

Optische Komponenten präzise vermessen



SCHWERPUNKTE

- Die SPS in Nürnberg
- Hyperspektrale Bildverarbeitung

EO Edmund
optics | worldwide

Hyperspektrale Bildverarbeitung

Prismenkameras in der
Lebensmittelindustrie

S. 24

Künstliche Intelligenz

Ein Vorschlag für die
Bildverarbeitung der Zukunft

S. 28

Thermografie

Präzise Temperaturmessung in
anspruchsvollen Anwendungen

S. 48

WILEY

WILEY | Tech Talks 2026

**SAVE THE
DATE!**

27. Januar 2026
Lösungen und Produkte
für die Verteidigungs-
industrie

28. Januar 2026
Cyber Resilience Act

11. März 2026
3D-Bildverarbeitung

22. April 2026
Technologietag
Lebensmittelindustrie

10. Juni 2026
Nachhaltige Produktion
& Energieeffizienz

9. September 2026
Bildverarbeitung für
Defense-Anwendungen

30. September 2026
Robotik, Cobots & Trends
in der Automatisierung

Schauen Sie
vergangene
Events
jederzeit
on demand.

Gleich anmelden und
einen Platz sichern:



[https://wileyindustrynews.com/de/
webinare/digitaler-event-kalender-2026](https://wileyindustrynews.com/de/webinare/digitaler-event-kalender-2026)

Haben Sie eine spannende
Innovation, die Sie Ihrer
Zielgruppe vorstellen möchten?

Möchten Sie auf einer großen
Bühne über relevante
Branchenthemen sprechen?

Haben Sie Expertenwissen,
das Sie gerne weitergeben
möchten?

Dann sind die digitalen Events von **inspect** und **messtec drives Automation** genau das Richtige für Sie. Damit erreichen Sie über 200.000 Bildverarbeitungsanwender und -integratoren, Ingenieure, Automatisierungsspezialisten und Maschinenbauer weltweit.

Interessiert? Dann sprechen Sie uns an.

Zusätzlich zu diesen Veranstaltungen planen wir mit Ihnen auch gerne ein individuelles Webinar zu einem Zeitpunkt und zu einem Thema, das am besten zu Ihrem Marketingplan passt.



Sylvia Heider
Media Consultant
Tel.: +49 6201 606 589
sheider@wiley.com



Martin Fettig
Media Consultant
Tel.: +49 (0)721 145080-44
m.fettig@das-medienquartier.de

inspect
WORLD OF VISION

**messtec drives
Automation**

WILEY Industry News

Medienpartner:

Trübe Aussichten? Nicht in der inspect!

Merken Sie abends auch manchmal, dass Sie den ganzen Tag voll unter Strom waren? Das ist einerseits sicherlich Job-bedingt. Immerhin hält uns Adrenalin wach und konzentriert. Andererseits fällt es, angesichts der politischen und wirtschaftlichen Lage, schwer, nach der Arbeit runterzukommen. Aber keine Sorge, hier ist die inspect die richtige Wahl. Nehmen Sie sich ein wenig Zeit und lassen Sie die guten Nachrichten aus der Welt der Bildverarbeitung wirken.



Einmal tief durchatmen, und los geht's: Sicherlich haben viele von Ihnen Bandpassfilter im Einsatz. Diese haben einen sogenannten Wellenfrontfehler, der letztlich ein Baustein ist, der über die Bildqualität des gesamten optischen Systems mitentscheidet. Diesen Fehler zu messen, war aber stets sehr schwierig und nur in engen Grenzen möglich, was die Korrekturmöglichkeiten eingeschränkt hat. Gemeinsam haben Edmund Optics und Optocraft ein spezielles Messsystem entwickelt, das es Edmund Optics nicht nur ermöglicht, die Filter genauer zu vermessen, sondern auch schneller zu qualifizieren. Lesen Sie mehr ab Seite 14.

Eine weitere Anwendung ist die Inspektion von Elektroniksteckern für Elektroautos. An jenen müssen die Pins exakt und – angesichts der hohen

Stückzahlen – schnell vermessen werden. Ein 3D-Lasersensor von AT Sensors wurde in ein KI-gestütztes Bildverarbeitungssystem von Aku Automation integriert, das nun 1,7 Millionen Stecker pro Tag vermisst. Der Ausschuss sank damit auf unter 1 Prozent. Nicht umsonst haben mittlerweile mehrere Automobilhersteller dieses System im Einsatz. Die Details stehen auf Seite 18f.

Wenn Sie noch nicht begeistert sind, dann schauen Sie sich das Interview mit James Cameron, Vertriebsleiter EMEA bei JAI, an. Er erklärt, wie sich mit einer Prismenkamera Lebensmittel prüfen lassen. Der Vorteil dieser besonderen Kameras ist, dass sie statt eines Sensors bis zu vier Stück haben, also mit einer Aufnahme bis zu vier Bilder erzeugen können. Diese lassen sich separat auswerten, wodurch sich beispielsweise der Reifegrad von Äpfeln und zugleich nur im SWIR-Spektrum sichtbare Druckstellen erkennen lassen. Und das bei hoher Geschwindigkeit, weshalb sich die Kameras fürs Freifallsortieren eignen. Im Vergleich zu Mehrkamerasystemen ist zudem die Integration einfacher. Das komplette Interview lesen Sie ab Seite 24.

Ich hoffe, Sie lassen sich von den genannten und weiteren Beiträgen dieser Ausgabe inspirieren und können während des Lesens ein klein wenig Abstand zum Arbeitsalltag nehmen, wenigstens für ein paar Minuten.

So oder so wünsche ich Ihnen viel Spaß beim Lesen dieser letzten Ausgabe der inspect in diesem Jahr. Bei der Gelegenheit schonmal – besser früh als nie – frohe Weihnachten und einen guten Rutsch ins neue Jahr.

David Löh

Chefredakteur der inspect
dloeh@wiley.com

**Maximum Speed.
Extended Distance.**

905 fps High Speed 10 Megapixel Camera



VC-10MDF

- 10 megapixel global shutter
- 4.5 μm pixel size
- Available in fan type and heatsink type
- Up to 10 km cable length (LR4)
- **CoaXPress®-over-Fiber** (CoF 40G, 2 Lanes)



CoaXPress-over-Fiber
Configuration

Applications

Display Inspection
Semiconductor Inspection
3D Profiling

VIEWWORKS

vision.viewworks.com | sales@viewworks.com

14 Titelstory:
Shack-Hartmann-Sensor für Filtermessungen im Transmissionsband
Messtechnik für die Fertigung optischer Komponenten

20 End-of-Line-Prüfung für Turbolader automatisiert
Modulares Bildverarbeitungssystem mit Roboterintegration optimiert Qualitätssicherung

Topics

3 Trübe Aussichten?
Nicht in der inspect!
David Löh

Märkte & Management

12 „Die SPS als ermutigendes Signal“
Im Gespräch: Sylke Schulz-Metzner,
Vice President SPS bei der Mesago
Messe Frankfurt
Mesago Messe Frankfurt GmbH

Titelstory

14 Shack-Hartmann-Sensor für Filtermessungen im Transmissionsband
Messtechnik für die Fertigung optischer Komponenten
Matthias Knobl

Vision

18 3D-Sensor scannt 1,7 Millionen Pins pro Tag
Steckerkontrolle in der Elektroautoproduktion
Nina Claaßen

20 End-of-Line-Prüfung für Turbolader automatisiert
Modulares Bildverarbeitungssystem mit Roboterintegration optimiert Qualitätssicherung
Kamillo Weiß

Hyperspektrale Bildverarbeitung

22 Kunststoffe effizient recyceln
Hyperspektrale Kameras erhöhen Sortiergenauigkeit von Kunststoff-Flakes
Haip Solutions GmbH

24 Prismenkameras erhöhen Sortierqualität in der Lebensmittelindustrie
Effiziente Lebensmittelherstellung mittels Bildverarbeitung
JAI AS

26 Umweltfreundliche Infrarotkameras
SWIR-Sensor mit bleifreien Quantenpunkt-Photodioden
Imec

Vision

28 Wie klassische KI-Systeme intelligenter werden
Vom maschinellen Sehen zur maschinellen Wahrnehmung
Prof. Dr. Ralf Otte, Prof. Dr. Viktor Otte

32 Qualitätsrelevante Daten aus der Punktwolke
Wie 3D-Sensorik die Kleberauppenkontrolle verändert
Joachim Kutschka

34 Runter mit dem Pseudoausschuss
Retrofit von Vision-Systemen durch konsistente Datensätze
Andreas Breyer



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



Nutzen Sie UNSER KOSTENFREIES EPAPER!

[HTTPS://WILEYINDUSTRYNEWS.COM/DE/ZEITSCHRIFTEN/INSPECT/](https://wileyindustrynews.com/de/zeitschriften/inspect/)

Partner von:





28 Wie klassische KI-Systeme intelligenter werden

Vom maschinellen Sehen zur maschinellen Wahrnehmung



32 Qualitätsrelevante Daten aus der Punktwolke

Wie 3D-Sensorik die Kleberaussenkontrolle verändert

37 AR-gestützte Qualitätskontrolle von Kranteilen

Bauteilprüfung mit Augmented Reality direkt in der Fertigung
Visometry GmbH

38 Detaillierter Blick in die Bilderfassung

Event-Logging-System unterstützt bei der Anwendungsentwicklung und beim Debuggen von Bildübertragungen
Euresys

40 Stereo-Vision mit einer einzelnen 2D-Kamera

Ein-Sensor-Stereo-Vision für die Robotik
Ingo Foldvari

Automation

42 Laser-Distanzsensor für anspruchsvolle Oberflächen

Ein neues Sensordesign ermöglicht eine hochgenaue Messung auch bei glänzenden und strukturierten Materialien
Baumer GmbH

44 Praxisnahe Tests und starke Kundenbindung

Aerotech schafft mit Laserlabor am Standort Fürth einen zentralen Anlaufpunkt für Applikations- und Entwicklungstests
Aerotech GmbH

Control

46 Smarte, berührungslose Temperaturerfassung

Kompakte Sensoren für eine präzise Temperaturmessung bis 1.100 °C.
Manfred Pfadt

50 Index

50 Impressum



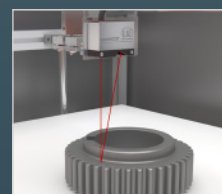
75 kHz

NEU

optoNCDT 5500

Die neue Klasse der High-Performance Lasersensoren

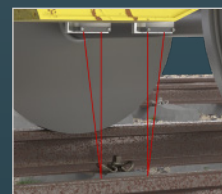
- Kompakter Sensor mit integriertem Controller für hochpräzise Abstandsmessungen
- Reproduzierbarkeit < 0,15 µm
- Schnelle Messung mit 75 kHz Messrate auch auf wechselnden Oberflächen
- Höchste Fremdlichtbeständigkeit
- Ideal für Maschinenbau und Automation



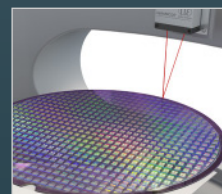
Abstandsmessung im 3D-Druck



Geometrieprüfung von Reifen



Defekterkennung von Schienen



Abstandsmessung von Wafern

Kontaktieren Sie uns:
Tel. +49 8542 1680

www.micro-epsilon.de/opto



Bild: David Loh/Wiley

Physik Instrumente unterstützt Weltraumforschung

Die Europäische Südsternwarte (ESO) feiert den Abschluss ihres Projekts mit Physik Instrumente (PI), das 2.500 maßgeschneiderte Hybridaktoren im Wert von 15,9 Millionen Euro für das Extremely Large Telescope (ELT) bereitstellte. Dieses weltweit größte bodengestützte Teleskop, das in der chilenischen Atacama-Wüste errichtet wird, soll elektromagnetische Strahlung im sichtbaren und nahen Infrarotbereich untersuchen und die Erforschung von Exoplaneten ermöglichen.

Die 798 hexagonalen Spiegelsegmente des Teleskops erfordern höchste Präzision in der Ausrichtung, um Bildfehler zu vermeiden. PIs Hybridaktoren, die speziell für dieses Projekt entwickelt wurden, positionieren die schweren Spiegelsegmente und korrigieren Deformationen durch Schwerkraft, Temperatur und Wind im Nanometerbereich. Markus Spanner, CEO von PI, betonte die Bedeutung der Zusammenarbeit für die Weltraumforschung. Das ELT-Projekt, das seit 2017 läuft, wird weiterhin technologische Meilensteine erreichen und die wissenschaftliche Forschung vorantreiben. www.pi.de



Bild: Basler

Basler: Dietmar Ley gibt Vorstandsvorsitz ab

Die Basler AG steht vor einem Führungswechsel. Der langjährige CEO Dr. Dietmar Ley (Foto) wird zum Jahresende 2025 aus dem Vorstand ausscheiden, bleibt dem Unternehmen jedoch beratend verbunden und könnte dem Aufsichtsrat beitreten. Hardy Mehl, bisheriger CCO/COO und seit 1999 im Unternehmen, wird die Rolle des CEO übernehmen. Er verantwortet zukünftig die Bereiche Vertrieb, Operations, Human Resources und Investor Relations. Ines Brückel bleibt als CFO für Finanzen, Controlling, Legal und Compliance zuständig.

Neu im Vorstand ist Dr. Kai Jens Ströder, der die neue CTO-Position ab Januar 2026 besetzen wird. Ströder bringt umfassende Erfahrung aus seiner Tätigkeit bei Carl Zeiss AG und tooz technologies GmbH mit und wird die Bereiche Product Generation und Innovation leiten. Gründer Norbert Basler würdigt Leys Beitrag zur Unternehmensentwicklung und sieht das Unternehmen in erfahrenen Händen. www.baslerweb.com



Bild: Kuka

Neues Mitglied im Vorstand von VDMA Robotik + Automation

Dr. Michael Jürgens, CEO von Kuka Robotics, wurde in den Vorstand des VDMA-Fachverbandes berufen. Er folgt auf Wilfried Eberhardt, der aus satzungsgemäßen Gründen aus dem Vorstand ausgeschieden ist. Dr. Jürgens betont die Notwendigkeit, das Tempo der robotikbasierten Automatisierung in Deutschland und Europa zu erhöhen. Der verstärkte Einsatz von Künstlicher Intelligenz soll das Wachstum fördern und die Wettbewerbsfähigkeit der Region steigern. Zudem sieht er großes Potenzial in der Automatisierung bislang wenig automatisierter Industrien.

Dr. Jürgens freut sich darauf, diese Themen im Vorstand aktiv voranzutreiben. Wilfried Eberhardt wurde kürzlich beim VDMA European Robotics and Automation Summit in Bologna für sein langjähriges Engagement im Fachverband und weiteren VDMA-Gremien gewürdigt. www.vdma.org



Bild: Aerotech

Aerotech eröffnet Laserlab in Fürth

Das Laserlab von Aerotech bietet Kunden aus ganz Europa die Möglichkeit, anspruchsvolle Laserprozesse unter realistischen Bedingungen zu testen und zu optimieren. Das Labor ist an die bestehende Service-Niederlassung angebunden und bietet eine zentrale Anlaufstelle für Service und Applikationsunterstützung. Ausgestattet mit einem breiten Spektrum an Aerotech-Systemen, darunter mehrdimensionale Laserscanköpfe, präzise Servotische und die Steuerungsplattform Automation1, ermöglicht es die Bearbeitung verschiedenster Materialien. Ein Ultrakurzpuls laser von Light Conversion ergänzt das Angebot.

Branchen wie die Medizintechnik, Elektronik- und Halbleiterproduktion sowie Luft- und Raumfahrt profitieren von der Kombination aus Präzisionsbewegung und Automatisierung. Aerotech plant, das Labor langfristig zu einem Kompetenzzentrum auszubauen, um die Fertigung von morgen gemeinsam mit Kunden zu gestalten. de.aerotech.com

Imec eröffnet Automotive-Chiplet-Standort

Imec hat eine neue Niederlassung auf dem IPAI-Campus in Heilbronn eröffnet, um die Entwicklung von chipletbasierten Architekturen in der Automobilindustrie voranzutreiben. Luc Van den Hove, CEO von Imec, betonte die Bedeutung der regionalen Präsenz für die Unterstützung der Automobilindustrie beim Übergang zu fortschrittlichen Chip-Technologien. Der Standort wird im Rahmen des Automotive Chiplet Program (ACP) moderne Chiplet-Designs und Systemintegrationen entwickeln. Zudem ist die Niederlassung ein Partner im europäischen Projekt „Chassis“, das sich auf heterogene Integration für Hochleistungsrechner im Automobilbereich konzentriert.

Eine Absichtserklärung mit der Technischen Universität München soll den Wissensaustausch fördern. Das zeitgleich stattfindende Automotive-Chiplet-Forum in Heilbronn unterstreicht die Bedeutung der internationalen Zusammenarbeit im Bereich der Chiplet-Innovation.

www.imec.be



Macnica ATD Europe schließt Partnerschaft mit Toppan



Das Unternehmen hat seine Imaging- und Vision-Produktpalette durch eine neue Partnerschaft mit Toppan Holdings erweitert. Im Rahmen einer globalen Allianz mit Macnica Inc. führt das Abkommen Toppan's 3D Time-of-Flight-Kamera-Module (ToF) in mehrere Regionen ein. Macnica ATD Europe wird die Module in der EMEA-Region vertreiben und technischen Support bieten. Toppan's ToF-Technologie ermöglicht hochpräzise Bildgebung und präzise Entfernungsbestimmung, was für Anwendungen in Robotik, medizinischer Überwachung, industrieller Automatisierung und intelligenter Infrastruktur unerlässlich ist.

Bjoern Krasemann, VP von Macnica ATD Europe, betont, dass ToF-Kameras in Europa von einer optionalen Funktion zu einem Kernbestandteil werden, da die Nachfrage nach höherer Tiefengenaugkeit und Zuverlässigkeit steigt. Die Partnerschaft stärkt Macnicas Position als vertrauenswürdiger Anbieter von Hochleistungs-Imaging-Lösungen. www.macnica.com

www.WileyIndustryNews.com

Baumer
Passion for Sensors

Inspect the invisible.

SWIR and UV industrial cameras for highest precision and reliability

Trusted performance you can rely on

Baumer SWIR industrial cameras cover the visible, NIR and SWIR spectral range of 400–1700 nm wavelength. Their specific thermal design and the optionally usable integrated cooling pipe deliver high precision image data for highly precise measurement and inspection tasks.

The Baumer ultraviolet industrial cameras feature up to 10 GigE Vision® and highly sensitive UV sensors that enable image capture in the non-visible light spectrum of 200–400 nm wavelength.

Discover more at:
www.baumer.com/invisible

Visit us at the SPS in Nuremberg
November 25–27, 2025 / Hall 4A / 345 & 351



GigE

10

GigE

UV

GigE

SWIR



Preisträger Jonas Gaißer und Prof. Dr.-Ing. Heiko Thimm, Professor für Quantitative Methoden und Informationstechnik, stellen die Arbeit auf dem IDS Computer Vision Day vor.

IDS unterstützt Forschungsprojekt zur Abwasser-überwachung

Jonas Gaißer, Student der Hochschule Pforzheim, erforscht mit PipeView die kostengünstige und zuverlässige Überwachung von Abwassersystemen mittels KI. Seine Bachelorarbeit, ausgezeichnet mit dem Student Award, wurde beim ersten IDS Computer Vision Day in Obersulm vorgestellt. PipeView nutzt eine IDS NXT rio Kamera mit integriertem KI-Prozessor, trainiert durch die Plattform IDS lighthouse, um Verunreinigungen wie Ölfilme automatisch zu erkennen. Dies reduziert manuelle Sichtprüfungen und detektiert kritische Zustände schneller.

„Unser Ziel ist es, Abwasserströme intelligent zu überwachen“, erklärt Gaißer. Sigrid Rögner von IDS betont die Bedeutung praxisnaher Forschungsprojekte für das KI-Ökosystem. IDS unterstützt Gaißer bei der Weiterentwicklung im Masterstudium, da PipeView AI-Vision für nachhaltige Anwendungen nutzt. Das IDS NXT Experience Kit erleichtert die Umsetzung von Projekten wie PipeView.

www.ids-imaging.de

Ams Osram verlängert Vertrag mit CFO



Der Aufsichtsrat hat den Vertrag mit Finanzvorstand Rainer Irle bis zum 15. Oktober 2030 verlängert. Ein bisheriger Vertrag wäre am 30. Juni 2026 ausgelaufen. Dr. Margarete Haase, Aufsichtsratsvorsitzende von Ams Osram, lobte Irles entscheidenden Beitrag zur Stärkung der finanziellen Basis des Unternehmens in den letzten zwei Jahren. Irle selbst dankte für das Vertrauen und die Unterstützung durch das Ams-Osram-Team.

Er hob die erfolgreiche Refinanzierung und das Effizienzprogramm „Re-establish the Base“ hervor und betonte die ambitionierten Ziele für die kommenden Jahre.

Weiterhin hat ams Osram die langjährige Zusammenarbeit im Bereich des geistigen Eigentums (IP) mit Nichia ausgebaut. Aldo Kamper, CEO der Ams Osram AG, und Hiroyoshi Ogawa, Präsident und CEO der Nichia Corporation, unterzeichneten dazu eine umfassende Kreuzlizenzvereinbarung, die Tausende patentgeschützter Innovationen im Bereich der LED- und Lasertechnologie umfasst.

www.ams.com



BMV-Netzwerktreffen Drohnen bei Emqopter in Würzburg

Am 16. Oktober 2025 fand bei Drohnenhersteller Emqopter in Würzburg das erste Netzwerktreffen Drohnen des Bundesministeriums für Verkehr (BMV) im Rahmen der M-Fund-Begleitforschung statt. Bei Emqopter in Würzburg trafen sich über 100 Fachbesucher, um über die Integration von Drohnentechnologien in bestehende Strukturen zu diskutieren. Im Fokus standen Anwendungen in Urban Air Mobility, Transport, Logistik sowie Monitoring- und Inspektionsanwendungen. Nach der Eröffnung durch Dr. Jan Dirks und Dr. Nils Gageik boten Impulsvorträge praxisnahe Einblicke in aktuelle Projekte. Michael Witting Schipper und Lukas Ostermann präsentierten ein Drohnenverkehrsmanagement für Transport und Logistik.

Live-Demonstrationen moderner Drohnensysteme und Projekte wie DNED und MISDRO zeigten konkrete Anwendungen im zivilen und militärischen Bereich. Das M-Fund-Projekt Isekis zielt auf autonome Navigation ohne GPS ab, um präventive Wartung zu unterstützen.

www.emqopter.de

Fusion stärkt Bruker Alicona als Hauptsitz von Bruker Austria



Bruker Alicona hat sich mit Bruker Austria zusammengeschlossen, wodurch Raaba/Graz zum Hauptsitz wird. Diese Fusion ist ein rechtlicher Schritt, der die Bedeutung der Produktionsmesstechnik unterstreicht, während die Marke Bruker Alicona unverändert bleibt. Urban Muraus, General Manager, betont die Bedeutung dieser Entwicklung für Mitarbeiter, Kunden und Partner. Bruker Alicona, ursprünglich ein Uni-Spin-off, ist heute ein globaler Marktführer für optische 3D-Messtechnik.

Seit dem Beitritt zur Bruker-Gruppe 2018 hat das Unternehmen seine Technologien weltweit ausgebaut.

Die Fusion betont auch Brukers langfristiges Engagement in Österreich. Der Standort Raaba/Graz wird durch die Integration des Wiener Teams gestärkt, was die Rolle der Produktionsmesstechnik im Bruker-Portfolio hervorhebt.

www.bruker.com



TQ Group übernimmt Enders

Das Unternehmen hat zum 1. Oktober 2025 den Geschäftsbetrieb und die Mitarbeiter der Enders GmbH in Landshut übernommen, und eröffnet damit ihren 15. Firmenstandort. Die Übernahme erfolgt im Zuge der geplanten Schließung von Enders und integriert ein erfahrenes Entwicklerteam, um die eigenen Kompetenzen in Systementwicklung und Maschinenbau zu stärken. TQ erweitert damit seine Entwicklungs- und Produktionskapazitäten. Der Fokus liegt auf der ganzheitlichen Systementwicklung, die Mechanik, Software und Elektronik umfasst. Dies ermöglicht TQ, mehr Kundenaufträge und Eigenprodukte zu realisieren und das Angebotsspektrum zu erweitern.

www.tq-group.com

Zeiss und DXC verlängern Partnerschaft



Carsten Trapp, CIO von Zeiss und Bernd Elsässer, DXC Technology.

Die beiden Unternehmen dehnen ihre langjährige Partnerschaft bis 2030 aus. DXC unterstützt Zeiss seit zwanzig Jahren im Anwendungsmanagement und gewährleistet den Betrieb einer stabilen IT-Plattform, die als Basis für die digitale Transformation und neue Geschäftsmodelle dient. Künstliche Intelligenz wird künftig eine zentrale Rolle spielen. Carsten Trapp, CIO von Zeiss, betont die vertrauensvolle Zusammenarbeit und die kontinuierliche Optimierung der IT-Infrastruktur.

DXC betreut die Zeiss-Systeme mit fast 100 Mitarbeitern, wobei über 95 Prozent der eingehenden Tickets direkt erledigt werden. Die Partnerschaft ermöglicht Zeiss, innovative digitale Lösungen zu entwickeln und den Kunden weltweit ein optimales Erlebnis zu bieten. Zeiss ist mit 44.000 Mitarbeitern in rund 50 Ländern vertreten und hat in den letzten Jahren erheblich expandiert. Bernd Elsässer von DXC bestätigt, dass die Partnerschaft eine solide Grundlage für die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle bietet.

www.zeiss.com

www.WileyIndustryNews.com

Vision: komplett und systemintegriert



reddot winner 2023



- in Soft- und Hardware durchgängige, industrietaugliche Echtzeit-Bildverarbeitungslösung
- volle Synchronisation mit allen EtherCAT-basierten Maschinenprozessen
- reduzierter Verdrahtungsaufwand durch Einkabellösung EtherCAT P
- Kameras mit 2,5 GBit/s für die schnelle Bildübertragung
- C-Mount-Objektive mit montageorientiertem Design
- zukunftsichere Objektive durch Auslegung auf 2-µm-Pixelstruktur
- Korrektur der chromatischen Aberration bis in den nahen Infrarotbereich
- breites Portfolio EtherCAT-fähiger, präzise synchronisierbarer Multicolor-LED-Beleuchtungen
- maximale Flexibilität durch Bildkontrastanpassung zur Laufzeit und hohe Pulsleistungen
- Vision Unit Illuminated als kompakte Einheit aus Kamera, Beleuchtung und fokussierbarer Optik

Scannen und
mehr über
Beckhoff Vision
erfahren



sps

smart production solutions

Halle 7, Stand 406

New Automation Technology

BECKHOFF



8. European Machine Vision Forum: Highlights und Erkenntnisse

Das 8. European Machine Vision Forum, das am 16. und 17. Oktober in Fürth stattfand, stellte die sensorischen Grundlagen der industriellen Bildverarbeitung in den Mittelpunkt. Unter dem Motto „Imaging the Invisible“ wurde diskutiert, wie Bildinformationen über verschiedene Wellenlängenbereiche und Modalitäten, wie z.B. maschinelles Lernen, nutzbar gemacht werden können.

Michael Salamon vom Fraunhofer IIS präsentierte Röntgentechnologien zur fehlerfreien Produktion, während Jeroen Kalkman von der Universität Delft die optische Kohärenztomographie zur Untersuchung von Oberflächen und Schichten vorstellte. Boris Landgraf von Cosine hob die Herausforderungen der satelliten-gestützten Multispektralsensorik hervor. Ein Highlight war die Führung durch das Entwicklungszentrum Röntgentechnologie, die vielfältige Anwendungsmöglichkeiten der Röntgenbildgebung zeigte. Die Teilnehmer lobten das Forum für seine fachliche Tiefe und die Networking-Möglichkeiten.

www.emva.org



Bild: Schäfter+Kirchhoff

Schäfter+Kirchhoff erweitert Geschäftsführung

Schäfter+Kirchhoff, gemeinsam mit der Gregor Federau Stiftung, hat die Geschäftsführung erweitert. Neben dem Geschäftsführer Dr. Ulrich Oechsner treten Dr. Tobias Klafka und Michael Schulz in die Führungsebene ein. Beide haben bereits Schlüsselrollen im Unternehmen innegehabt: Dr. Klafka, Physiker und promoviert am Institut für Laserphysik der Universität Hamburg, leitete die Entwicklung. Michael Schulz, Ingenieur für physikalische Technik, war zuletzt für die Produktionsleitung verantwortlich.

Diese strategische Entscheidung soll Geschäftspartnern Kontinuität bieten und das Unternehmen für die Zukunft stärken. Dr. Oechsner betont die Bedeutung dieser Erweiterung, die auf das kontinuierliche Wachstum der letzten Jahre reagiert und den Generationenwechsel im Unternehmen vorbereitet. Die neuen Geschäftsführer bringen wertvolle Expertise und Erfahrung mit, um Schäfter+Kirchhoff erfolgreich in die nächste Phase zu führen.

www.sukhamburg.com

Marisa Edmund wird Director at Large des Optica-Vorstands



Bild: Edmund Optics

Marisa Edmund, Vorsitzende des Board of Directors und CEO von Edmund Optics, wurde für die Amtszeit 2026-2028 zum Director at Large des Optica-Vorstands ernannt. Optica, ehemals The Optical Society of America, ist ein globaler Verband zur Förderung der Optik und Photonik. Der Vorstand besteht aus führenden Persönlichkeiten aus Wissenschaft, Industrie und Forschung, die die strategische Ausrichtung der Organisation bestimmen.

Edmunds Ernennung unterstreicht ihre strategische Vision und ihr Engagement für die optische Wissenschaft und Technologie.

Mit über 27 Jahren Erfahrung bei Edmund Optics hat sie die globale Präsenz des Unternehmens gestärkt und eine Kultur der Innovation gefördert. Sie betont die Bedeutung von Optica für die optische Industrie und freut sich darauf, die Zukunft der Optik und Photonik mitzugestalten. Zusätzlich zu ihrer Rolle bei Optica ist Edmund ein Senior-Mitglied der SPIE und engagiert sich in verschiedenen Branchenausschüssen.

www.edmundoptics.de

All About Automation expandiert in Österreich



Die Fachmesse All About Automation feiert im Mai 2026 ihre Premiere in Wels und stößt auf große Resonanz. Mit bereits 220 bestätigten Ausstellern ist die Veranstaltung nahezu ausgebucht und wird zur größten Automatisierungsplattform Österreichs.

Tanja Waglöhner, Geschäftsführerin von Easyfairs, betont die Bedeutung der neuen Standorte Wels und Graz, die abwechselnd in geraden und ungeraden Jahren stattfinden. Diese Strategie ermöglicht eine kontinuierliche Präsenz in zwei wichtigen Industriezentren und bietet Planungssicherheit für Aussteller.

Zusätzlich zur Messe in Wels wird 2027 erstmals eine Veranstaltung in Graz stattfinden, einer Region mit starker Innovationskraft in Automatisierung und Robotik. Eine neue Partnerschaft mit dem Automation Forum in Wien unterstreicht die Dynamik der Branche. Während die Messe den direkten Austausch fördert, bietet das Forum strategische Einblicke und Diskussionen zu zukunftsweisenden Themen wie KI und Humanoid Robotics.

www.allaboutautomation.de



EPIC is here to support you!

Be part of the largest Photonics
Industry Community in Europe

mesago



„Die SPS als ermutigendes Signal“

Im Gespräch: Sylke Schulz-Metzner, Vice President SPS bei der Mesago Messe Frankfurt

Warum die SPS zum Ende eines wirtschaftlich wenig erfreulichen Jahres ein Lichtblick ist, welche neuen Märkte sich auftun könnten und wie die Messe zeigen will, welche Chancen sich durch den Einsatz von KI in der Industrie ergeben, darüber sprach die inspect mit Sylke Schulz-Metzner.

Da die wirtschaftlich recht düstere Lage der Industrie aktuell die Gespräche bestimmt, lassen Sie uns mit etwas Positivem einsteigen: Auf der SPS werden dieses Jahr 1.150 Aussteller erwartet, das heißt rund 40 mehr als im vergangenen Jahr. Welche weiteren Entwicklungen der Messe stimmen noch positiv?

Sylke Schulz-Metzner: Dass die SPS auch in wirtschaftlich herausfordernden Zeiten ihre zentrale Bedeutung für die Automatisierungsbranche bewahrt, ist für die gesamte Branche ein wichtiges und ermutigendes Signal. Der Besuch der Messe bietet wie gewohnt einen umfassenden Überblick über alle aktuellen Produkte und Entwicklungen in der industriellen Automatisierung. Zudem gibt er einen Ausblick darauf, welche Technologien und Trends morgen den Stand der Technik prägen werden.

Wo sehen Sie ganz klar den USP der SPS?

Schulz-Metzner: Der USP der SPS – Smart Production Solutions liegt in ihrem sehr klaren Fokus. Sie bildet den Markt der smarten

und digitalen Automatisierung vollumfänglich ab, das heißt mit allen relevanten Herstellern und ihren Produkten und Lösungen. Besucher erhalten so einen umfassenden Überblick und finden Raum für intensiven fachlichen Austausch, um die besten Lösungen für ihre anstehenden Automatisierungsaufgaben zu entdecken.

Welche Pläne gibt es, die SPS – Smart Production Solutions weiterzuentwickeln?

Schulz-Metzner: Die Weiterentwicklung der Messe ist bei uns ein kontinuierlicher Prozess. Wir sind mit unseren Kunden im Gespräch und hören zu, wenn beispielsweise neue Themen oder Anforderungen für die SPS formuliert werden. So prüfen wir jedes Jahr, inwieweit eventuelle Anpassungen sinnvoll sind, um die Messe weiterhin so relevant und attraktiv für die Branche zu halten.

Die Industrie befindet sich in einer Phase der Konsolidierung. Wie wirkt sich das auf die Automatisierungsbranche und die Messe aus?

Schulz-Metzner: Die Industrie und mit ihr die Automatisierungsbranche durchlebt derzeit ein wirtschaftlich schwieriges Jahr mit sich verändernden Märkten. Wann eine Trendwende zurück auf einen Wachstumskurs führt, lässt sich aktuell nicht verlässlich vorhersagen. Gerade vor diesem gesamtwirtschaftlichen Hintergrund setzt die SPS ein starkes Zeichen: Sie bietet wie gewohnt ein umfassendes Angebot mit allen führenden Anbietern. Dies unterstreicht sehr nachdrücklich, dass zum einen die SPS eine sehr hohe Bedeutung für die Automatisierungsanbieter hat, zum anderen, dass die Automatisierung eine Enabling-Technologie für die industrielle Produktion bleibt.

China verliert an Dynamik als Exportmarkt – wie verändert sich dadurch die internationale Ausrichtung der SPS? Inwieweit sind chinesische Aussteller in Nürnberg vertreten?

Schulz-Metzner: Ob China seine Dynamik als Exportmarkt verliert, ist eine komplexe Frage, die wirtschaftliche, geopolitische und strukturelle Faktoren enthält. Zu sehen sind aktuell Anzeichen für eine Abschwächung durch zum Beispiel eine geringere Nachfrage in westlichen Märkten, geopolitische Einflüsse, Überkapazitäten oder auch Herausforderungen in der chinesischen Binnenwirtschaft. China bleibt aber weiterhin ein wichtiger Akteur auf dem Weltmarkt. Dies zeigt sich auch am

wachsenden Interesse chinesischer Aussteller auf der SPS, die mit ihren Produkten neue Märkte erschließen und sich dem internationalen Wettbewerb stellen möchten.

Welche Rolle spielen neue Märkte wie Indien für die Automatisierungsbranche und die Messe?

Schulz-Metzner: Indien ist ein BRIC-Staat und ein zunehmend wachsender Markt. Es entwickelt sich strategisch in mehreren Schlüsselbereichen, die für die Automatisierung relevant sind. Mit dem Ziel, die Produktivität zu steigern oder die Fertigungsqualität zu verbessern, beginnt die indische Industrie zum Beispiel im Automotiv- oder Pharmabereich mit der Einführung von Automatisierungslösungen. Zusätzlich verlagern viele Unternehmen Teile ihrer Produktion von China nach Indien und bringen dabei Automatisierungstechnologien mit. Auch als Software- und KI-Standort für Automatisierung wird Indien immer relevanter. Diese Entwicklung wird sicher den Anteil von Besuchern aus Indien, die sich bei der SPS informieren wollen, deutlich erhöhen.

Wie gelingt es der SPS, sowohl etablierte Unternehmen als auch Start-ups und junge Talente zu integrieren?

Schulz-Metzner: Die SPS ist die ideale Messe für alle Anbieter von Automatisierungsprodukten und -lösungen. Das belegen auch die rund 1.150 Aussteller in diesem Jahr. Um insbesondere Start-ups den Einstieg und die Teilnahme zu vereinfachen, bieten wir zwei Gemeinschaftsstände an. Damit ermöglichen wir jungen Unternehmen eine unkomplizierte und kostengünstige Präsenz auf der Messe. Gleichzeitig möchten wir gezielt junge

Talente wie Auszubildende, Studierende, Absolventen und Berufseinsteiger für die SPS begeistern. Dafür gibt es verschiedene Aktionen, etwa den täglich stattfindenden Makeathon oder den Young Talents Day am dritten Messetag mit geführten Touren zu verschiedenen Unternehmen und eine Karriereberatung. So schaffen wir attraktive Angebote für die nächste Generation der Automatisierungsbranche.

Die Technology Stage in Halle 3 widmet sich unter anderem Industrial AI und einer nachhaltigen Produktion. Welche Impulse erwarten Sie von diesem Format?

Schulz-Metzner: Unser Fokusthema Industrial AI spielt auf den insgesamt vier Stages eine wichtige Rolle. Dort wird ein umfangreiches Vortragsprogramm geboten, das dem Wissenstransfer und der Informationsgewinnung dient. Ganz besonders intensiv wird das Thema Industrial AI auf der Technology Stage am zweiten Messetag behandelt. Gemeinsam mit dem VDMA und dem ZVEI wurde dafür ein hochkarätiges Programm zusammengestellt, das gezielt auf die Bedürfnisse der Fachbesucher eingeht – mit Vorträgen, Podiumsdiskussionen und Präsentationen. Hier können sich Interessenten umfassend informieren, je nach individuellem Bedarf.

Inwieweit ist Industrial AI bereits in der industriellen Praxis angekommen?

Schulz-Metzner: Industrial AI ist per se nichts Neues – in der Industrie werden KI-Algorithmen, wenn auch eher im Verborgenen, seit Jahren eingesetzt. Mit Chat GPT hat das Thema in der öffentlichen Wahrnehmung allerdings einen ganz neuen Stellenwert bekommen, der auch stark auf die Industrie

ausstrahlt. Heute setzen sich die Unternehmen intensiv mit der Künstlichen Intelligenz für alle möglichen Einsatzfälle auseinander. KI wird zunehmend zum zentralen Baustein und Treiber der digitalen Transformation in der Fertigung. Ihr Einsatz in der Industrie bietet Kostenersparnis, Wettbewerbsvorteil, eine höhere Produktivität. Ergo: Um den Besuchern der Messe ein breites Informationsangebot zu Einsatzmöglichkeiten von AI in der Industrie zu bieten, stellen wir das Thema auf der diesjährigen Messe auch ganz besonders in den Fokus.

Wie unterstützt die SPS den Transfer von Schlüsseltechnologien wie KI, digitalen Zwillingen und IT-Security in die industrielle Praxis?

Schulz-Metzner: Lassen Sie mich beim Beispiel von Industrial AI bleiben: Das Thema gewinnt zunehmend an Bedeutung. Uns geht es uns nicht nur darum, KI auf der SPS sichtbar zu machen, sondern auch darum, sie verständlich zu vermitteln. Wir möchten Hemmschwellen abbauen und zeigen, welche Chancen sich durch den Einsatz von KI in der Industrie ergeben.

Die Aussteller haben auf der Messe die Möglichkeit, ganz konkret zu zeigen, welche Anwendungen in der Industrie bereits heute mit KI realisierbar sind. Dabei wird deutlich, wie stark sich Prozesse durch den Einsatz von KI optimieren lassen. Die Effizienzsteigerungen, die damit möglich sind, können die Aussteller den Besuchern sehr anschaulich vermitteln. ■

KONTAKT

Mesago Messe Frankfurt GmbH, Stuttgart
Tel.: +49 711 619460
E-Mail: info@mesago.com
sps.mesago.com

Bild: Mesago

SOLUTIONS. CLEVER. PRACTICAL.

di-soric



**SPS 2025
Halle 7A,
Stand 540**

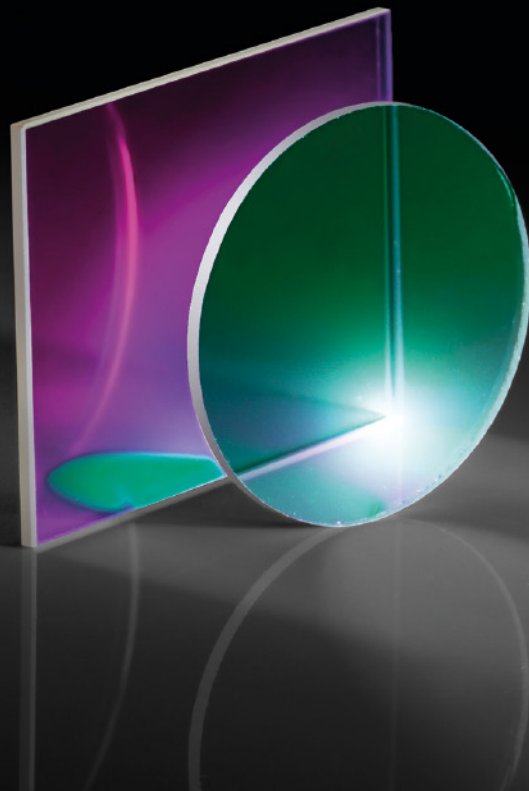
VISION SENSOR CS-62

Maximale Flexibilität und Performance auf Smart Kamera-Niveau

- Wechselobjektive für Flexibilität bei Entfernung, Sichtfeld und Auflösung
- Geblitzte High Power LED-Beleuchtung in rot und weiß, softwareseitig umschaltbar
- Benutzerfreundliche Software mit performanten Tools, integrierter Bildoptimierung und Web-Interface
- Optionale Upgrades: Messen, ID/ID PRO, OCR, SMART
- Flexible Profinet- und EtherNet/IP-Konfiguration*

www.di-soric.com

*EtherNet/IP-Zertifizierung in Arbeit, verfügbar voraussichtlich ab Q1/2026



Bandpassfilter von Edmund Optics

Shack-Hartmann-Sensor für Filtermessungen im Transmissionsband

Messtechnik für die Fertigung optischer Komponenten

Die Präzision moderner optischer Anwendungen steigt immer weiter und damit auch die Qualitätsanforderungen an die verwendeten Bauteile. Für einen Hersteller von optischen Komponenten, wie Bandpassfiltern, bedeutet dies eine dreifache Herausforderung: Produktionstechnologie und -prozesse müssen auf der einen Seite vorangetrieben werden, aber auf der anderen Seite auch die Messtechnik, um die erzielte Qualität zu verifizieren. Ein Shack-Hartmann-System liefert nun eine Lösung, mit hoher Genauigkeit und Wiederholbarkeit.

Eine aktuelle Herausforderung auf dem Gebiet der Messtechnik ist die Kontrolle des Wellenfrontfehlers an beschichteten Bandpassfiltern. Der Fehler der transmittierten Wellenfront ist ein entscheidendes Qualitäts-

kriterium für Planoptiken, da die Leistungsfähigkeit eines optischen Systems von den Beiträgen der Einzelkomponenten im Strahlengang bestimmt wird, die sich dann zum Abbildungsfehler des Gesamtsystems addieren.

Das Wichtigste kompakt

Die Kontrolle des Wellenfrontfehlers bei Bandpassfiltern ist messtechnisch herausfordernd, da herkömmliche Interferometer nur schmalbandig messen. Optocrafts Shack-Hartmann-System ermöglicht eine wellenlängenunabhängige, präzise Prüfung im doppelten Durchgang. Durch eine angepasste Lichtquelle und einen produktionstauglichen Aufbau kann Edmund Optics Filter zuverlässig im tatsächlichen Einsatzspektrum charakterisieren – mit hoher Genauigkeit und Wiederholbarkeit.

In der Formprüfung werden üblicherweise Interferometer eingesetzt, die auf kohärentes Licht angewiesen sind und daher schmalbandig arbeiten – meist bei 632,8 nm. Dies ist ein Problem für die Vermessung von Filtern: Nur bei sehr wenigen Filterdesigns wird die von der Messtechnik vorgegebene Wellenlänge zufällig im Transmissionsbereich liegen. Und außerhalb dieses Bandes bleibt, durch die hohen Blockungswerte, nicht genug Signal für eine sinnvolle Messung übrig. Somit kann ein solches System den Fehler der transmittierten Wellenfront bei optischen Filtern nicht zuverlässig vermessen.

Wellenlängenunabhängige Messtechnik: Der Shack-Hartmann-Wellenfrontsensor

Als Mittel der Wahl für eine wellenlängenunabhängige Messung erwies sich das Shack-Hartmann-System von Optocraft. Der Shack-Hartmann-Wellenfrontsensor basiert auf einem geometrisch-optischen Verfahren, bei dem die Wellenfront aus einem einzelnen Kamerabild rekonstruiert wird. Dies ermöglicht Auswertungen von mehreren Hertz und macht die Messung robust gegenüber Vibrationen. Die Wellenfrontsensoren SHS-Lab von Optocraft verfügen über eine hohe Grundgenauigkeit von wenigen nm RMS und einen sehr hohen Dynamikbereich, wodurch sich die Sensoren auch für die Messung stark aberrierter Wellenfronten eignen.

Die Prüfung der optischen Filter erfolgt mit dem SHS-Inspect RL Module im doppelten Durchgang. Dazu wird der Prüfling mit einer kollimierten Welle beleuchtet, die ihn durchläuft, an einem Planspiegel reflektiert und anschließend ein weiteres Mal durch den Filter transmittiert wird. Dadurch werden die Aberrationen des zu prüfenden Filters um den Faktor 2 verstärkt in der Wellenfront messbar. Ein Kepler-Teleskop passt den Pupillendurchmesser des Prüflings an die Detektionsfläche des Wellenfrontsensors an. Zusätzlich konjugiert das Teleskop die Prüflingsebene mit der Ebene des Mikrolinsenarrays des Wellenfrontsensors und stellt so sicher, dass Messartefakte effektiv eliminiert werden, die durch die Wellenfrontpropagation zwischen Prüflingsebene und Messebene entstehen. Durch eine Leermessung werden die statischen Fehler des Messsystems referenziert und können anschließend bei der Messung des optischen Filters subtrahiert werden. Aufgrund der hohen intrinsischen Stabilität des SHS-Cam-Wellenfrontsensors wird so die geforderte Messunsicherheit von $\lambda/20$ PV eingehalten.

Die Shack-Hartmann-Software SHS-Works rekonstruiert die transmittierte Wellenfront und berechnet die Zerlegung in einzelne Zernike-Koeffizienten. Es wird also nicht nur eine reine Gut-Schlecht-Aussage getroffen, sondern es werden die im Prüfling vorhan-

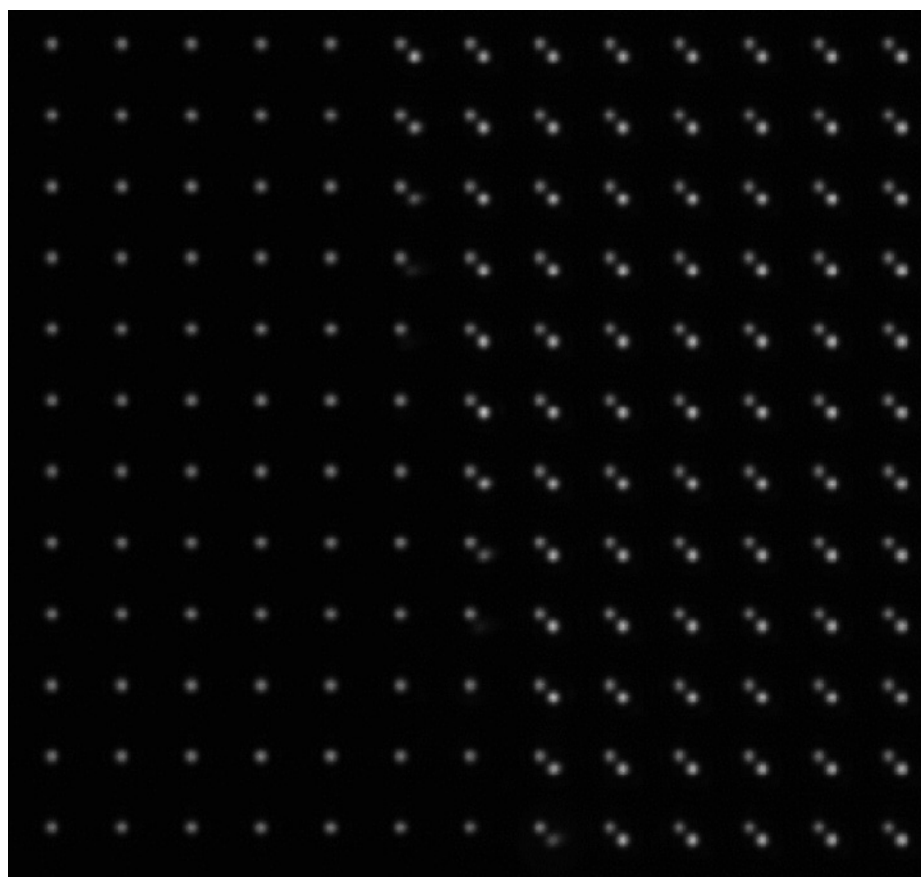


Abbildung 1: Gezeigt ist ein Ausschnitt der aufgenommenen Bildpunkte des Mikrolinsenarrays im Randbereich des Prüflings. Links ist jeder einzelne Bildpunkt regulär beleuchtet, rechts zeigen sich zwei Punkte pro Linse, jeweils der transmittierte und reflektierte Anteil.

denen Aberrationen detailliert analysiert. Die Wellenfrontmessung liefert somit umfangreiche Daten, die für die Prozessoptimierung und in der Entwicklung genutzt werden können.

Der Wellenfrontsensor arbeitet prinzipiell unabhängig von der Wellenlänge und wird standardmäßig mit verschiedenen LED-Lichtquellen angeboten.

Umsetzung eines produktions-tauglichen Messsystems

Bereits bei den ersten Testmessungen zeigten sich allerdings Schwierigkeiten mit den LEDs für diesen speziellen Anwendungsfall. Die Blockung beschichteter Filter wird größtenteils durch Reflexion erzielt und die Kanten zwischen Blockungs- und Transmissionsbereich sind üblicherweise sehr steil ausgearbeitet. Daher liegen Bereiche mit >95 Prozent Transmission und solche mit >99 Prozent Reflexion im Spektrum nur um wenige Nanometer getrennt. Wenn die Lichtquelle in ihrer Bandbreite nicht kleiner oder gleich der Breite des Transmissionsbandes ist, ergeben sich somit schnell Doppelbilder: Die transmittierte Wellenfront im doppelten Durchgang, überlagert von der reflektierten Wellenfront der Bandpass-Seite des Filters.

Abbildung 1 zeigt das unverarbeitete Bild des Sensors im Bereich der Filterkante. Zu

erkennen sind zwei versetzte Punkte pro Mikrolinse. Somit lässt sich der transmittierte Wellenfrontfehler nicht auswerten.

Mit einem kleinen Kippwinkel schafft es die Software zwar, die Bilder zuverlässig zu trennen, aber im Sinne der Wiederholbarkeit wurde entschieden, das Problem über eine passende Wahl der Lichtquelle zu lösen. Ausgewählt wurde eine fasergekoppelte Breitbandlichtquelle, in Kombination mit einem zusätzlichen Filterhalter und erneuter Faserkopplung. Dieser ermöglicht es, denselben Filtertyp als Prüfling und Filter für die Lichtquelle zu verwenden. Die Wellenlänge und Bandbreite der Beleuchtung entspricht damit eindeutig dem Transmissionsbereich des Prüflings und störende Doppelbilder treten nicht auf.

Da in der Filterproduktion in jedem Fertigungslos Testgläser im 25-mm-Standardformat als Rückstellmuster gefertigt werden, sind diese Beleuchtungsfiler ohne weitere Aufwände verfügbar.

Der finale Aufbau für den Einsatz in der Fertigung ist in Abbildung 2 zu sehen. Das aufrechtstehende Gehäuse senkt den Platzbedarf, die zweigeteilte Tür ermöglicht den Zugang zum Probenraum, ohne das System selbst offenzulegen, was die Wahrscheinlichkeit von unerwünschten Veränderungen am Aufbau verringert.



Abbildung 2: Fertigungstaugliche Implementierung des Messaufbaus

1. Variable Lichtquelle
 - 1a. Lasergepumpte Weißlichtquelle
 - 1b. Fasergekoppelter Filterhalter
 - 1c. Referenzlichtquelle LED 530 nm
 - 1d. Fasereinkopplung gewünschter Lichtquelle
2. Optocraft SHSCam
3. SHSInspect RL module
4. Strahlaufweitung für 50 mm Sichtfeld
5. Austauschbarer Probenhalter
6. Referenzspiegel, präzise verkipptbar

Es wurden Probenhalter für die am häufigsten verwendeten Größen erstellt, jeweils unter 0 und 45°. Die Halter lassen sich zum einfachen Beladen entnehmen und rasten, für eine wiederholbare Positionierung im Strahlengang, fest in die Aufnahme im Probenraum ein. Die Filterfertigung bei Edmund Optics ist auf kundenspezifische Produkte ausgelegt. Deshalb ist die Anpassung an andere Größen und Formen immer wieder notwendig. Bei der Konstruktion der Probenhalter wurde daher auf eine einfache, kostengünstige Herstellbarkeit und Adaptierbarkeit geachtet. Der Probenhalter lässt sich durch 3D-Druck oder CNC-Bearbeitung herstellen.

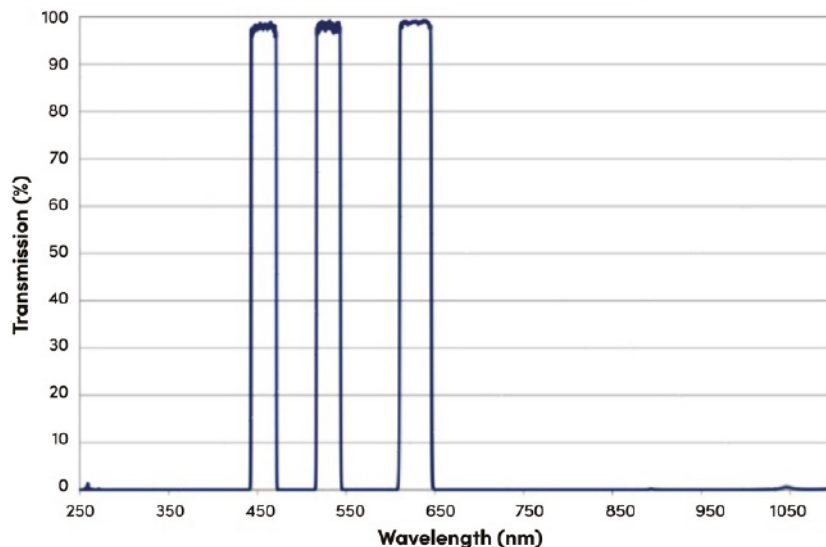


Abbildung 3: Transmissionsspektrum Multibandfilter #87-245 mit den Transmissionsbändern 457 nm x 22 nm, 530 nm x 20 nm, 628 nm x 28 nm

Anwendung auf optische Filter

Zur Evaluierung wurde ein Multibandfilter aus dem Edmund-Optics-Sortiment vermessen. Die spektralen Eigenschaften sind in Abbildung 3 dargestellt. Bei den drei Designwellenlängen handelt es sich um Emissionslinien verschiedener Fluorophore, das heißt, der Filter wird üblicherweise im bildgebenden Strahlengang eingesetzt. Somit ist ein möglichst geringer Wellenfrontfehler für die Anwendung von Vorteil.

Die Messung erfolgte durch unterschiedliche Methoden:

- Messung der äußeren Einzelbänder: 457 nm mit der Breitbandquelle und Vorfilterung bei 450 nm, 628 nm mit der Breitbandquelle und Filterung bei 633 nm
- Synchrone Messung der Gesamtwellenfront mit der Breitbandquelle und einem zweiten Multibandfilter gleicher Art

Die Messwerte sind am Ende überzeugend: Die Multibandbeschichtung, kombiniert mit einer Blockung von mehr als OD6 ist komplex, mit hohen Spannungen im Schichtsystem, die sich auf das Substrat übertragen. In Transmission liegt der Wellenfrontfehler trotzdem unter $\lambda/10$ und die Abweichungen der Messreihen liegen im Bereich der geforderten Systemgenauigkeit. Es lässt sich festhalten, dass die Messungen, unabhängig von der verwendeten Wellenlänge, den Filter zuverlässig charakterisieren und die Qualität der transmittierten Wellenfront auch hohen Ansprüchen in bildgebenden Systemen genügt.

Nach dem Aufbau und der Qualifizierung des Systems durch Edmund-Optics- und Optocraft-Ingenieure in Deutschland,

wurde das System mittlerweile nach Japan transferiert und in der Edmund-Optics-Filterproduktion in Yuzawa City, Präfektur Akita, in Betrieb genommen.

Fazit und Ausblick

Abschließend lässt sich sagen, dass die Kombination der Optocraft SHS-Cam und des SHS-Inspect RL Module mit der angepassten Lichtquelle und dem fertigungstauglichen Aufbau die Mess- und damit auch Fertigungsmöglichkeiten von Edmund Optics im Bereich Filter deutlich erweitert. Filter für bildgebende Anwendungen, beispielsweise im Bereich Fluoreszenzmikroskopie, bei denen es auf eine geringe Wellenfrontverzerrung ankommt, können im tatsächlich genutzten Spektralband qualifiziert werden, sodass die Leistung dort bewertet wird, wo sie wirklich entscheidend ist. ■

AUTOREN

Matthias Knobl

Senior Manager Strategic Optical Capabilities
bei Edmund Optics

Dr. Christian Brock

Sales Manager bei Optocraft

KONTAKT

Edmund Optics GmbH, Mainz
E-Mail: mknobl@edmundoptics.de
www.edmundoptics.de

Optocraft GmbH, Erlangen
E-Mail: c.brock@optocraft.de
www.optocraft.de

WILEY



© Khajida - stock.adobe.com

Webinar: Dienstag, 27. Januar 2026 – 11:00 a.m. EST, 17:00 CET

WILEY | Tech Talks

Lösungen und Produkte für die Verteidigungsindustrie

INHALT

Die Verteidigungsindustrie hat sehr spezifische Anforderungen, die spezielle Lösungen erfordern. Dieser Technologietag präsentiert maßgeschneiderte technische Innovationen aus den Bereichen Bildverarbeitung und Automatisierung, die speziell für sicherheitskritische und militärische Anwendungen entwickelt wurden.

WICHTIGSTE ERKENNTNISSE

(vorläufig, da die Vortragsthemen noch nicht endgültig feststehen)

- Die Teilnehmer erfahren, wie spezifische Anforderungen der Verteidigungsindustrie mit maßgeschneiderten Lösungen aus den Bereichen Bildverarbeitung und Automatisierung erfüllt werden können – z. B. durch robuste Sensortechnik, präzise Bildverarbeitung und zuverlässige Systemintegration.
- Die Veranstaltung zeigt, wie moderne Automatisierungstechnologien – wie KI-gestützte Analysen oder autonome Systeme – die Effizienz, Sicherheit und Leistungsfähigkeit in militärischen Anwendungen steigern können.
- Die Teilnehmer erhalten Einblicke in erfolgreiche Kooperationsmodelle zwischen Technologieanbietern und Akteuren der Verteidigungsindustrie sowie in regulatorische und sicherheitsrelevante Rahmenbedingungen, die bei der Entwicklung und Umsetzung zu berücksichtigen sind.

<https://wileyindustrynews.com/de/webinare/digitaler-event-kalender-2026>



Jetzt kostenfrei anmelden!

Medienpartner:

inspect
WORLD OF VISION

messtec drives
Automation

WILEY Industry News

3D-Sensor scannt 1,7 Millionen Pins pro Tag

Steckerkontrolle in der Elektroautoproduktion

Eine neue Bildverarbeitungslösung ermöglicht die hochgenaue Prüfung von Elektroniksteckern – täglich über 1,7 Millionen Pins. Dual-Head-3D-Sensorik verhindert Schattenbildung und sorgt für zuverlässige Qualität und wenig Ausschuss.

In den letzten Jahren hat sich die Automobilindustrie rasant weiterentwickelt. Heutzutage ist nahezu jede Funktion in einem Fahrzeug elektronisch gesteuert, von der Fensterbedienung bis zur automatischen Lichtsteuerung. Besonders die Elektromobilität spielt eine immer wichtigere Rolle: In großen Märkten wie China machen Elektrofahrzeuge inzwischen rund 55 Prozent der verkauften Autos aus, was den rasant wachsenden Übergang zur Elektromobilität unterstreicht. Auch in Deutschland liegt der Anteil von E-Autos inzwischen bei etwa 18 Prozent, ein signifikanter Anstieg, der die zunehmende Akzeptanz und Verbreitung dieser Technologie verdeutlicht. Diese technologische Evolution hat zu einer steigenden Nachfrage nach hochpräzisen Elektroniksteckern geführt, die als Rückgrat der Fahrzeugsteuerung fungieren. Ein moder-

nes Auto enthält bis zu 5.000 solcher Stecker, die insgesamt etwa 100.000 Pins umfassen. Diese Verbindungen sind essenziell für die Funktionalität von Fahrzeugen, insbesondere im Bereich der Elektronik und Automatisierung. Jeder dieser Pins muss daher vor der Installation einer strengen Qualitätsprüfung unterzogen werden. Denn schon ein einziger defekter Pin kann zum Ausfall des gesamten elektronischen Systems führen.

Hier setzt die Expertise von Aku Automation aus Baden-Württemberg an. Als Systemintegrator für Bildverarbeitungslösungen hat das Unternehmen in Zusammenarbeit mit AT Sensors eine Applikation entwickelt, die eine präzise Prüfung der Pins ermöglicht. Diese erfolgt im Dauerbetrieb an bis zu 40 Maschinen gleichzeitig, wodurch täglich mehr als 1,7 Millionen Pins überprüft werden können.

Keine Okklusionen durch Dual-Head-Funktion

Die größte Herausforderung bei der Prüfung der Pins besteht darin, sicherzustellen, dass diese auch nach der Montage unter äußeren Einflüssen, wie Vibrationen oder Feuchtigkeit, einwandfrei funktionieren. Die Lösung liegt in den 3D Dual-Head-Sensoren der XCS-Serie von AT. Diese Sensoren ermöglichen es, die Pins von Elektroniksteckern simultan von zwei Seiten zu scannen, was eine Schattenbildung (Okklusion) vermeidet und eine hohe Präzision ermöglicht.

Der XCS-Sensor verfügt über ein Sichtfeld von 53 Millimetern. Der Laser der XCS-Serie bietet eine gleichmäßige Liniendicke entlang der gesamten Laserlinie, was durch eine spezielle Optik im Laserprojektor erreicht wird. Diese Homogenität ermöglicht ein hochpräzises Scannen auch feiner Strukturen, unabhängig davon, ob sich das zu prüfende Objekt in der Mitte oder am Rand der Linie befindet. Dies ist ein Vorteil für die Qualitätskontrolle von Pins, da eine hohe Genauigkeit und Wiederholbarkeit erreicht wird.

Feine Oberflächendetails durch Laserlinienprojektion erkennen

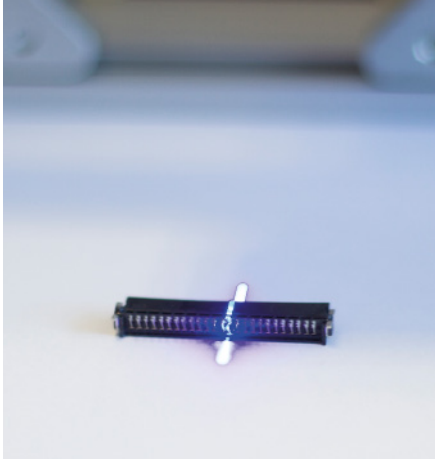
Ein weiteres Merkmal der XCS-Sensoren ist die von AT entwickelte Clean-Beam-Technologie. Diese Funktion schützt den Laser vor äußeren

Das Wichtigste kompakt

Die Automobilindustrie befindet sich in einem tiefgreifenden Wandel hin zur Elektromobilität. In diesem Kontext steigt die Nachfrage nach hochpräzisen Elektroniksteckern, deren Qualität entscheidend für die Funktionsfähigkeit moderner Fahrzeuge ist. Die hier beschriebene Bildverarbeitungslösung ermöglicht die automatisierte Prüfung von bis zu 1,7 Millionen Pins täglich, die auch sehr kleine Defekte erkennt. Herzstück der Technologie sind Dual-Head-3D-Sensoren, die durch beidseitiges Scannen Okklusionen vermeiden. Ergänzt wird das System durch eine KI-gestützte Software, die eine einfache Bedienung und vielseitige Einsatzmöglichkeiten bietet. Die Lösung wird bereits erfolgreich in der Serienproduktion eingesetzt und trägt zur Qualitätssicherung in der Elektronikfertigung bei.



3D Dual-Head-Sensoren der XCS-Serie von AT Sensors ermöglichen es, die Pins von Elektroniksteckern simultan von zwei Seiten zu scannen, was eine Schattenbildung (Okklusion) vermeidet.

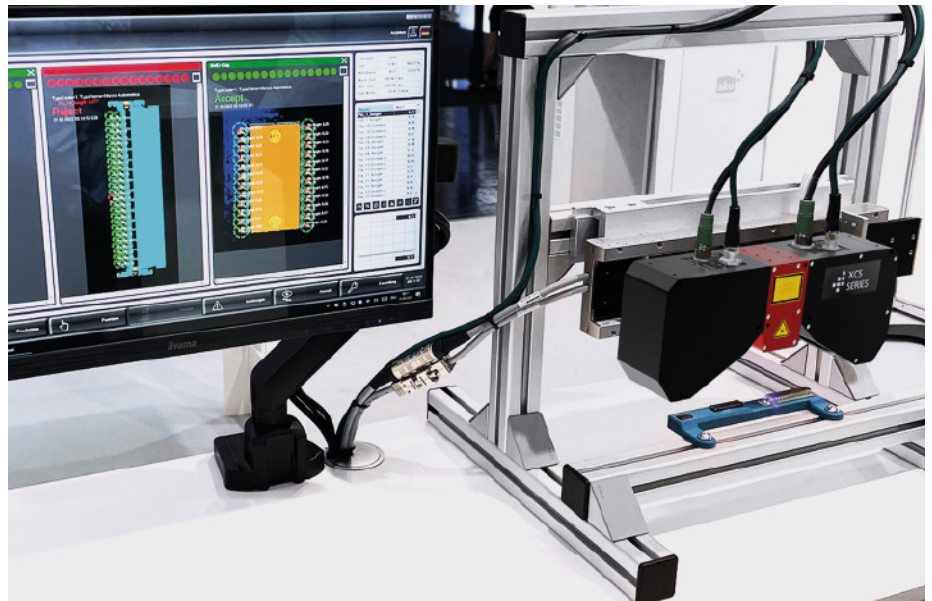


Der Laser der XCS-Serie bietet eine gleichmäßige Liniendicke entlang der gesamten Laserlinie. Diese Homogenität ermöglicht ein hochpräzises Scannen auch feiner Strukturen, unabhängig davon, ob sich das zu prüfende Objekt in der Mitte oder am Rand der Linie befindet.

ren Störfaktoren, wie optischen Anomalien, und sorgt für eine präzise und fokussierte Laserprojektion. Clean Beam sorgt außerdem für eine gleichmäßige Intensitätsverteilung, was zu konsistenten und verlässlichen Ergebnissen führt. „Wir arbeiten seit vielen Jahren erfolgreich mit AT zusammen und profitieren immer wieder von der umfassenden Expertise dieses Herstellers. Auch bei dieser Applikation konnten wir dank der Lösungen von AT die hohen Anforderungen unserer Kunden zu 100 Prozent erfüllen“, erklärt Boris Gierszewski, Geschäftsführer von Aku Automation.

High-Performance-3D-Sensor für die Elektronikindustrie

Die XCS-Serie von AT Sensors eignet sich insbesondere für High-Performance-Applikationen in der Elektronikindustrie. „Unser Ziel war es, einen 3D-Sensor zu entwickeln, der in puncto Präzision Höchstwerte erreicht. Mit der XCS-Serie haben wir dieses Ziel erreicht. Durch die Laserlinienprojektion und die hohe Auflösung bei einem Sichtfeld von nur 53 Millimetern sind wir in der Lage, auch winzige Oberflächendetails zu erkennen, was bei der Qualitätskontrolle von Pins entscheidend ist“, betont Dr. Athinodoros Klipfel, Vertriebsleiter von AT. Zudem hebt Klipfel die zahlenreichen Features der kostenfrei mitgelieferten AT



Aku Automation setzt auf eine Bildverarbeitungs-Software namens Aku Visionmanager, die die Daten durch KI-gestützte Deep-Learning-Algorithmen auswertet. Der Anwender kann damit seine Daten einfach und unkompliziert auslesen.

Software hervor, die eine detaillierte Datenausgabe mit darin enthaltenen Features wie Multipart und Multippeak unterstützt. Multipart ermöglicht die gleichzeitige Ausgabe von bis zu zehn Bildmerkmalen, während Multippeak das Scannen stark reflektierender Materialien ohne störende Reflexionen erlaubt.

Für Aku Automation stand von Anfang an die Innovation im Vordergrund, als es um die Entwicklung einer zuverlässigen Lösung für die Inspektion von Elektroniksteckern ging. Ein erfahrenes Entwicklerteam arbeitete über sechs Monate intensiv daran, die optimale Auslegung der Applikation zu realisieren. Die Herausforderung bestand darin, alle notwendigen Komponenten für ein zuverlässiges System zusammenzustellen, eine benutzerfreundliche Software zu programmieren und die Ausgabe der Qualitätsdaten zu integrieren. Dabei setzt das Unternehmen auf eine Bildverarbeitungs-Software namens Aku Visionmanager, die die Daten durch KI-gestützte Deep-Learning-Algorithmen auswertet. Der

Anwender kann damit seine Daten einfach und unkompliziert auslesen.

„Unsere Prioritäten bei der Entwicklung waren eine zuverlässige Qualitätsprozedur und eine möglichst einfache Bedienbarkeit für den Anwender. Daher haben wir die Applikation so konzipiert, dass sie für eine Vielzahl von Elektroniksteckertypen einsetzbar ist und eine hohe Multiplikatorwirkung hat“, erklärt Gierszewski.

Die von Aku Automation und AT entwickelte Steckerprüfung wird mittlerweile von zahlreichen namhaften Automobilherstellern genutzt. Der Ausschuss von defekten Pins bleibt dabei stets unter einem Prozent. ■

AUTORIN
Nina Claaßen

Head of Marketing bei AT Sensors

KONTAKT

AT Sensors, Bad Oldesloe
Tel.: +49 4531 880110
E-Mail: info@at-sensors.com
www.at-sensors.com

alle Bilder: AT Sensors



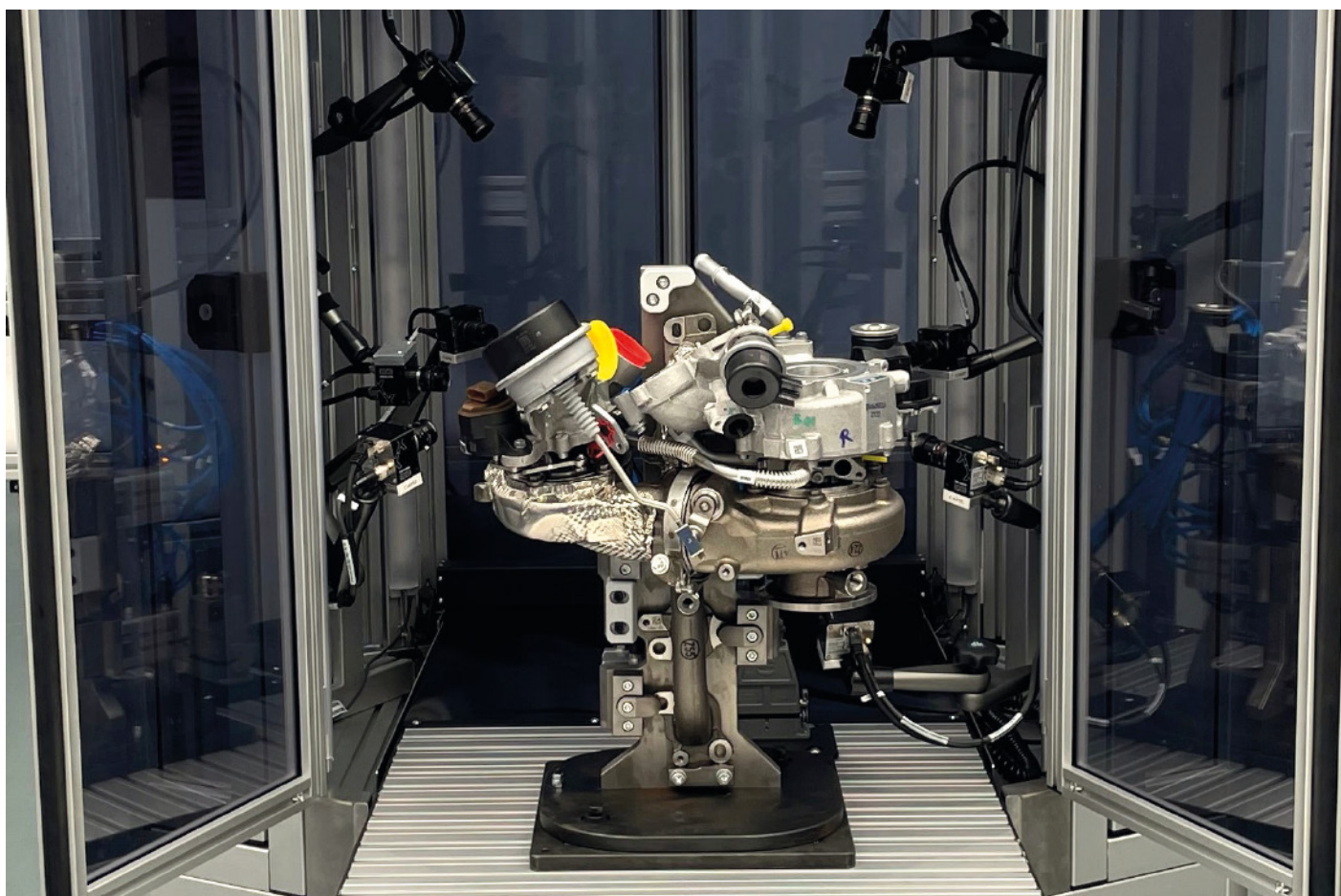
ZENITH 100GigE

Peak speed and resolution

emergentvisiontec.com/zenith

Up to 152MP & 3462fps New Sony & Gpixel sensors Multi-camera systems





Die Positionierungen der insgesamt acht 5MP-Kameras liefern mit den einzelnen hochauflösenden Bildfeldern eine vollständige rundum 3D-Kontrollmöglichkeit der Turboaggregate.

End-of-Line-Prüfung für Turbolader automatisiert

Modulares Bildverarbeitungssystem mit Roboterintegration optimiert Qualitätssicherung

Ein Automobilzulieferer ersetzt die manuelle Prüfung seiner Turbolader durch ein flexibles, automatisiertes System mit Bildverarbeitung und Roboterunterstützung. Die modulare Zelle ermöglicht eine platzsparende und vielseitige Lösung – mit hoher Präzision, einfacher Bedienbarkeit und integrierter Dokumentation.

Die bestehende End-of-Line Station, also die letzte vollständige Qualitätssicherung der Automobil-Turboaggregate, wollte der Hersteller stärker automatisieren, um die Effizienz zu erhöhen. Bislang waren je zwei Mitarbeiter im dreischichtigen Betrieb damit beschäftigt, Etiketten einzukleben, Stopfen einzusetzen, die ID zu scannen und die Komponenten optisch zu kontrollieren. Abschließend erfolgte die Ablage der Turboaggregate in die Trays der Versandboxen mit jeweils bildlicher Dokumentation.

Den bisherigen Prozess – mit einigen manuellen Tätigkeiten – galt es effizienter, automatisiert und nachhaltig zu gestalten. Dabei sollte jeweils ein Konzept mit aktivem Roboter erstellt werden sowie ein Notfallkonzept für den Fall einer Roboterstörung. Für den kompletten Prozess war eine Taktzeit von unter 100 Sekunden vorgegeben.

Flexible zeitsparende Konzeptlösung

Die Lösung sieht nun folgendermaßen aus: Am Ende der Fertigungsline wird vom Mitar-

Das Wichtigste kompakt

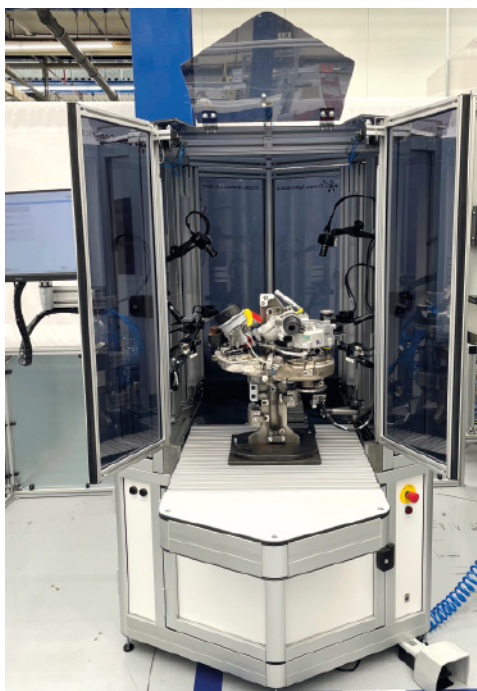
Zur Effizienzsteigerung wurde die manuelle End-of-Line-Qualitätskontrolle von Turboladern durch ein automatisiertes System ersetzt. Ein Roboter übernimmt die Handhabung der Bauteile, während eine modulare Prüfstation mit mehreren Kameras die optische Kontrolle durchführt. Die Lösung basiert auf dem flexiblen QBIC-Zellenkonzept, das durch seine kompakte Bauweise, gute Zugänglichkeit und Integration von Bildverarbeitung, Robotik und KI eine hohe Automatisierung und Präzision ermöglicht. Die geprüften Komponenten werden abschließend dokumentiert und versandfertig verpackt.

beiter ein Label auf den Turbolader geklebt und die ID gescannt. Der dann startende Roboter entnimmt das Bauteil, präsentiert es dem Mitarbeiter zum Setzen der Stopfen und positioniert den Turbolader in der QBIC-Prüfzelle. Jeweils vier 5 MP-Kameras oberhalb und unterhalb des Turboladers erfassen ihn räumlich komplett und prüfen ihn per Bildverarbeitung auf eine ganze Reihe von Merkmalen. Anschließend setzt der Roboter den Turbolader in die Box. Dort erfasst ein bereits vorhandenes Bildverarbeitungssystem das Gerät für die abschließende bildliche Dokumentation. Jede Box, die dann den Endkunden erreicht, enthält eine fehlerfreie geprüfte Ware.

Mit dem global agierenden Automobilzulieferer unterhält Cretec seit Jahren einen intensiven Erfahrungsaustausch, durch eine ganze Reihe gelieferter BV-Systeme. In gemeinsamer Entwicklung entstand auch das Turbo-PCS-Kommunikationssystem, in dem die BV-Applikationslösungen der Fertigungslinien vollständig integriert sind.

Raumoptimiertes Multitalent

Die konsequente modulare Systemarchitektur des QBIC-Zellenkonzeptes ermöglichte die raumsparende, wahlweise autarke oder integrierte Lösung dieser komplexen BV-Aufgabe, mit hoher Flexibilität und hohem Automatisierungsgrad. Bereits während der Machbarkeitsstudie spielt das QBIC-System seine Vorteile aus, weil es viele anspruchsvolle BV-Anforderungen und Lösungsansätze vereinfacht. Die einzelnen Module – Robotik, Steuerung, Datenauswertung und Kommunikation – werden direkt in einem autonomen System integriert.



Die konsequente modulare Systemarchitektur des QBIC-Zellenkonzeptes ermöglichte die raumsparende, wahlweise autarke oder integrierte Lösung dieser komplexen BV-Aufgabe mit hoher Flexibilität und hohem Automatisierungsgrad.

Unternehmen im Detail

Cretec GmbH

Die Cretec GmbH mit Sitz im hessischen in Büdingen entwickelt, fertigt und vertreibt Module und Komplettlösungen industrieller Bildverarbeitung, Code-Lesesysteme, intelligente LED-Beleuchtungen, Cobot/Robot-Vision und integrierte Algorithmen der Künstlichen Intelligenz. Insbesondere die vernetzte digitale Kommunikation auf Industrie-4.0-Plattformen über OPC UA bis hin zu Maschine/Maschine-Bezahlung IOTA. Realisiert in hoher Kompaktheit, leistungsstarker Hard- und Software, Robustheit für raues industrielles Umfeld und vor allem einfacher Bedienung. Das umfangreiche Produktportfolio wird ergänzt durch effizientes Know-how für branchenspezifische Anwendungen mit kurzer Entwicklungszeit.

Gute Zugänglichkeit für mehr Flexibilität

Das sechseckige patentierte Design der QBIC-Plattform ermöglicht eine einfache Zugänglichkeit von allen Seiten und eine hohe Flexibilität in der Gestaltung von besonders raumsparenden und mobilen Systemlösungen. Es kann auf seinen integrierten ausfahrbaren Rädern für Anlieferung oder Standortwechsel schnell transportiert als auch mit weiteren QBICs raumminimiert verbunden werden.

Integriert werden können: Elektrik, Steuerungen, Hochleistungs-PC, Kameras, der Code-Verifizierer Vision Tube, Cobot/Roboter, unterschiedliche Vision-Module, intelligente Beleuchtungen, ein großer Touchscreen, Kommunikationsmodule für OPC UA, IOTA und neuronale Netze. Die netzunabhängige Stromversorgung gewährleistet den Betrieb auch bei Stromausfall, und es können keine Daten verloren gehen. Integrierte Hochleistungs-PCs ermöglichen es, diese Systemlösungen auch für komplexe Aufgaben mit KI (deep learning) einzusetzen.

Anwendungsbereiche

Die Komplettlösungen mit QBIC decken einen großen Anwendungsbereich ab: Pick-and-Place, Registrier- und Klassifizierungsaufgaben, ID-Codes, Inspektion, 2D- und 3D-Messungen, Oberflächenkontrolle, Entscheidungsfindung sowie Sortierprozesse. ■

AUTOR

Kamillo Weiß
Inhaber von KW-PR

KONTAKT

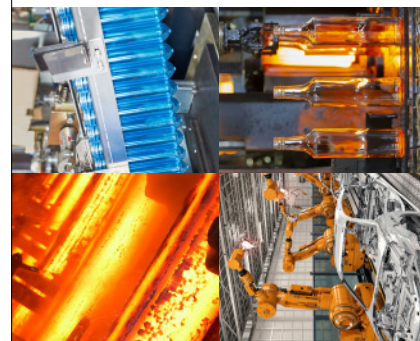
Cretec GmbH, Büdingen
Tel.: +49 6042 5339540
E-Mail: mail@cretec.gmbh
www.cretec.gmbh

alle Bilder: Cretec

When Temperature Matters

Wir bieten technischen Support, um für Sie die beste Temperaturmesslösung zu finden.

Infrarotkameras. Pyrometer. Zubehör. Software. Berührungslose Temperaturmessung von -50 °C bis +3000 °C. Besuchen Sie uns: www.optris.com | Tel: +49 30 500 197-0



optris



Hier sind im Inputmaterial vier verschiedene Kunststoffe enthalten: PE-, PET-, PP- und PS-Flakes. Diese sollen ihrer Materialart entsprechend sortiert werden.

Kunststoffe effizient recyceln

Hyperspektrale Kameras erhöhen Sortiergenauigkeit von Kunststoff-Flakes

Um der wachsenden Abfallmenge entgegenzuwirken, gewinnt das Recycling an Bedeutung. Für eine funktionierende Kreislaufwirtschaft ist vor allem die präzise Sortierung der verschiedenen Kunststoffarten entscheidend. Hyperspektral-Kameras ermöglichen hierbei die präzise Identifizierung und Differenzierung von Kunststoffen bei gleichzeitig hohen Durchsatzraten.

Ein großer Teil der bei uns verwendeten Kunststoffe werden aus fossilem Öl hergestellt und fallen später wieder als Abfall an. Ziel ist es, den Anteil an wiederverwendeten Kunststoffen (Rezyklaten) so weit wie möglich zu erhöhen, um eine Kreislaufwirtschaft zu erzeugen. Um Kunststoffabfall als Rezyklat verwenden zu können, müssen die verschiedenen Kunststoffarten sortiert und von Fremdstoffen getrennt werden. Um diesen Prozess wirtschaftlich zu gestalten, muss er automatisiert sein. Optoelektronische Systeme erkennen die verschiedenen Kunststoffsorten.

Hyperspektral-Kameras setzen sich durch

Die Zahl der für das Recycling eingesetzten Sortiermaschinen nimmt ständig zu. Ihre Aufgabe ist es, den Abfall mit Hilfe von multispektralen oder hyperspektralen Kamerasystemen in seine stofflichen Fraktionen zu sortieren. Hyperspektrale Systeme setzen sich zunehmend durch, da diese Technologie derzeit die besten Ergebnisse bei hohen Durchsatzraten erzielt. Sie erfassen detaillierte Spektralinformationen über einen breiten Wel-

lenlängenbereich und ermöglichen so eine präzise Identifizierung und Differenzierung von Materialien. Dieses Maß an spektraler und räumlicher Auflösung in Verbindung mit schnellen Datenverarbeitungsmöglichkeiten führt zu einer hohen Sortiergenauigkeit und -effizienz.

Beispielsweise erfordert das Recycling einer Getränkeflasche aus Kunststoff, die in der Regel aus Polyethylenterephthalat (PET) besteht, eine präzise Sortierung, um sicherzustellen, dass andere Kunststoffarten wie Polyethylen (PE), das oftmals in Flaschenverschlüssen verwendet wird, aus dem Abfallstrom entfernt werden. PET ist besonders wertvoll, weil es einer der wenigen Kunststoffe ist, der in einem echten Kreislaufverfahren recycelt werden und zu neuen Produkten verarbeitet werden kann. Dies ist jedoch nur möglich, wenn das PET während des Recyclingprozesses mit einem hohen Reinheitsgrad zurückgewonnen wird.

Mit erweitertem Wellenlängenbereich

Haip Solutions hat mit der Blackindustry Swir 1.7 Pro Max eine Hyperspektralkamera ent-

wickelt, die speziell auf die Herausforderungen des industriellen Kunststoffrecyclings zugeschnitten ist. Bei dieser Kamera handelt es sich um ein Linescan-System, das auch als Push-Broom-Kamera bezeichnet wird. Sie erfasst Spektraldaten, indem sie eine Bildzeile nach der anderen abtastet, während sich das Material über ein Förderband bewegt. Damit eignet sie sich gut für Hochgeschwindigkeits-Sortieranwendungen.

Die Kamera arbeitet im kurzwelligen Infrarot (Swir) und deckt den Wellenlängen-

Das Wichtigste kompakt

Die hyperspektrale Bildverarbeitung setzt sich beim Kunststoffrecycling durch, da sie eine präzise und automatisierte Sortierung ermöglicht. Die Kamera von Haip Solutions (Blackindustry Swir 1.7 Pro Max) erkennt Kunststoffarten anhand ihrer spektralen Signatur im kurzwelligen Infrarotbereich (900–1.730 nm) und identifiziert auch schwer unterscheidbare Materialien wie PVC. Mit hoher räumlicher und spektraler Auflösung sowie Echtzeitverarbeitung durch eine integrierte GPU sortiert sie Kunststoff-Flakes effizient und kostengünstig. Die Klassifikation erfolgt direkt in der Kamera und steuert Luftdruckdüsen an, um unerwünschte Stoffe auszuschleusen.

Bereich von 900 bis 1.730 nm ab. Dieser erweiterte Wellenlängenbereich ist wichtig, da er starke Absorptionsbanden enthält, die die Erkennung und Identifizierung verschiedener Kunststoffarten ermöglichen. PVC beispielsweise hat eine deutliche spektrale Absorption bei 1.710 nm, welche durch bisherige Hyperspektral-Systeme im Swir-Bereich nicht erfasst werden konnte. Durch die Identifizierung dieser spezifischen Absorptionsbande kann die Blackindustry-Swir-Kamera PVC in gemischten Kunststoffabfallströmen genau erkennen und sicherstellen, dass es ausgeschleust wird.

Die Kamera im Detail

Die Blackindustry Swir 1.7 Pro Max unterscheidet sich von anderen Hyperspektralkameras vor allem durch ihre technischen Details. Die Kamera bietet eine Ortsauflösung von 2.560 Pixeln, die detaillierte und hochauflösende Bilder der untersuchten Materialien liefert. Darüber hinaus kann sie bis zu 425 Spektralbänder erfassen und liefert so präzise Daten, die zur Unterscheidung verschiedener Kunststoffarten verwendet werden. Die spektrale Auflösung von unter 6 nm bei gleichzeitig hohem Lichtdurchsatz stellt sicher, dass auch feine Unterschiede zwischen den Materialien erkannt werden. Mit einer Bildrate von bis zu 2.230 Hz im ROI-Modus kann die Kamera auch in industriellen Umgebungen Daten in Echtzeit erfassen. Typischerweise sind in den optischen

Sortiermaschinen Geschwindigkeiten von 3 bis 5 m/s zu erwarten.

Zusätzlich ermöglicht diese neue Generation von Kameras die Anwendung der HSI-Technologie zu geringeren Systemkosten als in der Vergangenheit, was den Einsatz in industriellen Sortierprozessen attraktiver werden lässt. So lassen sich die pro Sortiermaschine verwendeten mehreren 320- oder 640-px-Kameras durch eine einzelne Kamera ersetzen, die zudem eine höhere Pixelauflösung der Kunststoff-Flakes liefert.

Klassifikation erfolgt auf der Kamera

Eine der wichtigsten Anwendungen für die Haip-Kamera ist die Sortierung von kleinen Kunststoff-Flakes, die beim Recycling von Kunststoff-Leichtverpackungen anfallen. Bei diesem Prozess werden die Verpackungen nach einer Vorsortierung in Flakes zerkleinert, die dann nach ihrer Materialart sortiert werden. Die Kamera erfasst die Spektralsignatur jedes einzelnen Flakes und ermöglicht so die genaue Trennung von PET, PE, PP, PS, PC, ABS, PA und PVC.

Eine Echtzeitanalyse wird durch die in der Kamera verbauten Nvidia GPU ermöglicht, die die Spektraldaten während der Erfassung



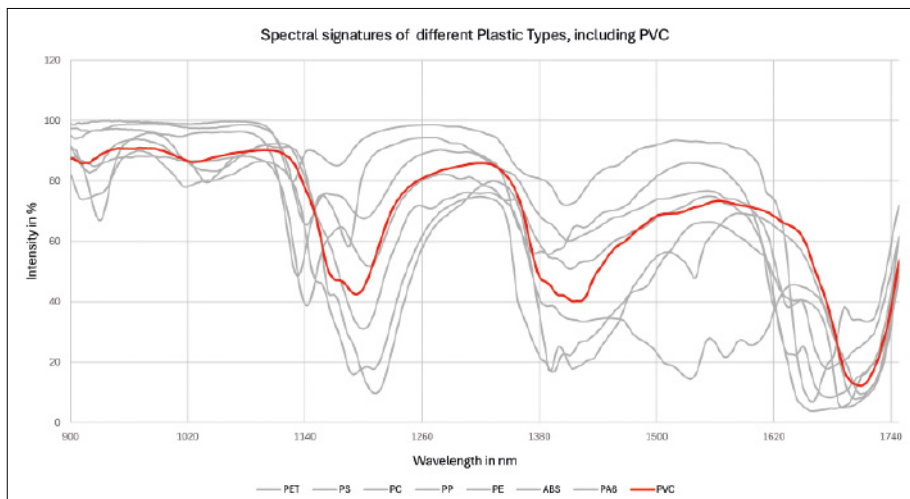
Die Kamera Blackindustry Swir 1.7 Pro Max

in Realtime verarbeitet und bereits auf der Kamera klassifiziert. Anschließend kann ein klassifiziertes Farbbild ausgegeben werden, welches wiederum für Ansteuerung der Luftdruckdüsen in der Sortiermaschine dient. Auf Basis der analysierten Daten schießen die Luftdruckdüsen unerwünschte Materialien aus dem fallenden Strom von Kunststoff-Flakes aus, um am Ende hochreine Kunststoff-Fractionen zu erhalten.

Das Training der Klassifikationsmodelle kann über die Haip-eigene Blackstudio-Software erfolgen, welche neben der Datenaufnahme und den Klassifikationsalgorithmen auch eine Datenbank-Funktion enthält über die sich die Vielzahl an verschiedenen Materialien und Proben kategorisieren lassen und immer wieder mit in das Training einbezogen werden können.

Fazit

Die Neuerungen im Bereich der hyperspektralen Bildverarbeitung bilden ein wichtiges Element zur Lösung des Plastikmüllproblems. Indem sie Abfallaufbereitern die Möglichkeit bietet, Kunststoffe deutlich genauer zu sortieren, spielt diese Kamera eine entscheidende Rolle bei der Verbesserung der Recyclingeffizienz und der Unterstützung einer Kreislaufwirtschaft.



Die spektrale Signaturen im Swir-Bereich von den am häufigsten vorkommenden Kunststoffen sowie die spektrale Signatur von PVC mit der Hauptabsorptionsbande bei 1.710 nm (in rot markiert)

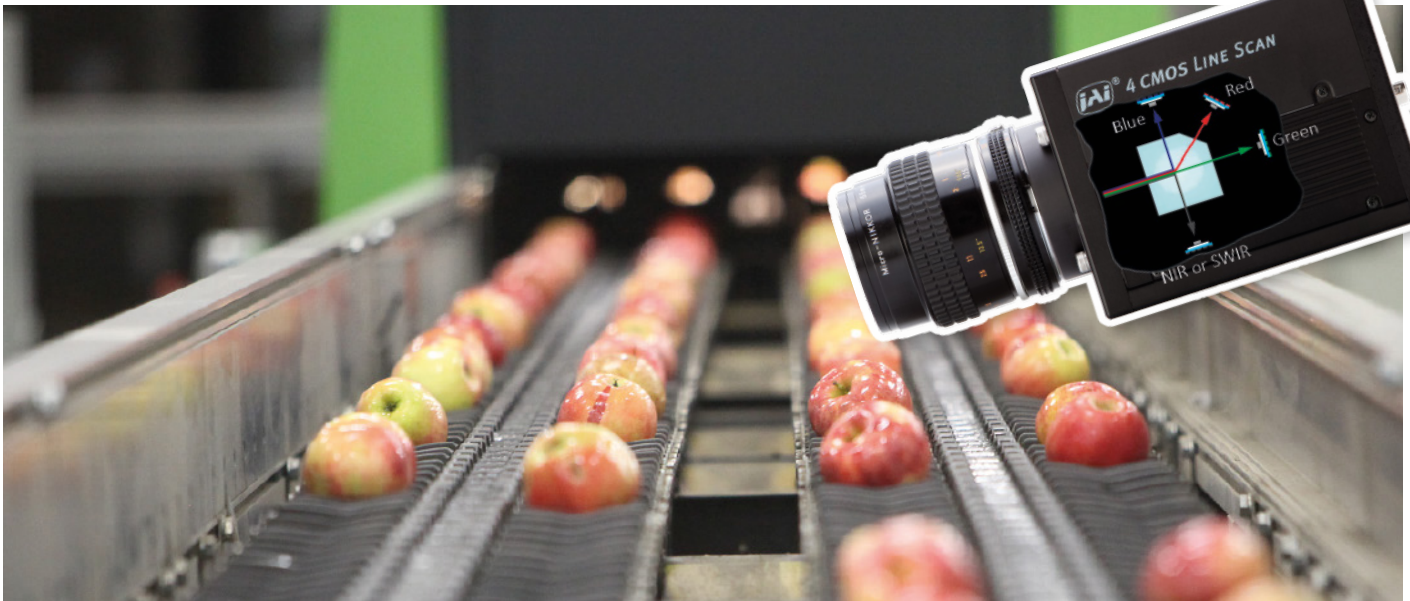
KONTAKT

Haip Solutions GmbH, Hannover
Tel.: +49 511 37352860
info@haip-solutions.com
www.haip-solutions.com

alle Bilder: Haip Solution



building machine vision



Die Mehrkanalkameras der JAI-Sweep+-Serie ermöglichen das gleichzeitige und separate Erfassen von Bildern im sichtbaren RGB-Wellenlängenbereich (400 bis 700 nm) und im NIR- (700 bis 1000 nm) oder SWIR-Wellenlängenbereich (800 bis 1700 nm). Diese Eigenschaften erhöhen die Sortierqualität beispielsweise von Äpfeln auf einem Förderband.

Prismenkameras erhöhen Sortierqualität in der Lebensmittelindustrie

Effiziente Lebensmittelherstellung mittels Bildverarbeitung

Um die Ernährung der stetig wachsenden Weltbevölkerung sicherzustellen, ist in vielen Bereichen der Lebensmittelindustrie eine zunehmende Automatisierung der Prozesse erforderlich. Leistungsstarke Bildverarbeitungssysteme spielen in diesem Umfeld eine entscheidende Rolle für die optische Qualitätskontrolle. Im Gespräch mit der inspect erläutert James Cameron, Vertriebsleiter EMEA bei JAI, die Anforderungen und Lösungen für die Lebensmittelindustrie.

inspect: Wie hat sich die Lebensmittelindustrie mithilfe der industriellen Bildverarbeitung weiterentwickelt und was sind die Trends für die nächsten Jahre?

James Cameron: In den letzten fünf Jahren hat sich die industrielle Bildverarbeitung in der Lebensmittelindustrie von einem statischen Inspektionswerkzeug zu einem intelligenteren System entwickelt, das die Qualitätssicherung gewährleistet und sogar Vorhersagen treffen kann. Im Obstsektor werden Deep Learning und multispektrale Bildgebung zunehmend zum Standard, um äußerliche Oberflächenfehler zusammen mit inneren Mängeln zu erkennen. Dies führt zu einer zuverlässigen Sortierung, weniger Fehlansortierungen und der Möglichkeit, Qualitätsfaktoren wie Zuckergehalt oder Druckstellen im Inneren der Produkte zerstörungsfrei abzuschätzen.

Die Umstellung auf eine Verarbeitung der Daten „on the edge“, also direkt vor Ort, sowie die zunehmende Embedded-KI-Technologie

ermöglicht Echtzeitentscheidungen direkt an der Produktionslinie, wodurch die Zuverlässigkeit erhöht und Abfall reduziert wird.

In den kommenden fünf Jahren wird der Fokus viel stärker auf prädiktiven Bildverarbeitungssystemen liegen. Deep-Learning-Modelle werden nicht nur Fehler klassifizieren, sondern auch Merkmale wie Frische, Reife und Haltbarkeit der Ware vorhersagen. Außerdem werden wir den zunehmenden Einsatz von 3D- und laserbasierter Bildgebung für die präzise Lokalisierung und die robotergestützte Handhabung von verpackten Waren sehen.

Das künftige Wachstum wird von modularen und maßgeschneiderten Bildverarbeitungsplattformen mit optischen Bahnsortierern und Freifallsortierern ausgehen, die sich an die Kundenbedürfnisse anpassen lassen. Diese Systeme werden Inspektionsdaten über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg miteinander verknüpfen und die Bildverarbeitung zu einem der wichtigsten Faktoren für eine effiziente und abfallarme Lebensmittelherstellung

machen. Der Markt für optische Sortiermaschinen ist bereits groß und wächst zweistellig, was die entscheidende Rolle der Bildverarbeitung für die Lebensmittelindustrie unterstreicht.

inspect: Was sind die besonderen Anforderungen an die industrielle Bildverarbeitung in der Lebensmittelindustrie?

Cameron: Bei der optischen Sortierung in der Lebensmittelindustrie werden frische Früchte in der Regel während des Transports in Bechern oder auf Fließbändern geprüft, wodurch jedes Produkt stabil liegt und

Das Wichtigste kompakt

Moderne Bildverarbeitungssysteme, darunter Multispektrale Kameras, erhöhen die Sortier- und damit die Produktqualität in der Lebensmittelindustrie. Eine besondere Rolle nehmen hier Prismenkameras ein, die das Licht in rote, grüne und blaue oder bei Bedarf auch NIR- oder SWIR-Wellenlängen trennen und zu drei beziehungsweise vier separaten Bildsensoren weiterleiten. Auf diese Weise lassen sich aus einer Aufnahme zahlreiche Merkmale gleichzeitig prüfen. Eine wichtige Eigenschaft beispielsweise in Freifallsortierern.

somit präzise auf Oberflächendefekte oder Farbabweichungen analysiert werden kann. Gemüse, Getreide und Reis hingegen werden häufiger in Freifallsortierern bewertet, wo die Objekte während des freien Falls auf Form, Farbe und Fremdkörper untersucht werden müssen. Dies ist natürlich auch mit hohen Inspektionsgeschwindigkeiten verbunden.

Und die Anforderungen können sogar noch höher liegen. Denn viele dieser Anwendungen benötigen sehr genaue Farbdaten, um auch kleine und unauffällige Fehler zu erkennen, die im gleichen Farbbereich auftreten, wie beispielsweise dunkelgelbe Flecken auf Pommes Frites.

Ein weiterer Trend ist die deutlich steigende Nachfrage nach der Qualitätsbewertung von Lebensmitteln nicht nur auf der Außenseite, sondern auch im Inneren, was einen multispektralen oder hyperspektralen Ansatz erfordert. Dies macht es notwendig, sowohl das sichtbare Licht für die Farbinspektion als auch NIR- oder SWIR-Wellenlängen zu betrachten, während die Objekte an der Kamera vorbeigeführt werden. So können Schäden an Artikel, die von außen nicht sichtbar sind, überprüft werden, beispielsweise Druckstellen bei Äpfeln, die sich früher oder später zu faulen Stellen entwickeln.

inspect: Welche Bildverarbeitungslösungen gibt es für diese Anforderungen?

Cameron: Am Markt gibt es verschiedene technische Optionen, beispielsweise Multikamera-Lösungen mit separater Wellenbandauswahl, bei denen die Bilder anschließend miteinander kombiniert werden. Es gibt auch Systeme, die aus zwei Kameras bestehen, die durch einen Strahlteiler blicken. Dies verteilt die Bildaufnahme- und Inspektionsaufgaben,



James Cameron, Vertriebsleiter EMEA bei JAI: „Eines der Hauptprobleme in der Lebensmittelindustrie ist die Steigerung der Inspektions-effizienz und der Endqualität bei der Einstufung und Sortierung von Lebensmitteln.“

führt jedoch in der Regel zu Synchronisationsproblemen, komplexeren Aufbauten und höheren Kosten. Prismenkameras hingegen können ihre Vorteile unter diesen Bedingungen optimal ausspielen: Sie können die Tiefenschärfe bei schwierigen Blickwinkeln auf Objekte so nutzen, dass das ausgegebene Bild direkt verwendet werden kann. Prismenkameras ermöglichen es auch, sichtbare und infrarote Wellenlängen mit nur einer Kamera zu erkennen und mehrere Streams als Ausgabe zu liefern. Dies trägt auch zu einer viel flexibleren Einstellung der Brennweite bei, da das Wechseln eines Objektivs im Vergleich zu Strahlteiler-Konfigurationen erheblich einfacher ist.

Prismenkameras können multispektrale Daten in Fließband- und Freifallsortiermaschinen erfassen, um Lebensmittel unter Berücksichtigung sowohl sichtbarer als auch infraroter (NIR oder SWIR) Bilddaten zu prüfen, zu klassifizieren und zu sortieren. JAI bietet 4-Sensor-Prismen-Kameras an, die gleichzeitig RGB-Bilder für eine präzise Farbklassifizierung sowie NIR- oder SWIR-Bilder zur Erkennung von Fremdkörpern wie Steinen, Stielen und Blättern oder von Fehlern unter Oberflächen wie Druckstellen oder Fäulnis aufnehmen können. Ein wichtiger Vorteil für Anwender ist, dass diese Technologie im Vergleich zu Multikamerasystemen den Kalibrierungs- und Installationsaufwand reduziert.

inspect: Wie kommt es, dass JAI über solche besonderen Produkte und Prismen-Kameras für diesen speziellen Markt verfügt?

Cameron: JAI war einer der ersten Hersteller von Industriekameras, der solche Lösungen für die Farbinspektion mit Flächen- und Zeilenkameras angeboten hat. Prismenbasierte Kameras trennen das Licht in rote, grüne und blaue oder bei Bedarf sogar NIR- oder SWIR-Wellenlängen und leiten das Licht zu drei beziehungsweise vier separaten und perfekt pixelgenau ausgerichteten Bildsensoren. Mit einer einzigen optischen Achse für alle Lichtbänder eliminieren diese Kameras Parallaxenprobleme, sogenannte Halo-Effekte, und vereinfachen komplexe Verfahren zur räumlichen Ausrichtung, die mit schrägen Blickwinkeln, runden Objekten oder Objekten mit unterschiedlichen Fallgeschwindigkeiten verbunden sind. Da die präzisionsgefertigten harten dichroitischen Filter mit steiler spektraler Trennlinie die verschiedenen reinen Wellenlängen auf die dafür vorgesehenen Sensoren lenken, kommt es nur

zu geringem Crosstalk zwischen den Farben. So entstehen naturgetreue Farben, die die Bildqualität und damit die Inspektionsergebnisse verbessern.

JAI-Kameras verfügen außerdem über eine individuelle Belichtungssteuerung für jeden Kanal, wenn bestimmte Wellenlängen betrachtet werden müssen. Diese Funktionen führen zu hochwertigeren, Halo-freien Bildern mit hoher Farbgenauigkeit und räumlicher Präzision und helfen den Anwendern, eine bessere und gleichmäßigere Qualität in ihren Freifallsortiermaschinen zu erzielen.

inspect: Gibt es neben der Lebensmittelindustrie noch andere Bereiche, in denen Prismenkameras ihre Vorzüge ausspielen?

Cameron: Beispiele sind die Recyclingindustrie, die Bereiche Textil-, Druck- und Glasinspektion oder auch die Landwirtschaft. Diese und viele weitere Branchen können von dieser Technologie profitieren. Durch den Einsatz von Prisma-Blöcken in Kameras wird sichergestellt, dass das von Objekten gesammelte Licht in echte Farbinformationen umgewandelt werden kann, was die anspruchsvolle Farbtrennung erleichtert, unabhängig davon, ob sie Lebensmittel oder andere Produkte prüfen.

KONTAKT

JAI AS, Kopenhagen, Dänemark
Tel.: +45 4457 8888
E-Mail: camerasales.emea@jai.com
www.jai.com

alle Bilder: JAI



AI Lab – Der einfache Weg zur Erstellung von KI-Modellen



Erstellen Sie mit dem AI Lab effizient und reibungslos KI-Modelle.

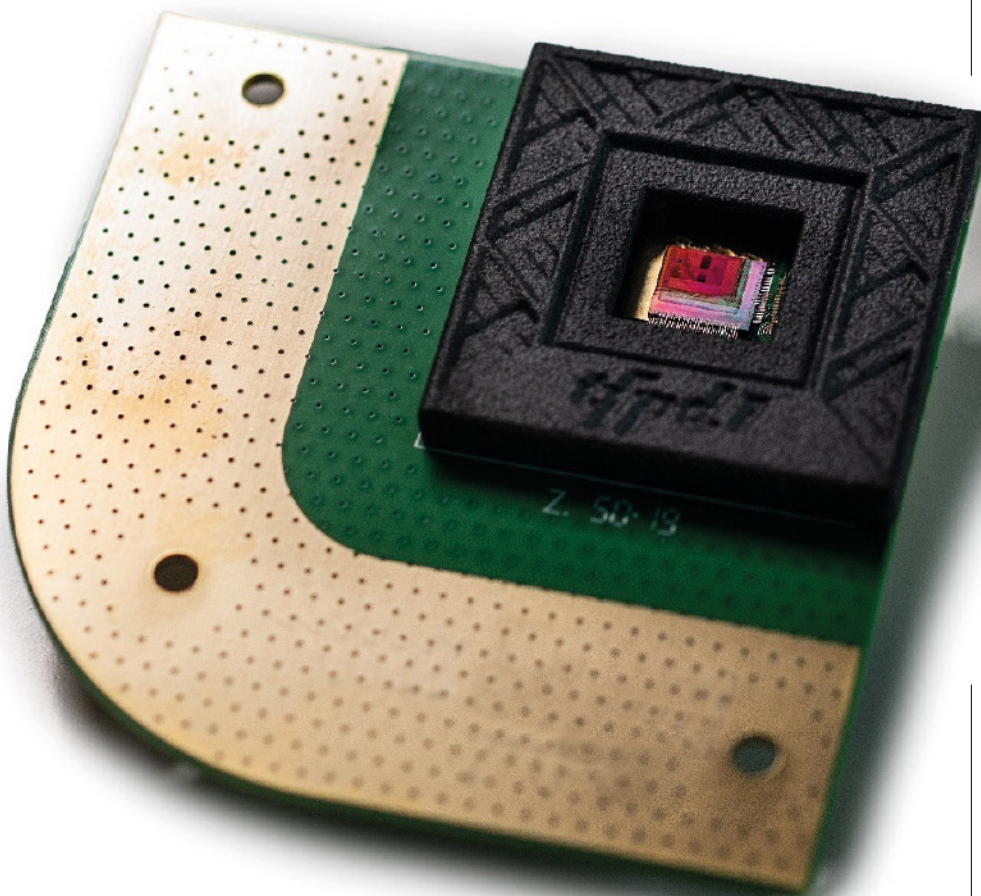
Die cloudbasierte Trainingsumgebung ist intuitiv bedienbar – ideal für KI-Anwender aller Erfahrungslevel. In Verbindung mit dem uniVision Ecosystem nutzen Sie die Stärken von KI und regelbasierten Methoden für maximale Flexibilität in Ihrer Bildverarbeitungsanwendung.



Umweltfreundliche Infrarotkameras

SWIR-Sensor mit bleifreien Quantenpunkt-Photodioden

Ein neuer kurzwelliger Infrarot-Bildsensors demonstriert, dass es eine umweltfreundliche Alternative zu den bleihaltigen Quantenpunkten der ersten Generation gibt, deren Herstellung aufgrund ihrer Toxizität eingeschränkt war. Der Sensor auf Basis von Indiumarsenid-Quantenpunkt-Photodioden liefert 1.390-nm-Bildgebungsergebnisse. Dieser Machbarkeitsnachweis ist ein wichtiger Schritt in Richtung Infrarotbildgebung für den Massenmarkt mit kostengünstigen und ungiftigen Fotodioden.



Eine bleifreie Quantenpunkt-Photodiode ist hier in einen kurzwelligen Infrarot-Optosensor integriert. Die Technologie lässt sich in zahlreichen Anwendungen einsetzen: in der Robotik, der Automobilindustrie, AR/VR und der Unterhaltungselektronik.

Durch die Erkennung von Wellenlängen außerhalb des sichtbaren Spektrums sorgen kurzwellige Infrarotsensoren (SWIR) für einen besseren Kontrast und mehr Details, da Materialien in diesem Bereich unterschiedlich reflektieren. Die Sensoren unterscheiden Objekte, die für das menschliche Auge identisch erscheinen, und durchdringen Nebel oder Dunst. Daher eignen sie sich für Anwendungen wie Gesichtserkennung oder Blickverfolgung in der Unterhaltungselektronik und der autonomen Fahrzeugnavigation.

Während aktuelle Versionen teuer und auf High-End-Anwendungen beschränkt sind, verspricht die Wafer-Level-Integration einen breiteren Zugang.

Indiumarsenid als Alternative

Quantenpunkte (QDs) sind nanoskalige Halbleiterpartikel, die so konstruiert werden, dass sie Licht in bestimmten Wellenlängenbereichen emittieren und absorbieren. Sie sind auf den SWIR-Bereich abgestimmt und bieten kostengünstige Absorber, da

Das Projekt

Diese Arbeit wurde im Rahmen des Q-Comirse-Projekts durchgeführt, das von Sim-Flanders (HBC.2021.0803) finanziert wurde. Zu den Partnern des Konsortiums gehörten Imec, die Universität Gent, Qustomdot, Chemstream und AMS Osram Sensor Belgium. Hauptziel des Projekts ist es, Blei in kolloidalen Quantenpunkten durch ein umweltfreundlicheres Material zu ersetzen.

sie in CMOS-Schaltkreise und bestehende Fertigungsprozesse integriert werden können. Allerdings enthalten QDs der ersten Generation oft giftige Schwermetalle wie Blei und Quecksilber. Das belgische Entwicklungszentrum Imec und seine Partner (siehe Kasten) präsentieren nun einen SWIR-Bildsensor mit einer bleifreien Quantenpunkt-Alternative als Absorber: Indiumarsenid (InAs). Der Proof-of-Concept-Sensor, der sowohl auf Glas- als auch auf Siliziumsubstraten getestet wurde, war der erste, der 1.390-nm-Bildgebungsergebnisse lieferte. Während QDs von Natur aus als zerbrechlich gelten, führte die Auswahl der Stapelmaterialien zu einer Luftstabilität von >300 Stunden, was sie für die Fabrikfertigung kompatibel macht. Die Pixelarchitektur lässt sich in die CMOS-Technologie für Bildsensoranwendungen einbinden, ermöglicht aber auch die Integration in Flachbildschirme.

Pawel Malinowski, Technologiemanager und Bereichsleiter für Bildgebung bei Imec, erklärt die Bedeutung dieses Durchbruchs: „Die erste Generation von QD-Sensoren war entscheidend, um die Möglichkeiten dieser flexiblen Plattform aufzuzeigen. Wir arbeiten nun an einer zweiten Generation, die als Wegbereiter für die Massenproduktion dienen wird – mit dem Ziel einer kostengünstigen und umweltfreundlichen Fertigung.“

KONTAKT

Imec, Leuven, Belgien
Tel.: +32 1628 1211
www.imec-int.com

Bild: Imec



100GigE-Kameras mit Sony-Sensoren

Emergent präsentiert fünf Modelle der Kameraserie Zenith 100GigE (HZ), die auf den Sony-Pregius-S-Sensoren IMX927, IMX928, IMX929, IMX947 und IMX949 basieren. Diese Kameras bieten Auflösungen von bis zu 105 MP und Bildraten von mehr als 800 fps, ideal für Anwendungen in der industriellen Automatisierung, Medizintechnik, Unterhaltung und Sport. Die Modelle reichen von der HZ-100-SB mit 105 MP und 112 fps bis zur HZ-12000-SBS mit 12 MP und 811 fps. Alle Kameras sind RDMA- und GigE Vision 3.0-konform. Die Modelle HZ-25000-SBS und HZ-12000-SBS sind für Anwendungen mit höherer Empfindlichkeit ausgelegt und nutzen Sensoren mit größeren Zellgrößen für bessere Leistung bei schwachem Licht. Die Kameras bieten eine Echtzeitanalyse und realistische Videoaufnahmen. Emergents Ecapture Pro und ESDK Pro unterstützen die Datenverarbeitung mit Technologien wie GPUDirect und Zero-Copy.

www.emergentvisiontec.com

Kompakte Industriekamera mit integrierter KI für Edge-Anwendungen

Lucid Vision Labs hat die Triton Smartkamera vorgestellt, eine kompakte Maschine-Vision-Kamera mit Sonys IMX501 Sensor, der KI-Verarbeitung direkt auf dem Sensor ermöglicht. Diese Kamera führt Echtzeitinferenzen ohne externe Verarbeitung oder Cloud-Verbindung durch. Der CMOS-Sensor mit 12,3 MP verfügt über einen integrierten Bildsignalprozessor, digitalen Signalprozessor und 8 MB On-Chip-Speicher für Offline-Klassifikation und Objekterkennung. Die duale ISP-Architektur ermöglicht gleichzeitig KI-Inferenzen und Bildverarbeitung, wobei das Originalbild und KI-Ergebnisse in einem Datenstrom ausgegeben werden. Mit robusten Anschlüssen und einem Temperaturbereich von -20 bis 55°C eignet sich die Triton Smart für Anwendungen in der Fabrikautomation, smarten Logistik, Einzelhandelsanalyse und Zugangskontrolle. Unterstützt wird sie von der Arena SDK, kompatibel mit Windows, Linux 64-bit und Linux ARM, und den Programmiersprachen C, C++, C# und Python.



Bild: Thinklucid

www.thinklucid.com

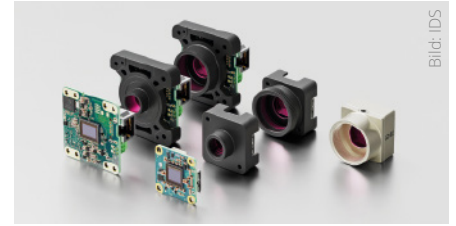


Bild: IDS

Kompakte Industriekameras mit leistungsstarker Sensorik

IDS Imaging Development Systems integriert den Sony IMX900 Sensor in ausgewählte Modelle der USB3 Ueye XCP-, XLS- und GigE-Ueye-LE-Serien, um kosteneffiziente Industriekameras mit hoher Bildqualität zu bieten. Der Sony IMX900, Teil der Pregius-S-Serie, verfügt über eine Pixelgröße von 2,25 µm und eine Auflösung von 3,2 MP, was scharfe Bilder auch bei schnellen Bewegungen ermöglicht. Durch die hohe Empfindlichkeit im Nahinfrarotbereich eignet er sich für Anwendungen mit Infrarotbeleuchtung, wie in fahrerlosen Transportsystemen und autonomen mobilen Robotern. Die gesteigerte Lichtempfindlichkeit im roten Spektralbereich gewährleistet die zuverlässige Erkennung feiner Details, wie Barcodes, unter schwierigen Lichtverhältnissen. Die kompakten Kameragehäuse bieten Flexibilität bei der Objektivauswahl mit C-Mount und S-Mount Optionen. Diese Integration ermöglicht hochwertige Bildverarbeitungslösungen in beengten Einbausituationen bei attraktiver Preisstruktur.

www.ids-imaging.de

Apochromatisch korrigiertes Weitfeldmikroskop-Objektiv

Excelitas stellt das Optem 10X M Plan Apo vor, ein apochromatisch korrigiertes Weitfeldmikroskop-Objektiv, das speziell für große Objekt- und Sensorgrößen entwickelt wurde. Mit einer hohen numerischen Apertur von 0,28 und einem Arbeitsabstand von 34 mm ermöglicht es Auflösungen bis zu 1 µm. Das Objektiv bietet eine gleichmäßige Abbildungsleistung über einen großen Sichtfeldbereich und unterstützt Sensoren mit Diagonalen über 30 mm. Es eignet sich für Anwendungen im Halbleiter-Backend-Prozess, der Elektronikinspektion und anspruchsvollen Forschungsaufgaben, bei denen Bildqualität und hoher Durchsatz entscheidend sind. Das optimierte Design gewährleistet eine homogene Auflösung und hohe Kontraste über das gesamte Bildfeld. Das Objektiv ist mit verschiedenen Mikroskopiesystemen, einschließlich Optem Fusion von Excelitas, kompatibel und bietet eine parfokale Entfernung von 95 mm.

Bild: Excelitas



www.excelitas.com

Neue Version von Merlic vorgestellt

MVTec hat die Version 5.8 ihrer Machine-Vision-Software Merlic vorgestellt. Diese ermöglicht Nutzern ohne Programmierkenntnisse, komplexe Bildverarbeitungsaufgaben intuitiv zu lösen. Merlic 5.8 legt einen strategischen Schwerpunkt auf die Verbesserung der Prozesssicherheit und Workflows. Neue Funktionen, wie die erweiterte Fehlererkennung im Image Source Manager, erhöhen die Zuverlässigkeit der Bildverarbeitung durch Überwachung von Trigger-Signalen und Verbindungsabbrüchen. Das verbesserte Rezeptmanagement bietet eine übersichtliche Darstellung zentraler Rezeptinformationen und erleichtert die Einrichtung und Verwaltung von Anwendungen. Ein neues Kommunikations-Plug-in für den Siemens IE Databus ermöglicht die nahtlose Anbindung an die Siemens-Industrial-Edge-Plattform. Zudem wurde die Remote-Verbindung von Merlic Frontends vereinfacht, was die Einrichtung und Verwaltung verteilter Anwendungen beschleunigt.



Bild: MVTec

www.mvtec.com

Anpassbare LED-Lichtlösung



Bild: Smart Vision Lights

Smart Vision Lights präsentiert das konfigurierbare LSR300 Linearlicht, das für die Vor-Ort-Anpassung entwickelt wurde. Es verfügt über austauschbare Opticard-Linsenmodifikatoren und optische Fenster, die es Systemintegratoren ermöglichen, den Lichtstrahl je nach Anwendungsbedarf zu formen. Das LSR300 bietet drei Opticards für schmale, mittlere und breite Strahlwinkel sowie drei optische Fenster: klar für maximale Intensität, diffus für gleichmäßige Beleuchtung und polarisiert zur Reduzierung von Blendungen. Der einfache Austausch der Komponenten erfolgt durch Entfernen der Endkappe. Mit einer Schutzart IP50, einem Arbeitsabstand von 200–2.000 mm und Multi-Drive-Funktionalität ist das LSR300 für den Einsatz in Laboren und auf dem Fabrikboden geeignet. Die Opticards und Fenster können in Sekunden ausgetauscht werden, um den Lichtstrahl optimal anzupassen, sei es für Anwendungen mit glänzenden Materialien oder zur Vermeidung von Blendungen.

www.smartvisionlights.com



Bild: Nikki Zalewski - stock.adobe.com

Wie klassische KI-Systeme intelligenter werden

Vom maschinellen Sehen zur maschinellen Wahrnehmung

Wie könnte die Bildverarbeitung der Zukunft aussehen? Um in den Bereichen autonomes Fahren und mobiler Robotik Fortschritte zu erreichen, muss die Bilderkennung besser werden beziehungsweise mit deutlich weniger Lerndaten auskommen als bisher. Aus Sicht der Autoren ist hierfür eine maschinelle Wahrnehmung unabdingbar. Doch worin besteht der Unterschied zwischen maschinellem Sehen und maschineller Wahrnehmung? Und wie schafft ein künstliches System einen solchen Intelligenzsprung? Eine Grundsatzdebatte.

Wenn wir in unserer Umwelt zielgerichtet agieren wollen, sind wir auf unsere Sinnesorgane angewiesen. Dazu gehören neben Sehen und Hören die taktile Wahrnehmung, Temperaturempfindungen und Schwingungen. Sollen künstliche Systeme, wie Roboter, menschliche Tätigkeiten in der natürlichen Umgebung übernehmen, so muss ihre Sensorik diesen Aufgaben angepasst werden. Das Sehen als unsere wichtigste Datenquelle, man spricht von circa 95 Prozent der Informationsaufnahme, ist daher

künstlich nachzubilden. Üblich sind heute digitale Sensorsysteme, die dem Gesamtsystem in zwei Stufen visuelle Daten zur Verfügung stellen: in der ersten Stufe die digitale Abbildung (also die interne Repräsentation), in der zweiten Stufe die Rückrechnung zu geometrischen Positionen aus diesen internen Abbildungen. Ist das auch in Zukunft die gängige Methode? Oder werden sich andere Möglichkeiten ergeben, die sich dem menschlichen Wahrnehmen annähern?

Die Intelligenz-Fähigkeit der Maschine

Um die Geschwindigkeit besser verstehen zu können, mit der Maschinen intelligenter werden, ist eine einfache Klassifikation der Intelligenzstufen der maschinellen Verarbeitung hilfreich. Die 1. Stufe der Intelligenz soll als „deduktive Intelligenz“ bezeichnet werden. Wir verstehen darunter logisch adäquates Schlussfolgern auf Eingangsgrößen eines Systems. Bereits Taschenrechner erfüllen

diese Forderung. Kann das System lernen, wollen wir das als 2. Stufe, oder als „induktive Intelligenz“ bezeichnen. Denken Sie an ein Kind und eine heiße Herdplatte. Das Kind wird sie vermutlich nur einmal berühren, aber eine Stubenfliege fliegt beharrlich bis zum Tod gegen die Fensterscheibe, weil ihre Intelligenz der Stufe 1 die Glasscheibe

Das Wichtigste kompakt

Visuelle Wahrnehmung bedeutet das Sehen eines Objekts exakt dort, wo es sich in der physischen Realität auch befindet. Maschinelles Sehen kann das heutzutage nicht leisten, denn es repräsentiert äußere Objekte nur durch innere Abbilder. Kein heutiges KI-System kann durch seine Kameras nach außen sehen, ein Mensch jedoch sieht direkt in die Außenwelt hinaus.

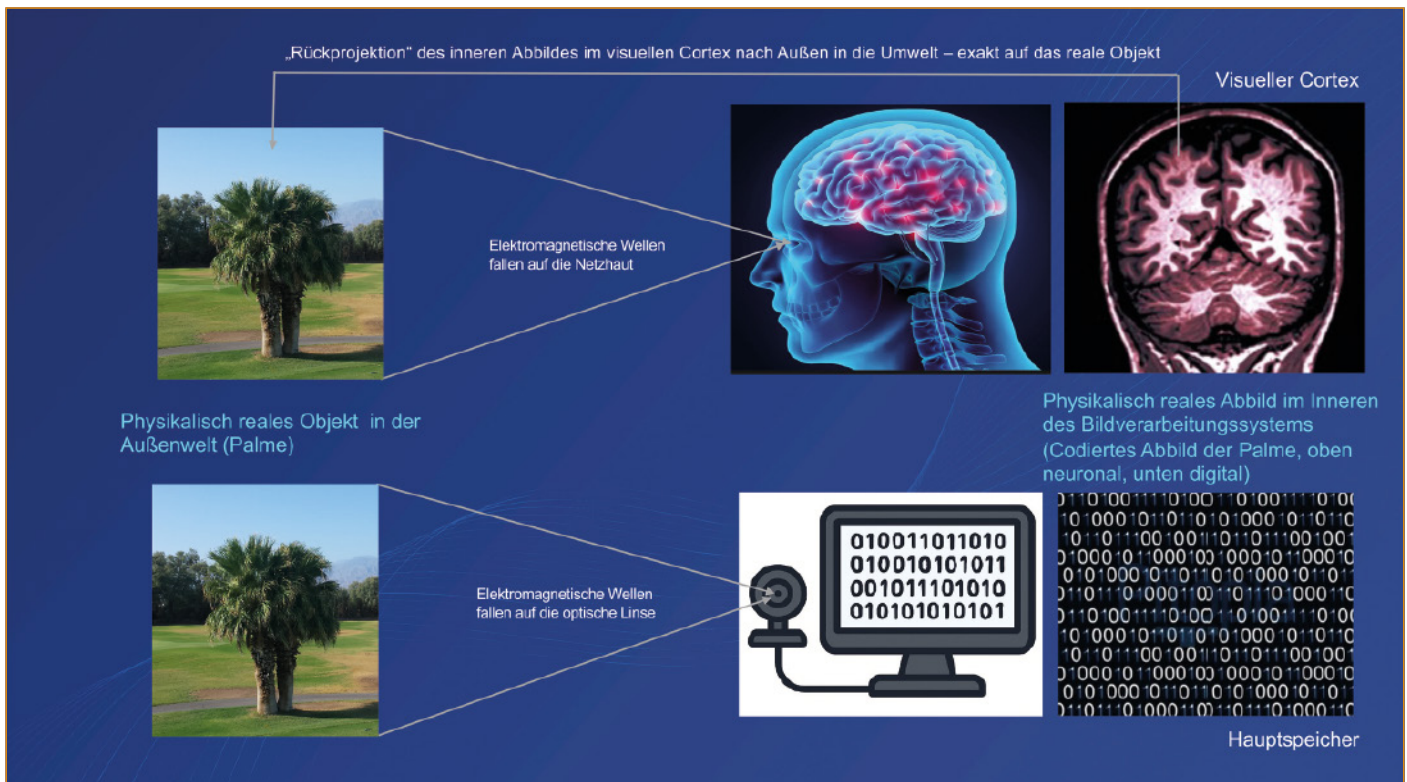
Für Wahrnehmungssysteme gibt es konkrete Voraussagen zur Leistungsfähigkeit, die prüfbar und damit nach Popper falsifizierbar sind. Erstens: Systeme, die wahrnehmen können, werden viel weniger Daten zum Lernen benötigen als klassische KI-Systeme. Zweitens: Systeme mit visueller Wahrnehmung finden sich in natürlicher und sich ständig ändernder Umgebung zurecht, klassische KI-Systeme des maschinellen Sehens gerade nicht.



Prof. Dr. Ralf Otte



Prof. Dr. Viktor Otte



Die Unterschiede zwischen Mensch und Maschine

als Trennung zwischen den Räumen nicht erlernen kann. Kann das System Deduktion und Induktion jedoch sogar verbinden, so wollen wir von einer 3. Stufe, der „kognitiven Intelligenz“ und sogar Kreativität sprechen. Die heutige KI steht an dieser Schwelle. Sie kann nach einer hinreichenden Lernphase Texte generieren, Bilder zeichnen, auch neue Ideen durch Kombination erzeugen, bleibt aber dabei im gelernten Datenraum. Sie interpoliert also meistens. Außergewöhnliches Agieren erfordert aber immer auch eine Extrapolation, also die Datenverarbeitung außerhalb des Gelernten. Aber selbst das lässt sich mathematisch simulieren. Allerdings neigen viele Systeme im Extrapolationsraum zum Halluzinieren, eine euphemistische Beschreibung dafür, dass die Vorhersagen des KI-Systems völlig falsch sind.

Auf Stufe 3, der Kognition, endet der bisherige Evolutionsprozess der künstlichen, intelligenten Systeme. Für den Sprung zur Stufe 4 muss die künstliche Intelligenz über die Simulation hinausgehen. Stufe 4 wollen

wir als die „Intelligenz der bewussten Wahrnehmung“ bezeichnen.

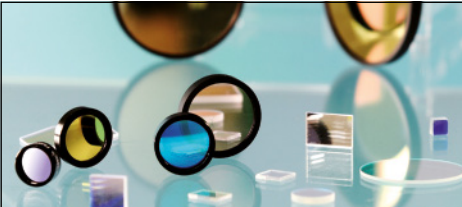
Die falsche Prognose

Wie könnte ein künstliches System diesen erneuten Intelligenzsprung durchführen? Die übliche Antwort lautet: durch Emergenz. Was bedeutet das? Emergenz bezeichnet die Möglichkeit der Herausbildung von neuen Eigenschaften oder Strukturen eines Systems infolge des Zusammenspiels seiner Elemente. Die KI-Systeme werden komplizierter und komplexer, die Selbsterzeugung neuer Eigenschaften darf also nicht a priori ausgeschlossen werden. Von wesentlicher Bedeutung bei dieser Annahme ist aber, dass die technische Struktur der KI-Systeme variabel sein müsste. Die Anzahl der Neuronen und ihrer Verbindungen in den Künstlichen Neuronalen Netzen (KNN) erhöhen sich ständig, aber die Systemstruktur ist gegenwärtig von außen, vom Konstrukteur festgelegt. Da „wächst“ nichts Neues im Computer, alle Veränderungen passieren in Software. Die

kybernetische Struktur des KI-Computers verändert sich beim Lernen nicht. Das aber wäre die Voraussetzung, um aus einer vorgegebenen Struktur auszubrechen. Der strukturelle Aufbau der klassischen KI lässt das gegenwärtig nicht zu und damit ist die Hoffnung auf Emergenz vermutlich vergeblich. Anders ist es im Gehirn, bei dem sich die Wetware (Hardware) beim Lernen permanent selbst verändert. Das hat enorme Konsequenzen.

Der Unterschied zwischen Sehen und Wahrnehmen

Sehen und Wahrnehmen sind zwei völlig verschiedene physikalische Prozesse. Betrachten wir zur Erläuterung zuerst den Prozess des „Sehens“ bei technischen Systemen. Was „sieht“ also der Computer? Das Wort „Sehen“ setzt ein Verständnis am Prozess voraus, das aber können wir dem Computer nicht zubilligen. Technische Mittel, in der Regel Kameras, erzeugen ein digitales Abbild der betrachteten Umgebung. Das Bild wird mit mathematischen Verfahren der Trigonometrie ausgewertet und

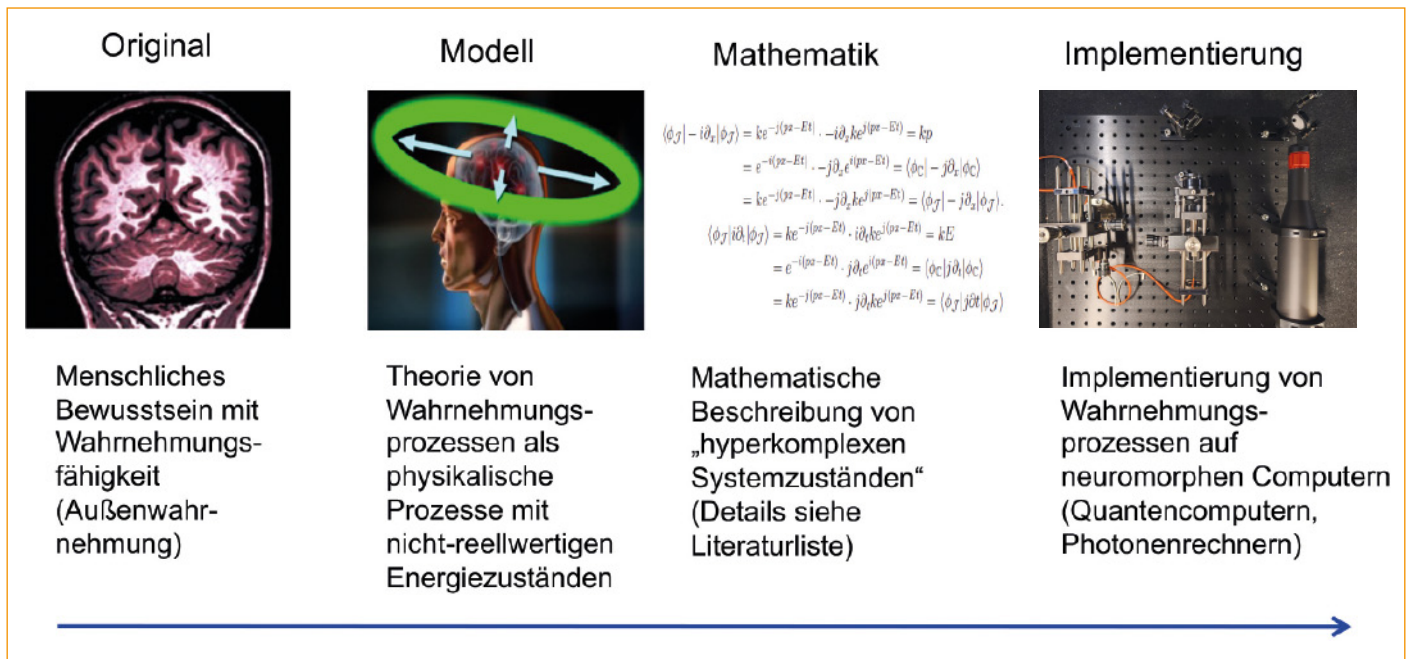


Optische Filter

Für Forschungs- und Industrieanwendungen



Große Auswahl · Kundenspezifisch & OEM · Experten-Support
www.ahf.de



Der Weg vom menschlichen Bewusstsein über die mathematische Beschreibung hin zur Implementierung von Wahrnehmungsprozessen auf neuromorphen Computern oder Quantencomputern

ein Modell der Umgebung errechnet, mit dem das System manövrieren kann. Aber nimmt der Computer das Bild beziehungsweise Modell des Gegenstandes (und damit abgeleitet den Gegenstand selbst) wahr? Nein. Wir dürfen diesen Prozess nicht mit dem Identifizieren von Objekten verwechseln, wir er bei der Bilderkennerkennung mit neuronalen Netzen üblich ist. Die Idee von G. Hinton war seinerzeit, mit sogenannten neuronalen Faltungsnetzen Invarianz in Bildern trotz rotatorischer oder translatorischer Veränderungen zu erkennen. Eine Katze bleibt eine Katze, auch wenn sie auf dem Rücken liegt. Die Zahl der notwendigen Lehrbeispiele konnte dadurch deutlich gesenkt werden. Aber Kinder brauchen nur 3 bis 5 Katzenbilder, um Katzen für immer von umgefallenen Stühlen oder anderen Tieren zu unterscheiden. Das sind weiterhin hundertfach weniger Trainingsdaten als die beste heutige KI dafür benötigen würde. Warum ist das so? Die KI sieht nur das digitale Bild im elementaren Sinne, sie versteht es nicht. Doch das Hauptproblem ist: Die KI repräsentiert die Umgebung ausschließlich in ihrem Inneren, im Hauptspeicher des Systems. Sie *errechnet* daraus ihr Umfeld, nach menschlichem Verständnis ist sie daher blind, denn die KI sieht dort draußen nichts.

Menschliche Wahrnehmung als intrinsische Eigenschaft

Wie sieht der Mensch und wie nimmt er die betrachteten Gegenstände wahr? Die erste Phase des Prozesses ist der digitalen Bildverarbeitung ähnlich. Durch die Augen wird der betrachtete Gegenstand auf die Netzhautzellen abgebildet und elektrophysiologisch über Nervenbahnen an neuronale Netze im Gehirn weitergeleitet, die in verschiedenen Stufen

die Informationen verarbeiten. Es gibt dabei kein Bild im Ganzen mehr. Unterschiedliche Bildinhalte, Farben und Bewegungen werden sukzessiv und einzeln behandelt. Dennoch müssen diese einzelnen Verarbeitungsschritte zu einer inneren Repräsentation des äußeren Objektes zusammengesetzt werden können. Obwohl eine derartige ganzheitliche Bildsynthese im Gehirn bisher nicht nachgewiesen werden konnte, muss ein Prozess dazu führen, dass wir trotzdem ein Gesamtbild sehen und zusätzlich – und das ist ein unerklärlicher Vorgang – das Bild nicht im Inneren des Kopfes, sondern im Außen, und zwar genau dort sehen, besser wahrnehmen, wo sich der Gegenstand tatsächlich auch befindet. Bild und Gegenstand sind also deckungsgleich. Dieser Vorgang ist bis heute

bung betrachten. Menschen repräsentieren daher nicht nur ihre Umwelt im Inneren, sondern sie sind unmittelbar in ihr. Sie nehmen die Objekte der Umgebung immer dort wahr, wo diese sich auch in der physikalischen Realität befinden. Genau das unterscheidet digitales Sehen von menschlicher Wahrnehmung. Da es keinerlei mathematische Prozesse gibt, die die internen Repräsentationen im visuellen Cortex zurück in die Umwelt projizieren könnten, muss sich hinter der Wahrnehmung im Außen ein echter physikalischer Prozess befinden. Eine KI, die ausschließlich auf mathematische Operationen setzt, wird daher niemals wahrnehmen können. Es fehlt der Mathematik sozusagen die „kausale Kraft“, die ein echter physikalischer Prozess besitzt. Wenn man in einem Computer die



Eine Weiterentwicklung klassischer KI-Systeme über den gegenwärtigen Rahmen hinaus ist ohne die Erzeugung von maschineller Wahrnehmung nicht zu erwarten.

Prof. Dr. Ralf Otte

völlig unverständlich und die Autoren leiten daraus eine Hypothese ab: Wir Menschen sehen nicht nur mit den Augen, sondern zwingend auch mit unserem Bewusstsein. Das „gesamte Außen“ ist im Bewusstsein präsent. Die Augen sind nur das Instrument, das für das neuronale Netz im Gehirn die Teile der Umwelt selektiert, die unser Bewusstsein dann wahrnimmt. In unserem Gehirn wird auch nicht gerechnet, wenn wir die Umge-

Schwerkraft mathematisch simuliert, so entsteht natürlich keine Schwerkraft. Wenn man in einem Computer Sehprozesse simuliert, so entsteht kein physikalischer Prozess, der die internen Abbildungen nach außen projizieren könnte. Nur ein echter physikalischer Prozess kann Wahrnehmungseffekte erzeugen.

Zugegeben, eine merkwürdige Vorstellung. Sie ist nur verständlich und für eine technische Konstruktion auch nur dann nützlich,

wenn wir eine weitere Hypothese aufstellen: Wir sagen, Wahrnehmungsprozesse sind eine intrinsische, der Materie also innewohnende, physikalische Eigenschaft, grundsätzlich vorhanden (wie die Schwerkraft bei Masse). Ab einer gewissen Organisationshöhe der Struktur, also beim Tier oder Menschen, erzeugen diese Prozesse bewusste Wahrnehmungen. Und nun folgen die ungewöhnlichsten Annahmen: Diese Fähigkeiten der (Außen-) Wahrnehmung sind zwar materiell an das Gehirn gebunden, aber dort nicht lokalisiert, und – das ist eine sehr gewohnungsbedürftige Sichtweise – selbst ohne reell-wertige Energieinhalte und deshalb durch keinerlei physikalische Instrumente messbar, obwohl physikalisch existent. Das klingt auf den ersten Blick suspekt, aber mathematische Analysen auf spezifischen hyperkomplexen Wellenfunktionen ergeben nicht-reellwertige Energieeigenwerte [1]. Wir postulieren daher, dass Wellenfunktionen, beschrieben auf Basis einer speziellen Algebra, die physikalische Grundlage für (bewusste) Wahrnehmungen sind [2], [3]. Wenn das so ist, wären Wahrnehmungsprozesse durch technische Apparate nutzbar.

Könnte man solche Wahrnehmungsprozesse beschreiben? Natürlich nicht geschlossen, aber wenigstens einen Teilaspekt? Die Autoren haben – wie oben ausgeführt – durch Operationen in einer hyperkomplexen Mathematik (ähnlich Quaternionen, jedoch bi-komplex) die Möglichkeit aufgezeigt, dass hyperkomplexe Prozesse, wie eventuell auch das bewusste Wahrnehmen, die Fähigkeit besitzen, Informationen aufzunehmen, zu speichern und wiederzugeben.

Wahrnehmen mit maschinellem Bewusstsein

Wir haben also eine mathematische Beschreibung, aber noch keine Konstruktionsanleitung, um wahrnehmungsfähige, technische Systeme zu erzeugen. Mehr hilft uns dazu die Annahme, dass hyperkomplexe Wahrnehmungsprozesse eine intrinsische Eigenschaft organisierter Materie sind, immer vorhanden, nur nicht immer präsent. Wie kann man das Vorhandensein einer nicht-reellwertigen Eigenschaft nachweisen? Wie in der Physik, in der man zum Beispiel Felder nicht explizit, sondern über ihre Wirkungen erkennt. Wir benötigen also eine KI-Struktur mit neuronalen Netzen, die den intrinsischen Effekt der latent vorhandenen Wahrnehmungsmöglichkeit nicht ausblendet, sondern verstärkt. Grundsätzlich sind dafür alle Systemstrukturen geeignet, die nicht digitalisieren, sondern die natürliche, analoge Arbeitsweise der Natur zulassen. Dazu gehören neuromorphe Computer mit Memristoren, Quantenrechner und Licht-/Photonenrechner.

Der Test auf „Wahrnehmungsfähigkeit einer Maschine“ wäre hier ähnlich zu kon-

zipieren, wie der Turing-Test zur maschinellen Intelligenz [3]. KI-Systeme, die nach obiger Beschreibung wahrnehmen können, müssen bei der Bilderkennung signifikant besser sein als Vergleichssysteme und mit wesentlich weniger Lerndaten auskommen. Besonders deutlich würde sich diese Eigenschaft als Überlegenheit beim autonomen Fahren und der mobilen Robotik in natürlicher Umgebung zeigen. Was ist also zu tun? Eine Kamera, die ihre Abbilder auf ein nicht digitales neuronales Netz gibt, ahmt die Wahrnehmungsprozesse des Gehirns viel besser nach als jedwede mathematische Simulation. Daher sollten in der Bildverarbeitung langfristig neuromorphe Systeme zum Einsatz kommen, um echte Wahrnehmungsprozesse des Nach-Außen-Sehens technisch zu realisieren.

Fazit

Nach dem Wissenschaftstheoretiker Karl Popper erweist sich eine Hypothese dann als falsch, wenn sie durch Beobachtungen widerlegt werden kann. Diese Falsifizierung ist offen. Eine Weiterentwicklung der gegenwärtigen KI ist aber ohne die Erzeugung von maschineller Wahrnehmung nicht zu erwarten. Heute kann kein Roboter durch seine Kameras hindurch in die Außenwelt blicken, in Zukunft sollte das unmittelbare nach Außenschauen jedoch möglich werden. Eine vielleicht erschreckende Vorstellung, doch für viele Anwendungen von Drohnen und mobilen Robotern eine zwingende Fähigkeit.

Literatur

- [1] Hertig et al. (2014), Hypercomplex Algebras and their application to the mathematical formulation of Quantum Theory, <https://doi.org/10.48550/arXiv.1406.1014>
- [2] Otte (2024), On possible advantages of conscious systems and a Turing Test for Consciousness, Adv. Artif. Intell. Mach. Learn., 4 (4):3186-3201, <https://dx.doi.org/10.54364/AAIML.2024.44183>
- [3] Otte (2025), Beyond algorithm-based AI concepts. Consciousness and its generation on machines, Melusina Press, Universität Luxemburg, doi: 10.26298/1981-5791-baac

AUTOREN
Prof. Dr. Ralf Otte
Prof. Dr. Viktor Otte

KONTAKT
Technische Hochschule Ulm, Institut für
Automatisierungssysteme, Ulm
Tel.: +49 731 96537 551
E-Mail: Ralf.otte@thu.de
www.ralfotte.com



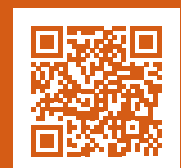
**Reichen Sie jetzt
Ihr Produkt ein!**

Anmeldeschluss:
13. Februar 2026

Auch im Jahr 2026 verleihen wir den inspect award für die innovativsten Produkte und Lösungen der industriellen Bildverarbeitung und optischen Messtechnik.

Weitere Details sowie das Teilnahmeformular gibt es auf:

www.inspect-award.de
www.inspect-award.com

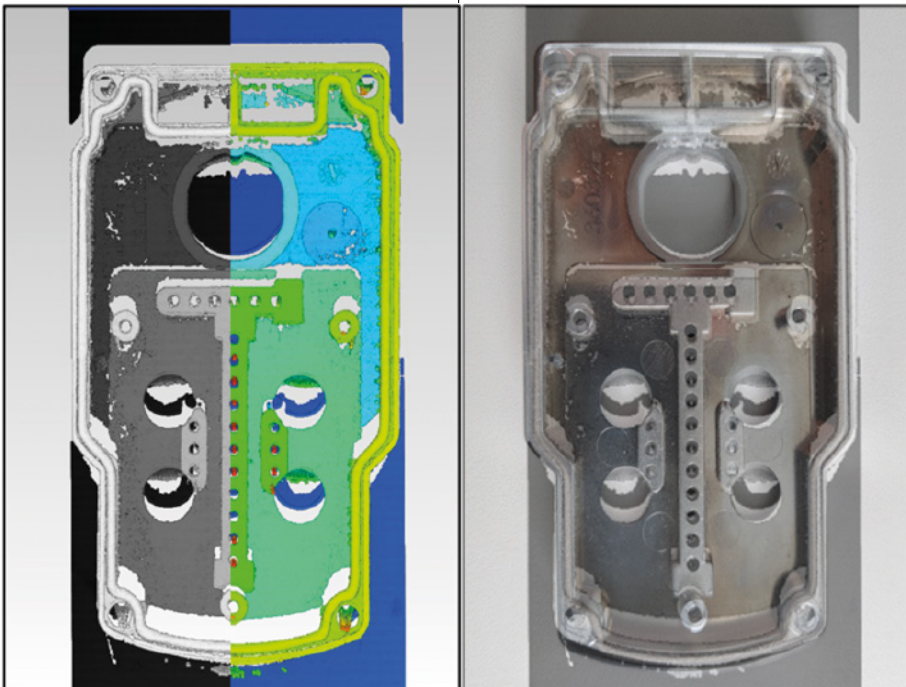


inspect

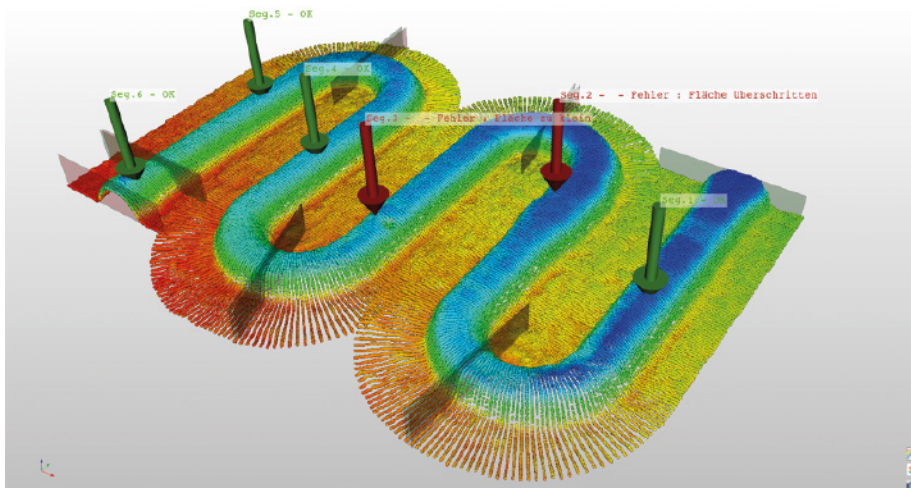
Qualitätsrelevante Daten aus der Punktwolke

Wie 3D-Sensorik die Kleberauppenkontrolle verändert

Komplexe Geometrien, enge Radien und kleine Bauteile – es gibt mechanische Randbedingungen, bei denen klassische Systeme zur Inline-Kontrolle von Kleberauppen an ihre Grenzen stoßen. Aus diesem Grund hat ein Bildverarbeiter ein neues System entwickelt, das auf moderner 3D-Punktwolken-technologie basiert. Statt tausender Einzelscans genügt nun eine einzige Aufnahme, um den gesamten Raupenverlauf digital zu erfassen. Damit lassen sich neue Anwendungsfelder angehen, sowohl robotermontiert als auch stationär.



Auch sehr kleine Dichtraupen lassen sich mit dem System VMT Beadmap sicher kontrollieren.

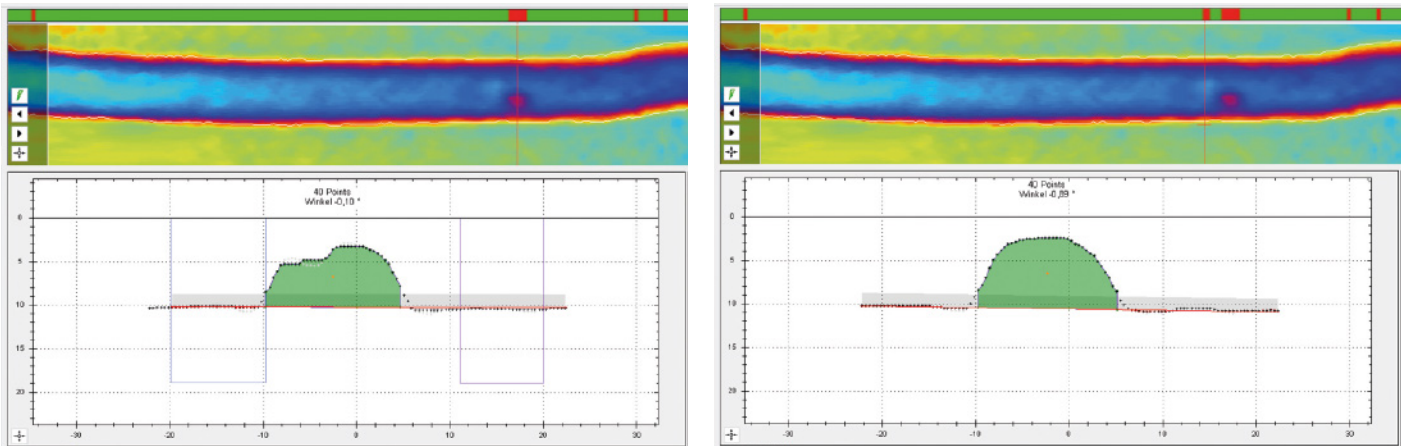


Die erfasste Kleberaupe wird virtuell geschnitten. Das Ergebnis wird Segment für Segment angezeigt.

Vor mehr als 10 Jahren entwickelte VMT einen universellen Sensor zur genauen Inline-Kleberauppenkontrolle – den VMT Spintop. Die Grundanwendung des rotierenden Spezielsensors bestand in der Kontrolle von Dreieckskleberauppen auf Automobil-Scheiben. Schwarzen Klebstoff auf schwarzem Siebdruck zu prüfen stellte zur damaligen Zeit eine ultimative Herausforderung für die Bildverarbeitung dar. Seit dem vergangenen Jahr ist VMT Spintop in einer neueren, präziseren Generation 2 erhältlich. Mit VMT Beadmap erweitert VMT nun sein Portfolio im Bereich der Raupenkontrolle. Anstelle der bisherigen Inline-Vermessung der Raupe im Moment der Aufbringung erfasst VMT Beadmap mittels der Punktwolkensensorik VMT Deepscan die komplette Geometrie des Raupenverlaufs in einer einzigen Aufnahme. Aus dieser dreidimensionalen Punktwolke lassen sich anschließend beliebig viele virtuelle Schnitte generieren. Dies stellt gewissermaßen eine nachträglich virtualisierte Inline-Kontrolle dar. So besteht jetzt die Möglichkeit Raupen auszuwerten, bei denen der bisherige Ansatz an seine Grenzen stieß. Das sind zum Beispiel sehr enge Radien, besonders kleine Bauteile oder auch Applikationsköpfe für Kleber, Dichtraupen oder Gap-filler, die mechanisch eine Adaption des VMT Spintop nicht zulassen. Für diese Freiheit gilt es allerdings eine etwas längere Taktzeit in Kauf zu nehmen, da die Aufnahme und Auswertung im Nachgang, sozusagen post process, stattfinden.

Eine einzige Aufnahme statt 10.000 Scans

Bei der mit VMT Spintop praktizierten Vorgehensweise werden mit der Roboterbewegung bis zu 10.000 Scans aufgenommen, welche noch während der Bewegung ausgewertet werden. VMT Beadmap hingegen erzeugt eine digitale Abbildung des gesamten Raupenverlaufs – bei sehr großen Bauteilen zusammengesetzt aus mehreren Einzelaufnahmen. In dieser 3D-Punktwolke können dann Segmente mit unterschiedlichen Toleranzen eingerichtet und ausgewertet werden. Diese sind auch im Nachhinein ohne Veränderung der Roboterapplikation anpassbar. Die Auswertelogik greift auf die gewohnten Methoden zurück, die auch für die Spintop-Auswertung genutzt werden. Virtuelle Schnitte in der Punktwolke werden je nach Anforderung gesetzt und ausgewertet. Anwender setzen diese Schnitte intuitiv – mit einer speziellen Einrichtungshilfe. Auch unerfahrene Nutzer sind dazu in der



Anwender setzen intuitiv virtuelle Schnitte in der 3D-Punktwolke der Kleberaupe. Für gute Messergebnisse werden diese automatisch orthogonal zum Raupenverlauf angeordnet. Jeder Einzelschnitt wird auf Toleranz- und Lageabweichungen hin kontrolliert. Dargestellt ist hier die Auswertung zweier Einzelschnitte.

Lage. Sie werden automatisch orthogonal zum Raupenverlauf angeordnet, um immer die besten Messergebnisse zu erzeugen. Jeder Einzelschnitt wird dann präzise auf Toleranz- und Lageabweichungen hin kontrolliert.

Skalierbares System optimiert Kosten

Ein Vorteil liegt in der Skalierbarkeit der Sensorik. Je nach Anforderung kann das System an unterschiedliche Arbeitsabstände, Bildfeldgrößen und Auflösungen angepasst werden. Arbeitsabstände von 0,2 bis 1,5 Meter und Auflösungen bis zu 5 Megapixel sind möglich. Damit eignet sich VMT Beadmap für verschiedene Bauteilgeometrien, und lässt sich in bestehende Produktionsumgebungen integrieren. Sowohl robotermontiert als auch stationär lassen sich damit neue Anwendungsfelder angehen. Änderungen am Prüfprozess können jederzeit offline vorgenommen werden, ohne auf laufende Anlagen Einfluß zu nehmen oder Zugriff auf die Roboterzelle zu benötigen. Auch geänderte Raupenverläufe verursachen keine langwierigen Anpassungsarbeiten.

Der typische Ablauf ist klar strukturiert: Nach der Aufbringung der Raupe erfolgt die Aufnahme durch den 3D-Sensor. Die

resultierende Punktwolke wird anschließend analysiert, virtuelle Schnitte gesetzt und die daraus abgeleiteten Kontrollergebnisse direkt an die Zellensteuerung übertragen. Die eingesetzte Sensorik kann entsprechend der Genauigkeitsanforderungen ausgewählt werden, sodass mit VMT Beadmap Inspektionsgenauigkeiten von wenigen zehntel Millimetern erreicht werden können. Diese Skalierbarkeit bedeutet, dass man in einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung dafür sorgen kann, dass die Komponenten nicht genauer ausgewählt werden, als es der Prozess erfordert.

Zwei Systeme – größere Kompetenz

VMT Spintop bleibt bei präzisen Inline-Vermessungen an großen Bauteilen mit engen Taktzeiten unverzichtbar – beispielsweise bei Scheiben. VMT Beadmap dagegen spielt seine Stärken bei kleinen Bauteilen, Raupen oder komplexen Bahnverläufen aus. Für einige Anwendungen ist es von Vorteil, das VMT Beadmap auch mit ortsfestem Sensor umgesetzt werden kann. Zusammen bilden beide Systeme ein starkes Duo, das Präzision mit hoher Flexibilität verbindet. Ermöglicht wird dies vor allem durch die Kompetenz von VMT

bei der Auswertung von 3D-Punktwolken, die eine immer wichtigere Rolle spielen.

Für VMT Beadmap sind noch Erweiterungen angedacht: VMT möchte hier insbesondere seinen Erfahrungsschatz in Themen wie künstliche Intelligenz und der Roboterführung einbringen, um eine schnellere Einrichtbarkeit des Klebstoffauftrags und der anschließenden automatisierten Kontrolle zu ermöglichen. Die punktwolkenbasierte Kleberaupenkontrolle eröffnet neue Perspektiven für unterschiedliche Branchen und zeigt, wie moderne Sensorik und intelligente Softwarelösungen Hand in Hand eine neue Qualitätssicherung ermöglichen. ■

sps · Halle 7A · Stand 330
smart production solutions

AUTOR

Joachim Kutschka

Senior Manager Sales & Product Management bei VMT

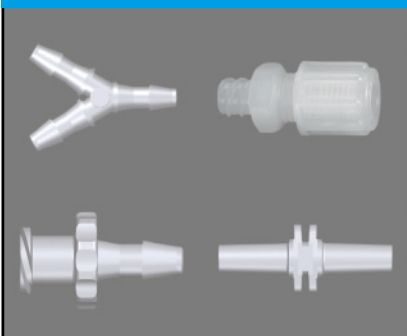
KONTAKT

VMT Vision Machine Technic
Bildverarbeitungssysteme GmbH, Mannheim
Tel.: +49 621 84250 0
info@vmt-systems.com
vmt-vision-technology.com

alle Bilder: VMT Vision Machine Technic Bildverarbeitungssysteme

Mikro-Schlauchverbinder für die Analytik und Labortechnik

www.rct-online.de



Mikro-Schlauchverbinder und Verschraubungen

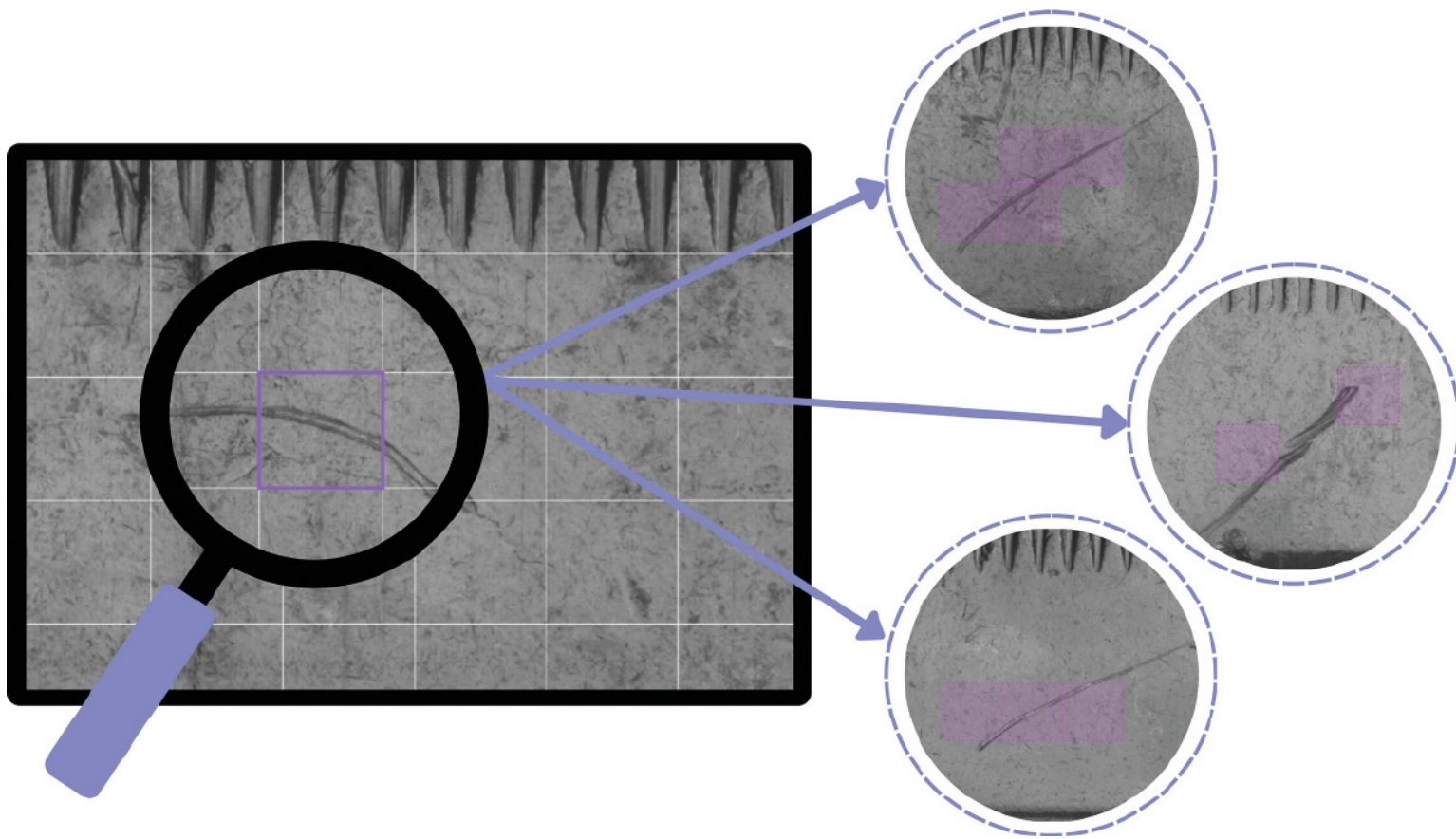
- **Viele Ausführungen und Verbindungsmöglichkeiten**
Luer-Lock-Adapter, Schlauchtüllen, Schlauchverschraubungen, Tri-Clamp-Verbinder, Kapillar-Verbinder, Steckverbinder
- **Gefertigt aus hochwertigen Werkstoffen**
Fluorkunststoffe, Edelstähle, Polyolefine, Polyamide u.v.m.
- **Chemikalienresistent, temperaturbeständig und sterilisierbar**
Mit Zulassungen nach FDA und USP Class VI



**Reichelt
Chemietechnik
GmbH + Co.**

Englerstraße 18
D-69126 Heidelberg
Tel. 0 62 21 31 25-0
Fax 0 62 21 31 25-10
rct@rct-online.de





Wird ein Kratzer in einem Bauteil als Nicht-OK markiert, während ein ähnlicher Kratzer auf anderen Prüfteilen bei der Annotation übersehen wird, erhält das KI-System in der Anlernphase bei dieser Fehlstelle kein konstantes Lernsignal, was wiederum eine erhöhte Rate bei Schlupf und Pseudoausschuss nach sich zieht. Solche Inkonsistenzen im Datensatz lassen sich mit dem Maddox-AI-Software aufspüren und beheben.

Runter mit dem Pseudoausschuss

Retrofit von Vision-Systemen durch konsistente Datensätze

Klassische regelbasierte Bildverarbeitungssysteme können ebenso wie einfache, auf Anomalie-Erkennung trainierte KI-Systeme meist nicht mit Produktionsvarianz umgehen. Reflektierende oder nur geringfügig unterschiedlich produzierte Teile führen dann zu hohem Pseudoausschuss und verursachen erhebliche Zusatzkosten. Dabei lässt sich der Umgang mit Produktionsvarianz auch in vorhandenen Systemen mit den passenden Software-Upgrades deutlich verbessern.

Noch basieren viele der installierten Bildverarbeitungssysteme zur Qualitätskontrolle in Produktionsanlagen auf regelbasierten Systemen. Sie sind zuverlässig darin, eindeutige Gutteile und klar definierten Ausschuss zu erkennen und entsprechend zu sortieren. Voraussetzung dafür sind jedoch konstant optimale Bedingungen, wie etwa die Beleuchtung und die Form der zu prüfenden Teile. Auch kleine Veränderungen in den aufgenommenen Bil-

dern sind ein großes Problem für klassische Vision-Systeme. Diese Veränderungen können zum Beispiel durch Produktionsschwankungen oder Umgebungsveränderungen, wie Beleuchtung, Reflektionseigenschaften, etc., auftreten. Da klassische Bildverarbeitungssysteme mit starren Schwellwerten arbeiten, führen solche Veränderungen fast immer zu signifikant höheren Falschrückweisungsrate. In der Folge sinkt die Erkennungszuverlässigkeit für Gutteile, der

Das Wichtigste kompakt

Klassische Bildverarbeitungssysteme stoßen bei Produktionsschwankungen an ihre Grenzen und verursachen hohen Pseudoausschuss. KI-basierte Ansätze bieten mehr Flexibilität, doch nur überwachte Modelle mit konsistent annotierten Daten können zuverlässig zwischen Gutteilen und echten Fehlern unterscheiden. Allerdings ist hier der Aufwand hoch, einen hochwertigen Datensatz für das KI-Training zu erstellen und zu pflegen. Die Maddox-AI-Plattform unterstützt bei der Datenkuratierung und ermöglicht auch Fachleuten ohne KI-Erfahrung, Modelle effizient zu trainieren und anzupassen. Auch ein Retrofit bestehender klassischer Bildverarbeitungssysteme ist möglich.

Pseudoausschuss wächst und es entstehen zusätzliche Kosten. Natürlich lassen sich diese Pseudoausschussprobleme beheben, indem die Schwellwerte angepasst werden. Sind Anpassungen allerdings regelmäßig notwendig, wirkt sich dies negativ auf die Wartungskosten aus.

Anomalieerkennung mit KI reicht nicht

Varianzen im „OK-Bereich“ sind daher mit Vision-Systemen, die auf Schwellwerten basieren, nur dadurch abzubilden, dass die Schwellwerte für jede Eventualität angepasst werden. Das erfordert jedes Mal einen Arbeitsaufwand und ist zudem fehleranfällig, etwa wenn von Mitarbeitern nicht rechtzeitig erkannt wird, dass sie den Schwellwert anpassen müssen. Das legt den Gedanken nahe, die Leistung mit KI-basierten Systemen zu erhöhen. Doch auch hier lohnt sich ein genauerer Blick. Je nachdem welcher KI-Ansatz verfolgt wird, können Pseudoausschussrate und Wartungsaufwand mitunter gleich hoch sein wie bei einem regelbasierten Vision-System. Einfache unüberwachte KI-Modelle lernen lediglich, wie Gutteile aussehen, und deklarieren daher jede Abweichung in der Qualitätskontrolle als Ausschuss. Daher birgt auch dieser Ansatz das Risiko, dass kleine,

tolerierbare Anomalien – sogenannte Gut-Anomalien – aussortiert werden. Im Vergleich zu regelbasierten Vision-Systemen lassen sich KI-Modelle aber viel einfacher in der Varianz erweitern. So müssen beispielsweise bei Farbvarianten von Bauteilen oder bei veränderter Beleuchtung nicht etwa Algorithmen neu geschrieben oder Schwellwerte angepasst werden. Stattdessen werden diese Varianzen von Gut-Teilen mit ins Training des KI-Systems aufgenommen, was den OK-Raum des Systems automatisch um diese Varianzen erweitert.

Überwachte KI-Modelle als Lösung

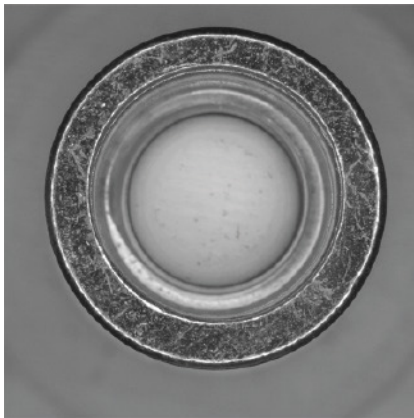
Wesentlich besser agieren dagegen Modelle mit überwachten KI-Algorithmen, also Supervised AI. Diese Modelle sind grundsätzlich in der Lage, das Problem von zu hohem Pseudoausschuss zu lösen.

Während eine reine Anomalieerkennung jede Abweichung pauschal als Fehler wertet, lernen überwachte KI-Modelle aus annotierten Daten nicht nur, welche Pixel oder Regionen zu Gutteilen gehören, sondern auch, welche zu konkreten Fehlerklassen. Dafür ist menschlicher Input nötig: Fachleute markieren die Defekte in den Bildern und liefern so die entscheidenden Lernsignale für das KI-Training. Auf dieser Basis lernt das KI-Modell,

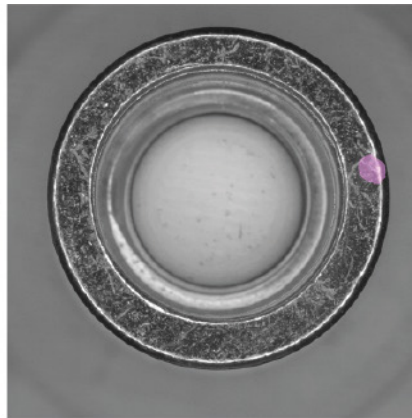
wie die einzelnen Defekte aussehen. Dadurch kann es sehr präzise zwischen tolerierbarer Produktionsvarianz und echten Fehlern unterscheiden, die Erkennungsgenauigkeit erhöht sich und die Pseudoausschussrate sinkt.

Die Krux mit dem Datensatz

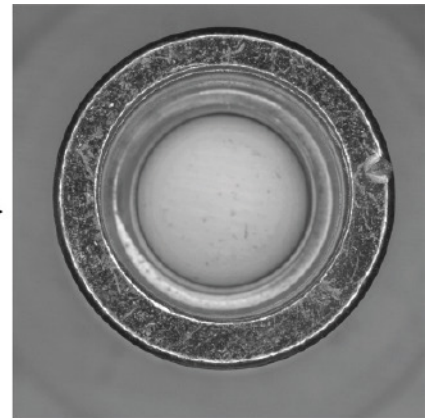
Die Grundvoraussetzung dafür sind allerdings konsistente Daten als Lernsignal für die KI. Ein konsistentes Lernsignal erfordert ein sehr striktes Regime bei der Annotation von Daten als Grundlage für den Lernprozess des KI-Systems. Typischerweise werden Daten, soweit sie nicht synthetisch generiert sind, von Menschen annotiert. Der Mensch bleibt also ein kritischer Faktor – und mit ihm auch die aus der manuellen Inspektion bekannten Probleme wie Subjektivität und Inkonsistenz. So kann beispielsweise ein Kratzer in einem Bauteil als Nicht-OK markiert sein, während ein ähnlicher Kratzer auf anderen Prüfteilen bei der Annotation übersehen wird. Als Folge erhält das KI-System in der Anlernphase bei dieser Fehlstelle kein konstantes Lernsignal, was wiederum eine erhöhte Rate bei Schlupf und Pseudoausschuss nach sich zieht. Auch das beste KI-System bleibt wirkungslos, wenn die Datengrundlage widersprüchlich ist.



OK Bild



Markierung für künstlichen Defekt



Künstlich generierter Defekt

Sollten nicht ausreichend Originalbilder vorhanden sein, kann das Maddox-Tool entsprechende Datensätze synthetisch generieren.

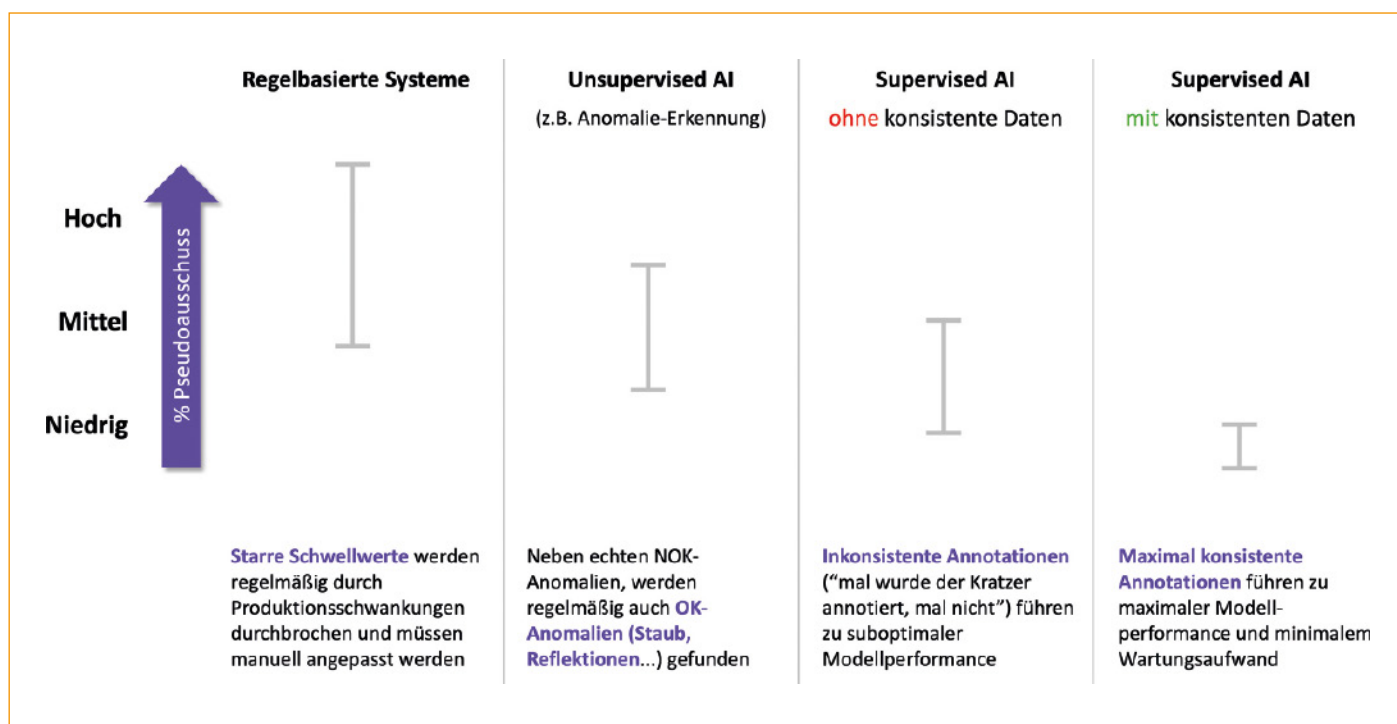
Made in Germany

LED-Beleuchtungen...

www.beleuchtung.vision

●●● IMAGING ●●● LIGHT ●●● TECHNOLOGY

BÜCHNER



Die Maddox-AI-Software vereinfacht das Erstellen konsistenter, hochwertiger Datensätze.

Datenkuratierung macht den Unterschied

Entscheidend für die Effizienz eines KI-Systems ist also die Erzeugung eines konsistenten, sauberen Datensatzes. Um diesen kritischen Schritt zu meistern, benötigen Anwender Unterstützung. Hier setzt eine von Maddox AI konzipierte Plattform an. Die Bandbreite ihrer Tools reicht dabei von einfachen Übersichts- und Filtermöglichkeiten bis hin zu KI-basierter Labeling-Unterstützung. Beispielsweise kann man sich eine Auswahl aller Annotationen einer Defektklasse auf einen Blick anzeigen lassen, um leicht überprüfen zu können, ob die Konsistenz innerhalb dieser Fehlerklasse gegeben ist. Alternativ können alle Bilddaten mittels „Similarity Search“ auf visuelle Muster hin durchsucht werden. So werden automatisch Inkonsistenzen in den Annotationen angezeigt, die ein Korrekturvorgang beseitigen kann, anstatt manuell viele Bilder auf mögliche Inkonsistenzen zu suchen. Allen betroffenen Bildern im Datensatz kann dieselbe Aktion zugeordnet werden, beispielsweise dass Kratzer unter zwei Millimeter grundsätzlich ignoriert werden.

Darüber hinaus schlägt das System genau die Bilder in bereits vorhandenen, großen Bildmengen vor, die „interessant“ sind. Der Experte bekommt aus den archivierten Bilddaten von möglicherweise mehreren hunderttausend Bildern eine übersichtliche Auswahl vorgeschlagen, was eine mühsame manuelle Suche erspart. Das Tooling unterstützt also dabei, neue Bilder zu identifizieren, die für die Erklärgenauigkeit des Modells relevant sind.

In der industriellen Qualitätskontrolle ist die Verfügbarkeit von Daten oft ungleich verteilt: Es gibt meist viele fehlerfreie, aber nur wenige defekte Teile. Für ein robustes Modell reicht diese Verteilung jedoch nicht aus. Sollten keine Originalbilder vorhanden sein, kann das Maddox-Tool auch entsprechende Datensätze synthetisch generieren. Oberstes Ziel ist es auch hier, mit einem sauber kuratierten Datensatz die Produktionsvarianz möglichst optimal abzubilden.

Die Maddox-AI-Software vereinfacht das Erstellen konsistenter, hochwertiger Datensätze und ermöglicht es KI-Experten wie auch Fachleuten ohne KI-Hintergrund, Modelle selbstständig zu trainieren und produktiv einzusetzen. Der niedrighschwellige Zugang bindet Domänenwissen direkt ein, beschleunigt Iterationen und macht KI so im Alltag einsatzfähig. Unternehmen werden unabhängiger von knappen Spezialisten, verkürzen die Time-to-Value und erschließen Anwendungsfälle, die zuvor an fehlenden Kapazitäten scheiterten. Ändern sich die Bedingungen in der Produktionslinie – etwa durch neue Defektklassen oder Produktionsvarianten – können Fachleute Anpassungen eigenständig vornehmen und in die Produktion überführen. Diese Möglichkeit der kontinuierlichen Selbstoptimierung erhöht die Erkennungsgenauigkeit fortlaufend und senkt damit Pseudoausschuss und Schlupf.

Was beim Retrofit ersetzt wird

Beim klassischen Retrofit – etwa eines regelbasierten Bildverarbeitungssystems – läuft das in der Produktion installierte Kamerasystem unverändert weiter. Ersetzt wird lediglich

die Software. Mit den Annotationstools von Maddox AI entsteht schnell eine saubere Datengrundlage. Durch die intuitive Nutzeroberfläche lassen sich neue Modelle einfach trainieren und in die Produktion überführen. Die gute Datengrundlage steigert die Erkennungsgenauigkeit der Algorithmen und senkt den Pseudoausschuss spürbar. Da die Maddox AI Software Annotationen vereinheitlicht und daher in kurzer Zeit präzise KI-Modelle liefert, arbeitet Maddox AI erfolgsbasiert: Abgerechnet werden nur Implementierungen, die eine zuvor vereinbarte Mindestsenkung des Pseudoausschusses erreichen. Bleibt die vereinbarte Verbesserung aus, fallen keine Kosten an. ■

AUTOR
Andreas Breyer
Vision Communications

KONTAKT
Maddox AI GmbH, Tübingen
Tel.: +49 159 01479983
E-Mail: info@maddox.ai
www.maddox.ai



Qualitätskontrolle eines Kran-Kopfstücks in der Produktionshalle von Gothaer Fahrzeugtechnik mit Twyn

AR-gestützte Qualitätskontrolle von Kranteilen

Bauteilprüfung mit Augmented Reality direkt in der Fertigung

Große Schweißkonstruktionen für den Kranbau stellen hohe Anforderungen an die Maßgenauigkeit. Mit einer AR-Software zur Soll-Ist-Prüfung beschleunigt Gothaer Fahrzeugtechnik die Qualitätskontrolle direkt am Produktionsort – ohne Messraum, mit hoher Flexibilität und geringerer Fehlerquote.

Gothaer Fahrzeugtechnik ist Hersteller von Schweißkonstruktionen aus Feinkornstahl für den Kranbau. Insbesondere bei der Fertigung von Kranteilen, wie Gitterausleger, Auslegerspitzen und Komplettmasten, haben die Bauteile trotz ihrer Größe – teilweise bis 14 Meter – sehr hohe Anforderungen an das Einhalten der Maßtoleranzen. Um den Qualitätsanspruch der Kunden zu erfüllen, werden die Teile regelmäßig kontrolliert. In der Vergangenheit nutzte die Gothaer Fahrzeugtechnik dafür ausschließlich Messsysteme – doch je größer die Bauteile wurden, desto umständlicher und zeintensiver wurde es, deren Maßhaltigkeit zu prüfen. Vor rund drei Jahren entschloss sich das Unternehmen deshalb, Twyn auszuprobieren, um den Prozess zu beschleunigen und zu optimieren.

Twyn ist eine Augmented Reality Software, die die CAD-Daten des Bauteils über die Tablet-Kamera auf ein Bauteil projiziert,

wodurch ein einfacher Soll-Ist-Vergleich möglich wird. Auf diese Weise lässt sich die Geometrie jedes Produktes flexibel überprüfen. Die Unabhängigkeit von Zeit und Ort ist besonders nützlich für die Gothaer Fahrzeugtechnik, da große Kranteile direkt in der Fertigung, das heißt ohne aufwendigen Transport in einem Messraum, überprüft werden können.

Schneller Soll/Ist-Vergleich von montierten Bauteilen

Das Unternehmen nutzt Twyn täglich bei der Kontrolle nahezu aller Bauteile – insbesondere, um sicherzustellen, dass sämtliche Anbauteile vorhanden sind und an der korrekten Stelle angebracht wurden.

Sobald Twyn eine Differenz zwischen der Baugruppe und den CAD-Daten feststellt, wird der Fehler direkt vom Mitarbeiter in der Produktionshalle korrigiert oder das Bauteil wird mittels Messsystem nachvermessen, um

Korrekturmaßnahmen zu definieren. Durch diesen vereinfachten, produktionsnahen Prozess ermöglicht Twyn der Gothaer Fahrzeugtechnik, ihre Fertigungsprozesse zu optimieren, zu beschleunigen und Reklamationen zu minimieren.

Typische Anwendungen von Twyn bei der Gothaer Fahrzeugtechnik sind Quality Gates zwischen den Produktionsschritten sowie Warenein- und -ausgangskontrollen. Zudem werden mit Twyn auch Schweiß-, und Heftvorrichtungen überprüft.

Die Gothaer Fahrzeugtechnik ist sehr zufrieden mit der Zusammenarbeit mit Visometry und hat bereits weitere Lizenzen für die Produktionsstätten in Rumänien und Deutschland im Einsatz. Außerdem lobt Sebastian Straßburg, Leiter Qualitätsmanagement, den Kundenservice von Visometry: „Egal, weshalb man anruft, seien es Gastlizenzen oder Fragen zu der Software, bei Visometry ist immer jemand zur Stelle, um weiterzuhelfen.“ ■

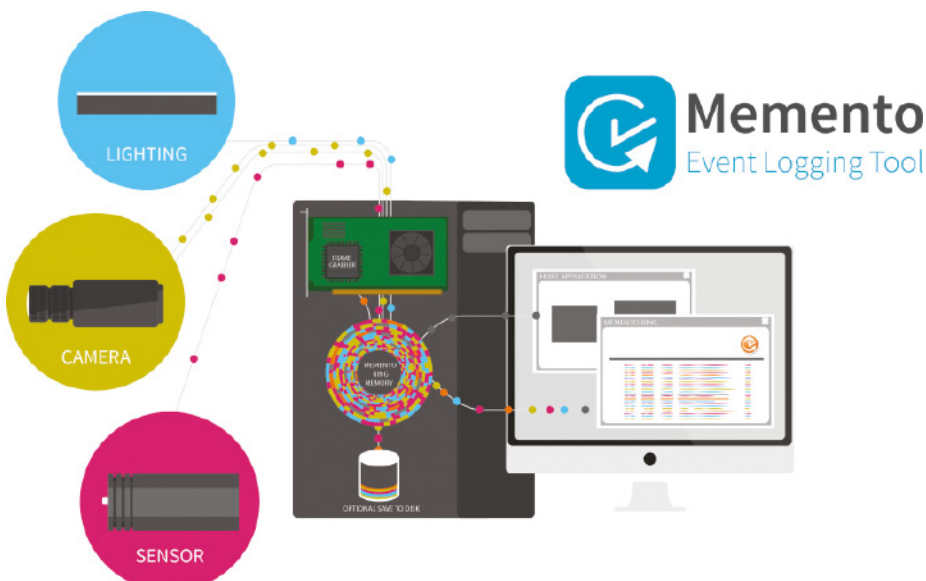
KONTAKT

Visometry GmbH, Darmstadt
Tel.: +49 6151 155274
E-Mail: sales@visometry.com
www.visometry.com

Detaillierter Blick in die Bilderfassung

Event-Logging-System unterstützt bei der Anwendungsentwicklung und beim Debuggen von Bildübertragungen

In High-End-Inspektionssystemen ist ein Framegrabber für die Bildaufnahme und die Synchronisation mit externen Geräten verantwortlich. Dazu gehört nicht nur die Kamera, sondern auch Bewegungs- und Lichtsteuerungen. Das Debuggen dieser Systeme ist komplex, vor allem weil die Kameras immer leistungsfähiger werden. Hilfe bekommen Entwickler nun von einem Event-Logging-System.



Das Event-Logging-Tool Memento wurde entwickelt, um das Debuggen zu vereinfachen.

Das Debuggen von High-End-Inspektionssystemen erfordert komplexe Geräte, beispielsweise Oszilloskope und Logikanalysatoren, die zusammen mit Software-Profilern verwendet werden. Mit den neuesten Kameras wird die Aufgabenstellung umso anspruchsvoller, da die Kameras heute Bildraten bis hin zu Tausenden von Bildern pro Sekunde aufweisen können. Um diesen Prozess zu vereinfachen, entwickelte Euresys Memento, ein Event-Logging-Tool.

Beim Einsatz einer Grablink- oder Coaxlink-Karte für Camera Link beziehungsweise Coaxpress zeichnet Memento ein detailliertes Protokoll von Ereignissen auf, die sich auf die Kamera, den Framegrabber und dessen Treiber sowie die Host-Anwendung beziehen. Das Tool überwacht zudem das Verhalten von Egrabber Gigalink, der Hardware-unabhängigen Bibliothek von Euresys für den Zugriff auf GigE-Vision-Kameras. Ereignisse wie Funktionsaufrufe von Treibern, Callbacks,

Weitere Tools von Euresys

- Egrabber Studio: Evaluierungs- und Demoanwendung für Gige Vision-, Coaxpress- und Camera-Link-Kameras)
- Egrabber Driver: eine Bibliothek von Klassen, die eine benutzerfreundliche Programmierschnittstelle zur Bilderfassung von Coaxlink- und Grablink-Duo-Framegrabbern bietet
- Egrabber Recorder: eine Bibliothek zur Videoaufnahme, die mit schnellen Kameras kompatibel ist

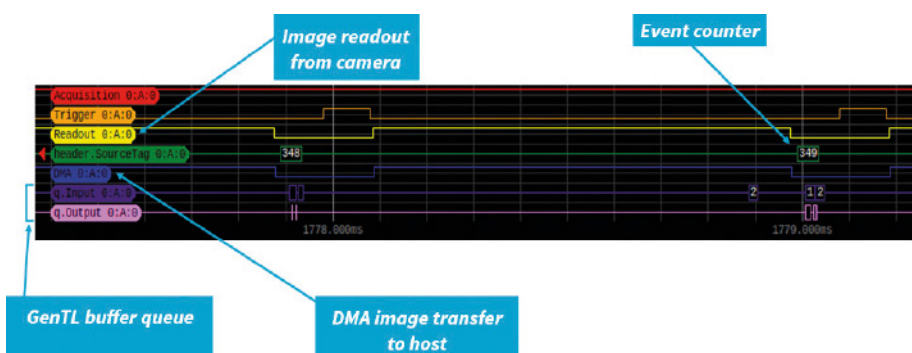
vom Framegrabber empfangene Trigger, an den Lichtcontroller gesendete Strobe-Signale oder Kamerasteuersignale werden zusammen mit präzisen Zeitstempeln und Kontextinformationen aufgezeichnet.

Besseres Verständnis durch grafische Übersicht

Der Event Viewer kann anschließend eine Liste dieser Ereignisse anzeigen, zusammen mit den Zeitstempeln und Kontextinformationen bis hin zur Mikrosekunde. Anwender können verschiedene textliche Detailstufen ausgewählt. Die aufgelisteten Ereignisse lassen sich filtern, hervorheben und durchsuchen. Eine grafische Übersicht zeigt die Ereignisse in Form einer Zeitleiste und ermöglicht ein schnelles Verständnis der verschiedenen Signalabläufe.

Die Vorteile des Loggers

Während der Anwendungsentwicklung und beim Debuggen hilft Memento den Entwicklern, das Systemverhalten zu verstehen und die Ursache von Problemen wie verfehlten Triggern oder verlorenen Bildern zu ermitteln. Der Event-Logger ist auch während des Betriebs nützlich: Es wird im Hintergrund ausgeführt, und speichert Protokolle, die bei Systemstörungen an das Support-Team gesendet werden können. Das Tool nutzt Software-Ressourcen, die im Treiber der Grablink- oder Coaxlink-Karten integriert sind, sowie Hardware-Ressourcen auf den Karten selbst. Da die erforderliche CPU-Last gering ist, greift Memento nicht in den normalen Ablauf ein und ist daher sehr effizient.



Die grafische Übersicht ermöglicht ein schnelles Verständnis der verschiedenen Signalabläufe.

KONTAKT

Euresys S.A., Seraing, Belgien
Tel.: +32 4367 7288
www.euresys.com

Flexibler Vision Sensor für industrielle Anwendungen



Bild: Di-Soric

Der Vision Sensor CS-62 von Di-Soric bietet eine kostengünstige und präzise Lösung für Bildverarbeitungsaufgaben in der Industrie. In

Kombination mit der Software VISION-i 25.1 ermöglicht der Sensor eine dreimal schnellere Verarbeitung als sein Vorgänger, der CS-60. Die intuitive Benutzeroberfläche der Software erfordert keine Programmierkenntnisse und ermöglicht es, Vision-Lösungen für Anwendungen zu entwickeln, die bisher Smartkameras vorbehalten waren. Der CS-62 eignet sich für viele Aufgaben wie Lage- und Positionskontrolle, Vollständigkeitsprüfung sowie Etiketten- und Codekontrolle. Die Software ermöglicht es, ohne umfangreiche Schulungen präzise Ergebnisse zu erzielen. Mit Werkzeugen zur Bildkorrektur und Kalibrierung wird eine hohe Bildqualität gewährleistet. Durch den modularen Aufbau, müssen Anwender nur die benötigten Funktionen erwerben.

www.di-soric.com

sps · Halle 7A · Stand 540
smart production solutions



Bild: Vision Components

Kamera-Array für Multispektral-Aufnahmen

Vision Components erweitert sein Portfolio um die VC MIPI Multiview Cam, ein Kamera-Array mit neun Bildsensoren, das über ein einziges MIPI-CSI-2-Interface an Prozessorboards angeschlossen wird. Die Lösung ermöglicht die schnelle Entwicklung individueller Vision-Sensoren für Lichtfeldmessungen sowie Multiview- und Multispektral-Aufnahmen. Die neun OV9281-Sensoren von Omnivision sind auf einer robusten Aluplatte angeordnet und ein integrierter FPGA kombiniert die Bilddaten zu einem MIPI-CSI-2-Datenstrom. Das vereinfacht den Anschluss an jedes gängige Prozessorboard. Die generierten Bilder lassen sich auch für das Training von KI-Modellen nutzen. Als Teil der VC MIPI Based Solutions ermöglicht das System Embedded Vision ohne aufwendige Eigenentwicklung zu integrieren, unterstützt durch die in Deutschland entwickelte und gefertigte Technologie. www.vision-components.com

Erweiterte-Kameratechnologie für anspruchsvolle Anwendungen

Die Orca-Quest IQ von Hamamatsu Photonics ist die neueste Erweiterung der Serie und nutzt die QCMOS-Technologie für quantitative Bildgebung. Die Kamera eignet sich für adaptive Optik, Quantenforschung und Super-Resolution-Mikroskopie. Mit einer Auflösung von 9,4 Megapixeln und einer Bildauflösung von 4.096×2.304 Pixeln liefert sie gestochen scharfe Bilder. Sie bietet eine Quanteneffizienz von 85 Prozent bei 460 nm und ein Ausleserauschen von 0,3 Elektronen rms. Der Dynamikbereich von 23.000:1 ermöglicht detailreiche Bilder unter verschiedenen Lichtbedingungen. Funktionen wie der zusätzliche Camera Link-Ausgang erhöhen die Datenübertragungsflexibilität. Die Kamera unterstützt CoaXPress und USB 3.1 und bietet Luft- und Wasserkühloptionen für eine zuverlässige Temperaturkontrolle. Die Orca-Quest IQ setzt die Innovationslinie der photonenzählenden QCMOS-Kameras fort.

www.hamamatsu.de



Bild: Hamamatsu

SoCs für KI- und IoT-Anwendungen



Bild: Mouser Electronics

Mouser Electronics bietet die Gen-KI-IoT-SoCs Genio 720 und 520 von MediaTek an, die für KI-, Smart- und industrielle IoT-

Anwendungen optimiert sind. Diese Plattformen verfügen über eine Octa-Core-CPU mit zwei Arm-Cortex-A78 und sechs Cortex-A55-Kernen. Die integrierte neuronale Verarbeitungseinheit der 8. Generation ermöglicht bis zu 10 Tops und unterstützt Transformer- und CNN-Modelle. Mit bis zu 16 GB LPDDR5-Speicher eignen sie sich für datenintensive Anwendungen und große Sprachmodelle. Die SoCs unterstützen 5K-Displays und bieten 4K-HEVC-Videodekodierung sowie flexible Schnittstellen. Durch das integrierte Wi-Fi 6/6E-Modul und die Unterstützung für Wi-Fi 7- und 5G-Module sind sie robust vernetzt. Mouser bietet zudem Evaluierungskits von Amobile Solutions an, die eine Plattform zur Evaluierung und Entwicklung von Anwendungen in Smart-Home- und Einzelhandelsumgebungen bieten. www.mouser.de

www.mouser.de

Kompakte Wärmebildkamera für präzise Inspektionen

Die Flir C8 ist eine kompakte Wärmebildkamera, die speziell für Fachleute in der elektrischen und mechanischen Instandhaltung, Gebäudediagnostik und Fahrzeuginspektion entwickelt wurde. Mit einer thermischen Auflösung von 320×240 Pixeln und einem horizontalen Sichtfeld von 35° bietet sie klare und detaillierte Wärmebilder. Die patentierte MSX-Detailverbesserungstechnologie sorgt für scharfe Bilder, die eine schnelle Fehlererkennung ermöglichen. Die robuste Bauweise erfüllt Industrienormen für Falltests. Die C8 unterstützt Cloud-Konnektivität über Ignite Pro, wodurch sich Inspektionen effizient dokumentieren und teilen lassen. Die 3,5-Zoll-Touchscreen-Oberfläche erleichtert die Bedienung. Die Kamera bietet eine Genauigkeit von $\pm 2^\circ\text{C}$ und misst Temperaturen bis zu 450°C .

www.teledyneflir.com



Bild: Flir

sps · Halle 7A · Stand 510
smart production solutions

SWIR-Sensoren in 5GigE-Kamerafamilie

Die 5GigE-Kamerafamilie BVS CA-GV von Balluff integriert die SWIR-Sensoren IMX990, IMX992 und IMX993 von Sony. Diese erfassen Bilder im Wellenlängenbereich von 400 bis 1.700 nm und ermöglichen so die Visualisierung von Produkteigenschaften, die außerhalb des sichtbaren Spektrums liegen. Die Kameras sind in Auflösungen von 1,3 bis 5,3 MPixel erhältlich und kommen in zwei Bauformen: 29×29 mm für ungekühlte und 40×40 mm für gekühlte Sensoren. Das Kühlkonzept ermöglicht den lüfterlosen Betrieb der gekühlten Varianten. Die Leistungsaufnahme beträgt unter 4,3 Watt. Sie kommt mit einer GenICam-konformen 5GigE-Schnittstelle. Digitale Ein- und Ausgänge, inklusive GPIOs und RS232, bieten Flexibilität bei der Systemanpassung. Die Kameras unterstützen zudem PoE.

www.balluff.de



Bild: Balluff

sps · Halle 7A · Stand 450
smart production solutions



DXMTM-Direktbildkamera von Sunex mit vorab ausgerichteten und austauschbaren SXMTM-Doppeloptikköpfen



Stereo-Vision mit einer einzelnen 2D-Kamera

Ein-Sensor-Stereo-Vision für die Robotik

Da Robotik- und Automatisierungssysteme immer kompakter, intelligenter und energieeffizienter werden, müssen sich die unterstützenden Bildverarbeitungstechnologien parallel dazu weiterentwickeln. Ein Bereich, der ein rasantes Wachstum und rasante Innovationen erlebt, ist die Ein-Sensor-Stereo-Bildgebung, bei der zwei optische Kanäle auf einem einzigen CMOS-Sensor zusammenlaufen.

Der Architekturwechsel weg von zwei synchronisierten Kameras für Stereo-Vision hin zur Ein-Sensor-Stereo-Bildgebung bietet eine leistungsstarke Kombination aus reduziertem Platzbedarf, geringerem Stromverbrauch, verbesserter Synchronisation, Farbanpassung und allgemein geringeren Kosten. Ursprünglich für Anwendungen mit begrenztem Platzangebot entwickelt, gewinnt das Konzept nun auf vielen Plattformen an Bedeutung, darunter autonome mobile Roboter (AMRs), fahrerlose Transportfahrzeuge (AGVs), humanoide Roboter, Fertigungsautomatisierung und sogar multimodale Bildverarbeitungssysteme.

Die Architektur: Zwei optische Kanäle, ein CMOS-Sensor

Ein Stereobildgebungssystem mit einem einzigen Sensor besteht aus zwei unabhängigen optischen Kanälen, die auf unterschiedlichen Architekturen basieren:

- Relaisprisma- oder Spiegelsysteme, die eine längere Basislinie (Abstand zwischen den optischen Kanälen) ermöglichen und somit eine bessere Tiefenwahrnehmung im mittleren bis langen Bereich bieten.
- Eine direktbildgebende Optik, bei der zwei kleine Linsen mit einer kürzeren Basislinie benachbarte Szenen direkt auf denselben CMOS-Sensor abbilden.

Das Ergebnis ist in beiden Fällen ein gleichzeitig aufgenommenes Stereobildpaar, das pixelgenau ausgerichtet und zeitlich konsistent ist, ohne dass ein zweiter Sensor erforderlich ist.

Kompaktes Design und Platzersparnis

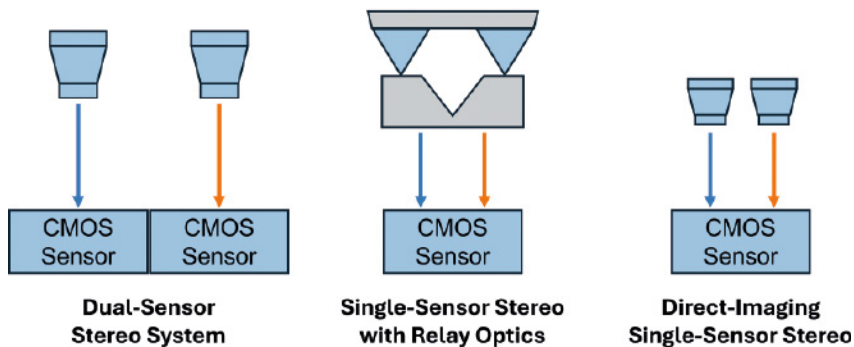
Die Kompaktheit von Stereosystemen mit einem einzigen Sensor ist natürlich ein überzeugendes Merkmal. Dies eröffnet neue Möglichkeiten für flache AGVs, schlanke Roboterarme oder humanoide Kopfseinheiten, bei denen Stereosehen

integriert werden muss, ohne dass dies zu einem höheren Volumen oder Gewicht des Systems führt. Aufbauend auf den Erfahrungen bei der Entwicklung und Herstellung miniaturisierter Optiken für Automobil- und Medizinsysteme ermöglicht die DXM-Direkt-

Das Wichtigste kompakt

Der Wechsel von zwei synchronisierten Kameras zu einem Ein-Sensor-Stereo-System bietet Vorteile wie geringeren Platzbedarf, niedrigeren Energieverbrauch, vereinfachte Kalibrierung und reduzierte Kosten. Die Architektur nutzt zwei optische Kanäle auf einem CMOS-Sensor und eignet sich besonders für kompakte Anwendungen wie AGVs, AMRs und humanoide Roboter. Nachteile bestehen in begrenzter Tiefenauflösung und reduzierter Bildqualität pro Kanal. Dennoch ermöglicht die Lösung zuverlässige Tiefenerkennung in strukturierten Umgebungen und lässt sich für multimodale Bildgebung erweitern – etwa für RGB/IR, HDR oder Dual-FOV-Anwendungen. Sie gilt als zukunftsfähige Alternative für platzsparende, intelligente Automatisierungssysteme.

Comparison of Stereo Imaging Architectures



bildgebungslösung engere Basislinien, ohne dass dabei die Bildqualität oder die Herstellbarkeit beeinträchtigt wird.

Energieeffizienz in batteriebetriebenen Systemen

Bei batteriebetriebenen Robotern ist Energie oft die knappste Ressource. Ein herkömmliches Stereovision-System mit zwei Sensoren verdoppelt den Stromverbrauch der Sensoren und erhöht die thermische und verarbeitungstechnische Belastung für die Synchronisierung und Verarbeitung doppelter Videostreams. Mit einem Einzelsensorsystem entfallen alle doppelten Overhead-Kosten.

Perfekte Synchronisation und vereinfachte Kalibrierung

Ein weiterer großer Vorteil der Einzelsensor-Stereobildgebung ist die Synchronisation ohne Latenz, die für schnell bewegliche Robotersysteme oder dynamische Umgebungen entscheidend ist. Beide Bilder werden auf demselben Sensorchip im selben Belichtungszyklus aufgenommen. Dadurch entfällt die komplexe Synchronisation auf Software-Ebene oder Kalibrierungsroutinen für zwei Sensoren und auch die Ausrichtung der Sensoren.

Kosteneffizienz: Weniger Komponenten, geringere Stückliste

Die Reduzierung der Komponentenanzahl führt direkt zu geringeren Kosten, nicht nur bei den Materialien, sondern auch bei der Montage, Kalibrierung und Qualitätskontrolle. Ein Stereosystem mit einem Sensor verwendet neben eben diesem noch eine gemeinsame Bildverarbeitungs-Pipeline, weniger Anschlüsse, Kabel und Serializer sowie ein vereinfachtes Gehäuse und eine vereinfachte optische Ausrichtung.

Ein-Sensor-Stereovision: auch Nachteile vorhanden

Allerdings haben Stereosysteme mit einem Sensor auch Nachteile: Die Basislinie ist durch die Optik und die Sensorgröße begrenzt, was sich auf die Tiefenauflösung und den Bereich auswirkt und für Nahfeldanwendungen (0,2 bis 2 Meter) geeignet ist. Relaisoptiken können die Basislinie verlängern, erhöhen jedoch die Komplexität und das Risiko einer Ausrichtungsabweichung. Eine reduzierte Auflösung pro Kanal bedeutet, dass jede Stereoansicht nur die Hälfte des Pixelarrays nutzt, was für hochpräzise Aufgaben möglicherweise nicht ausreicht und Sensoren mit höherer Auflösung erforderlich machen könnte.

Trotz dieser Einschränkungen bieten Einzelsensorsysteme Chancen für bestimmte Anwendungen. In AGVs und AMRs bieten sie eine kostengünstige Tiefenwahrnehmung für die Hindernisvermeidung und Navigation in strukturierten, gut beleuchteten Umgebungen. Für humanoide Roboter und Roboter für den Privatgebrauch bieten sie eine zuverlässige Tiefenerkennung für die Gesichtsverfolgung und Objektmanipulation in kompakten Designs. In der Fertigungsautomatisierung liefern sie effizient Funktionen wie Bin Picking und Montageprüfung, mit vereinfachter Kalibrierung und reduziertem Verkabelungsaufwand für eine einfachere Bereitstellung und weniger Ausfallzeiten.

Erweiterte Anwendungsfälle über die Stereo-Bildgebung hinaus

Die Architektur für Stereosehen lässt sich durch Variation der optischen Pfade oder Filter für die multimodale Bildgebung anpassen, wodurch neue Anwendungen erschlossen werden. Die Dual-Field-of-View-Bildgebung (FOV) ermöglicht einen Kanal für Weitwinkelwahrnehmung und einen anderen für Detailwahrnehmung im engen Winkel, was bei Sicherheitsrobotern, landwirtschaftlichen Drohnen und in der Logistik nützlich ist. Die simultane sichtbare und infrarote Bildgebung (RGB/IR) verwendet eine Linse für RGB und eine andere für Nah-IR, was Tag-/Nachtsicht in der medizinischen Robotik, Lebensmittelverarbeitung und smarten Landwirtschaft ermöglicht. Die HDR-Bildgebung mit verlängerter Belichtungszeit verwendet zwei für unterschiedliche Blendenöffnungen optimierte Objektive, um einen größeren Dynamikbereich zu erfassen und die Schärfentiefe zu steuern, was in der Robotik, der industriellen Bildverarbeitung und der Sicherheitstechnik zum Einsatz kommt. Die Stereo-Bildakquisition beseitigt Diskrepanzen in Farbe und Beleuchtung für AR/VR und Videokonferenzen.

Fazit

Da Roboter- und Bildverarbeitungsanwendungen immer kleinere, intelligentere und stärker integrierte Systeme erfordern, entwickelt sich die Stereo-Bildgebung mit einem einzigen Sensor zu einer praktikablen und sogar bevorzugten Alternative zu herkömmlichen Architekturen mit zwei Sensoren. Da die Grenze zwischen Formfaktor und Funktionalität immer weiter schwindet, werden Bildverarbeitungssysteme wie diese der Schlüssel zur nächsten Welle der intelligenten Automatisierung sein. ■

AUTOR

Ingo Foldvari

Director of Business Development bei Sunex

KONTAKT

Sunex Inc., Carlsbad, USA

Tel.: +1 760 5972966

www.sunex.com

Sunex DXMTM für Anforderungen mit großer Basislinie

Laser-Distanzsensor für anspruchsvolle Oberflächen

Ein neues Sensordesign ermöglicht eine hochgenaue Messung auch bei glänzenden und strukturierten Materialien

Ein Laser-Distanzsensor bietet eine hohe Genauigkeit und Wiederholbarkeit auch auf glänzenden und strukturierten Oberflächen. Durch die kompakte Bauweise, Temperaturstabilität und einfache Integration eignet er sich für Qualitätskontrolle, Positions- und Dickenmessung in der Automatisierung, Robotik und Elektronikfertigung.



Der Sensor OM60 erreicht mit einem von Grund auf neu entwickelten Sensordesign eine Messleistung von maximal $\pm 3 \mu\text{m}$ Linearitätsabweichung und $0,12 \mu\text{m}$ Wiederholgenauigkeit auch bei schwierig zu detektierenden Oberflächen.

Der Sensor- und Industriekameraspezialist Baumer entwickelt die Leistungsfähigkeit seiner Laser-Distanzsensoren permanent weiter, unter anderem die Messgenauigkeit auf glänzenden und strukturierten Oberflächen. Aktuelles Beispiel ist der



Durch den sehr feinen Linienstrahl messen die OM60-Laser-Distanzsensoren zuverlässig und wiederholgenau, auch auf anspruchsvollen Oberflächen. Dies ist zum Beispiel bei der Inspektion von Batteriegehäusen für Elektrofahrzeuge relevant.

OM60, der mit einem von Grund auf neu entwickelten Sensordesign eine hohe Messleistung erreicht: maximal $\pm 3 \mu\text{m}$ Linearitätsabweichung und $0,12 \mu\text{m}$ Wiederholgenauigkeit auch bei schwierig zu detektierenden Oberflächen. Das neuartige Sensordesign ermöglicht auch eine hohe Temperaturstabilität. Bevorzugte Anwendungsfelder sind Positionskontrolle, Dickenmessung und Qualitätskontrolle, die eine hohe Präzision in der Distanzmessung erfordern. Der Sensor eignet sich daher für anspruchsvolle Aufgaben in Industrie-segmenten wie Automobilindustrie, Elektronikfertigung und Robotik.

Herausforderungen bei der Distanzmessung

Zuverlässig Distanzen mit der notwendigen Präzision zu messen, ist in der Praxis nicht trivial. Herausforderungen sind zum Beispiel unterschiedliche Umgebungsbedingungen, wechselnde Oberflächenbeschaffenheiten oder hohe Geschwindigkeiten im Fertigungsprozess. Klassische berührende Verfahren wie taktile Messtaster oder mechanische Endschalter stoßen wegen Verschleiß, Trägheit

oder eingeschränkter Messgenauigkeit an ihre Grenzen. Auch berührungslose Alternativen wie Ultraschall- oder induktive Sensoren sind nicht universell einsetzbar.

Optische Distanzmessung: hohe Präzision ohne Berührung

Laser-Distanzsensoren von Baumer bieten eine Kombination aus hoher Messpräzision, schneller Reaktionszeit und flexibler Montierbarkeit. Die berührungslose, punktgenaue Erfassung der kompakten Sensoren ermöglicht eine Präzision im Mikrometerbereich auch auf empfindlichen, bewegten oder schwer zugänglichen Objekten. Grundlage für diese Leistungsfähigkeit ist eine auf den jeweiligen Messbereich abgestimmte Optik, rauscharme Empfangselektronik und ein ausgeklügeltes mechanisches Design.

Typische Einsatzfelder von Laser-Distanzsensoren

Laser-Distanzsensoren sind in vielen industriellen Szenarien eine passende Lösung:

- Positionierung in der Robotik: Exaktes Erfassen von Greifer- und Objektpositionen für präzise Handling-Prozesse
- Werkzeugpositionierung: Exaktes Positionieren von Werkzeugen für Bearbeitungsschritte, die eine hohe Präzision erfordern (Dispensieren, Metall- oder Holzbearbeitung)
- Qualitätskontrolle: Höhen-, Breiten- oder Dicktoleranzen lassen sich inline mit hoher Präzision prüfen.

Der Sensor hebt sich darüber hinaus bei Bedienung und Inbetriebnahme durch intuitive Parametrierung mit der Baumer Sensor Suite sowie einer schnellen Integration über IO-Link oder ModbusRTU hervor. ■

sps · Halle 4A · Stand 345 und 351
smart production solutions

KONTAKT

Baumer GmbH, Friedberg
Tel.: +49 6031 60070
E-Mail: sales.de@baumer.com
www.baumer.com



Bild: Wenglor

Kontrastsensoren für zuverlässige Druckmarkenerkennung

Die Kontrastsensoren P1MW von Wenglor bieten eine ressourceneffiziente Lösung für die Druckmarkenerkennung in Serienanwendungen. Sie integrieren sich nahtlos in bestehende Prozesse und nutzen sichtbares Weißlicht für eine präzise Kontrasterkennung bei diversen Farben. Durch die integrierte Sprungerkennung und dynamischem Teach sind sie robust gegenüber prozessbedingten Abweichungen und liefern auch bei Dejustagen oder veränderten Farben stabile Ergebnisse. Die Sensoren eignen sich für hohe Stückzahlen im Serienbetrieb und ermöglichen ein zuverlässiges Erkennen von Druckmarken, die in zahlreichen Industrien zur Sicherstellung gleichbleibender Produktqualität eingesetzt werden. Die P1MW-Serie ist schnell einsatzbereit und sorgt für stabile Abläufe.

www.wenglor.com

sps · Halle 4A · Stand 151
smart production solutions

Inline-Konfiguration für eine KI-gestützte Oberflächeninspektion

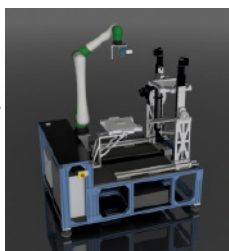


Bild: EZ Automation Systems

EZ Automation Systems präsentiert eine neue Inline-Konfiguration ihres Pique-Inspektionssystems. Ursprünglich als 360-Grad-Vision-System mit robotergestützter Manipulation entwickelt, nutzt Pique 3D-Lasertriangulation und Deep-Learning-Modelle zur Erkennung von Oberflächenfehlern wie Kratzern, Dellen und Barcodefehlern. Die Inline-Konfiguration ermöglicht eine nahtlose Integration in Produktionslinien für schnelle und präzise Inspektionen, während die 3D-Lasertriangulation und KI-gestützte Inspektionsfähigkeiten beibehalten werden.

Das System nutzt die EZ Eye-Vision-Verarbeitungsplattform für schnelle Einsätze und intelligente Inspektionsroutinen ohne umfangreiche Einrichtung. Pique passt sich automatisch an Oberflächenvariationen an und verbessert kontinuierlich die Inspektionsgenauigkeit. Es ist als Plug-and-Play-Lösung mit Cloud-Analytik und Fernüberwachung konzipiert.

www.ezsystemsllc.com

www.WileyIndustryNews.com

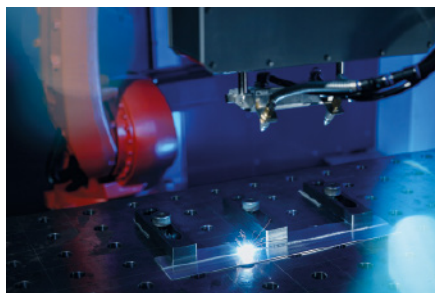


Bild: Blackbird

Optische Kohärenztomographie zur Schweißnahtinspektion

Blackbird Robotersysteme erweitert ihre Lösungen im Bereich des Remote-Laserschweißens um die optische Kohärenztomographie (OCT) zur automatisierten Schweißnahtinspektion. Diese inline-fähige Lösung ermöglicht die kontaktlose Erkennung und Klassifizierung von Nahtfehlern in Echtzeit, ohne die Taktzeiten oder Schweißergebnisse zu beeinflussen. Eine mehrstufige Inspektionslogik, die Integration in speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) und die flexible Anpassung an unterschiedliche Nahtgeometrien machen das System zu einem skalierbaren Werkzeug für die Serienproduktion. Die OCT-Funktionalität ist ab Version 8.28 der Blackbird-RSU-Benutzer-Software verfügbar und lässt sich durch ein Software-Update integrieren.

www.blackbird-robotics.de

Industrie-Hexapod für präzisionskritische Dauerprozesse

Physik Instrumente (PI) hat den neuen Industrie-Hexapod H-815 für automatisierte 24/7-Industrieprozesse eingeführt. Dieses parallel-



Bild: PI

kinematisches System bietet sechs präzise steuerbare Freiheitsgrade und wurde für präzisionskritische Anwendungen entwickelt. Mit einer Wiederholgenauigkeit von $\pm 0,05 \mu\text{m}$ und einer Schrittweite von 50 nm ist der H-815 ideal für die Montage von Linsen, die Ausrichtung optischer Komponenten und Prüfprozesse. Der Hexapod ist kompakt, robust und lässt sich leicht in bestehende Systeme integrieren. Er verfügt über integrierte Bremsen und Sicherheitsstandards nach SIL 3, was eine hohe Prozesssicherheit gewährleistet. Der Motion Controller C-887.4xx1 und die Software PI Mikromove ermöglichen eine einfache und präzise Steuerung. Eine optionale Ethercat-Schnittstelle und hochauflösende Analogeingänge erweitern die Einsatzmöglichkeiten in der industriellen Automatisierung.

www.pi.de

WILEY



Webinar:
Mittwoch,
28. Januar 2026,
10:00 Uhr MEZ

Cyber Resilience Act

Was Anlagen- und Maschinenbauer jetzt wissen müssen



<https://events.bizzabo.com/747772>

**Jetzt
kostenfrei
anmelden!**

Praxisnahe Tests und starke Kundenbindung

Aerotech schafft mit Laserlabor am Standort Fürth einen zentralen Anlaufpunkt für Applikations- und Entwicklungstests

Anfang 2026 eröffnet der Motion-Control-Spezialist Aerotech am Standort Fürth ein Laserlabor, in dem Kunden aus ganz Europa anspruchsvolle Laserprozesse praxisnah erproben und zusammen mit den Experten des Unternehmens weiterentwickeln können. Was die Kunden vom neuen Laserlab erwarten können und warum die Entscheidung für den Standort Europa gefallen ist, darüber sprachen wir mit Brian O'Connor, Vice President of Growth & Strategy, und Bryan Germann, Optomechatronics Lead bei Aerotech.

Aerotech eröffnet Anfang 2026 am Standort Fürth ein Laserlabor. Welche Bedeutung hat diese Einrichtung für Ihr Unternehmen?

Brian O'Connor: Das neue Labor in Fürth bringt uns nah an unsere europäischen Kunden. Viele Unternehmen möchten ihre Prozesse nicht nur theoretisch durchspielen, sondern unter praxisnahen Bedingungen auf unseren Produkten testen. Bisher war dafür ein Besuch in unserem US-Labor in Pittsburgh notwendig. Künftig bieten wir diese Möglichkeiten direkt vor Ort in Europa. Damit schaffen wir kurze Wege, praxisnahe Tests und eine noch engere Zusammenarbeit mit den Anwendern.

Was steckt strategisch hinter diesem Schritt?

O'Connor: Ganz klar wollen wir die Nähe zu unseren Kunden stärken. Das neue Labor in Fürth ist für uns ein wichtiger Meilenstein, mit dem wir unseren europäischen Kunden den Zugang zu moderner Lasertechnologie erleichtern. Strategisch geht es uns darum, unsere Präsenz in Europa auszubauen und Kundenbeziehungen zu vertiefen. Wir wollen nicht nur Produkte liefern, sondern aktiv mit unseren Kunden an Lösungen arbeiten. Mit dem neuen Labor können wir Entwicklungen schneller vorantreiben, gezielter auf regionale Marktanforderungen eingehen und so unsere Position als Partner für High-End-Laseranwendungen stärken.

Bisher haben Sie dafür Labore in den USA genutzt. Warum war jetzt ein Standort in Europa notwendig?

O'Connor: Wir arbeiten sehr beratungsorientiert und entwickeln Lösungen stets im engen Austausch. Wir sind deshalb überzeugt, dass ein eigenes Aerotech-Labor in Europa unerlässlich ist, um weiterhin marktführende Produkte zu entwickeln. Natürlich arbeiten wir auch mit Partnern zusammen – etwa mit Light Conversion. Aber wir wollten eine zentrale Einrichtung, die fest mit unserer Niederlassung in Fürth verbunden ist. Das macht den Zugang für unsere Kunden deutlich einfacher.

Was erwartet die Anwender konkret im neuen Laserlab?

Bryan Germann: Wir stellen Systeme bereit, die ein breites Spektrum unserer Möglichkeiten in der Laserbearbeitung abbilden. Hinzu kommt ein Ultrakurzpuls-Laser von Light Conversion mit mehreren Wellenlängen. Damit lassen sich ganz unterschiedliche Substrate und Materialien bearbeiten. Kunden können ihre Anwendungen also direkt vor Ort erproben und optimieren.

Welche Branchen möchten Sie damit besonders adressieren?

Germann: Typische Einsatzfelder sind die Fertigung medizinischer Geräte, die Elektronik- und Halbleiterproduktion, die Luft- und Raumfahrt oder auch die Uhrenindustrie. Gemeinsam ist all diesen Bereichen, dass höchste Präzision und Prozesssicherheit gefragt sind – genau da liegen unsere Stärken.

Und welches langfristige Ziel haben Sie sich mit dem neuen Labor gesetzt?

Germann: Wir wollen gemeinsam mit unseren Kunden Lösungen für die Fertigung von morgen entwickeln. Das Labor soll sich langfristig zu einem Kompetenzzentrum entwickeln, das kontinuierlich wächst und sich an die Marktanforderungen anpasst. Diese enge Zusammenarbeit wird zu besseren Produkten führen, die den steigenden Anforderungen unserer Branchen gerecht werden. ■



Brian O'Connor, Vice President of Growth & Strategy bei Aerotech



Bryan Germann, Optomechatronics Lead bei Aerotech

KONTAKT

Aerotech GmbH, Fürth
Tel.: +49 911 9679370
de.aerotech.com

WILEY | Tech Talks 2026

**SAVE THE
DATE!**

27. Januar 2026
Lösungen und Produkte
für die Verteidigungs-
industrie

28. Januar 2026
Cyber Resilience Act

11. März 2026
3D-Bildverarbeitung

22. April 2026
Technologietag
Lebensmittelindustrie

10. Juni 2026
Nachhaltige Produktion
& Energieeffizienz

9. September 2026
Bildverarbeitung für
Defense-Anwendungen

30. September 2026
Robotik, Cobots & Trends
in der Automatisierung

Schauen Sie
vergangene
Events
jederzeit
on demand.

Gleich anmelden und
einen Platz sichern:



[https://wileyindustrynews.com/de/
webinare/digitaler-event-kalender-2026](https://wileyindustrynews.com/de/webinare/digitaler-event-kalender-2026)

Haben Sie eine spannende
Innovation, die Sie Ihrer
Zielgruppe vorstellen möchten?

Möchten Sie auf einer großen
Bühne über relevante
Branchenthemen sprechen?

Haben Sie Expertenwissen,
das Sie gerne weitergeben
möchten?

Dann sind die digitalen Events von **inspect** und **messtec drives Automation** genau das Richtige für Sie. Damit erreichen Sie über 200.000 Bildverarbeitungsanwender und -integratoren, Ingenieure, Automatisierungsspezialisten und Maschinenbauer weltweit.

Interessiert? Dann sprechen Sie uns an.

Zusätzlich zu diesen Veranstaltungen planen wir mit Ihnen auch gerne ein individuelles Webinar zu einem Zeitpunkt und zu einem Thema, das am besten zu Ihrem Marketingplan passt.



Sylvia Heider
Media Consultant
Tel.: +49 6201 606 589
sheider@wiley.com



Martin Fettig
Media Consultant
Tel.: +49 (0)721 145080-44
m.fettig@das-medienquartier.de

inspect
WORLD OF VISION

**messtec drives
Automation**

WILEY Industry News

Medienpartner:



Die Serien der Temperatursensoren Thermometer UC, SE und FI erfassen berührungslos und präzise Temperaturen von -50 bis 1.100 °C.

Smarte, berührungslose Temperaturerfassung

Kompakte Sensoren für eine präzise Temperaturmessung bis 1.100 °C.

Temperaturmessgeräte sind essenziell, um industrielle Prozesse zu überwachen und damit eine hohe Produktqualität sicherzustellen. Sie ermöglichen das exakte Steuern von Fertigungsprozessen in industriellen Automations- und Prozessanwendungen, wie der Batterieproduktion. Die berührungslose Prozessüberwachung moderner Sensoren sorgt zudem für eine frühe und schnelle Fehlererfassung, wodurch sich Material einsparen lässt und Ausfälle vermieden werden. All das vereinen berührungslose Infrarot-Pyrometer, die der Hersteller für moderne Einsatzbereiche in der Industrie entwickelt hat.

Das Messen von Temperaturen ist – neben der Messung von Zeit – eine der ältesten Messdisziplinen überhaupt. Die Anfänge reichen von der Antike, über das Mittelalter bis hin zu den ersten

vorindustriellen Thermometern der Erfinder Fahrenheit, Celsius oder Kelvin. Im 20. Jahrhundert entwickelten sich daraus unterschiedliche Messprinzipien wie Thermoelemente, Widerstandsthermometer oder

Das Wichtigste kompakt

Moderne Infrarot-Pyrometer ermöglichen eine berührungslose, präzise Temperaturmessung in Echtzeit – auch unter schwierigen Bedingungen. Drei Sensortypen mit unterschiedlichen Bauformen decken Temperaturbereiche bis 1.100 °C ab und eignen sich für Anwendungen in Automation, Prozesstechnik und Qualitätssicherung. Die Sensoren sind kompakt, robust, einfach zu integrieren und unterstützen digitale Schnittstellen sowie eine komfortable Konfiguration per Software.



Das Thermometer UC (Universal Controller) trennt Sensor und Controller voneinander – verbunden durch ein Kabel von 1 bis 15 m Länge – geeignet für hohe Umgebungstemperaturen, ohne dabei die Controller-Einheit zu gefährden.

Infrarotsensoren. Heute misst man berührungslos Temperaturen mit schnellen, hochpräzisen Infrarot-Pyrometern. Diese kommen in nahezu allen Branchen und Lebensbereichen zum Einsatz. Sie messen Temperaturen in industriellen Anwendungen, der Automation, Kunststoff-, Lebensmittel- sowie Pharmaindustrie, in der Halbleiterproduktion und an Prüfständen.

Für industrielle Messaufgaben sind langlebige, robuste und wartungsfreundliche Temperatursensoren gefragt. Auch eine hohe Genauigkeit der Messgeräte ist entscheidend, damit Messfehler nicht zu Anlagenstillständen oder unvorhergesehenen Aktionen führen.

Infrarotstrahlung als Basis

Zur berührungslosen Temperaturmessung zieht Micro-Epsilon bei seinen Sensoren die Infrarotstrahlung eines Körpers heran. Sie setzt sich aus der Emission des Objekts, der Transmission sowie der Reflexion zusammen. Zum Ermitteln der tatsächlichen Objekttemperatur wird lediglich die Emission betrachtet.

Fertig vorkonfektioniert und damit eine Einheit aus Sensor, Controller und Kabel bildet die Serie Thermometer SE (Separate Electronic), mit einem einfachen und direkten Anschluss über offene Kabelenden.

Durch Eingabe eines Emissionsgrads werden die zuvor beschriebenen Materialeigenschaften abgebildet und hierauf basierend der korrekte Temperaturwert auf Basis der gemessenen Infrarotenergie berührungslos, sehr schnell und ohne Einfluss auf das Messobjekt berechnet.

Infrarot-Pyrometer bestehen im Wesentlichen aus einem Sensor und einem Controller für die Signalverarbeitung und Ausgabe. Diese Komponenten können in einem gemeinsamen Gehäuse oder voneinander getrennt als Sensor und Controller aufgebaut sein. Micro-Epsilon bietet integrierte Systeme und Sensoren mit abgesetztem Controller an. So tragen je nach Applikation die verschiedenen Vorteile einer Systemvariante zur optimalen Gesamtlösung bei.

Berührungslose Temperaturmessung bis 1.100 °C

Die neuen Serien der Temperatursensoren Thermometer UC, SE und FI erfassen berührungslos und präzise Temperaturen

von -50 bis 1.100 °C. Das Edelstahlgehäuse sorgt dafür, dass die Sensoren auch bei rauen Umgebungsbedingungen stabil und präzise messen, bei gleichzeitig hoher Signalqualität und -stabilität. Durch das kompakte Gehäuse mit hoher Schutzart, Industrieschnittstellen und die einfache Montage mit M12-Standardkabeln eignen sich die Sensoren für den Einsatz in Automation sowie Prozesstechnik. Alle Modelle sind werkseitig voreingestellt und können schnell und einfach ohne PC in Betrieb genommen werden. Optional lässt sich bei jedem Modell eine Verbindung zur Micro-Epsilon Software Sensortool herstellen, die umfangreiche Konfigurationsmöglichkeiten und eine einfache Inbetriebnahme ermöglicht. Das wichtigste Unterscheidungsmerkmal der Serien UC, SE und FI liegt im Aufbau der Sensoren.

Abgesetzter Controller für hohe Umgebungstemperaturen

Die Variante UC (Universal Controller) trennt Sensor und Controller voneinander – verbunden durch ein Kabel von 1 bis 15 m Länge – ideal für hohe Umgebungstemperaturen, ohne dabei die Controllereinheit zu gefährden. Somit kann der Sensor auch bei Temperaturen bis 180 °C eingesetzt werden. Der Temperaturmessbereich umfasst dabei -50 bis 1.000 °C, mit einer Genauigkeit von ± 1 °C und einer Auflösung von 50 mK. Aufgrund der abgesetzten Controllereinheit bietet sich die UC-Variante insbesondere an, wenn ohne Einsatz eines PCs der Sensor konfiguriert werden soll. Zusätzlich können die Messwerte digital, beispielsweise über industrielle Schnittstellen wie RS485 weiterverarbeitet werden. Mit seinen vier Eingabetasten auf der Frontseite und dem integrierten LCD-Display und der RGB-Hintergrundbeleuchtung ist der Sensor schnell und einfach zu bedienen. Optional lässt er sich über ein M12-USB-Kabel an einen PC anschließen und mit der Software Sensortool parametrieren. Aufgrund der Inline- und Prozessfähigkeit eignet sich das „Thermometer UC“ für den OEM- oder Serieneinsatz, zum Beispiel im Bereich der Prozessüberwachung, Automation oder Anlagen- und Maschinenintegration.

Fertig vorkonfektioniert

Fertig vorkonfektioniert und damit eine Einheit aus Sensor, Controller und Kabel bildet die Serie „Thermometer SE“ (Separate Electronic), mit einem einfachen und direkten Anschluss über offene Kabelenden. Die kleinste Sensor- und Controllerbauform im fertigen Messkanal misst berührungslos Temperaturen von -40 bis 1.100 °C bei einer maximalen Umgebungstemperatur des Sensors von 120 °C. Das inline- und prozessfähige Pyrometer ist auf Strom- oder Spannungsausgang (Plug & Play) voreinge-

stellt und wird „ready-to-use“ ausgeliefert. Auch bei dieser Baureihe können Anwender über einen optionalen USB-Konverter Voreinstellungen mit dem Sensortool verändern sowie individuelle Konfigurationen vornehmen, zum Beispiel ein Skalieren oder Umschalten des Analogausgangs von Strom auf Spannung. Die Industrietauglichkeit wird durch die Schutzart IP65 sowie das miniaturisierte Design erreicht. Dadurch ist der Sensor für den Serieneinsatz in industriellen Umgebungen geeignet.

Kontaktlose Infrarot-Temperaturmessung

Noch kompakter als die SE-Variante ist das „Thermometer FI“ (Fully Integrated). Als vollintegriertes Kompaktpyrometer eignet es sich zur kontaktlosen Infrarot-Temperaturmessung von Objekten von -40 bis 1.100 °C bei einer Umgebungstemperatur von bis zu 80 °C. Weil Sensor und Controller in einem robusten Edelstahlgehäuse mit integriertem M12-Gewinde vereint sind, eignet sich der Sensor für den Einbau in beengten Bauräumen bei geringem Platzbedarf. Eine hohe Temperaturkompensation sowie EMV-Störfestigkeit prädestinieren den Sensor für den Serieneinsatz in der Industrie. Im Kabelabgang integrierte, zweifarbige Status-LEDs (rot, grün) dienen der Funktionsüberprüfung und zugleich als Ausrichthilfe für die Inbetriebnahme. Bei Auslieferung ist das Pyrometer voreingestellt und muss lediglich angeschlossen werden. Zudem lässt sich das Pyrometer via USB-Adapter mit der Software Sensortool verbinden und konfigurieren.

Einfache Konfiguration und Vernetzung

Mit der Software Sensortool, die Micro-Epsilon seinen Kunden kostenfrei zur Verfügung stellt, können Anwender neben der gesamten Micro-Epsilon-Produktpalette auch die neuen „Thermometer“ einfach konfigurieren und parametrieren. So lassen sich beispielsweise bei der Inbetriebnahme einfach und bequem über einen Simulationsmodus die Schleifenimpedanz der Verkabelung prüfen sowie per Offset oder Gain ein Fein-Tuning im Feld durchführen. Ein frei skalierbarer Analogausgang, die automatische Emissionsgradberechnung sowie eine intelligente Mittelwertbildung sind weitere Features, die einen flexiblen Einsatz ermöglichen. Zudem profitieren Anwender von einem Collector-Alarm (SE- und FI-Variante) sowie beim Modell UC von zwei Alarm-Ausgängen.

Da in modernen Industrieanlagen Temperaturwerte in Echtzeit zu überwachen sind und Anwender gleichzeitig die Messwerte in digitale Steuerungssysteme implementieren müssen, kann die Serie „Thermometer UC“ über das Schnittstellenmodul IF 2035 in

Ethercat-, EthernetIP- sowie Profinet-Umgebungen eingebunden werden. Hiermit lassen sich alle Anforderungen an moderne Feldbussysteme wie hohe Übertragungsraten in Echtzeit, eine hohe Flexibilität sowie verschiedene Netzwerktopographien abdecken. Dies kommt unter anderem modernen Automatisierungssystemen mit hohen Geschwindigkeitsanforderungen, SPS-Steuerungen sowie HMI- und Scada-Systemen zugute.

Temperaturüberwachung beim Herstellen von Batteriefolien

Eine zentrale Rolle spielen industrielle Temperaturmessungen beim Herstellen von modernen Batteriemodulen für Elektrofahrzeuge, Stromspeicher oder Smartphones. Um dem steigenden Bedarf an Batterien gerecht zu werden, sind eine hohe Qualität bei der Herstellung sowie ein wirtschaftlicher Output unerlässlich. Beim Nassprozess zur Batteriefolienherstellung wird ein sogenannter Slurry über eine Schlitzdüse auf das Bandmaterial aufgetragen und anschließend in einem Trockenofen ausgehärtet. Um eine stets gleichmäßige Qualität der Folien sicherzustellen, ist die exakte Temperaturerfassung zur indirekten Bestimmung des Trocknungsgrades entscheidend. Micro-Epsilon „Thermometer“ der Serien UC, SE und FI messen berührungslos und in Echtzeit die Temperatur des Slurry und sorgen mit einer exakten Inline-Messung für ein direktes und genaues Regeln des Trocknungsprozesses. Ein besonderer Vorteil ist dabei die hohe Temperaturstabilität der Sensoren, da bei der Trocknung hohe Umgebungstemperaturen auftreten können. Hiermit ermöglicht Micro-Epsilon eine hohe Qualität des Endproduktes.

Trocknungsprozesse in Lackierkabinen

Durch die hohe Temperaturkompensation, der guten EMV-Störfestigkeit und Schutzart IP65 sind die Sensoren für den industriellen Einsatz und auch für schwer zugängliche Stellen mit extremen Umgebungsbedingungen bestens geeignet – beispielsweise in Trocknungsanlagen für Lackierstraßen in der Auto-



Das Thermometer FI (Fully Integrated) ist ein vollintegriertes Kompaktpyrometer und eignet sich zur kontaktlosen Infrarot-Temperaturmessung von Objekten von -40 bis 1.100 °C bei einer Umgebungstemperatur von bis zu 80 °C.

mobilproduktion. Hier ist eine kontinuierliche Temperaturüberwachung essenziell, um ein gleichmäßiges Aushärten der Lackschichten sicherzustellen und Lackfehler zu vermeiden. Eine hohe Qualität des Lackes reduziert außerdem kostenintensive Nacharbeit und Ausschuss. Micro-Epsilon „Thermometer UC“ messen schnell, berührungslos und zuverlässig die Oberflächentemperaturen des Lacks und geben die Messergebnisse an übergeordnete Steuerungen weiter. Zudem messen sie die Temperatur gleichmäßig über die komplette Oberfläche der Karosserie, ohne einzelne Bauteile auszusparen. Auch die hohen Umgebungstemperaturen sind für „Thermometer UC“ kein Problem, da der Controller abgesetzt vom Sensor montierbar ist. Somit sorgen die Sensoren für einen hohen Output der Trocknungsanlage bei gleichzeitig stets hoher Qualität der Lackschicht. OEMs freuen sich über geringe Nacharbeit und Ausschuss und senken damit die Gesamtkosten der Produktion. ■

sps · Halle 7A · Stand 130
smart production solutions

AUTOR

Manfred Pfadt

Produktmanager bei Micro-Epsilon

KONTAKT

Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG,

Ortenburg

Tel.: +49 8542 168-279

E-Mail: manfred.pfadt@micro-epsilon.de

www.micro-epsilon.de

Effiziente Qualitätskontrolle mit neuer Software-Suite



Bild: Hexagon

Hexagons Manufacturing-Intelligence-Division stellt die Autonomous Metrology Suite vor, eine cloudbasierte Softwarelösung zur Optimierung der Qualitätskontrolle in der Fertigungsindustrie.

Diese Suite minimiert die Programmierungszeiten für Koordinatenmessgeräte (KMG) und adressiert den Fachkräftemangel, indem sie die Benutzerfreundlichkeit erhöht. Hersteller in der Automobil-, Luft- und Raumfahrtindustrie sowie im Maschinenbau profitieren von der Verkürzung der Programmierzeiten und der Automatisierung der Messprozesse. Die Suite synchronisiert digitale Zwillinge der KMGs mit ihren physischen Gegenständen und integriert alle Qualitätsdaten in ein Cloud-Dashboard. Eine einheitliche Weboberfläche erleichtert die Bedienung und reduziert den Schulungsaufwand. Die Suite unterstützt bestehende Hexagon-KMGs und plant die Integration von Drittanbieter-Hardware. Erste Anwender wie Paragon Medical berichten von gesteigerter Effizienz und einheitlicher Qualitätssicherung. Zukünftige Entwicklungen sollen die Datenverarbeitung weiter vereinfachen.

www.hexagon.com

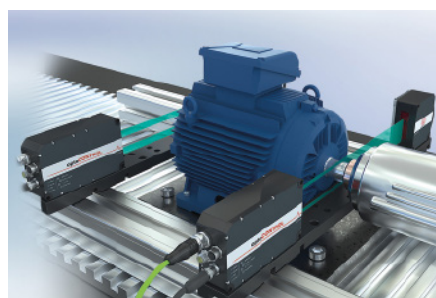


Bild: Micro-Epsilon

Optische Präzisionsmessung bei Vibrationen

Vibrationen können bei optischen Messungen die Genauigkeit beeinträchtigen, da sie das Messobjekt während der Erfassung minimal bewegen. Die Optocontrol 2700 Mikrometer von Micro-Epsilon bieten eine Lösung für diese Herausforderung. Mit einer Belichtungszeit von 8,5 µs eignen sie sich für dynamische Messaufgaben. Die Sensoren erreichen eine Abtastrate von 15 kHz. Eine Echtzeit-Neigungskorrektur sorgt dafür, dass der interne Controller den Messwert automatisch anpasst, was Messfehler vermeidet. Dieses System ermöglicht die präzise Bestimmung von Messgrößen wie Durchmesser, Spaltbreite und Kantenposition, auch bei hohen Produktionsgeschwindigkeiten.

www.micro-epsilon.de

sps · Halle 7A · Stand 130

smart production solutions

Intelligentes Vision-System für intuitive Messungen

Mitutoyo hat das QM-Fit vorgestellt, ein kompaktes, manuelles Bildverarbeitungsmessgerät für die schnelle und präzise Prüfung kleiner und dünner Bauteile. Es zeichnet sich durch eine intelligente, touchbasierte Bedienoberfläche aus. QM-Fit macht präzise Messtechnik für alle zugänglich, unabhängig vom Erfahrungsniveau des Nutzers. Die intuitive Benutzeroberfläche und Touchpanel-Bedienung, kombiniert mit einer automatischen Bauteilerkennung, ermöglichen es, ein Teil einfach auf den Messtisch zu legen, um die Messung zu starten. Das System erkennt automatisch Merkmale wie Kreise und Kanten und liefert grafisches Echtzeit-Feedback. Es bietet sofortige Messungen ohne Einrichtung oder manuelles Fokussieren und stellt die Ergebnisse visuell dar, inklusive klarer Gut-/Ausschuss-Anzeigen. So wird die Einarbeitungszeit verkürzt und Bedienfehler minimiert.

www.mitutoyo.de



Bild: Mitutoyo

Laser-Scanner für Koordinatenmessgeräte



Bild: LK Metrology

Ein Laser-Scanner, entwickelt für den Einsatz auf Koordinatenmessgeräten (CMMs), wurde von LK Metrology vorgestellt. Der L100NX führt

blaue Lasertechnologie ein, die eine verbesserte Scanleistung und Genauigkeit bietet. Im Gegensatz zu seinem Vorgänger verwendet der neue Scanner einen 450-Nanometer-Blau-Laser, der das Rauschen in den Scandaten reduziert und dadurch sauberere und zuverlässigere Messungen ermöglicht. Dies ist vorteilhaft für hochpräzise Anwendungen, wie in der Luft- und Raumfahrt oder der Automobilindustrie. Der L100NX kombiniert eine Streifenbreite von 110 mm und eine Scan-Geschwindigkeit von bis zu 530.000 Punkten pro Sekunde. Die 4. Generation der ESP-Technologie von LK passt die Laserleistung für alle 2.000 Punkte der Laserlinie intelligent an und ermöglicht Messungen von Mehrmaterialbaugruppen und glänzenden Oberflächen ohne manuelle Eingriffe.

www.lkmetrology.com

Integrierte Farbmesskameras für Displaytechnologie



Bild: Radiant Vision Systems

Radiant Vision Systems erweitert sein Portfolio um die Lumitop-Serie, die Farbmesskameras und Spektrometer in einem System vereint. Entwickelt von Instrument Systems, bietet die Serie umfassende Farbmessungen für eine moderne Displayfertigung. Die Lumitop-X-Serie kombiniert eine Farbmesskamera mit Farbsensoren von 12 bis 150 MP, ein CAS-Spektroradiometer und eine Photodiode, um kurze Messzeiten und eine hohe Genauigkeit zu gewährleisten. Besonders geeignet für OLED- und Micro-LED-Prüfungen, ermöglicht das 3-in-1-System alle relevanten optischen Tests in einer Messstation. Die modulare True-Test-Software ist für den volumen gebundenen Fertigungsbetrieb konzipiert und bietet flexible Prüfsequenzen.

www.instrumentsystems.com

Thermografiekamera für anspruchsvolle Außenmessungen



Bild: Infratec

Die Image IR 9800 von Infratec ist eine hochauflösende LWIR-Thermografiekamera, die speziell für die Erfassung bewegter Objekte und hochdynamischer Temperaturänderungen konzipiert wurde. Sie arbeitet im langwelligeren Infrarotbereich und eignet sich für Messungen bei niedrigen Objekttemperaturen. Ausgestattet mit einem gekühlten Focal-Plane-Array-Photonendetektor mit 1.280 × 1.024 IR-Pixeln und einem Pitchmaß von 12 µm, liefert die Kamera gestochen scharfe Bilder und verzerrungsfreie Sequenzen. Mit einer thermischen Auflösung von 30 mK und einer Genauigkeit von 1 Prozent bietet sie eine hohe Präzision für industrielle und Forschungsanwendungen.

www.infratec.de

Index

FIRMA	SEITE	FIRMA	SEITE	FIRMA	SEITE
Aerotech	44, 6	Euresys	38	Mitutoyo Europe	49
AHF Analysentechnik	29	European Photonics Industry Consortium EPIC	11	Mouser Electronics	39
AMS-Osram International	8	Excelitas Technologies	27	MVTec Software	27
AT Sensors	18	EZ Automation Systems	43	Optris	21
Autovimation	23	Haip Solutions	22	Physik-Instrumente (PI)	43, 6
Balluff	39	Hamamatsu Photonics Deutschland	39	RCT Reichelt Chemietechnik	31, Beilage
Basler	6	Hexagon Metrology	49	Schäfer+Kirchhoff	10
Baumer	7, 42	IDS Imaging Development Systems	27, 8	Smart Vision Lights	27
Beckhoff Automation	9	Infratec	49	Sunex	40
Blackbird Robotersysteme	43	Instrument Systems Optische Messtechnik	49	Technische Hochschule Ulm	28
Bruker Austria	8	Interuniversity Microelectronics Centre (Imec)	26, 7	Teledyne Flir	39
Büchner Lichtsysteme	35	JAI	24	TQ-Systems	9
Cretec	20	LK Metrology	49	VDMA	6
Di-Soric	13, 39	Lucid Vision Labs	27	Vieworks	3
Easyfairs	10	Macnica ATD Europe	7	Vision Components	39
Edmund Optics	Titelseite, 10, 14	Maddox AI	34	Visometry	37
Emergent Vision Technologies	19	Mesago Messe Frankfurt	12	VMT Vision Machine Technic Bildverarbeitungssysteme	32
Emqopter	8	Micro-Epsilon Messtechnik	5, 46, 49	Wenglor Sensoric	25, 43
EMVA European Machine Vision Association	10	Midwest Optical Systems	4. Umschlagseite	Zeiss Industrial Quality Solutions	9

Impressum

Herausgeber

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

Geschäftsführer

Dr. Guido F. Herrmann

Publishing Director

Steffen Ebert

Product Management

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

Chefredaktion

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

Redaktion

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

Stephanie Nickl
Tel.: +49/6201 606-030
snickl2@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 Fetting
Tel.: +49/721/14508044
m.fetting@das-medienquartier.de

Sylvia Heider
Tel.: +49 (0) 06201 606 589
sheider@wiley.com

Herstellung

Jörg Stenger
Kerstin Kunkel (Sales Administrator)
Oliver Haja (Design)
Ramona Scheirich (Litho)

Wiley GIT Leserservice

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

Sonderdrucke

Patricia Reinhard
Tel.: +49/6201/606-555
preinhard@wiley.com

Bankkonto

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

Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste
vom 1. Oktober 2025

2025 erscheinen 9 Ausgaben
„inspect“

Druckauflage: 12.000 (1. Quartal 2025)

Abonnement 2024

9 Ausgaben EUR 53,00 zzgl. 7 % MWSt
Einzelheft EUR 17,00 zzgl. MWSt+Porto

Schüler und Studenten erhalten unter Vorlage
einer gültigen Bescheinigung 50 % Rabatt.

Abonnement-Bestellungen gelten bis
auf Widerruf; Kündigungen 6 Wochen vor
Jahresende. Abonnement-Bestellungen
können innerhalb einer Woche schriftlich
widerrufen werden. Versandreklamationen
sind nur innerhalb von 4 Wochen nach
Erscheinen möglich.

Originalarbeiten

Die namentlich gekennzeichneten Beiträge
stehen in der Verantwortung des Autors.
Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit
Genehmigung der Redaktion und mit
Quellenangabe gestattet. Für unaufgefordert
eingesandte Manuskripte und Abbildungen
übernimmt der Verlag keine Haftung.

Dem Verlag ist das ausschließliche, räumlich,
zeitlich und inhaltlich eingeschränkte Recht
eingeräumt, das Werk/den redaktionellen
Beitrag in unveränderter Form oder bearbeiteter
Form für alle Zwecke beliebig oft selbst zu
nutzen oder Unternehmen, zu denen gesellschaftsrechtliche
Beteiligungen bestehen, so wie Dritten zur Nutzung zu übertragen.
Dieses Nutzungsrecht bezieht sich sowohl auf Print-
wie elektronische Medien unter Einschluss des
Internets wie auch auf Datenbanken/Datenträgern
aller Art.

Alle etwaig in dieser Ausgabe genannten und/
oder gezeigten Namen, Bezeichnungen oder
Zeichen können Marken oder eingetragene
Marken ihrer jeweiligen Eigentümer sein.

Druck

westermann DRUCK | pva

Printed in Germany
ISSN 1616-5284



WILEY

WILEY

Webinar:

Mittwoch,
28. Januar 2026,
10:00 Uhr MEZ



Cyber Resilience Act

Was Anlagen- und Maschinenbauer
jetzt wissen müssen – unser Webinar
CRA liefert Antworten!

<https://events.bizzabo.com/747772>



**Jetzt
kostenfrei
anmelden!**



FILTERS: A NECESSITY, NOT AN ACCESSORY.

INNOVATIVE FILTER DESIGNS FOR INDUSTRIAL IMAGING

Optical Performance: high transmission and superior out-of-band blocking for maximum contrast

StableEDGE[®] Technology: superior wavelength control at any angle or lens field of view

Unmatched Durability: durable coatings designed to withstand harsh environments

Exceptional Quality: 100% tested and inspected to ensure surface quality exceeds industry standard

Product Availability: same-day shipping on over 3,000 mounted and unmounted filters

