längere Objektive gibt es noch Erweiterungsringe. Die Montage erfolgt mit zwei Schrauben – in wenigen Minuten ist die Kamera damit bereit für den Einsatz in der Nicht-Produktzone. Den Objektivschutz gibt es mit Acrylglas sowie mit Verbundsicherheitsglas bestehend aus chemisch gehärtetem Aluminosilikatglas mit hoher Kratz-, Schlag- und Bruchfestigkeit, um auch täglichen mechanischen Reinigungen zu widerstehen.

Modulsystem für IP 65/67 und IP 69K

Einen Schritt weiter geht Baumer mit den modularen IP 65/67- und IP 69K-Schutzgehäusen. Diese kombinieren den Objektivschutz mit einem kompakten, maßgeschneiderten Gehäuse für alle CX.I-Kameras. Das runde IP 65/67-Gehäuse wurde unter Berücksichtigung der EHEDG-Richtlinien entwickelt. An seiner glatten Oberfläche finden Schmutz und Krankheitserreger keinen Halt, Reinigungsflüssigkeit kann ungehindert abfließen. Durch die hartanodisierten Oberflächen widersteht es auch Reinigungszyklen mit höchst aggressiven Chemikalien, zum Beispiel wenn in der Pharmaindustrie Anteile von Wasserstoffperoxid zur Bekämpfung von Bakterien eingesetzt werden. Bei dem geschraubten M12-Anschluss und den Power-Ausgängen für die Beleuchtung stellt eine Dichtung die Schutzart sicher.

Für Anwendungen in der Produktkontakt- und Spritzzone bietet Baumer zudem ein EHEDG-konformes Gehäuse aus rostfreiem Edelstahl im Washdown-Design an. Es ist dicht gegen Staub und Wasser bei Hochdruck- sowie Dampfstrahlreinigung und erfüllt die Schutzart IP 69K. Kombiniert mit einer Oberflächenrauheit von kleiner 0,8 µm, elektropolierter Oberfläche und lebensmittelgeeigneten, widerstandsfähigen Dichtungen eignet es sich speziell für Applikationen

im Lebensmittelbereich, in denen auch Öle und Fette zum Einsatz kommen.

Mit den modularen Schutzgehäusen sind die CX.I-Kameras nach außen sehr gut geschützt. Aber auch der innere Schutz ist wichtig. So widerstehen die Kameras Vibration bis 10 g und Stößen bis 100 g. In der Standardvariante decken die CX.I-Kameras einen Temperaturbereich von 0 bis 65 °C ab, ideal für die Verarbeitung gekühlter Lebensmittel, aber auch für die Montage in der Nähe eines Ofens. Für die Verarbeitung von Tiefkühlkost eignen sich die Modelle mit erweitertem Temperaturbereich von -40 bis +70 °C.

Aus einer Hand

Für Maschinenbauer oder Systemintegratoren, die Applikationen für die Lebensmittel- oder Pharmaindustrie umsetzen, haben CX.I-Kameras einen großen Vorteil: Sie benötigen nur einen Kameratyp, den sie durch das Zubehör schnell für jede beliebige Anwendung umrüsten können – mit einem besseren Preis-Leistungs-Verhältnis als bei teuren Spezialkameras, die nur für einen ein-

zigen Einsatzzweck optimiert sind. Die Flexibilität der CX.I-Kameras und ihres Zubehörs vereinfacht zudem die Integration in bestehende Prozesse. Ist direkt an der Fertigungslinie kein Platz für die Kamera, platziert man sie eben etwas weiter weg und gleicht dies durch ein Objektiv mit anderer Brennweite aus, für die es ebenfalls den passenden Objektivschutz gibt. Damit erfüllt Baumer einen häufigen Wunsch seiner Kunden, die ein möglichst einfaches Gesamtsystem aus der Hand nur eines Anbieters wünschen.

Integrierter Beleuchtungscontroller

Das gilt nicht nur für Kunden in der Lebensmittel-, Getränke und Pharmaindustrie. Auch im Maschinenbau oder in der Automobilbranche werden die CX.I-Kameras eingesetzt, weil sie den Installationsaufwand deutlich reduzieren. Eine Besonderheit sind die vier separat schaltbaren Power-Ausgänge zur direkten Ansteuerung der Beleuchtung. Sie liefern bis zu 120 W (max. 48 V/2,5 A) und damit genug Leistung für den direkten Betrieb einer sehr hellen Beleuchtung, deren Helligkeit sich über Pulsweitenmodulation steuern lässt. Schaltet man die vier Ausgänge nacheinander, entstehen zum Beispiel vier Bilder mit unterschiedlichem Schattenwurf, aus denen eine Software Informationen zur Neigung, Krümmung und Beschaffenheit einer Oberfläche ermitteln kann. Mit diesem Verfahren, Shape-from-Shading genannt, lassen sich zum Beispiel feine Kratzer in Lackoberflächen entdecken. Kameras anderer Hersteller benötigen dafür einen separaten Beleuchtungs-Controller, der die Kosten und den Installationsaufwand in die Höhe treibt. ■

KONTAKT

Baumer GmbH, Friedberg
Tel.: +49 6031 600 70
www.baumer.com

3D

3D Ansicht
Bild erfassen
Teilen

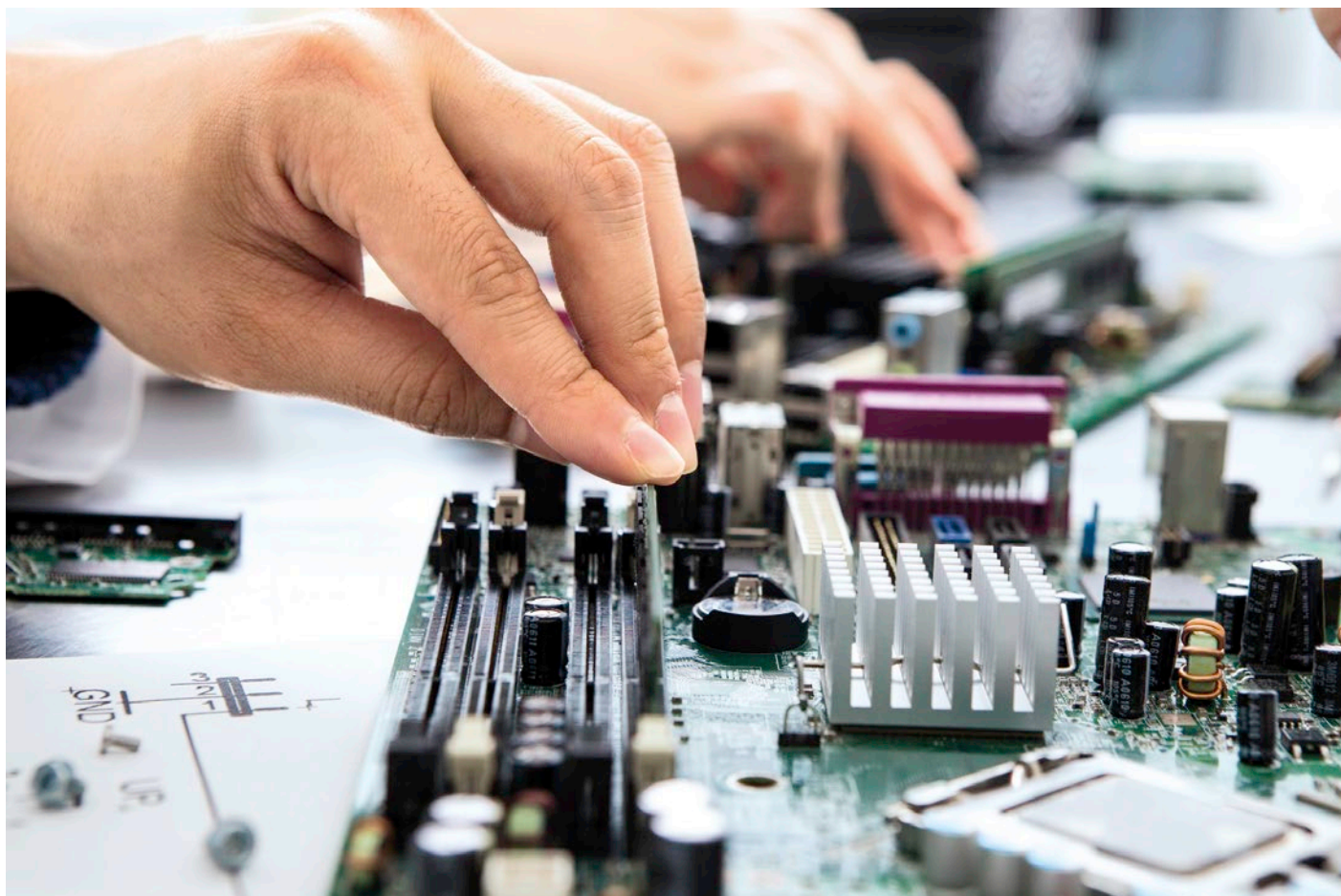


Die Zukunft der 3D-Inspektion | DRV-Z1

Digitale 3D Stereobetrachtung mit Zoom | Präzise Hand-Augen-Koordination
Erhöhter Komfort und Produktivität | Neues Niveau der Zusammenarbeit

Vision
ENGINEERING

Vision Engineering Ltd. | info@visioneng.de | www.visioneng.de



© 123RF.com/sheeler

Das Gehirn eines Bildverarbeitungssystems

Kundenspezifische und schnelle Bildverarbeitungs-PCs

Bei anspruchsvollen Bildverarbeitungssystemen laufen alle Fäden im PC zusammen. Hier werden nicht nur die Bilder analysiert und ausgewertet, sondern auch alle nötigen Hardware-Schnittstellen zur Verfügung gestellt, die miteinander harmonisieren müssen. Ein Münchener Unternehmen hat sich auf solche kunden- oder anwendungsspezifische Bildverarbeitungsrechner spezialisiert.

Zwei gleiche Bildverarbeitungsaufgaben, z.B. die Inspektion von Tachofolien, von unterschiedlichen Herstellern mit den gleichen Genauigkeitsanforderungen vom Anwender können auch unterschiedlich ausgelegt werden. Denn jeder Verantwortliche hat Wünsche und nicht zuletzt liebgeordnete Gewohnheiten, die er gerne beibehält. So möchte der eine lieber eine einzelne hochauflösende Kamera und der andere bevorzugt mehrere niedrigauflösende. Die Auswahl der Kameraschnittstellen kann unterschiedlich sein, genauso wie die Schnittstellen zur übergeordneten Steuerung oder weitere Komponenten, wie Roboter oder Sensoren. Auch

beim PC gibt es eine große Bandbreite, vom wassergekühlten 19-Zoll-PC in einem Schaltschrank bis zu kleinen lüfterlosen Kompakt-PCs. Und letztendlich kommt es auch auf die jeweilige Software oder die eingesetzte Software-Bibliothek an, die bereits im Einsatz ist oder vom Anwender gewünscht wird. Die Entwicklung eines Bildverarbeitungssystems verläuft also immer unternehmensspezifisch.

Individuell und zuverlässig

Auf die zentrale Komponente eines jeden Bildverarbeitungssystems ist das Unternehmen Mikrotron aus Unterschleißheim bei München spezialisiert: Schnelle, anwendungsspezifische und zuverlässige Bildver-



© Mikrotron

Beispiel eines Vision-PCs mit Steuerung und Spannungsversorgung in einer 19"-Rack-Ausführung

arbeitungs-PCs. Bei Mikrotron entwickelte sich dieser Geschäftszweig aus der langjährigen Erfahrung mit der Herstellung von robusten

High-Speed-Recording- oder Kamera-Systemen.

Einer, der die ersten Anforderungen und Wünsche der Kunden entgegennimmt, ist bei Mikrotron der Leiter der Abteilung Service, Franz Pfeiffer. Er berichtet aus seinem langjährigen Erfahrungsschatz: „Natürlich können Sie auch einen PC von einem Discounter nehmen und dort alle Steckplätze mit günstigen Einsteckkarten von Online-Anbietern vollstopfen. Wenn dann später dieses System ausfällt und die Produktionslinie steht, kann das aber sehr schnell sehr teuer werden. Ich habe erlebt, dass dies eine Bildverarbeitungs-Firma in den Ruin getrieben hat. In diesem Fall ist der PC sporadisch mitten im Betrieb ausgefallen. Selbst zusammen mit den Software-Ingenieuren vom Maschinenbauer und vom Endkunden konnte das Problem nicht gelöst werden.“

Das besondere Know-how von Mikrotron liegt in der ausgewogenen Kombination und Auswahl der PC-Komponenten und Schnittstellenkarten. Hierzu werden auch Standardkomponenten vom freien Markt integriert. Zum Engineering von Mikrotron gehört nicht nur der Einbau aller Komponenten, sondern auch die Installation aller Treiber und der Software.

Langfristige Verfügbarkeit: Ein Problem der IT-Welt

Ein häufiger Kundenwunsch ist die langjährige Verfügbarkeit von Hardware-Komponenten. Da die Entwicklung zu immer schnelleren und kleineren Komponenten seit Jahren fortschreitet, müssen hier Kompromisse eingegangen werden. Dazu stellt Karl Laderer, Area-Sales-Manager für den DACH-Raum, fest: „Heutige hochperformante Komponenten sind in kurzer Zeit schon veraltet und oft nach wenigen Jahren schwer oder gar nicht mehr zu erhalten. Die Ansprüche auf lange Verfügbarkeit und Performance beißen sich hier. In einigen Jahren sind diese Komponenten zwar lange verfügbar gewesen, aber dann eben veraltet.“

Um diesem Widerspruch bestmöglich entgegenzutreten, setzt Mikrotron einerseits auf bewährte Lieferanten. Zum anderen werden bei großen

Anwendern Rahmenverträge abgeschlossen, sodass die wichtigsten Komponenten, wie Motherboards und Grafikprozessoren, in ausreichender Zahl auf Lager bleiben.

Ein großes Problem für viele Firmen ist zudem die Abkündigung eines Betriebssystems. So endete der Support des sehr beliebten Windows 7 am 14. Januar 2020. Der Wechsel auf ein neues Betriebssystem ist oft mit Problemen verbunden: Software und

Treiber müssen angepasst werden und manche Hardware funktioniert nicht mehr. Auch hierauf ist Mikrotron vorbereitet, sodass auch ältere Windows-Betriebssysteme wie NT installiert und bewährte Systemumgebungen genutzt werden können.

Nach dem Zusammenbau eines kundenspezifischen Vision-PCs wird dieser auf Herz und Nieren geprüft. Zu guter Letzt werden kontrollierte Burn-In-Läufe durchgeführt. So stellt das

Unternehmen sicher, dass nur prozesssichere Bildverarbeitungssysteme in Produktionsanlagen integriert werden. ■

AUTOR

Franz Pfeiffer

Leiter der Abteilung Service

KONTAKT

Mikrotron GmbH,
Unterschleißheim
Tel.: +49 89 726 342 00
info@mikrotron.de
www.mikrotron.de

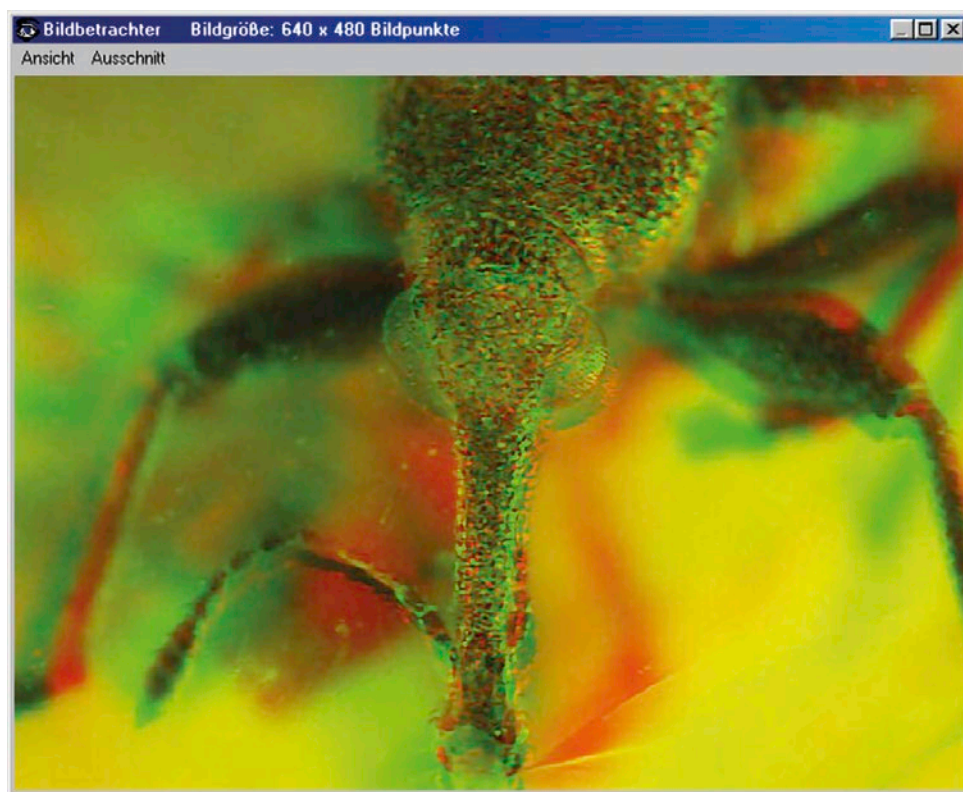


Präzision bei hohen Geschwindigkeiten.

Für präzise Formationsprünge gibt es Extremsportler – für präzise Inspektionen bei hohen Geschwindigkeiten dagegen die LXT-Kameras. Dank Sony® Pregius™ Sensoren und 10 GigE Schnittstelle profitieren Sie von hoher Auflösung, ausgezeichneter Bildqualität, hoher Bandbreite und kostengünstiger Integration.

Erfahren Sie mehr:
www.baumer.com/cameras/LXT

 **Baumer**
Passion for Sensors



© dhs

Vom Karteikasten zum digitalen Bildverarbeitungssystem

Die Geschichte der Entwicklung einer Bilddatenbank über die letzten 25 Jahre

Vor 25 Jahren, als die Digitalisierung noch lange nicht in jedem Haushalt Einzug gehalten hatte, wehte in Greifenstein bereits der Wind der digitalen Revolution. Ein Beitrag über die Entwicklungsgeschichte einer Software für Bildarchivierung, -aufnahme, -verarbeitung, -analyse und Dokumentation.

Die Laborausstattungen Anfang der 90er Jahre bestanden aus Mikroskop mit C-Mount-Adapter, analoger Videokamera und Fernsehmonitor. Bilder wurden entweder über die Videokamera am Monitor betrachtet oder über den Rekorder aufgenommen und über Videoprinter ausgedruckt. Laborberichte wurden von einer Schreibkraft oder der Laborantin manuell erledigt. Bilder konnten ausgedruckt und separat beigelegt werden. Die Archivierung der Formulare und Bilder erfolgte in einem Karteikasten. Dieser Workflow war zeit- und kostenintensiv – auch für

die Anschaffung der Labor-Hardware musste man mit vierstelligen DM-Beträgen tief in die Tasche greifen.

Ein neuer Markt entsteht: Videobearbeitung am PC

Der Softwarehersteller DHS hat diese Entwicklungen aufgegriffen, um die Mikroskopbilder der Videokamera zu digitalisieren und zu speichern oder über einen PC-Drucker kostengünstig auszudrucken. Die ersten Versuche gelangten mit einer WIN-TV-Karte im PC (Framegrabber), die die Bilder nun zwar auf dem kostengünstigeren PC-Monitor darstellen konnte, aber noch ca. 30 s benötigte, um das Bild der analogen Videokamera mit einer Auflösung von 704 x 576 px bei 256 Farben zu digitalisieren. Mit 256 Farben kann man kein Farbfoto darstellen, so musste mittels Streurasterverfahren (Dithering) – ähnlich wie beim Offsetdruck – erst einmal ein entsprechendes Bild berechnet werden. Die ersten Anwendungsfälle von der neu entwickelten DHS-Software waren Heilpraktiker, die Ihre Nativ-Blutbilder (Dunkelfeld) in dieser Form aufgenommen und

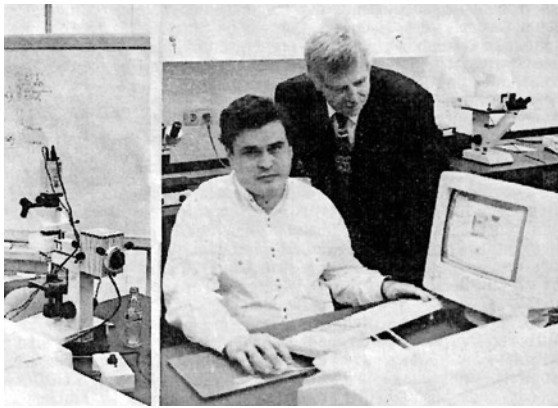
ausgedruckt oder gespeichert haben und den Patientenkarteeien zuordnen konnten. Die Software wurde daraufhin weiterentwickelt: Bilder markieren und beschriften.

Mikroskop-Informationssystem für die optische Industrie

Ein digitales und kostengünstiges „Mikroskop-Informationssystem“ war geboren und konnte für die optische Industrie weiter vermarktet werden: die DHS-Bilddatenbank. Ein potenzieller Partner wurde zunächst die Firma Hund, dann die Firma Leica (beides Mikroskophersteller aus Wetzlar). Die Systeme (PC-Hardware mit vorinstallierter DHS-Software, Monitore) wurden mit deren Mikroskopen als Laborausstattung verkauft.

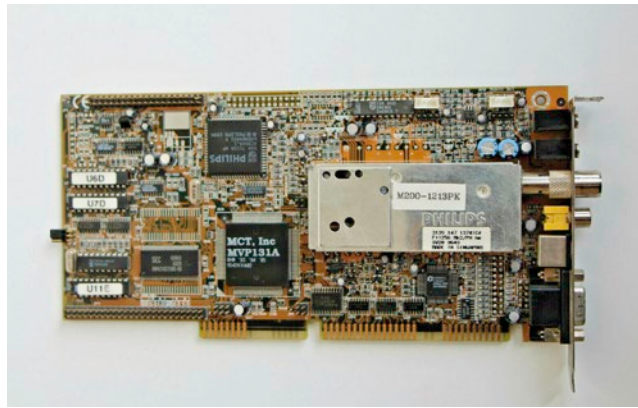
Einfluss der fortschreitenden Elektronik

Die Entwicklung der Bilddatenbank ging nun aufgrund der steigenden Kundenanforderungen, der Zusammenarbeit mit Leica und der fortschreitenden Digitalisierungstechnik rasant weiter:



© dhs

Peter Patzwaldt (damaliger und heutiger Entwicklungsleiter der DHS-Bilddatenbank) und Gerhard Dietermann (damaliger Vertriebsleiter); beides Firmengründer



© dhs

Die ersten Versuche, Mikroskopbilder zu digitalisieren, gelangen mit einer WIN-TV-Karte, welche die Bilder nun zwar auf dem kostengünstigsten PC-Monitor darstellen konnte, aber noch ca. 30 s benötigte, um das Bild der analogen Videokamera mit einer von Auflösung 704 x 576 px bei 256 Farben zu digitalisieren.

- Aufgenommene Bilder konnten an die Leica-eigene Software Q-WIN für Bildanalyse-Aufgaben übergeben werden;
- farbechte Darstellung der Bilder mittels Fast Screen Machine II und True-Color-Unterstützung;
- Unterstützung von High-End-Kameras mit RGB durch Einsatz des Matrox Meteor II RGB Framegrabbers;
- schnellere Signalaufbereitung durch die Framegrabber Falcon und Eagle;
- Bildaufnahme, -Wiedergabe und Druck in der dritten Dimension. 3D am Monitor mit Shutterbrille oder anaglyph;
- Anbindung der Bilddatenbank an Leicas Makrosprache QUIPS zur Automatisierung mit deren Bildanalyse-Software Q-Win;
- DHS-Bilddatenbank Version 3.x wurde zur OEM-Version von Leica Mikroskopie weltweit, koordiniert von Leica Schweiz in Heerbrugg;
- ab Version 5 entwickelte sich die DHS-Software dann abgekoppelt von Leica als schnittstellenunabhängige Bildverarbeitungs- und Analyse-Software.

Weitere Entwicklungen

- Die Videokameras werden durch digitale Mikroskop-Kameras ersetzt. Das genormte C-Mountgewinde bleibt bestehen. Die erste digitale Mikroskop-Kamera, die mit der DHS-Software kompatibel war, war eine Leica DC100.
- Betriebssysteme wechselten in dieser Zeit von MS DOS, über OS/2 (von IBM) zu WIN 95.
- Umstellung auf 32-Bit mit der Version 5.0 (32-Bit mit WIN 95 und Internet-fähigkeit mit WIN 98);
- erste USB-Kamera, die nicht mehr an PAL Video Auflösung gebunden ist (mehr als 704x576 px Auflösung);

- Makroprogrammierung in der Bilddatenbank für Individualisierung nach Kundenwunsch (ab Version 7);
- Formular-Designer für Datenbankfelder und Umstellung von Access auf MS-SQL als Standard für Datenbanken (Version 13);
- komplette Neuprogrammierung mit Version 14;
- Erweiterung des Datenimports von jedwedem Gerät;
- komplettes Redesign der Benutzerschnittstelle mit der Version 17.

Software-Funktionen – modularer Aufbau noch heute

Heute hat sich die Bilddatenbank in Bezug auf die Vielfalt der Auswertemöglichkeiten enorm gesteigert, wobei die Basis und Schaltzentrale immer noch das Datenbankmodul (heute nicht mehr mit Karteikasten-Charakter, sondern frei gestaltbar) ist und alle anderen Werkzeuge passend, je nach Anforderung, ergänzt werden können. Verfügbar sind vielfältige Module zur Bildverarbeitung und Bildanalyse für metallografische Auswertungen und zur technischen Sauberkeitsanalyse, Berichtswesen und vieles mehr. Damals wie heute liefert DHS auf Wunsch auch das komplette System mit Hardware, Software und PC, installiert und schult vor Ort und gibt Hilfestellung bei eventuell auftretenden Problemen. Die Bedienphilosophie ist nach wie vor einfach und selbsterklärend. Online-Updates stehen zur Verfügung und thematisch geschnürte Kombipakete bieten finanzielle Vorteile.

Ausblick

Daten bilden den wertvollen Rohstoff der Zukunft. Es ist heute die Rede vom digitalen Labor, Labor 4.0, Industrie 4.0, Smart Factory, Smart Labor usw.: Die Vision einer vernetzten Zusammenarbeit von Geräten und Menschen mit lückenloser Dokumentation und Archivierung aller Daten für global sicheren Zugriff ist entstanden. Schnittstellen zu schaffen, um Daten aus unterschiedlichen Quellen und mit unterschiedlichen Formaten einheitlich und geordnet zusammenzuführen. Mit den zahlreichen Individualisierungsmöglichkeiten kann DHS das heute schon leisten. Die Schaffung flexibler, möglichst frei konfigurierbarer Schnittstellen, das wird die Herausforderung der Zukunft sein. Und wer mag, der kann sogar heute noch am Prinzip des Karteikastens festhalten, mit dem vor 25 Jahren alles begann. ■

AUTORIN

Yvonne Koob

Marketing & Kommunikation

KONTAKT

DHS Dietermann & Heuser Solution GmbH,
Greifenstein-Beilstein
Tel.: +49 2779 912 00
vertrieb@dhssolution.com
www.dhssolution.com

Kameraschutzgehäuse

Montagelösungen

Zubehör



www.autoVimation.com

Schnelleres und flexibleres maschinelles Sehen

Messung und Inspektion mit Roboter-geführten Kamerasystemen

Der Einsatz eines 3D-Sensors an einem Roboter führt zu einem flexiblen, programmierbaren Messsystem. Außerdem kommen in der modernen Produktion Sensor-Roboter-Lösungen zur Automatisierung von Prozessen zum Einsatz, wo sie oft mehrere manuelle Messsysteme zugleich ersetzen. Daraus ergeben sich erhebliche Geschwindigkeits- und Kostenvorteile. Typische Anwendungen finden sich in Fahrzeugkarosserien und -baugruppen.

In der Regel kommen Roboter zur Prozessüberwachung unter Einhaltung der geforderten Produktions-Zykluszeiten zum Einsatz. Dabei messen sie die kritischen Merkmale eines Bauteils. Während der Pilotphase eines neuen Programms ist die Zykluszeit in der Regel jedoch kein Kriterium. Daher kann der Roboter so program-

miert werden, dass er viel mehr Punkte auf jedem Bauteil/Objekt prüft und dabei Daten mit hoher Dichte liefert. Diese helfen bei der schnellen Abstimmung des Montageprozesses und beim Erreichen einer kürzeren Startzeit. Diese Daten können auch während der Produktion gesammelt werden, zum Beispiel in Produktionspausen, wenn längere Zykluszeiten für die Messung zur Verfügung stehen.

Einsatz von 3D-Bildsensoren für Robotervermessung und -inspektion

Während ein Messroboter theoretisch einen Berührungssensor verwenden könnte (ähnlich wie die mechanischen Taster bei Koordinatenmessmaschinen), macht die berührungslose Bildverarbeitung unabhängig vom Verschleiß des Tasters, von der Bauteilverformung und sie eliminiert Ausfallzeiten durch Defekte des Messtasters. Außerdem sind berührungslose Messsysteme deutlich schneller als Tastsysteme.

Die Verwendung eines 3D-Bildverarbeitungssensors ermöglicht das flexible Messen verschiedener Merkmale, wie der Merk-

malposition (Loch oder Spalt), Abstand und Kantenpositionen. Der Sensor sollte über eine schnelle Bilderfassung und -analyse verfügen, um den zeitlichen Aufwand für jeden Messpunkt zu verringern. Typische Zykluszeiten für Sensoren sind 150 bis 300 ms, je nach Art der Messung. Jeder Messzyklus kann dabei mehrere Datenpunkte umfassen.

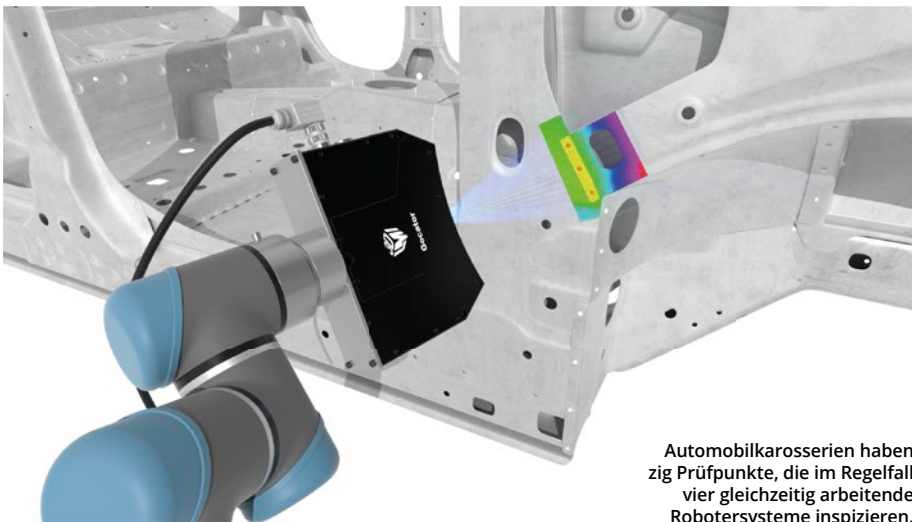
Im Gegensatz zu Sensoren, die sich auf festen Rahmen für dedizierte Messungen befinden, werden Sensoren, die an Robotern montiert sind, durch deren Beschleunigung, Verzögerung und Vibration erheblich dynamisch belastet. Zusätzlich können Stoßbelastungen durch Programmier- oder Roboterpfadfehler den Sensor zusätzlich beanspruchen. Um die Sensoren zu stabilisieren, stecken sie in einem robusten, abgedichteten Gehäuse, das aus einem einzigen Materialblock gefertigt ist.

Sensor-Roboter-Integration

3D-Smart-Sensoren lassen sich unkompliziert an einem Roboter-Endeffektor montieren. Mit der integrierten Hand-Auge-Kalibrierung werden dann die Sensorkoordinaten in

Robotersysteme können zahlreiche Merkmale prüfen, auch bei mehreren Varianten zugleich.





Automobilkarosserien haben zig Prüfpunkte, die im Regelfall vier gleichzeitig arbeitende Robotersysteme inspizieren.

Roboterkoordinaten umgewandelt. Dadurch werden Position und Ausrichtung eines vom Sensor erfassten Objekts direkt an den Roboter übermittelt.

Der Sensor stellt auch die Werkzeuge zur Verfügung, um Objekte zu lokalisieren und übermittelt diese Messungen mithilfe eines TCP/IP-Anschlusses über Strings an eine Robotersteuerung. Kritische XYZ- und Winkelinformationen werden für die Sichtführung, Inspektion und Pick-and-Place-Anwendungen an den Roboter übermittelt. Für diese Kommunikation ist kein PC oder eine zusätzliche Software erforderlich. Vielmehr sind alle Funktionen im Sensor integriert.

Anwendungsbeispiele für die Offline-Inspektion

Roboter-Messsysteme werden offline für eine Reihe von programmierbaren Messungen eingesetzt. Im Vergleich zu Koordinatenmessmaschinen benötigen erstere keine saubere, temperaturkontrollierte Umgebung. Dadurch können Roboter direkt an der Produktionslinie betrieben werden, was Verzögerungen beim Messen von Bauteilen und einer ansonsten notwendigen Rückmeldung an die Fertigung vermeidet.

So wurde beispielsweise in einem Presswerk für Karosserieteile ein einzelnes Robotersystem installiert, das offline als Ersatz für mehrere mechanische Prüfvorrichtungen zum Einsatz kommt. An jeder Verschlussplatte inspiziert das System typischerweise 30 bis 40 Punkte. Dabei kann die Roboterstation alle Bauteile prüfen, sowohl in der Verarbeitung als auch in der Endform. Um die Bauteile zu positionieren, wird eine einfache Haltevorrichtung verwendet, wobei eine virtuelle Fixierung kleinerer Fehler bei der Objektpositionierung korrigiert.

Das offline Roboter-Prüfsystem ist aus wirtschaftlicher Sicht weitaus interessanter als ein vollständiger Bereich von festen Prüfstationen. Die Umprogrammierung für das nächste Modell ist unkompliziert. Der Platzbedarf ist deutlich geringer und die

Prüfpunkte lassen sich durch einfaches Umprogrammieren jederzeit ändern.

Eine weitere kostengünstige Implementierung von Roboter-Inspektionssystemen im Offline-Betrieb ist das Messen einer mechanischen Stützkonstruktion für Armaturenbretter. Diese Bauteile werden in verschiedenen Konfigurationen hergestellt, auch individuell für einzelne Fahrzeuge. Zu den Varianten gehören oft Links- und Rechtslenker sowie viele weitere Geometrien, die sich durch Sonderausstattungen ergeben. Bisher war für jedes Modell ein separates Messgerät erforderlich. Eine Roboterstation ersetzt all diese, und bei einem Modellwechsel wird das System einfach umprogrammiert.

Inline-Inspektionsanwendungen

Die Verbreitung von roboterbasierten Inline-Inspektionssystemen bei Montagevorgängen wächst rasant. Flexibilität ist hier ein wichtiges Kriterium, da Montagelinien in der Regel mehrere Produktvarianten anfertigen. Eine typische Anlage kann Roboter für die Inspektion von Karosserie, Unterboden und andere Baugruppen verwenden und so eine hundertprozentige Inline-Inspektion erreichen.

Jede Prüfstation besteht typischerweise aus einem oder mehreren Robotern, wobei jede Station über ein Informationsdisplay verfügt, das zum Sammeln und Anzeigen von Informationen, der Kombination von Roboterdaten in einer Station und zum Senden der Daten an das Produktionsnetzwerk dient.

Im Regelfall wird die Inline-Inspektion für Karosserie und Unterboden mit vier Robotern ausgeführt. Die Roboterlösung deckt ein breites Spektrum von Modellen ab. So hat jede Art von Karosserie 88 Prüfpunkte, wobei verschiedene Modell zu insgesamt 200 einzigartigen Punkten führen. Somit ersetzt das Vier-Roboter-System einen traditionellen Inline-Messrahmen mit 200 fest montierten Sensoren.

Daher ist die Roboterlösung in Hinblick auf die Anschaffungskosten wirtschaftlicher und ermöglicht ein einfaches Umstellen bei Modellwechseln durch ein unkompliziertes Neuprogrammieren, anstatt die festen Kameras physisch neu zu positionieren.

Für Unterbaugruppen, wie Stirnwand und Heckbereich werden die Stationen auch Inline für eine hundertprozentige Qualitätskontrolle montiert. Jede dieser Stationen überprüft ca. 40 Punkte. Die geforderten Reichweiten und Zykluszeiten erreichen diese Stationen mit jeweils zwei Robotern.

Die Zykluszeit pro Punkt hängt von der Entfernung zwischen den einzelnen Punkten ab. Die Roboterbewegung beeinflusst dabei die Zykluszeit. Gewöhnlich beträgt die durchschnittliche Zeit pro Punkt 2 bis 3 s. Wenn mehrere Stationen in einer Anlage implementiert sind, ist das Senden von Informationen an das Werksnetz entscheidend, sodass die Messdaten für das gesamte System zugänglich sind. ■

AUTOR

Terry Arden

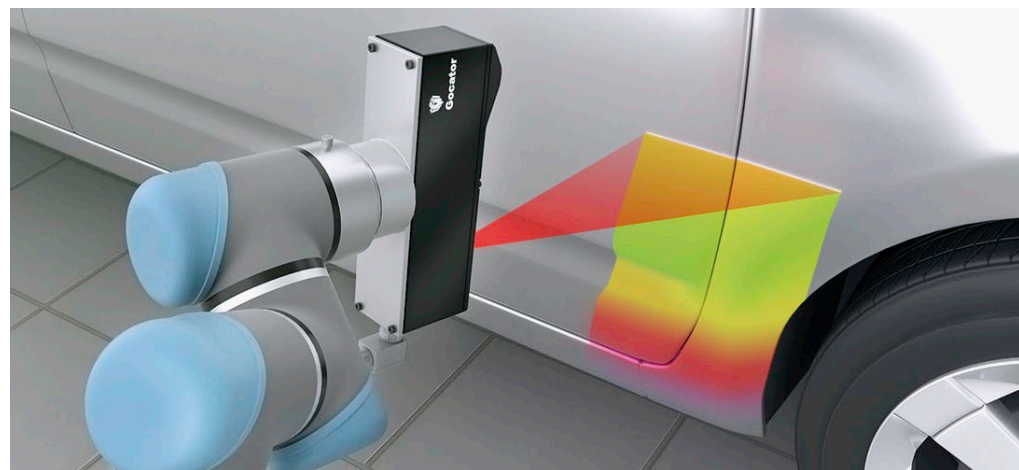
CEO LMI Technologies Inc.

KONTAKT

LMI Technologies GmbH, Teltow/Berlin

Tel.: +49 3328 936 00

www.lmi3d.com



Auch in der Endmontage kommen Roboter-geführte Visionsysteme zum Einsatz.



© Tofmotion

„Kamera stellt vollständige räumliche 3D-Punktwolke dar“

Dr. Christian Neufeld, CEO von Tofmotion

Dr. Christian Neufeld gründete Ende 2016 gemeinsam mit Franz Duregger und Dr. Robert Hranitzky das Start-up Tofmotion. Der Fokus des Unternehmens liegt auf sicherheits-zertifizierten, qualitativ hochwertigen industriellen 3D-Time-of-Flight-Kameras. Welche Bedeutung diese für die Zusammenarbeit von Mensch und Maschine haben und was sie einzigartig macht, erklärt er im Interview.

Tofmotion wurde im Dezember 2016 gegründet. Welche Idee schwirrt in Ihren Köpfen umher?

Dr. Christian Neufeld: Tofmotion wurde von Franz Duregger (Sales), Robert Hranitzky (CTO) und mir (CEO) gegründet. Unser Ziel ist es, Tofmotion als führendes Unternehmen für industrielle 3D-Kameras auf Basis der Time-of-Flight-Technologie zu etablieren. Ein Mei-

lenstein ist die erste sicherheitszertifizierte 3D-ToF-Kamera für industrielle Anwendungen – beispielsweise für die Robotik, Produktion und Logistik sowie den autonomen Transport.

Was kann Ihre weltweit erste sicherheits-zertifizierte 3D-Kamera auf Basis von ToF, was andere Technologien nicht können?

Dr. Christian Neufeld: Aus technischer Sicht kann die Kamera eine vollständige räumliche 3D-Punktwolke darstellen und nicht nur eine gescannte Linie. Sie ist zudem mit 100 fps und 10 ms Latenz sehr schnell, was die Produktivität steigert. Ein weiterer Vorteil ist die integrierte Bildverarbeitung – ein 3D-Bild bietet einen nutzbaren Informationsgehalt, was ein Linienscanner nicht leisten kann. Die Kamera ist zudem täuschungs- und störsicher, während zum Beispiel eine Stereokamera bei schwachen Kontrasten oder Schatten keine eindeutigen Ergebnisse liefert. Nicht zuletzt ist unsere Kamera robust, wartungsfrei und sofort einsatzbereit. Ein Laserscanner hingegen hat mechanische Teile, die gewartet werden müssen. Eine Stereokamera muss

optisch eingerichtet werden, dadurch ergeben sich höhere Inbetriebnahme- und Umrüstzeiten.

Wo sehen Sie den größten Kundennutzen?

Dr. Christian Neufeld: Unsere Kunden profitieren von einer deutlichen Produktivitätssteigerung und flexibleren Prozessen. Die Kamera ist sicherheitszertifiziert nach EN 13849 Maschinensicherheit und EN 62061 Funktionale Sicherheit – das bedeutet einen Sicherheitsgewinn durch vollständige und schnellere Erfassung der Überwachungsräume. Tofguard und Spotguard sind sofort einsatzfähig: Für die Inbetriebnahme und/oder eine Produktionsumstellung ist nur ein automatisierbarer Upload von Kamerasettings erforderlich und kein mechanischer Umbau. Die direkte Anbindung an Steuersysteme und Automation über OSSD erlaubt eine Integration der Kamera in die Produktionsmaschine, in das Transportsystem oder in den Roboter Aufbau. Das bedeutet, dass ein kompaktes Anlagendesign unabhängig von der örtlichen Infrastruktur realisierbar wird.



Wir ermöglichen unseren Kunden die Umsetzung von Innovationen im eigenen Produktangebot, die sie selbst von ihren Mitbewerbern deutlich abhebt.«

Sie sagen, Sie sind Frontrunner für Time of Flight. Wie kommen Sie zu dieser Einschätzung?

Dr. Christian Neufeld: Tofmotion zeichnet sich durch ein einzigartiges langjähriges Technologiewissen aus. Unser CTO hat bereits in seiner Doktorarbeit zu den technologischen Grundlagen von Time-of-Flight geforscht. Dazu kommt eine industrielle Anwendungspraxis aus dem Anlagen- und Maschinenbau. Dass diese Kombination Erfolge bringt, ist anhand der weltweit ersten Sicherheitszertifizierung einer industriellen ToF-Kamera erkennbar.

Und wo sehen Sie typische Anwendungsbeispiele Ihrer 3D-Kamera in der Industrie?

Dr. Christian Neufeld: In Produktionsumgebungen, der Robotik, der Logistik und in der Automatisierungstechnik gewährleisten unsere Produkte höchste Sicherheit für Mensch und Maschine. Ein konkretes Anwendungsbeispiel für Spotguard ist die Arbeitssicherheit und Kollisionsvermeidung: Hier überwacht die Kamera einen frei definierbaren Raum. Das kann zum Beispiel ein Schutzbereich rund um einen Roboterarbeitsplatz sein. Nähert sich ein Mensch oder ein Objekt

und verletzt definierte Gefährdungs- bzw. Bewegungsräume, löst die OSSD-Schnittstelle der Kamera eine entsprechende Reaktion im Maschinen-Controller aus. Die Einsatzmöglichkeiten sind damit aber noch bei Weitem nicht erschöpft. Wir haben bereits ein weiteres Produkt für den Einsatz für automatisiertes Fahren (Automated Guided Vehicles, AGVs) angekündigt. Nicht zuletzt ermöglicht unsere Kamera eine Mensch-Roboter-Kollaboration in Echtzeit.

Apropos Echtzeit. Ihre Kamera ist laut eigenen Angaben 100 Mal schneller als bestehende Technologien und auch die Bildraten können sich mit 100 fps sehen lassen. Wie schaut es mit der Preisgestaltung aus?

Dr. Christian Neufeld: Zuerst sei gesagt: Wir bieten unseren Kunden einen deutlich höheren Nutzen – sei es auf der Sicherheitsebene, der Technikebene oder auf der Prozessebene. Zudem leisten wir eine entsprechende Unterstützung bei der sicheren und schnellen Umsetzung der Produktinnovationen unserer Kunden. Wir brauchen keinen fairen Preisvergleich zu scheuen und sind in der Lage, maßgeschneiderte attraktive Angebote zu unterbreiten.

Wie lautet Ihre Strategie, um Tofmotion respektive Ihre Kameras Tofcam und Tofguard zu etablieren?

Dr. Christian Neufeld: Wir ermöglichen unseren Kunden die Umsetzung von Innovationen im eigenen Produktangebot, die sie selbst von ihren Mitbewerbern deutlich abhebt. Ein Beispiel dafür ist, dass sich die Überwachungsfunktionen genauso flexibel und schnell wie Produktionsparameter umstellen lassen. Unsere Kunden können das einfach und komfortabel über die Software aktivieren. Niemand muss bei einem Produktionswechsel mehr Absperrgitter umbauen – das ist ein geldwerter Mehrwert.

Welche Erfolge durfte Tofmotion schon feiern?

Dr. Christian Neufeld: Nachdem wir Kunden in der Entwicklung ihrer Innovationen unterstützen, dürfen wir zu dieser Frage keine konkreten Aussagen treffen. Wir konnten bereits sehr spannende Kunden und auch herausfordernde Anwendungen feiern.

Was ist Ihre Vision hinsichtlich Tofmotion?

Dr. Christian Neufeld: Our mindset is trust in motion. The equal evolution of human and machines.

Menschen und Maschinen bewegen sich immer weiter aufeinander zu, ergänzen einander sinnvoll in ihren Möglichkeiten. Im Arbeitsumfeld erfordert dies besonderes Vertrauen. Wir sorgen dafür, dass sich Menschen von Arbeitsmaschinen wahrgenommen und in ihrer Arbeitsumgebung sicher fühlen. (agry) ■



© Tofmotion

Tofguard ist die erste sicherheitszertifizierte 3D-Kamera auf Basis von ToF für industrielle Anwendungen.

KONTAKT

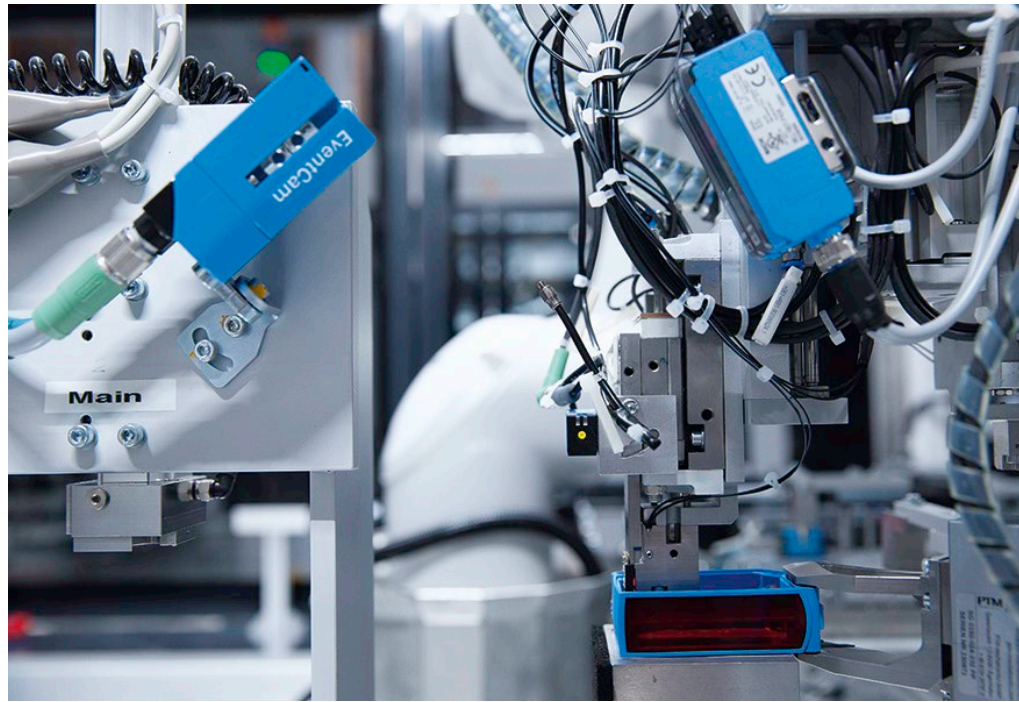
Tofmotion GmbH, Wien, Österreich
Tel.: +43 664 797 19 85
www.tofmotion.com

Optische Filter
Passgenau für Ihre Anwendung.

Expertise seit 1981

www.ahf.de · info@ahf.de

Er passiert, wenn keiner da ist. Er kündigt sich nicht an und lässt sich nicht nachvollziehen: der sporadische Fehler. Unerklärliche Greifprobleme, unverständliche Montagefehler oder fahrerlose Transportfahrzeuge, die ohne ersichtlichen Grund stoppen, sind nur einige dieser Phänomene. Eine industrietaugliche 2D-Farbkamera klärt solche Fälle auf und gewährleistet durch eine schnelle Fehleranalyse einen hohen Fahndungserfolg.



Dem Zufall auf der Spur

2D-Farbkamera klärt Ursache für sporadische Fehler

Die Eventcam ist eine industrietaugliche 2D-Farbkamera, die Film- oder Einzelaufnahmen eines zu beobachtenden Prozesses in einem Ringspeicher ablegt. Tritt ein Ereignis auf, wird das Bildmaterial vor und nach diesem Event auf dem internen Flash-Memory gespeichert. Die gespeicherten Daten lassen sich über eine geschützte Web-Oberfläche abrufen oder per FTP direkt in ein Netzwerk übertragen. Die Dauer der Videosequenzen vor und nach einem Ereignis sind einstellbar: bis zu 240 s vor und bis zu 100 s nach einem Ereignis kann die Kamera aufzeichnen. Das ermöglicht eine detaillierte transparente Rückverfolgung von Ereignissen. Entscheidend für eine schnelle Ursachenforschung ist dabei, dass die Verantwortlichen nicht stundenlanges Filmmaterial sichten müssen, wie es beim Einsatz einer Streaming-Kamera anfällt. Bei der Eventcam triggert das Ereignis die Kamera automatisch auf die relevante Zeitspanne vor und nach einem Fehler. Die gezielte Analyse von Ereignissen steigert so die Effizienz der Produktion entscheidend, wie beispielsweise der Betriebsführung, der Qualitätssicherung oder der Instandhaltung.

Die Konzeption der Eventcam orientiert sich konsequent am industriellen Einsatzumfeld. So ist sie durch ihr kompaktes Gehäuse aus Aluminiumguss und Schutzart IP65 handlich, robust und langlebig. An-

schluss technisch verfügt die Eventcam über einen Triggereingang, wobei das Ereignissignal entweder durch ein Automatisierungssystem oder direkt durch einen Sensor generiert werden kann. Übertragen werden die ereignisrelevanten Bilder und Filmsequenzen über ein Ethernet-Interface.

Dadurch lässt sich die Kamera auf einfache Weise in gängige Automatisierungsstrukturen integrieren. Aufgrund ihres geringen Gewichtes, der kompakten Bauform, der vielseitigen Befestigungsoptionen am Gehäuse und des optionalen Montagezubehörs kann die Eventcam vielseitig ein- und umgesetzt werden – beispielsweise dann, wenn das Blickfeld verändert oder ein anderer Prozessschritt in einer anderen Maschine überwacht werden soll. Der Steckeranschluss unterstützt diese Flexibilität. Gleiches gilt für die Konfiguration der Kamera mit der Browser-basierten Sick-Software Sopas Air. Diese ermöglicht es, die Auflösung, das Ausgabeformat und das Triggersignal schnell und einfach auszuwählen und anzupassen.

Full-HD für eine detailgetreue Fehleranalyse

Die Eventcam steht in zwei Varianten für unterschiedliche Arbeitsabstände zur Verfügung. Für stationäre Applikationen in Maschinen oder kompakten Montage- oder Pick&Place-Robotern überwiegend relevant

ist die Version mit 0,4 bis 0,6 m Arbeitsabstand, während die Kamera mit 0,8 bis 6 m Arbeitsabstand beispielsweise für größere Roboter und Handlingsportale sowie für fahrerlose Transportfahrzeuge oder autonome Karts in Frage kommt. In beiden Ausführungen liefert die Eventcam mit Bildraten bis 30 fps im Videomodus Bilder und Filmsequenzen in Full-HD, die eine detailgetreue Fehleranalyse und Qualitätsdokumentation ermöglichen. Dies zeigen Einsatzbeispiele in der 4.0-NOW-Fabrik von Sick in Freiburg-Hochdorf. Schnelle Prozesse können mit geringerer Auflösung (SVGA) mit bis zu 65fps beobachtet werden.

Fehler-Fahndung in der Sensormontage

Beim Handling verrutschte Bauteile, schräg-stehende Trays oder Gehäuse, verschlissene gummierte Flächen am Griffefeld des Roboters – solche Fehler sind selbst in vollautomatisierten und sensorüberwachten Greif-, Füge- und Montageprozessen möglich. Entsprechend eröffnet sich der Eventcam hier ein breites Einsatzfeld – auch bei Sick selbst. So standen die Produktionsverantwortlichen an einer Roboterzelle zur Montage von Lichtschranken vor einem Rätsel. In einem Produktionsschritt in der Anlage entnimmt der Roboter für jeden Sensor eine Leiterplatte aus einem präzise in der Maschine positionierten Tray und setzt diese in ein



Aufgrund ihres geringen Gewichtes, der kompakten Bauform, der vielseitigen Befestigungsoptionen am Gehäuse und des optionalen Montagezubehörs lässt sich die Eventcam sehr vielseitig einsetzen.



Wird der ungeplante Stopp eines FTS während der Transportfahrt durch eine Person ausgelöst, erkennt dies die Eventcam.

Sensorgehäuse, das am Montageplatz bereits wartet. Hierzu vermisst der Roboter das Gehäuse und passt seine Bewegungskordinaten entsprechend der gemessenen Positionsdaten an. Dennoch traten in diesem Prozess immer wieder sporadische und nicht nachvollziehbare Bestückungsfehler auf: falsch eingesetzte oder neben das Gehäuse gefallene Leiterplatten. Um den Fehler zu finden, wurde in der Roboterzelle eine Eventcam montiert. Sie war auf den Bereich ausgerichtet, in dem das Gehäuse zugeführt und die Leiterkarte eingesetzt wird. Getriggert wurde sie durch das Automatisierungssystem des Roboters, wenn dessen Endprüfung einen Montagefehler zurückgemeldet hat. Bereits am Folgetag der Installation herrschte Klarheit über die Fehlerursache.

Die Analyse der kurzen Videosequenzen vor und nach dem ereignisbezogenen Triggersignal zeigte, dass sich das Gehäuse nach dem Vermessen und vor dem Einsetzen der Leiterkarte verschoben hatte. Mit diesem Wissen war es möglich, in der Maschine entsprechende Maßnahmen zu ergreifen, um die Gehäuse sicher zu positionieren. Die Verfügbarkeit der Maschine und die Prozessqualität der Maschine gingen sofort wieder Richtung 100 Prozent – während die Ausschussquote die Null-Prozent-Marke erreichte. Wirtschaftlichkeit betrachtet, fällt das Fazit ebenfalls positiv aus: Die Anschaffungskosten sind in der Regel sofort amortisiert, wenn man den sonstigen Zeitaufwand für das Finden und Beheben eines sporadischen Fehlers dagegenrechnet.

Ursachen für sporadische Fahrzeugstopps

Fahrerlose Transportsysteme gewährleisten vielerorts einen flexiblen und zugleich effi-

zienten Warentransport in der Intralogistik. Überall dort, wo sie zur gleichen Zeit die gleichen Flächen nutzen wie die Mitarbeiter, sind sie aus Gründen des Personen- und Unfallschutzes mit Sicherheitstechnik ausgestattet. Insbesondere Sicherheits-Laserscanner bewähren sich auf solchen Fahrzeugen als berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen. Sie tasten ihr Umfeld aktiv ab, erkennen Hindernisse und Personen und bremsen das Fahrzeug oder stoppen es komplett.

Aber wieso halten Fahrzeuge beispielsweise in der unbemannten Nachtschicht an? Weshalb geht es auf einem eigentlich freien Fahrweg in den Notaus-Zustand? Warum bleibt das Fahrzeug mal beim Andocken stehen und mal nicht? Solche Phänomene reduzieren die Verfügbarkeit der Intralogistik – und das Fahnden nach zufälligen sporadischen Ursachen von Fahrzeugstopps war bislang zeitaufwändig und teuer. Montiert auf dem Fahrzeug zeichnet die EventCam Transportfahrten und Andockprozesse auf und speichert im Ereignisfall die Zeiträume vor und nach dem Triggersignal. Eine abgestellte Palette, Verpackungsmaterial auf dem Boden, eine unberechtigte Person in der Anlage, ein Vogel, der durch das Über-

wachungsfeld des Scanners läuft: Die Praxis hat schon viele solche Ursachen erlebt, die sich mit der Eventcam schnell und transparent analysieren und beheben ließen. Manchmal erweist sich aber auch eine bestimmte Wegstrecke als ungünstig, weil sie von vielen Personen frequentiert wird, die das Stoppsignal auslösen. Dann liefert die Eventcam Informationen, um diesen Teil des Parcours für Personen zu sperren oder um eine Alternativroute einzurichten. ■

AUTORIN

Maïke Syassen

Product Manager New Technologies,
Global Business Center Presence Detection

KONTAKT

Sick AG, Waldkirch
Tel.: +49 7681 202 0
www.sick.com



LG-FLÄCHENBELEUCHTUNGEN
mit LightGuide-Technologie

NEU

- > HOMOGENER
- > HELLER
- > FLEXIBLER
- > KOMPAKTER

www.lumimax.de



Optische Messtechnik und 3D-Endoskopie

3D-Endoskopie für Remote Visual Inspection

Systeme mit berührungslosen Messverfahren werden meist in kontrollierter Umgebung bei bekannten Messobjekten eingesetzt. Bei der Vermessung von schwer zugänglichen und unbekanntem Umgebungen, wie z. B. bei Triebwerken, können dort Situationen auftreten, bei denen die Messaufgabe zusätzlich erschwert wird. In diesem Beitrag wird exemplarisch eine echtzeitfähige bildbasierte Stereo-Videoverarbeitungskette für die 3D-Endoskopie vorgestellt, mit der diese Herausforderungen gelöst werden können.

Berührungslose optische Messverfahren werden bereits in vielen industriellen Bereichen wie bei der Produktionsüberwachung von Bauteilen oder der Generierung von hochpräzisen 3D-Modellen eingesetzt. Diese Systeme werden jedoch in kontrollierten Umgebungen eingesetzt und das zu vermessende Objekt ist meist bekannt. Die Verfahren arbeiten dabei mit aktiven Verfahren wie Structured Light oder passiven photogrammetrischen Referenzmarkern sogenannten Fiducials. Dies ist insbesondere für den Bereich Remote Visual Inspection (RVI) bei Inspektions- und Wartungsarbeiten nicht praktikabel, da die visuelle Kontrolle in unkontrollierten, schwer zugänglichen und unbekanntem Umgebungen erfolgt, wie beispielsweise Triebwerken, Rohrleitungssystemen oder technischen Hohlräumen. Im Gegensatz zu optischen

In-Line-Messsystemen können dort jederzeit Situationen auftreten, in denen eine komplizierte Geräteführung sowie schlechte Beleuchtungsverhältnisse die Messaufgabe zusätzlich erschweren. Daraus ergeben sich besondere Anforderungen an das berührungslose Messsystem. Exemplarisch wird hier eine echtzeitfähige bildbasierte Stereo-Videoverarbeitungskette für die 3D-Endoskopie vorgestellt, die hochgenaue 3D-Messungen ermöglicht. Weiterhin wird ein erster Kalibrier- und Messaufbau skizziert, der in Zukunft eine objektive Bewertung von rein bildbasierten Messsystemen ermöglichen soll.

Stereoprinzip

Die Aufnahme der Bilder erfolgt durch ein 3D-Endoskop (Abb. 1, links). Die Stereodaten werden synchron über zwei hori-

zontal versetzte optische Strahlengänge aufgenommen. Der Horizontalversatz, bestimmt die Stereobasis und die Größe der sogenannten Stereoparallaxe, die für den 3D-Eindruck sowie die theoretisch erreichbare Messgenauigkeit entscheidend ist. Das Design von 3D-Endoskopen unterliegt daher unterschiedlichen Anforderungen. Die entscheidenden Parameter sind die Brennweite, Stereobasis und Sensorgröße. Für Stereosysteme ergeben sich daraus drei praxisrelevante Konfigurationen: (1) zur 3D-Visualisierung (2) präzise messende 3D-Systeme sowie (3) hybride Systeme, die für Vermessungsaufgaben und zur 3D-Visualisierung gleichermaßen ausgelegt sind. 3D-Laparoskope aus der Medizintechnik sind ein gutes Beispiel für ein solches Hybridsystem und können sowohl zur Visualisierung als für Vermessungsaufgaben eingesetzt



Für jedes bildbasierte Messverfahren ist eine Kalibrierung des Messsystems unabdingbar.«

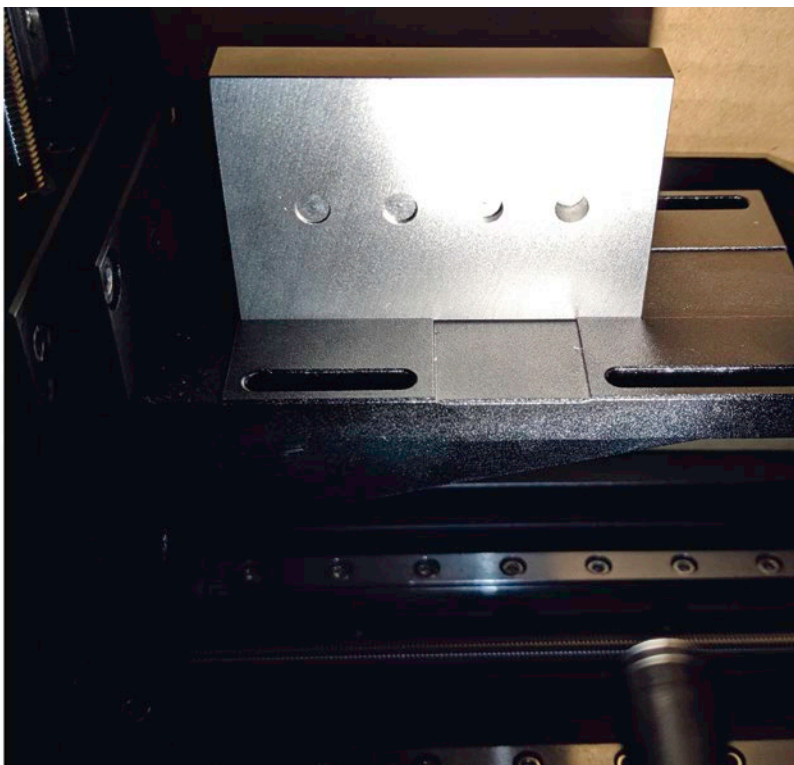
Mess- und Kalibrieraufbau

Für jedes bildbasierte Messverfahren ist eine Kalibrierung des Messsystems unabdingbar. Dies beinhaltet die Bestimmung der Verzeichnungsparameter, der intrinsischen Optikparameter wie Brennweite und Hauptpunkt als auch die Schätzung der extrinsischen Parameter, sprich die Orientierung der beiden Stereokameras zueinander (Abb. 2). Ein Überblick über gängige Kalibrierverfahren wird in [3] gegeben. Der Messaufbau zur Validierung der Genauigkeit besteht zurzeit aus drei motorisierten Lineareinheiten mit einem maximalen Messvolumen von 20*20*20cm. Der Prüfkörper wird über eine programmierbare Trajektorie in Relation zum 3D-Endoskop auf 600 nm genau verfahren. Eine Erweiterung des Systems um zwei Goniometer ist geplant, um den Einfluss von Winkelabhängigkeiten auf die Stereomesung zu untersuchen.

Stereoverarbeitung

Für eine robuste und echtzeitfähige Tiefenschätzung müssen die Stereoansichten vorverarbeitet werden. Diese Vorverarbeitung nennt man Rektifizierung und sorgt für eine bildzeilengenaue Ausrichtung der beiden Stereoansichten zueinander, sodass Vertikalversätze, Trapezverzerrungen, Kippwinkelfehler, Brennweitenunterschiede und Rollwinkelfehler korrigiert werden, die aufgrund von konstruktionsbedingten Unterschieden zwischen den Stereokanälen vorhanden sein können. Die Rektifizierung wird dabei an Hand von korrespondierenden Merkmalspunkten und der daraus abgeleiteten Stereogeometrie durch die Schätzung einer linearisierten F-Matrix ermittelt [1]. Aus dieser Information lässt sich eine 3x3 Korrekturmatrix zur Berechnung einer Homographie zwischen den beiden Stereoansichten ableiten. Auf den korrigierten Ansichten erfolgt dann die subpixelgenaue Disparitätsschätzung (1/5 Pixel) [2] und liefert den Input für die Triangulierungsberechnung.

Abbildung 4 zeigt die Ergebnisse für die 3D-Rekonstruktion des Bohrlochprüfkörpers (Abb. 1, rechts) und die kontinuierliche Bestimmung der 3D-Trajektorie entlang der optischen Achse des Endoskops. Die Mess-



© Fraunhofer HHI

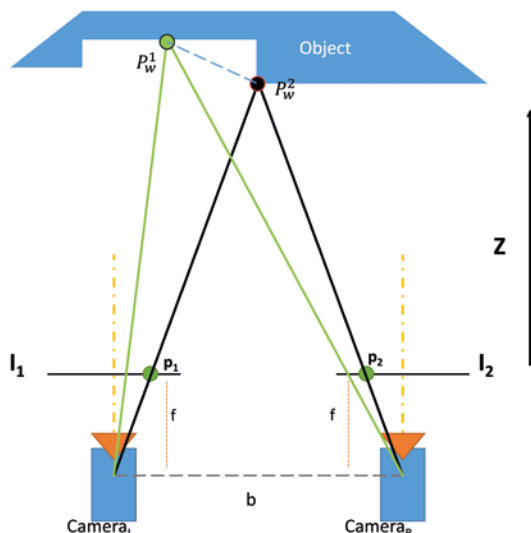
Abb. 1: Links: 3D-Endoskop und Halterung. Rechts: Messaufbau für einen Bohrlochprüfkörper auf einer 3-achsigen motorisierten Lineareinheit

werden. Abbildung 2 zeigt die schematische Anordnung eines achsparallelen Stereosystems und benennt die Parameter für die Bestimmung von Tiefeninformationen aus Stereoansichten mittels Triangulation. Der Weltpunkt (P_w) wird von beiden Kameras erfasst und auf den jeweiligen Bildebenen I_1, I_2 als p_1, p_2 in Pixelkoordinaten abgebildet. Aus der Differenz der Bildpunkte (p_1, p_2) lässt sich die Disparität (Stereo-Parallaxe in Pixeln) berechnen. Die Tiefe (Z) für einen Weltpunkt berechnet sich aus Brennweite (f), Stereobasis (b) und Disparität ($d=p_1-p_2$) mit $Z=(b * f)/d$. Insbesondere für die praktische Beurteilung der Messgenauigkeit von Stereosystemen gilt es, drei relevante Para-

meter genau aufeinander abzustimmen. (1) Die Stereobasis (b), (2) den Arbeitsabstand zum Messobjekt in Z-Richtung und die Genauigkeit der Disparität aus den berechneten Punktkorrespondenzen. Als generelle Richtlinie gilt: je größer die Stereobasis (b) desto höher die theoretisch mögliche Messgenauigkeit. Weiterhin hängt der Einfluss auf die Messgenauigkeit davon ab, ob das 3D-Endoskop orthogonal oder beliebig zum Messobjekt ausgerichtet ist. Für RVI ist insbesondere die Entwicklung der Messgenauigkeit in der Tiefe (Z) von Bedeutung. Mit subpixel genauen Punktkorrespondenzen lassen sich dementsprechend höhere Messgenauigkeiten erzielen.

Abb. 2: Prinzip der Triangulation für ein ideales, achsparalleles Stereosystem für zwei korrespondierende 2D-Bildpunkte (p_1, p_2) in Pixelkoordinaten. Die Tiefe berechnet sich mit:

$$Z = \frac{b * f}{d} \text{ mit } d = p_1 - p_2$$

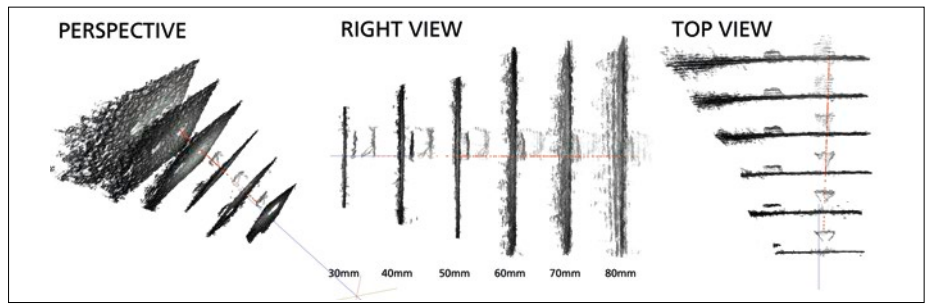


© Fraunhofer HHI



© Fraunhofer HHI

Abb. 3: Bohrlochprüfkörper in unkontrollierter Umgebung mit schwierigen Lichtverhältnissen in 70mm Abstand: Visualisierung des ausgewählten 2D-Bereichs, der als Input für die 3D-Rekonstruktionspipeline dient.



© Fraunhofer HHI

Abb. 4: Ergebnisse der 3D-Rekonstruktion für einen Bohrlochprüfkörper. Die Bohrungstiefen sind 5 mm, 2 mm, 1 mm. Der Arbeitsbereich liegt bei 30 mm bis 80 mm. Die sechs Messpositionen wurden in 10 mm Schritten mit einer motorisierten Lineareinheit angefahren. Die 3D-Trajektorie entlang der optischen Achse ist in Rot dargestellt.



© Fraunhofer HHI

Abb. 5: Auswertung der 3D-Trajektorie entlang der optischen Achse. (a) Abstandsmessungen, (b) Entwicklung der Messunsicherheit, (c) „Soll/Ist“ Vergleich für die gemessene Pfadlänge: 141.6/140.9 mm.

auswertung wurde mit dem am Fraunhofer HHI entwickelten Stereoscopic Analyzer [4] durchgeführt. Der Messbereich wurde im Livebild mit einer Echtzeitdarstellung der Tiefe interaktiv ausgewählt (Abb. 3). Die Messspanne geht von 30 bis 80 mm. Die 3D-Rekonstruktionsergebnisse in Abbildung 4 wurden alle 10 mm berechnet. Die 5 mm Bohrung wurde annähernd zur optischen Achse ausgerichtet. Abbildung 5 zeigt die Ergebnisse für die 3D-Trajektorie. Tabelle 1 zeigt eine „Soll/Ist“ Auswertung für ausgewählte Entfernungen. Dabei gilt zu beachten, dass mit größer werdendem Abstand die Messgenauigkeit abnimmt und die Messunsicherheit aufgrund der verringerten Tiefenaufösung steigt.

Fazit

Mit dem hier beschriebenen Ansatz ist es möglich, stereoskopische Messsysteme in Bezug auf Messgenauigkeiten und Mess-toleranzen systematisch zu bewerten. Es wurden maßstabstgetreue 3D-Modelle aus stereoskopischen Single-Shot-Aufnahmen für sechs Arbeitsabstände rekonstruiert sowie eine hochpräzise 3D-Trajektorie entlang der optischen Achse berechnet. Daraus ergeben sich neue Möglichkeiten für Inspektions- und Wartungsaufgaben in nicht kontrollierbaren Umgebungen (RVI), bei denen

metrische Informationen eine wichtige Rolle spielen. Weiterhin ist es das Ziel, diese Verfahren auf die minimal-invasive Chirurgie zu übertragen, um beispielsweise intraoperativ die Größe von Tumoren zu bestimmen.

Ein entwickelter Live-Demonstrator besteht aus folgenden Komponenten: 1 x 3D-HD-Endoskop, 1 x PC, Intel-Xeon-Prozessor E5-2620, 2 GHz, 1 x HD-SDI-Capture-Karte und einer NVidia-GPU mit 2880 Cuda-Kernen. Aktuell werden erste Portierungsarbeiten auf OpenCL durchgeführt. Die messtechnischen Untersuchungen und Verfahren werden im Rahmen des BMBF Projekts Compass (Comprehensive Surgical Landscape Guidance System for Immersive Assistance in Minimally-invasive and Microscopic Interventions) [5] gefördert. Weiterhin danken wir der Firma Schöilly Fiberoptic für die Leihgabe des 3D-Endoskops. Die 3D-Messdaten zu Abbildung 4 und 5 können unter [6] heruntergeladen werden. ■

Referenzen

- [1] Frederik Zilly, Marcus Müller, Peter Eisert, Peter Kauff. Joint Estimation of Epipolar Geometry and Rectification Parameters using Point Correspondences for Stereoscopic TV Sequences, Proceedings of 3DPVT, 2010.
- [2] Wolfgang Waizenegger, Ingo Feldmann, Oliver Schreer, Peter Kauff, Peter Eisert.

Real-time 3D Body Reconstruction for Immersive TV, Proceedings of the 23rd International Conference on Image Processing (ICIP 2016), Phoenix, Arizona, USA, September 25-28, 2016.

[3] J.-C. Rosenthal, Niklas Gard, Peter Eisert. Kalibrierung stereoskopischer Systeme für medizinische Messaufgaben, 16.Tagungsband: Deutsche Gesellschaft für Computer und roboterassistierte Chirurgie (CURAC), pp. 159-161, 2017.

[4] F. Zilly, M. Müller, P. Eisert, P. Kauff. The Stereoscopic Analyzer: An Image-Based Assistance Tool for Stereo Shooting and 3D Production, Proc. IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), Hong Kong, pp. 4029-4032, Sep. 2010.

[5] <https://www.hhi.fraunhofer.de/en/departments/vit/projects/compass.html>

[6] <https://datacloud.hhi.fraunhofer.de/nextcloud/s/L4cJErAX4iw8BrE>

AUTOREN

Prof. Dr. Peter Eisert
Head of Vision & Imaging Technologies Department

Jean-Claude Rosenthal
Vision & Imaging Technologies Department

KONTAKT

Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut HHI, Berlin
Tel.: +49 30 310 022 69
jean-claude.rosenthal@hhi.fraunhofer.de
www.hhi.fraunhofer.de

Tabelle 1: Entfernungsmessungen für das 3D-Endoskop entlang der optischen Achse

	35 mm	40 mm	50 mm	60 mm	70 mm	80 mm
Distanzmessung	34.73 mm	39.57 mm	49.22 mm	59.93 mm	69.38mm	78.45 mm



© Mitsubishi Electric

Mit dem Melipc-Edge-Computing zur Smart Factory

Unternehmen, deren Ziel die Anbindung der Operational Technology (OT) ihrer Produktionsumgebung an ihre IT-Systeme ist, steht nun eine neue Option von Mitsubishi Electric zur Verfügung. Die Edge-Computing-Lösung Melipc erschließt Optimierungspotenziale durch präventive Zustandsüberwachung (Predictive Maintenance) oder Qualitätssicherung mit Datenauswertung in Echtzeit und umgehender Rückmeldung an den Bediener. Die Melipc-Lösung erkennt durch den Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) Anomalien im Maschinenstatus in Echtzeit. Detaillierte Statusinformationen werden an die Automatisierungsebene zurückgemeldet, sodass Maschinenbediener proaktiv Einstell- oder Wartungsmaßnahmen durchführen können, um die Effizienz zu erhalten und die Verfügbarkeit zu erhöhen. Zudem hat die dezentrale Edge-Datenverarbeitung Vorteile hinsichtlich der Datensicherheit und Prozessintegrität. Auch in Life-Science-Anwendungen kann die Melipc-Lösung eingesetzt werden, um sensible Daten auf OT-Ebene zu speichern und zu analysieren, anstatt sie in die Cloud zu senden. Zudem beschleunigt dies die Diagnose auf Echtzeittempo und reduziert gleichzeitig die Kosten und Anforderungen der IT-Infrastruktur.

Die neue Melipc-Lösung ergänzt das bestehende Portfolio von Mitsubishi Electric an Edge-Computing-Modulen wie Maps Scada, Datenlogger und Controller.

www.mee.com

Spectral-Imaging-Kamera vorgestellt

Polytec hat die Spectral-Imaging-Kamera Advapix TPX3 vorgestellt. Sie kann in vielen Anwendungen wie energieaufgelöste Radiographie (Röntgenstrahlen, Neutronen, Ionen), Partikelverfolgung, Flugzeit-Bildgebung, mehrschichtige Compton-Kamera und viele andere eingesetzt werden. Die Sensoren lassen sich durch Abscheidung der Konverterschicht (6LiF) für die Neutronenbildgebung anpassen. Das Aufzeichnen einzelner Treffer zusammen mit der Datenverarbeitung ermöglicht es, die räumliche Auflösung in einigen Anwendungen auf Einheiten von Mikron oder sogar Submikrometer (für Ionen) zu erhöhen. Im Vergleich zum älteren Timepix-Chip bietet der Timepix3-Detektor eine sechsmal höhere Zeitauflösung, eine doppelt so hohe Energieauflösung, eine halb so hohe minimale Energieschwelle, null Totzeit und eine zehnfache Datenübertragung.



© Polytec

www.polytec.de

Gerät für Phased-Array-Prüfung

Olympus hat seine Omniscan-Prüfgeräte, die mit Phased-Array-Ultraschalltechnik (PAUT) arbeiten, um ein neues Modell erweitert. Das Prüfgerät OmniScan X3 verfügt über Funktionen, die den gesamten Prüfablauf verbessern. Die schnell und effizient konfigurierbaren Prüfeinstellungen und der Bilderfassung mittels Full Matrix Capture (FMC) mit anschließender Bildverarbeitung mittels Total Focusing Method (TFM) vereinfacht die Entscheidungsfindung. Nach einer Prüfung vereinfachen weitere Softwarefunktionen die Analyse und Berichterstellung. Eine integrierte, umfassende Planungshilfe ermöglicht es dem Anwender, sich vor Prüfbeginn ein Bild vom Ablauf zu machen. Damit lässt sich das Fehlerrisiko reduzieren. Der gesamte Prüfplan, einschließlich des TFM-Bereichs, kann in einem einfachen Ablauf erstellt werden. Zusätzlich sorgen verbesserte Kalibrierfunktionen und die Unterstützung einer gleichzeitigen Konfiguration von Sensor und Schallbündelgruppe, die integrierte Erstellung über Dual Linear, Matrix und Dual-Matrix-Array-Sensor und die automatische Überprüfung des Vorlaufkeils für eine schnellere Einrichtung des Geräts.



© Olympus

www.olympus.de



© Ametek



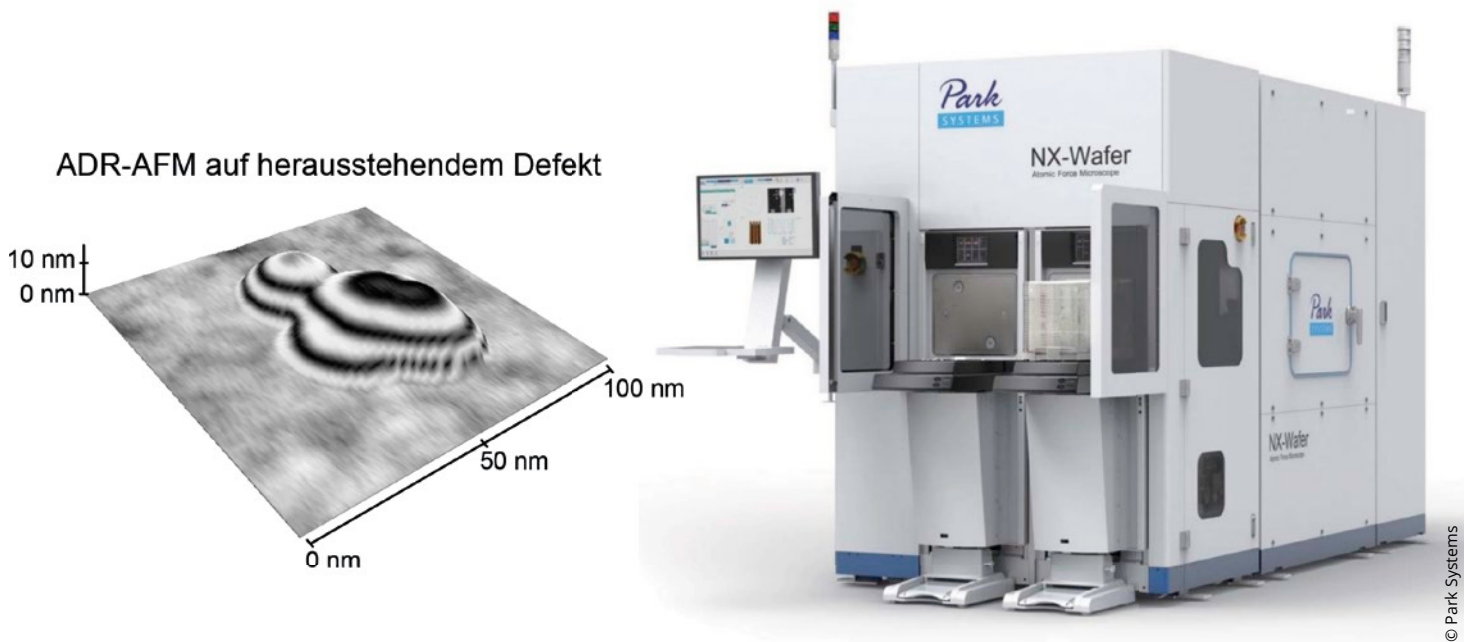
Smarteres Funkenspektrometer für die Werkstoffanalyse

Spectro Analytical Instruments hat die achte Generation des Funkenspektrometers Spectromaxx vorgestellt. Das Gerät verfügt über die iCAL 2.0-Kalibrationslogik und ermöglicht schnelle und präzise Elementanalysen – optimiert für die Werkstoffanalyse und den Einsatz in Gießereien.

Das Modell erreicht mittels optimierter Funkenparameter hohe Messgeschwindigkeiten. So wartet diese Gerätegeneration mit einer 12-prozentigen Reduzierung der Messzeiten auf (beispielsweise sinkt die Messzeit bei niedriglegiertem Stahl um 3 s im Vergleich zu vorherigen Modellen). Das Spektrometer beinhaltet Spectros iCAL

2.0-Kalibrationslogik, die in den meisten Fällen 5 min und eine einzige Probe pro Tag benötigt, anstatt wie bei konventionellen Analysatoren 30 min oder mehr. Zudem kompensiert es automatisch die meisten Temperatur- oder Druckschwankungen – ebenfalls im Gegensatz zu konventionellen Geräten. Darüber hinaus ist die Software durch eine vereinfachte Ansicht und programmierbaren Applikationsprofilen auf die jeweiligen Anforderungen der Anwender zugeschnitten.

www.ametek.com



Automatische Defektprüfung

Erkennen und Klassifizieren von Defekten mittels Rasterkraftmikroskopie

Die automatische Defektüberprüfung mithilfe von Rasterkraftmikroskopie visualisiert Defekte in drei Dimensionen mit Nanometerauflösung und qualifiziert sich damit als ideale Technik für die Halbleiterindustrie.

Fortschritte in der Lithografie ermöglichen die Herstellung immer kleinerer Halbleiterbauelemente. Aus der abnehmenden Strukturgröße folgt, dass schon nanometergroße Defekte auf den Wafersubstraten die Funktionalität der Bauelemente negativ beeinflussen können. Die Detektion und Charakterisierung dieser Defekte erfordert Analysemethoden mit Auflösungen im Nanometerbereich. Aufgrund der Wellenlänge des Lichtes kann die herkömmliche automatische optische Inspektion (AOI) eine Auflösung auf dieser Größenskala nicht erreichen, was die Darstellung und daraus folgend die Klassifizierung der Defekte beeinträchtigt. Die automatische Defektprüfung (Automatic Defect Review, ADR) durch Rasterkraftmikroskopie (Atomic Force Microscopy, AFM) hingegen bildet Defekte dreidimensional mit der für AFM üblichen Nanometerauflösung ab und verringert dadurch Unsicherheiten bei der Defektklassifizierung.

Defektinspektion und -prüfung

Mit der Strukturgröße in der Halbleitertechnologie nimmt auch die Größe der Defekte ab, die die Leistung der Halbleiterbauelemente beschränken und daher für das Prozessausbeute Management von Interesse sind (Defects of Interest, DOI).

Die abnehmende Größe der DOI stellt die Defektanalyse vor eine Herausforderung: Die Analysemethoden müssen Defekte zerstörungsfrei mit einer hohen lateralen und vertikalen Auflösung in einem zweistelligen oder einstelligen Nanometerbereich dreidimensional darstellen.

Meist setzt sich die Defektanalyse aus zwei Schritten zusammen. In dem ersten Schritt werden Methoden mit hohem Durchsatz aber geringerer Auflösung für die Defektinspektion angewandt, unter anderem optische Oberflächeninspektionssysteme (Scanning Surface Inspection Systems, SSIS) oder AOI. Diese Methoden liefern Karten mit den Koordinaten der Defekte auf der Waferoberfläche. Aufgrund ihrer geringen Auflösung können AOI und SSIS jedoch ungenaue Informationen produzieren und sind daher vor allem für die Defektklassifizierung in einem zweiten Schritt auf hochauflösende Methoden zur Defektprüfung angewiesen. Für den zweiten Schritt können Methoden wie Transmissions- oder Rasterelektronenmikroskopie (TEM und REM) oder AFM die Karten mit den Defektkoordinaten aus dem ersten Schritt nutzen, um Defekte zu lokalisieren. Diese Analysemethoden liefern hochaufgelöste Bilder der Defekte im Nanometerbereich, sind aber langsamer als AOI oder SSIS und haben einen geringe-

ren Durchsatz. Während REM und TEM wie AFM eine hohe laterale Auflösung bieten, ist nur AFM in der Lage, Defekte auch mit einer hohen vertikalen Auflösung abzubilden und sie dreidimensional darzustellen. Anders als REM und TEM bildet AFM Oberflächen zudem zerstörungsfrei ab. AFM bietet daher verlässliche dreidimensionale Informationen über Defekte, die für eine ordnungsgemäße Klassifizierung erforderlich sind.

Rasterkraftmikroskop

Durch das mechanische Abtasten von Oberflächen mit einer nanometerbreiten Spitze an einem Biegebalken, produziert AFM die höchste vertikale Auflösung unter den gebräuchlichen Charakterisierungsmethoden in der Halbleitertechnologie. Darüber hinaus ermöglichen dynamische Messmoden, bei denen der Biegebalken über der Oberfläche oszilliert und Änderungen in der Oszillation Aufschluss über die Topografie geben, eine kontakt- und damit zerstörungsfreie Abbildung der Probenoberfläche mit hoher lateraler Auflösung. Aufgrund der jüngsten Entwicklungen in der automatisierten AFM-Technologie hat sich die Anwendung von AFM von der akademischen Forschung auf Industriesektoren wie der Festplattenherstellung und Halbleiterindustrie aus-

geweitet. Die Industrie hat begonnen, sich auf die Vielseitigkeit des AFM und dessen Fähigkeit zur zerstörungsfreien und dreidimensionalen Messung von Nanostrukturen zu fokussieren. Daher entwickelt sich AFM für die Defektanalyse zu einer der Inline-Messlösungen der nächsten Generation.

Automatische Defektprüfung durch Rasterkraftmikroskopie

Eine der größten Schwierigkeiten der Defektprüfung durch AFM ist der Transfer der Defektkoordinaten in der Verteilungskarte der AOI-Messung zum AFM. Ursprünglich fand dazu zwischen der AOI- und AFM-Messung ein zusätzlicher Schritt statt, bei dem der Nutzer die Defektpositionen in einem optischen Mikroskop manuell markierte und im Anschluss auf dem AFM suchte. Durch den hohen Zeitaufwand verringerte diese Methode den Durchsatz jedoch erheblich.



ADR-AFM vervollständigt die Inline-Defektprüfung als zerstörungsfreie Methodik und liefert dreidimensionale Defektinformationen«

Sang-Joon Cho,
Vice President und Direktor of
R&D Center, Park Systems Corp.

In ADR-AFM werden die Koordinaten der Defekten von der AOI Verteilungskarte importiert. Der Import der Verteilungskarte setzt voraus, dass die Ausrichtung der Wafer möglichst genau ist und Positionierungsfehler zwischen AOI und AFM ausgeglichen werden. Dies kann über einen Zwischenschritt mit einem optischen Analysegerät geschehen, das einen geringeren Positionierungsfehler als AOI aufweist. Im Anschluss erfolgt eine automatisierte AFM-Messung bestehend aus einem großflächigen Übersichtsbild, einer hochauflösenden Abbildung der Defekten und der Defektklassifizierung. Durch die Automatisierung muss der Nutzer nicht anwesend sein und der Durchsatz kann steigen. Eine weitere Voraussetzung für ADR-AFM ist die kontaktfreie Abbildung der Waferoberfläche um die Qualität der Spitze und damit eine hohe Auflösung bei vielen aufeinanderfolgenden Messungen zu garantieren. Daher verwendet ADR-AFM einen

WILEY
BUSINESS

TRENDTHEMEN

LEAD-GENERATION

NETWORKING

ONLINE-ARCHIV

PRODUKTINFORMATIONEN

WEBINARE
EVENTS



Die inspect ist online.

- ▶ inspect, die führende europäische cross-mediale Informationsquelle für Entscheider
- ▶ Nutzen Sie unsere Online-Suchmaschinen für Produkte, Lieferanten, Technologien, Applikationen, Lösungen, Personen und vieles mehr
- ▶ Kontaktieren Sie Ihre zukünftigen Geschäftspartner direkt durch Informationanforderung per E-Mail
- ▶ Finden Sie Fachbeiträge, Grundlagen, Interviews, Reportagen und weitere Daten in unserem Online-Archiv der letzten Ausgaben

www.inspect-online.com

**Time
to
Move.**

inspect

kontaktfreien dynamischen Messmodus, der den Verschleiß der Spitze verhindert.

Vergleich von AOI und ADR-AFM

Die Ergebnisse der Defektprüfung mit AOI und ADR-AFM an denselben Defekten sind in der Tabelle in Abbildung 1 gegenübergestellt. Während AOI die Größe der Defekte anhand der Intensität des gestreuten Lichts schätzt, bildet AFM die Defekte durch mechanisches Abtasten der Oberfläche direkt ab. Neben der lateralen Ausdehnung misst ADR-AFM auch die vertikale Größe der Defekte und erlaubt somit eine Unterscheidung zwischen herausstehenden („bump“) und vertieften Defekten („pit“). Die Abbildung der dreidimensionalen Form der Defekte ermöglicht eine verlässliche Klassifizierung von Defekten.

Der Vergleich der Defektgrößen von AOI und ADR-AFM zeigt, dass die von AOI festgestellten Größen zum Teil stark abweichen von den tatsächlichen Defektgrößen gemessen mit ADR-AFM. Bei den „Bump“-Defekten unterschätzte AOI die Größe um mehr als die Hälfte. Dies wurde vor allem

deutlich für Defekt 4, dessen Größe von AOI auf 28 nm geschätzt wurde – ein Drittel der tatsächlichen Größe gemessen von ADR-AFM (91 nm). Die größten Abweichungen zwischen AOI und ADR-AFM ließen sich jedoch bei Messungen an „Pit“-Defekten 5 und 6 beobachten. Hier unterschätzte AOI „Pit“-Defekte mit tatsächlichen Größen im Mikrometerbereich um mehr als zwei Größenordnungen. Der Vergleich der Defektgrößen ermittelt mit AOI und ADR-AFM verdeutlicht, dass AOI für die Vermessung und Klassifizierung von Defekten nicht ausreicht, während ADR-AFM eine verlässliche Defektanalyse gewährleistet.

Vergleich von ADR-REM und ADR-AFM

Für eine hochaufgelöste Defektprüfung anhand der Karten mit den Defektkoordinaten aus den AOI-Daten, ist es möglich ADR-REM statt ADR-AFM zu nutzen. In ADR-REM findet die automatische Defektprüfung während einer REM-Messung statt, in der ein hochenergetischer Elektronenstrahl die Oberfläche abbildet. REM verfügt über eine hohe

laterale Auflösung, kann jedoch keine Höheninformationen über die Defekte liefern.

Für Vergleich von ADR-REM und ADR-AFM wurde dieselbe Stelle zunächst mit REM und im Anschluss mit AFM gemessen (Abbildung 2). Die AFM Bilder zeigen dabei deutlich die veränderte Probenoberfläche nach einer REM-Messung. So wird in Abbildung 2a deutlich, dass ADR-REM einen herausstehenden Defekt verfehlte. Darüber hinaus ist ADR-AFM empfindlich genug, um Flächendefekte mit einer Höhe von 0,5 nm zu erkennen, die das REM aufgrund einer unzureichenden vertikalen Auflösung nicht abbilden konnte (Abb. 2b). Abbildung 2c verdeutlicht die Schäden an einer Probenoberfläche die durch den Elektronenstrahl bei einer ADR-REM entstanden. Die REM-Messbereiche sind in den ADR-AFM Bildern als rechteckiger Formen um die runden Defekte zu erkennen. Durch die hohe vertikale Auflösung und das zerstörungsfreie Abbilden von Defekten ist ADR-AFM damit ADR-REM in der Defektprüfung klar überlegen.

Fazit

Je kleiner Halbleiterbauelemente werden, desto wichtiger wird AFM als hochauflösende und zerstörungsfreie Analyseverfahren in der Defektprüfung der Halbleitertechnologie. Die automatisierte Defektprüfung ADR vereinfacht und beschleunigt den Arbeitsablauf für AFM Messungen in den Prüfprozessen der Halbleiterindustrie und ermöglicht den Einsatz von AFM als inline-Methodik. Vor allem bei Defektgrößen im ein- oder zweistelligen Nanometerbereich unterstützt ADR-AFM die konventionelle AOI und nutzt dabei AOI-Karten mit den Defektkoordinaten, um Defekte zu lokalisieren. Anders als die Elektronenmikroskopie bildet ADR-AFM Defekte mit einer hohen vertikalen Auflösung ab, was die Defektklassifizierung erleichtert. Der kontaktfreie Messmodus gewährleistet eine zerstörungsfreie Oberflächencharakterisierung und verhindert eine Abnutzung der AFM-Spitze. Dadurch garantiert ADR-AFM, dass die hohe Auflösung auch in vielen aufeinanderfolgenden Messungen erhalten bleibt. ■

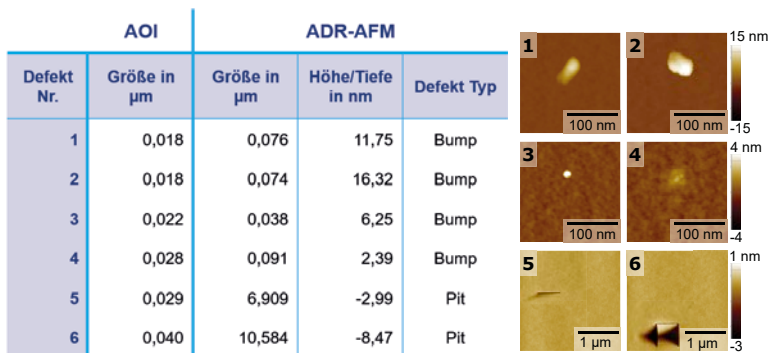


Abb. 1: Gegenüberstellung der Ergebnisse der Defektprüfung mit AOI und ADR-AFM in der Tabelle mit den dazugehörigen AFM Messungen der sechs Defekte. Herausstehende Defekte werden als „Bump“ bezeichnet, Vertiefungen als „Pit“.

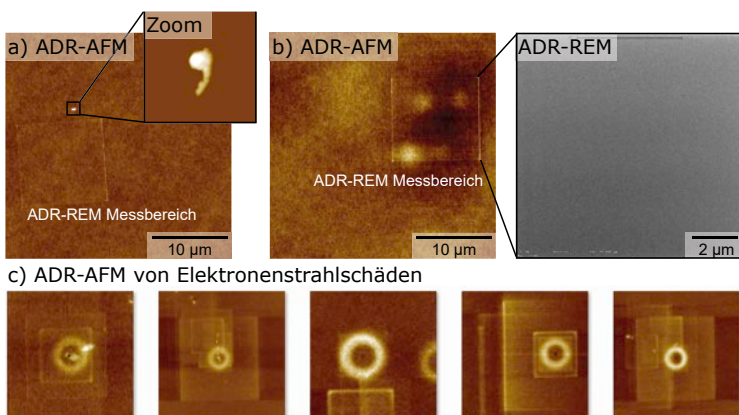


Abb. 2: Vergleich von ADR-AFM und ADR-REM, a) Abbildung eines Defektes, der von ADR-REM übersehen wurde, b) Abbildung von Defekten mit geringer Höhe (0,5 nm), die durch ADR-REM nicht abgebildet werden konnten, c) Beispiele des Elektronenstrahlenschadens auf der Probenoberfläche durch ADR-REM als rechteckige Flächen um die Defekte.

© Park Systems

AUTOREN

Sang-Joon Cho, Vice President und Direktor of R&D Center,

Ilka M. Hermes, Principle Scientist

KONTAKT

Park Systems Europe GmbH, Mannheim
Tel.: +49 621 490 896 50
www.parksystems.com

© Optris

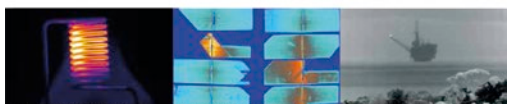


Temperaturmessung in der Metallurgie ab 250 °C

In der Metallurgie ist ein hohes Aufkommen von Staub, Dämpfen und ähnlichen Störelementen, welche die berührungslose Temperaturmessung negativ beeinträchtigen, oft nicht zu vermeiden. Damit auch unter diesen

widrigen Voraussetzungen eine zuverlässige Temperaturmessung an Schmelzen oder metallischen Oberflächen gewährleistet werden kann, hat Optris das Quotientenpyrometer Ctratio entwickelt. Die Erweiterung um ein Modell mit spektraler Empfindlichkeit bei 1,45-1,75 μm (2M) ermöglicht nun bereits Messungen ab 250 °C. Auch nach oben konnten die Modelle durch neue Kalibrierverfahren erweitert werden – maximal lassen sich nun 3.000 °C messen. Ein Highlight des Ctratio ist der nun verwendete Visier-Laser mit einer Wellenlänge von 520 nm. Zur Temperaturanalyse liefert Optris standardmäßig die Software Ratio Connect mit aus, welche Temperaturmessdaten erfasst und auswertet. Über die standardmäßige USB-Schnittstelle und die kostenlose Android-App IRmobile kann der Anwender das Gerät aber auch einfach vor Ort parametrieren.

www.optris.de



© Flir

SWIR-Kameras für F&E und Machine Vision

Mit den gekühlten Nahinfrarotkameras der A6260-Serie hat Flir zwei ganz besondere Kameras im Programm: Das Modell Flir A6261 lässt sich als komplett ausgestattete SWIR-Kamera flexibel und vielseitig einsetzen, da Anwender die Kameraeinstellungen wie die Bildrate, Integrationszeit und Fenstergröße komplett nach ihren Wünschen und Anforderungen konfigurieren können. Die A6261 wurde speziell für das IR-Kurzwellenspektrum (SWIR) im Wellenlängenbereich von 0,9–1,7 μm optimiert und eignet sich dadurch besonders für Anwendungen wie die Laser-Profilierung und die Überprüfung von

Silizium-Wafern. Ihr Sensor ermöglicht einen Verstärkungsfaktor von bis zu 75x. Die Flir A6262 verfügt mit ihrem Spektralbereich von 0,6–1,7 μm , der nicht nur das infrarote Kurzwellenspektrum (SWIR) umfasst, sondern mit 600 nm bis in den visuellen Bereich erweitert wurde, über ganz besondere Eigenschaften. Die Kamera ermöglicht den Blick z. B. durch Glas, durch aufgetragene Farbschichten, im Lebensmittelsektor durch die oberste Schicht von Früchten (Schale) oder bei medizinischen Operationen mitunter durch Blut hindurch direkt auf das Gewebe.

www.flir.com

© Pixargus



Inspektionssystem für die Qualitätskontrolle von Wellrohren

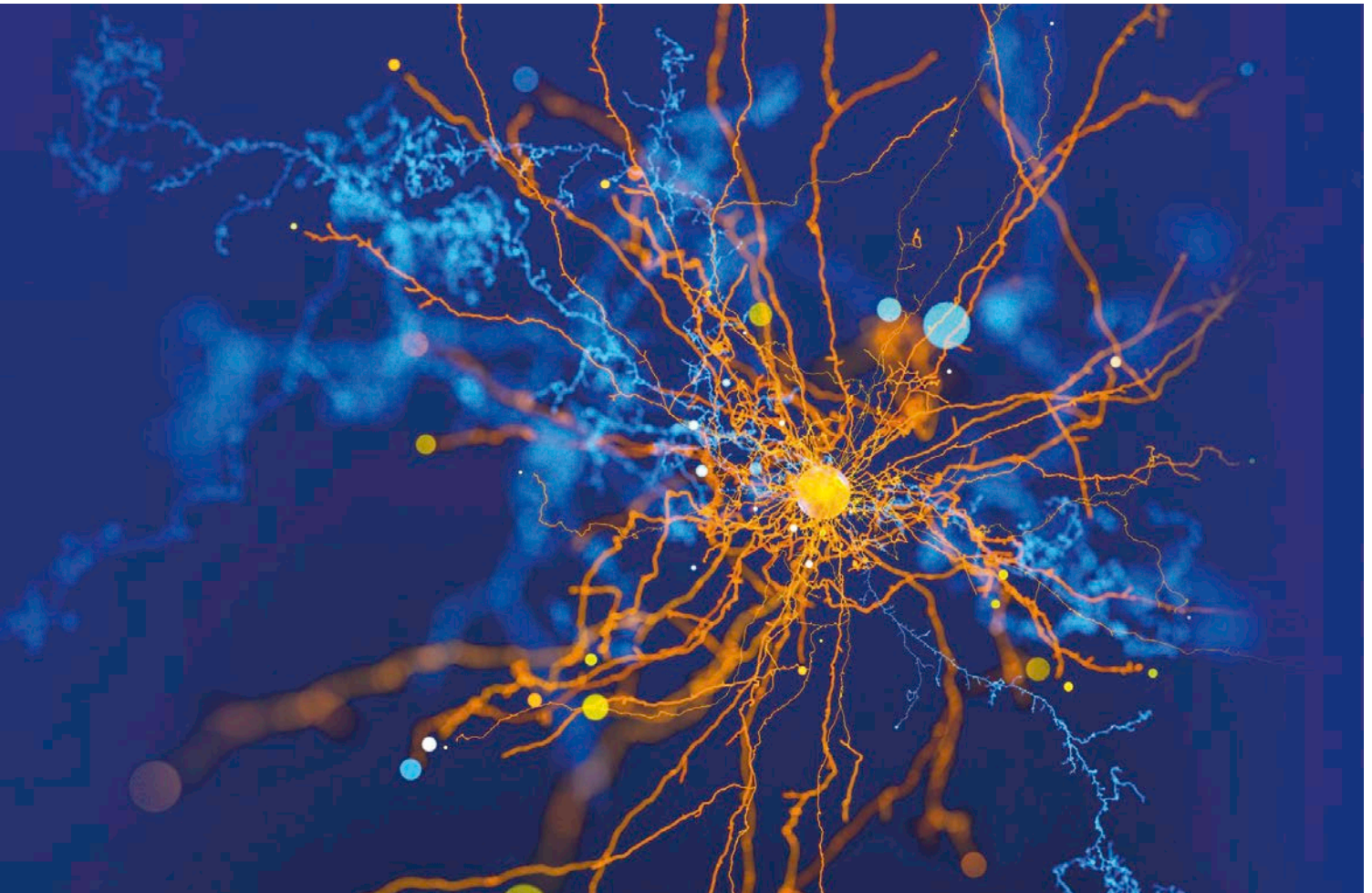
Mit dem Inline-System ProfilControl 7 S Corrugatedtube von Pixargus lässt sich die Ringstruktur von Wellrohren jetzt lückenlos prüfen. Denn neue Algorithmen inspizieren zwischen Wellenberg und -tal erstmals auch den Wellenrücken. Ausschuss und Prozesskosten sinken. Der Messtechnikspezialist hat mit der Technologie vom Prüfsystem PC7 S Tube nun einen ganz neuen Prüfkopf für Wellrohre entwickelt. Acht Hochleistungskameras nehmen die Wellrohr-Oberfläche aus unterschiedlichen Richtungen in den Blick und inspizieren dabei nicht nur Wellenberge und -täler, sondern auch den Wellenrücken. Auf der Softwareseite wurden neue algorithmische Verfahren entwickelt und implementiert, die den Wechsel von glatt und wellig erkennen bzw. unterschiedliche Produktstrukturen ausblenden können – so werden auch kleine Fehler sichtbar. Löcher, Dellen, Blasen, Knoten, Kratzer, Risse und mangelhafte Quetschnähte werden zu 100 % erkannt. So lässt sich Ausschuss in der Wellrohrfertigung deutlich reduzieren – die Prozesskosten sinken.

www.pixargus.de

Deep
Learning in der
industriellen Bild-
verarbeitung
TEIL 2

Mit vortrainierten Netzen Kosten sparen

Serie Teil 2: Deep Learning in der industriellen Bildverarbeitung



© Fotolia

Deep Learning wird als Verfahren auf Basis von künstlicher Intelligenz (KI) immer wichtiger im Rahmen von modernen Produktions- und Prüfprozessen. Unternehmen können die Technologie aufgrund ihrer hohen Komplexität jedoch häufig nicht nutzen, da es an qualifiziertem Fachpersonal fehlt. Eine praktikable Lösung hierfür bieten vortrainierte Netze, die in Machine-Vision-Software integriert sind: Mit ihnen lässt sich der Aufwand für das Training deutlich reduzieren, was Kosten einspart.

KI-basierte Technologien wie Deep Learning, das auf Convolutional Neural Networks (CNNs) beruht, sind heute integraler Bestandteil von modernen Software-Produkten für die industrielle Bildverarbeitung (Machine Vision). Damit lassen sich robuste, hochgenaue Identifikationsraten realisieren. Dies kommt insbesondere auch bei der Inspektion und Fehlererkennung im Rahmen von industriellen Produktionsprozessen zum Tragen. Dennoch ist Deep Learning nicht einfach zu handhaben und stellt Unternehmen

vor große Herausforderungen: Wie alle KI-basierten Verfahren ist auch Deep Learning hochkomplex in der Anwendung und erfordert fundierte Fachkenntnisse und Erfahrungen in puncto künstlicher Intelligenz und Programmierung. Vielen Firmen mangelt es an entsprechend qualifizierten Experten. Zudem handelt es sich bei Deep Learning um eine vergleichsweise junge Technologie, die sich für den breiten industriellen Einsatz erst noch bewähren muss.

Wie können Unternehmen nun trotzdem von den vielen Vorteilen profitieren, die

Deep-Learning-Algorithmen in Kombination mit Machine-Vision-Lösungen ermöglichen? Einen praktikablen Ansatz hierfür bieten vortrainierte Netze, die das Handling vereinfachen und somit den Aufwand für die Anwender signifikant reduzieren. Eine Möglichkeit für Unternehmen besteht darin, kostenfreie Open-Source-Software für diesen Zweck zu nutzen. Hierbei ist jedoch auf einige Besonderheiten zu achten, die zu Problemen führen können: Herkömmlicherweise werden für die exakte Objekterkennung mehrere hunderttausend Beispielbilder für das Training

des entsprechenden Deep-Learning-Netzes benötigt. Dies ist erforderlich, da sich die zu erkennenden Gegenstände durch zahlreiche äußere Eigenschaften wie etwa Farbe, Form, Textur oder Oberflächenstruktur voneinander unterscheiden. Dabei muss jedes einzelne Trainingsbild für den kommerziellen Einsatz verwendbar sein. Das heißt, es dürfen keine Lizenzen oder Rechte Dritter einer legalen Nutzung entgegenstehen. Bilder im Open-Source-Kontext können diese Anforderung jedoch meist nicht erfüllen, da ihre Nutzungsrechte den kommerziellen Einsatz ausschließen. Hier ist also Vorsicht geboten, um teure Rechtsstreitigkeiten zu vermeiden.

Open-Source-Software nur bedingt zu empfehlen

Die Nutzung quelloffener Produkte birgt noch eine weitere Herausforderung in sich: So können diese häufig nur spezielle Bildverarbeitungsaufgaben adressieren. In vorhandene Applikationen oder Frameworks lassen sie sich oft nur schwer integrieren. Diese Eigenschaft ist jedoch wichtig, da sich die Machine-Vision-Prozesse nie isoliert betrachten lassen, sondern typischerweise mehrere Schritte umfassen: Nachdem die digitalen Bildinformationen anfangs aus dem Bildeinzugsgerät in die entsprechende Anwendung geladen wurden, folgt im nächsten Schritt die Vorverarbeitung. Hierbei richtet die Software beispielsweise alle Bilder optimal für die eigentliche Bildverarbeitung aus. Und am Schluss werden die aus der Verarbeitung resultierenden Bilddaten in andere Systeme wie etwa in eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) integriert und für weitere Prozessschritte verfügbar gemacht. Aufgrund mangelnder Integrationsfähigkeit (zum Beispiel wegen fehlender Bildeinzugs- oder I/O-Interfaces oder auch Schnittstellen zu weiteren Bildverarbeitungswerkzeugen) können Open-Source-Lösungen diesen Ablauf in der Regel nur mit einem wesentlich höheren Aufwand unterstützen.

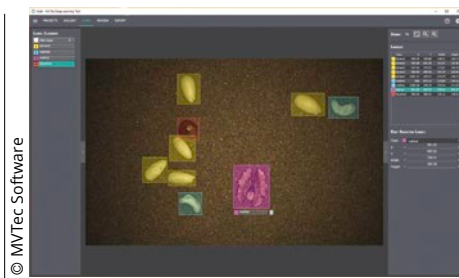
Um diese Nachteile zu vermeiden, können Unternehmen auch auf Machine-Vision-Standardsoftware zurückgreifen, die bereits möglichst viele, sofort einsatzbereite Funktionen bietet. Darin sind idealerweise bereits vortrainierte Deep-Learning-Netze

enthalten. MVTec Halcon etwa verfügt über zentrale Funktionen, mit denen sich das Training der Netze vereinfachen und optimieren lässt. So beinhaltet diese Software mehrere vortrainierte Netze, die passgenau auf die Anforderungen der Anwender zugeschnitten sind. Die Netze wurden mit etwa einer Million Bildern aus dem industriellen Umfeld vortrainiert. Diese sind allesamt frei von Rechten Dritter, sodass Firmen hinsichtlich Lizenzfragen auf der sicheren Seite sind. Unternehmen benötigen für das weitere applikationsspezifische Training nur noch wenige eigene Bilder der jeweiligen Anwendung und reduzieren dadurch die Komplexität, den Aufwand sowie die Kosten deutlich.

Ein zusätzlicher Vorteil von proprietärer Standardsoftware gegenüber Open-Source-Lösungen: Erstere kann qualitativ hochwertigen, von Experten geprüften Programmcode garantieren. Quelloffene Lösungen hingegen werden von einer unabhängigen Community programmiert und betreut und können somit keinen vergleichbaren Qualitätsstandard einhalten. Dies ist insbesondere deshalb von Bedeutung, da der Quellcode von Open-Source-Lösungen meist mehrere 100.000 Zeilen umfasst. Um hier also dennoch eine hohe Qualität sicherzustellen, müssten Unternehmen Zeile für Zeile mit eigenen Spezialisten überprüfen, was einen kaum überschaubaren Aufwand nach sich zöge. Mit einer kommerziellen Lösung hingegen sind Anwender diesbezüglich auf der sicheren Seite. Außerdem erhalten sie damit regelmäßige Maintenance- und Bugfix-Releases, die einen reibungslosen Einsatz im industriellen Kontext sicherstellen.

Bilder labeln durch umrahmende Rechtecke

Vortrainierte Deep-Learning-Netze haben aber auch Grenzen: Zwar vereinfachen sie den Trainingsprozess erheblich. Dennoch ersparen sie dem Anwender nicht, eigene Trainings-Bilder zu labeln, also jedes aufgenommene relevante Objekt mit einem kennzeichnenden Etikett zu versehen. Sollen innerhalb des Bildes einzelne Objekte erkannt und lokalisiert werden (Objektdetektion), müssen dafür in jedem einzelnen Bild Rechtecke eingefügt werden, die die zu



Das Deep Learning Tool optimiert die Verwaltung der Trainingsdaten.

erkennenden Objekte einrahmen und dann die jeweilige Objektklasse – passend zur entsprechenden Anwendung – benennen (zum Beispiel „Apfel“ oder „Birne“). Dieser Labeling-Prozess von Trainingsbildern ist nötig, damit der Deep-Learning-Algorithmus lernt, welche Merkmale zu welcher Klasse gehören, und letztendlich – nach dem Training – Objekte eigenständig und verlässlich lokalisieren und einer bestimmten Klasse zuordnen kann. Für das Labeln werden spezielle Werkzeuge benötigt, die extra beschafft oder entwickelt werden müssen. Dies verursacht zusätzlichen Aufwand und entsprechende Kosten.

Eine passgenaue Lösung hierfür bietet MVTec mit seinem Deep Learning Tool, das im Frühjahr 2019 in einer ersten Version veröffentlicht wurde. Damit lassen sich für das Deep-Learning-basierte Training für die Objektdetektion Rechtecke einzeichnen und anpassen sowie Labels vergeben und verwalten. Die gelabelten Bilddaten können anschließend problemlos in die Bildverarbeitungssoftware Halcon geladen werden. So stehen sie im richtigen Format für das weitere Training des Deep-Learning-Netzes zur Verfügung. Mit dieser ersten Version des Deep Learning Tools initiiert der Hersteller einen langfristig angelegten, agilen und iterativen Software-Entwicklungsprozess. Mit der regelmäßigen Veröffentlichung weiterer Releases werden dann zusätzliche Funktionen in das Werkzeug integriert.

Fazit

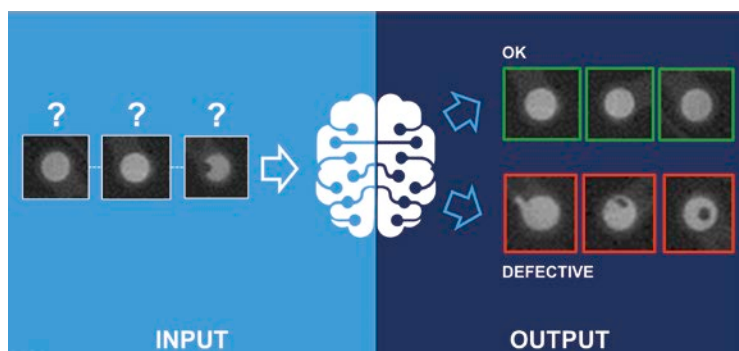
Eingebettet in moderne Bildverarbeitungssoftware, ermöglichen Deep-Learning-Funktionen herausragende Ergebnisse bei der Identifikation und Inspektion von Objekten. Durch den Einsatz bereits vortrainierter, neuronaler Netze können Unternehmen den Aufwand für das Deep-Learning-basierte Training vermindern, Kosten reduzieren und so von allen Vorteilen der innovativen KI-Technologie profitieren. ■

AUTOR

Thomas Hünerrauth
Product Owner Halcon Library

KONTAKT

MVTec Software GmbH, München
Tel.: +49 89 457 695 0
info@mvtec.com
www.mvtec.com



Deep Learning verbessert die Ergebnisse bei der Fehlerinspektion.

Aus realen Anwendungen mit KI gewonnene Erkenntnisse

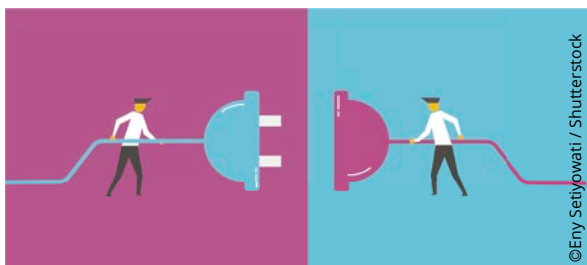
Künstliche Intelligenz verbessert Kamera-basierte Verkehrsüberwachung

Alle Kennzeichen vorbeifahrender Autos zu erkennen, überforderte ein Kamerasystem. Doch auch die derzeit vielgerühmte künstliche Intelligenz konnte die Aufgabe nicht allein lösen. Es wäre schlicht zu teuer und aufwendig gewesen. Daher kombinierte ein großer Kamerahersteller beide Technologien, was ein ressourcenschonendes und zuverlässiges Gesamtsystem ergab.

Der eigentliche Anfang der künstlichen Intelligenz (KI) liegt zwar in den 50er Jahren, doch damals kam sie nicht über das Stadium einer Idee hinaus. Erst in den 80ern nahm diese Gestalt an, als mehr geforscht wurde und mehr Unternehmen eigene KI-Systeme entwickelten. Die Computertechnik war aber noch zu jung und konnte die Software nicht unterstützen, die alle wollten. Heute, 40 Jahre später, wird die KI in fast jeder Branche verwendet.

Die erste Erfahrung ist eine Lernkurve

Auch für ein Kameraunternehmen mit Profis im Bereich Bildverarbeitung waren die ersten Schritte in die Welt der KI eine Herausforderung.



Erst beides zusammen, industrielle Bildverarbeitung und künstliche Intelligenz, führten zur Lösung.

rung. Teledyne Lumenera wollte KI erstmals in intelligenten Verkehrssystemen (Intelligent Traffic Systems, ITS) einsetzen, um eine Kamera zur integrierten Bildanalyse bei der Fahrzeugerkennung (Vehicle Detection, VDET) und optischen Zeichenerkennung (Optical Character Recognition, OCR) zu entwickeln. Die erste Herausforderung dabei war, die Kamera dazu zu bringen, jedes vorbeifahrende Fahrzeug zu fotografieren. Doch es stellte sich schnell heraus, dass es zu viele neue und sich verändernde Variablen gab. Die Software ließ sich einfach nicht an alle Aspekte anpassen, die außerhalb geschlossener Räume auftreten. Teledyne musste sie also komplett neu erstellen. Eine KI-Lösung von Grund auf zu entwickeln, bedeutete allerdings eine steile Lernkurve. Dies war übrigens nicht nur für Teledyne Lumenera eine Herausforderung, denn KI-Technologie kommt schließlich in vielen Branchen zum Einsatz.

Von der Bildverarbeitung zur KI: Der Paradigmenwechsel

Industrielle Bildverarbeitung (IBV) ist seit vielen Jahren ein unglaublich nützliches Hilfsmittel – hat aber seine Grenzen. Statt also mit IBV alle Anforderungen lösen zu wollen, ist es besser, es für einfache, klare, sich wiederholende Aufgaben zu nutzen. Die Entwicklung eines Bildverarbeitungssystems folgt anerkannten, schrittweise und iterativ ausgeführten Projektleitungsgrundsätzen. Wird der Ablauf zu lange und zu komplex, verlangsamt sich das System jedoch unter Umständen.

Ein KI-System zu erstellen, ist etwas völlig anderes. Eine der schwierigsten Aufgaben dabei ist, mit den ganzen Veränderungen zurecht zu kom-



Ein gut trainiertes KI-System zu verwenden, ist ähnlich wie mit einem Experten zu arbeiten. Aber ein KI-System kann viel mehr Daten viel schneller verarbeiten.

men, die sich durch die Übernahme einer neuen Technologie ergeben. Es müssen nicht nur Arbeitsabläufe und die Denkweise verändert, sondern auch alle Bedienaspekte angepasst werden. Im Gegensatz zu einem Bildverarbeitungssystem, bei dem klar vorgegeben ist, wie alles zu tun ist, lässt sich bei einem KI-System der Grund für eine Störung manchmal nicht genau lokalisieren. Bei einem etablierten Bildverarbeitungssystem ist klar, warum es ein Ergebnis produziert. Bei der KI steht und fällt alles mit dem Trainieren.

Warum gute Daten zum Trainieren eines KI-Systems so wichtig sind

Ein KI-System basiert auf Training und Interferenz. Um dem System beizubringen, etwas in einem Bild zu erkennen, muss es zuerst ähnliche Bilder untersuchen. Passt das Untersuchungsmaterial nicht, fallen die Ergebnisse möglicherweise nicht wie gewünscht aus. So wenig sich eine Prüfung bestehen lässt, ohne zuvor das passende Material durchgearbeitet zu haben, so kann auch ein KI-System die Inhalte eines Bilds nicht erkennen, wenn es der Thematik bislang nicht oder nur wenig ausgesetzt war.

Hochwertige Daten sind der Schlüssel zu einem erfolgreichen System. Aber auch die Anzahl der Beispiele in einem Datensatz ist wichtig, denn ohne genügend Variation in den Daten kann es Grenzfälle geben, die für das System schwierig bleiben. In einem



©archy13 / Shutterstock

kontrollierten Umfeld mit vorhersehbaren Bedingungen scheint es machbar, einem KI-System beizubringen, etwas zu erkennen. Doch es ist immer eine Entscheidung notwendig. Bei realen Anwendungen sind nicht alle minimalen Variationen zwischen den Bildern vorhersehbar, mit denen ein Bildverarbeitungssystem umgehen muss. Daher können bei Anwendungen außerhalb geschlossener Räume Variablen wie Wetter, Blickwinkel, Sonnenlicht und jede Menge anderer unerwarteter Faktoren Probleme bei der Bildauswertung verursachen. Kann ein KI-System auch in Grenzfällen konsistente Entscheidungen treffen, so basiert dies auf hochwertigen Daten.

Sobald ein KI-System trainiert wurde, muss es mithilfe von Interferenz ableiten, was es in den Bildern erkennt. Interferenz bedeutet, dass mit Informationen aus einem Studiengebiet eine Entscheidung auf Basis dieser früheren Informationen getroffen wird. Passten die Daten zum Trainieren des KI-Systems nicht zur Anwendung, beispielsweise Bildverarbeitung im Freien, wo viele verschiedene Faktoren das Bild beeinflussen, wird das KI-System auf Basis falscher Informationen Schlüsse ziehen und die falsche Entscheidung treffen. Das unangenehme Gefühl, das eine Entwicklerin bei der Arbeit mit einem KI-System unter Umständen hat, kommt von der Unsicherheit, ob das System beim Auswerten verschiedener Bilder immer das richtige Ergebnis produziert.

Auch ein Experte kann manchmal auf etwas Einmaliges oder Seltsames treffen, doch in 99 % der Fälle trifft er die richtige Wahl. Ein gut trainiertes KI-System zu verwenden, ist ähnlich wie mit einem Experten zu arbeiten. Aber ein KI-System kann viel mehr Daten viel schneller verarbeiten.

Die Balance zwischen KI und IBV finden

Die industrielle Bildverarbeitung bleibt ein wichtiges Hilfsmittel beim Entwickeln eines Bildverarbeitungssystems. Statt sich darauf zu verlassen, dass die KI die gesamte Bildauswertung übernimmt, wofür eine Menge Prozessorleistung nötig wäre, setzt das von Teledyne Lumenera entwickelte ITS-Bildverarbeitungssystem auf eine Mischung aus KI und IBV. Während mittels IBV aufgrund der Veränderungen außerhalb geschlossener Räume nicht jedes an der Kamera vorbeifahrende Fahrzeug fotografiert werden konnte, wurde mit KI schnell ein komplexer Bildstrom sortiert. Allerdings wurde auch OCR benötigt, um die Zeichendaten aus den Nummernschildern jedes vom KI-System fotografierten Autos zu extrahieren. In diesem Fall wurde OCR mit industrieller Bildverarbeitung umgesetzt, da es sich hierbei hauptsächlich um das Erkennen von Rändern handelt, also eine der Standardanwendungen. Darüber hinaus kann das Gesamtsystem aufgrund der weniger prozessorintensiven Software zum Auswerten der Nummernschilder den

Großteil seiner Ressourcen dafür einsetzen, dass das KI-gestützte VDET-System reibungslos funktioniert.

Auch andere Anwendungen können von der Kombination aus KI und IBV profitieren. Wird KI bei der komplexen Bildverarbeitung von Anwendungen im Freien, wie Luftaufnahmen, eingesetzt, kann das traditionelle industrielle Bildverarbeitung oft tatsächlich konkrete Daten innerhalb der Bilder extrahieren. Alle Branchen, die KI-Entwicklung in ihre Abläufe integrieren, profitieren davon, nicht nur innerhalb des Unternehmens, sondern auch extern mit Kunden und Partnern.

Branchen, die KI-Lösungen implementieren wollen, müssen sich immer wieder der Herausforderung stellen, die Trainingsphase zu absolvieren und darauf zu vertrauen, dass die verwendeten Daten nicht zu falschen Entscheidungen führen. Doch genau aus diesen Fehlern werden Erkenntnisse gewonnen und letztlich zuverlässige Bildverarbeitungssysteme konzipiert. ■

AUTOR

Dany Longval

Vizepräsident des Vertriebs

KONTAKT

Teledyne Lumenera, Ottawa, Kanada

Tel.: +1 613 736 40 77

www.teledynelumenera.com

WEITERE INFORMATIONEN

www.teledyneimaging.com

Index

FIRMA	SEITE	FIRMA	SEITE	FIRMA	SEITE
AMA	8	Hexagon Metrology	6	Pepperl+Fuchs	10
AHF Analysentechnik	43	Hikvision	4, US	Perception Park	7
Ametek	25, 49	Ifm Electronic	15	Phoenix Contact	8
Antares Vision	6	IIM	45	Pixargus	53
AutoVimation	39	Imago Technologies	21, 32	Polytec	49
B&R	10	Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	9	Rauscher	3
Balluff	15	Keyence	23	Sensopart	10
Baumer	10, 34, 37	Landesmesse Stuttgart	7	Sick	8, 44
Beckhoff	10	LMI Technologies	40	Smithers	6
Büchner Lichtsysteme	31	MBJ Imaging	33	Spectra	10
Deutsche Messe	15	Micro-Epsilon	5, 15	Spectronet	9
DHS Dietermann & Heuser Solution	38	Mikrotron	36	Teledyne Dalsa	6, 8
Edmund Optics	13, 22	Mitsubishi Electric	49	Teledyne Lumenera	56
EMVA	7, 9	Mvtec Software	15, 54	Tofmotion	42
EtherCAT Technology Group	10	Nürnberg Messe	14, 17	TÜV Süd	8
Falcon Illumination	11	Olympus	49	VDMA	9, 12
Flir Systems	30, 53	Optris	10, 53	Vieworks	7
Fraunhofer Heinrich Hertz Institute	46	Panasonic Marketing Europe	19	Visiconsult X-ray	26, Titelseite
GOM	24	Park Systems	50	Vision Engineering	20, 35
Hans Turck	15	Patmos Verlag	16		

Impressum

Herausgeber

Wiley-VCH Verlag GmbH
& Co. KGaA
Boschstraße 12
69469 Weinheim, Germany
Tel.: +49/6201/606-0

Geschäftsführer

Sabine Haag
Dr. Guido F. Herrmann

Publishing Director

Steffen Ebert

Product Management/ Chefredaktion

Anke Grytzka-Weinhold
Tel.: +49/6201/606-456
agrytzka@wiley.com

Stellvertretender Chefredakteur

David Löh
Tel.: +49/6201/606-771
david.loeh@wiley.com

Redaktion

Andreas Grösslein
Tel.: +49/6201/606-718
andreas.groesslein@wiley.com

Redaktionsbüro Frankfurt

Sonja Schleif
Tel.: +49/69/40951741
sonja.schleif@2becomm.de

Redaktionsassistentz

Bettina Schmidt
Tel.: +49/6201/606-750
bettina.schmidt@wiley.com

Beirat

Roland Beyer, Daimler AG
Prof. Dr. Christoph Heckenkamp,
Hochschule Darmstadt

Dipl.-Ing. Gerhard Kleinpeter,
BMW Group

Dr. rer. nat. Abdelmalek Nasraoui,
Gerhard Schubert GmbH

Dr. Dipl.-Ing. phys. Ralph Neubecker,
Hochschule Darmstadt

Anzeigenleitung

Jörg Wüllner
Tel.: 06201/606-748
jwuellner@wiley.com

Anzeigenvertretungen

Martin Fettig
Tel.: +49/721/14508044
m.fettig@das-medienquartier.de

Dr. Michael Leising
Tel.: +49/3603/893112
leising@leising-marketing.de

Claudia Müssigbrodt
Tel.: +49/89/43749678
claudia.muessigbrodt@t-online.de

Herstellung

Jörg Stenger
Claudia Vogel (Sales Administrator)
Maria Ender (Layout)
Ramona Scheirich (Litho)

Wiley GIT Leserservice

65341 Eltville
Tel.: +49/6123/9238-246
Fax: +49/6123/9238-244
WileyGIT@vusevice.de
Unser Service ist für Sie da von Montag
bis Freitag zwischen 8:00 und 17:00 Uhr.

Sonderdrucke

Nicole Schramm
Tel.: 06201/606-559
nnschramm@wiley.com

Bankkonto

J.P. Morgan AG Frankfurt
IBAN: DE55501108006161517443
BIC: CHAS DE FX

Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste
vom 1. Oktober 2019

2020 erscheinen 9 Ausgaben
„inspect“
Druckauflage: 20.000 (4. Quartal 2019)

Abonnement 2020

9 Ausgaben EUR 51,00 zzgl. 7 % MWST
Einzelheft EUR 16,30 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 wider-
rufen 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.

Dem Verlag ist das ausschließliche, räumlich,
zeitlich und inhaltlich eingeschränkte
Recht eingeräumt, das Werk/den redaktion-
ellen 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

Pva, Druck und Medien, Landau

Printed in Germany
ISSN 1616-5284



Lesen,
was interessiert.



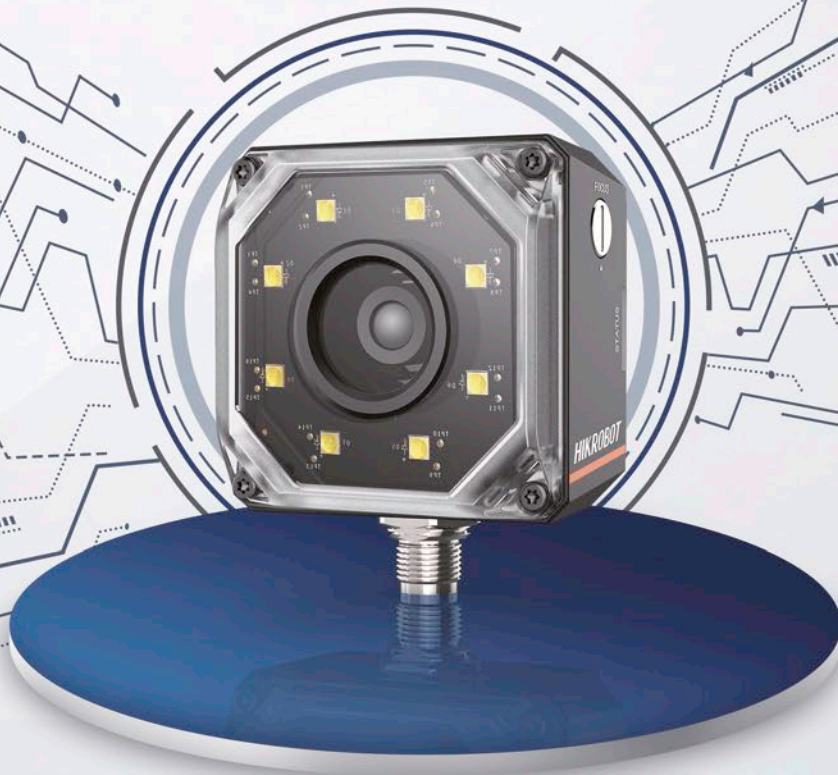
Für ein Abonnement des Magazins **inspect - World of Vision** wenden Sie sich einfach an WileyGIT@vuserice.de oder registrieren Sie sich online unter www.inspect-online.com/bestellen. Und wenn Sie die Option des E-Papers nutzen, tun Sie auch gleich etwas für die Umwelt.

inspect
WORLD OF VISION

www.inspect-online.com

Finite Size, Infinite Power

SC2000 Series Vision Sensor



- High performance hardware platform embedded in a compact and rugged structure
- Rich built-in vision tools for inspection of presence/absence, front/back, position, dimension, etc.
- User-friendly web-based configuration interface
- Field interchangeable lighting and optics