

TITELSTORY

Effizientere Prüfprozesse durch Multistrobe-Imaging

SCHWERPUNKTE

- Embedded Vision
- Logistik



EMBEDDED VISION

KI-gestützte Inspektion von Parkett

S. 16

SIEMENS INDUSTRIAL EDGE

Bildverarbeitungs-Apps so einfach nutzen wie beim Smartphone

S. 24

LOGISTIK

Time-of-Flight-Kamera führt Palettier-Roboter

S. 30

Besuchen Sie uns
Control 2025
Halle 9 Stand 9204



jumavis[®] ist ein internationaler Distributor von Komponenten und Systemen der Bereiche

- intelligente Bilderkennung und -auswertung
- optische Qualitätskontrolle

jumavis[®] bietet umfassende Beratungskompetenz.

Von der Analyse der Aufgabenstellung über Planung, Auswahl und Machbarkeitsstudien.

Von Einzelkomponenten bis zur Komplettlösung.

Alles aus einer Hand – Präzise, zuverlässig, wirtschaftlich.



Der Brave inspect-Stimmungstest: Welcher Typ sind Sie?

Herzlich willkommen in der ersten Ausgabe der inspect. Ich hoffe, Sie hatten einen guten Start ins neue Jahr und konnten bereits erste Weichen für erfolgreiche Projekte stellen. Immerhin sind schon wieder zwei Monate von 2025 um. Die Zeit verfliegt also. Die Frage ist nur, wie wir sie nutzen, angesichts der anhaltenden Wirtschaftsflaute. Fatalisten würden vielleicht sagen, dass wir nur abwarten müssten bis zum nächsten Aufschwung. Wenn das wahr wäre, müssten wir uns zumindest keine Sorgen mehr um die Zukunft machen. Wobei sich Optimisten sowieso keine machen. Wird schon, ist deren Motto. Nur den Pessimisten, denen hört man ungern zu. Denn deren Ansicht nach geht sowieso alles schief.

Da Wirtschaft zum Teil auch Psychologie ist, sollten wir uns also vor Pessimismus hüten. Wobei, nebenbei bemerkt, eine negative Einstellung sowieso noch niemandem jemals bei irgendetwas geholfen hat. Doch wie sehen Sie das: Geht alles eh den Bach runter, oder schaffen wir die Trendwende mit gemeinsamer Anstrengung? Oder ist doch alles viel einfacher und wir müssen uns nur noch ein wenig gedulden? Schreiben Sie mir. Ihre Sichtweise interessiert mich.

Bevor ich Sie mit dem inspect-Stimmungstest „Welcher Typ sind Sie?“ in die Lektüre dieser Ausgabe entlasse, noch zwei inhaltliche Hinweise: Im

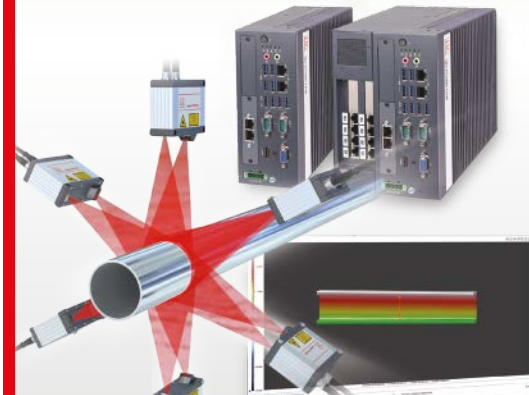
März dreht sich nämlich alles um die beiden Themen Embedded-Systeme und Logistik, jeweils repräsentiert von einer Messe: Der Embedded World in Nürnberg beziehungsweise der Logimat in Stuttgart. Da ist es quasi logisch, dass wir in dieser Ausgabe einen Schwerpunkt Embedded Vision (ab Seite 16) und Logistik (ab Seite 30) haben. Darin finden Sie zahlreiche Beiträge zu jeweils eben diesen Themen.

Wer sich also für Anwendungen von Smartkameras interessiert, oder wie sich auf einfache Weise mithilfe der Mipi-Schnittstelle ein Vision-System installieren lässt, wird ab Seite 16 fündig. Zu Time-of-Flight-Kameras wiederum finden Sie im Logistik-Schwerpunkt gleich zwei Beiträge. Einer davon beschreibt den Gepäckverladeprozess am Amsterdamer Flughafen Schiphol. Dort sind für das Verladen Roboter zuständig, die mit den 3D-Kameras sehen können. Sehr spannend, wie ich finde. Aber lesen Sie selbst.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß mit dieser Ausgabe

David Löh

Chefredakteur der inspect
dloeh@wiley.com

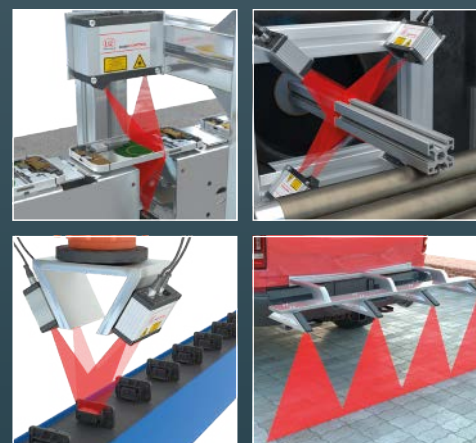


NEU

3D Profile Unit

Mehr Präzision. 2D-Profilauswertung & 3D-Inspektion mit bis zu 8 Laser-Scannern

- Einbindung in GigE Vision als Rohdatenlieferant
- Industrial Ethernet Anbindung für Steuerung und Messwertübergabe
- Auswertung von zusammengesetzten 2D-Schnitten oder 3D-Punktwolken
- Automatische Registrierung dank eigener Micro-Epsilon-Registriertargets



Kontaktieren Sie unsere
Applikationsingenieure:
Tel. +49 8542 1680

micro-epsilon.de/3D

12 **Titelstory:**
Effizientere Prüfprozesse durch Multistrobe-Imaging
Steuerungsintegrierte
Schnelle Beleuchtungssteuerung
in komplexen Anwendungen

8 „Unsere Branche lebt stark von der Kooperation und dem partnerschaftlichen Austausch.“
Vorstandsvorsitzender der VDMA-Fachabteilung Machine Vision im Interview

Topics

- 3** Der Bravo inspect-Stimmungstest: Welcher Typ sind Sie?
- 6** Logimat 2025: Vernetzte Intralogistik und Prozessmanagement im Fokus
- 7** Embedded World: Treffpunkt der Branche und Wissenshub

Märkte & Management

- 8** „Unsere Branche lebt stark von der Kooperation und dem partnerschaftlichen Austausch.“
Vorstandsvorsitzender der VDMA-Fachabteilung Machine Vision im Interview
David Löh
- 10** „Wir wollen Indiens Bildverarbeitungsindustrie vereinen“
Interview mit Raghava Kashyapa, Mitbegründer der Indian Machine Vision Association (IMVA)
David Löh

Titelstory

- 12** Effizientere Prüfprozesse durch Multistrobe-Imaging
Schnelle Beleuchtungssteuerung in komplexen Anwendungen
Peter Stiefenhöfer

SCHWERPUNKT EMBEDDED VISION

- 16** Inferenzkameras in Embedded-Systemen
Intelligente Qualitätsprüfung von Klebefugen bei der Parkett-Herstellung
Sabine Terrasi
- 18** Neue Generation von Vision-Sensoren mit KI-Funktionen
Smart-Sensoren für Qualitätssicherung und Roboterführung
David Löh
- 20** Vision-Integration leicht gemacht
Mit MIPI-Vision-Komponenten schneller zur Serienlösung
Jan-Erik Schmitt

Vision

- 22** „Mit RDMA anspruchsvolle Applikationen einfach, zuverlässig und kostengünstig lösen“
Interview mit Mirko Benz, Leiter Produktmanagement und Marketing bei Baumer Optronic
Anke Grytzka-Weinhold
- 24** „Die einfache Integrierbarkeit und Flexibilität der Hard- und Software-Komponenten wird immer wichtiger“
Interview mit Ulf Schulmeyer, Product Manager Merlic bei MVTec und Dr. Stefan Meier, Ecosystem Manager für Industrial Edge bei Siemens
David Löh
- 28** On-Sensorchip-Processing für ultraschnelle 3D-Scans
3D-Sensor für Messtechnik-anwendungen
Nina Claaßen

SCHWERPUNKT LOGISTIK

- 30** Präzise Palettierung mit einer 3D-ToF-Kamera
Robovision in der Logistik
Renata Sprencz
- 32** Schutz vor Betriebsausfällen
Infrarottechnologie in der zustandsorientierten Instandhaltung
- 34** Time-of-Flight-Kameras am Flughafen Schiphol
Roboter mit 3D-Kameras verladen Gepäckstücke
- 36** Autonomer Gabelstapler
Robuste Bildverarbeitung und Umfelderkennung in der Outdoor-Logistik



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



30 Präzise Palettierung mit einer 3D-ToF-Kamera
Robovision in der Logistik

20 Vision-Integration leicht gemacht
Mit MIPI-Vision-Komponenten schneller zur Serienlösung

Control

38 Inspektionssystem für Klebebruchflächen

Machine-Learning-gestützte Oberflächeninspektion zur Qualifizierung von Klebprozessen

Luca Kuhlmann, André Lamott, Armin Thomsen, Heiko Mühlenfeld-Keßler, Neele Friesen

42 Laser-Doppler-Vibrometer für die End-of-Line-Kontrolle

Schnittstellen für die Automatisierung der Messdatenerfassung und -analyse

43 Messung der PSD mit digitaler Bildanalyse

Ein Kommentar von Prof. Dr. Joachim Ohser

Blick in die Forschung

44 Vorbild Bühnentechnik und KI-Kickstarter für die Produktion

46 Mit Deep-Learning zu einer automatisierten, Cloud-basierten Qualitätskontrolle

Den Einsatz von künstlicher Intelligenz vereinfachen

Alexander Mattern, Henrik Heymann, Dr. Mario Pothen, Prof. Dr. Robert H. Schmitt

48 Gobo-Technik macht 3D-Messtechnik schneller und robuster

Verfahren für eine hochdynamische 3D-Formfassung

Dr. Stefan Heist, Kevin Srokos, Frank Scherwenke, Dr. Karsten Raguse

50 Index | Impressum



Nutzen Sie UNSER KOSTENFREIES EPAPER!

WWW.WILEYINDUSTRYNEWS.COM/PRINTAUSGABE

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



Halle 9,
Stand F06



Halle 1,
Stand 130

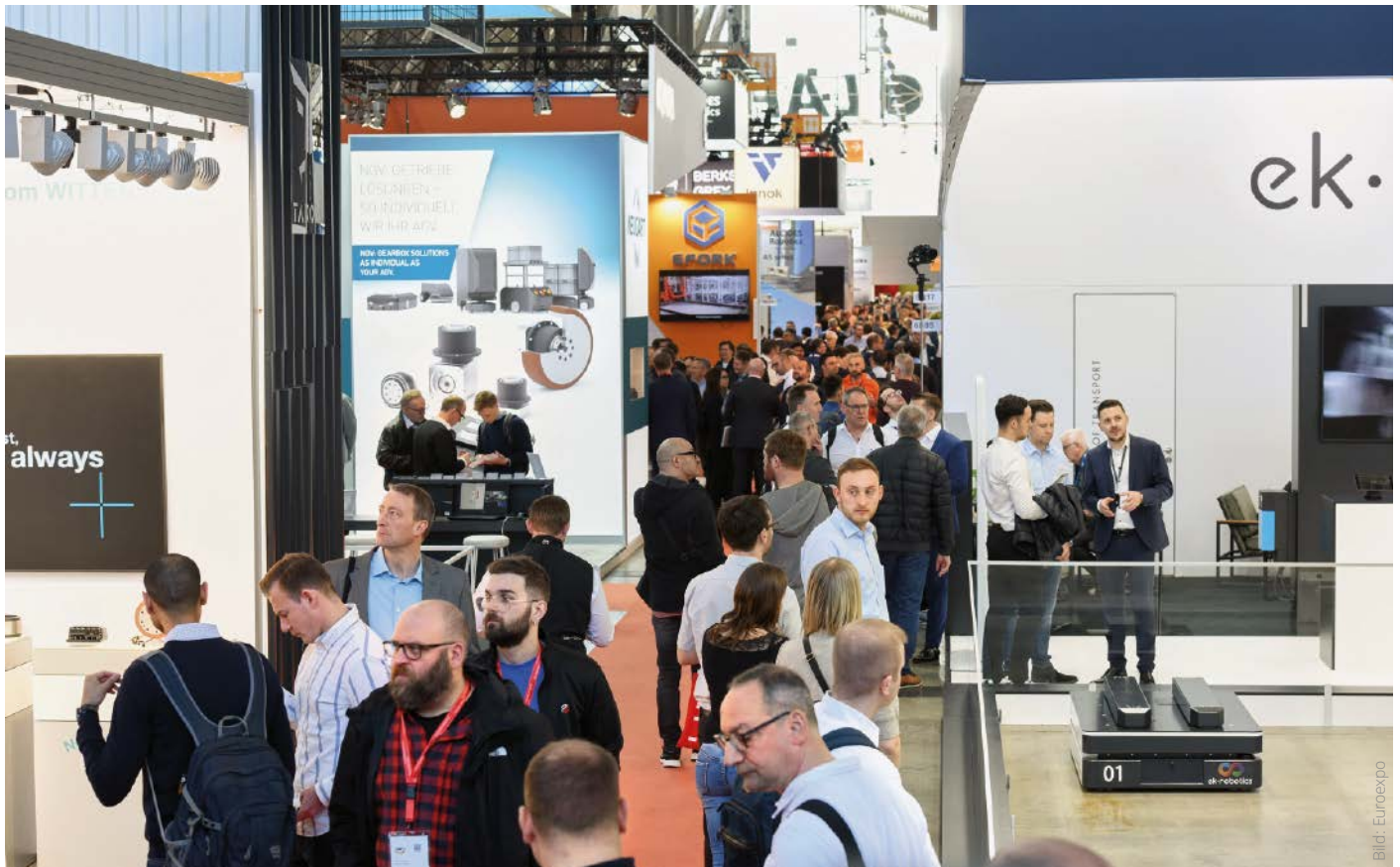


Halle 3,
Stand 3C20



Scannen und mehr über Beckhoff Vision erfahren

New Automation Technology **BECKHOFF**



Die Logimat 2025 findet vom 11. bis 13. März auf dem Stuttgarter Messegelände statt und belegt erneut alle zehn Hallen.

Logimat 2025: Vernetzte Intralogistik und Prozessmanagement im Fokus

Die Logimat 2025 findet vom 11. bis 13. März auf dem Stuttgarter Messegelände statt und belegt erneut alle zehn Hallen. Unter dem Motto „Passion for Solutions“ präsentieren über 1.500 internationale Aussteller aus mehr als 80 Ländern auf 120.000 Quadratmetern ihre neuesten Produkte und Lösungen. Die Messe fokussiert sich auf die zentralen Themen Künstliche Intelligenz (KI), Nachhaltigkeit und den Fachkräftemangel, die als übergreifende Megatrends die Branche prägen.

In Halle 1 sowie den Hallen 3, 5 und 7 zeigen Regal- und Maschinenbauer Kompaktlagersysteme, Taschensortier- und Systemshuttles, die Anlagenperformance und Nachhaltigkeit verbinden. Roboter-Technologie für die Zusammenarbeit von Mensch und Maschine ergänzt das Portfolio. In Halle 8 sind Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF), Autonome Mobile Roboter (AMR) und Carrybots konzentriert, die barrierefreie Transporte und den Arbeitskräftemangel adressieren.

Staplerhersteller in Halle 9 und 10 präsentieren 3- und 4-Rad-Gabelstapler, Gegengewichtsstapler, Elektroseitenstapler und den weltweit ersten automatisierten Cobot für Palettentransporte. Auch alternative Antriebe und die Zukunft der Intralogistik durch Roboter und autonome Fahrzeuge werden vorgestellt.

In Halle 6 zeigen Verpackungstechnikanbieter Lösungen, die den Nachhaltigkeitsaspekt der neuen EU-Verpackungsverordnung berücksichtigen. Diese umfassen Right-Sized-Packaging, Mehrwegverpackungen und innovative Scanner-Hardware zur Prozesseffizienz. Software-Unternehmen in Halle 4 präsentieren IT-Lösungen für vernetzte Informationsaustausche in der Intralogistik, inklusive KI-basierter Funktionen und Algorithmen zur Optimierung von Prozessen. Die Auto-ID-Branche in Halle 2 zeigt aktuelle Applikatoren, Etikettier- und Erfassungssysteme sowie Sicherheits-, E-Paper- und RFID-Etiketten.

Messeleiter Michael Ruchty erwartet angesichts der Herausforderungen durch Digitalisierung und Automatisierung steigende Besucherzahlen.

Foren und Live-Events der Messe

Neben der Fachausstellung bietet die Logimat Fachbesuchern und Neueinsteigern praxisorientierte Expert Forums, Exhibitor Insights, Live-Events und den Logimat-Campus im ICS Foyer. So vertiefen Experten in 15 Foren Themen für zukunftsfähige Investitionen. Rund 70 Exhibitor Insights bieten Hintergrundinfos zu neuen Exponaten. Live-Events und ein Anwenderforum zu Mobile Robotik geben Praxistipps. Der Logimat-Campus fördert Recruiting und vernetzt Unternehmen mit jungen Fachkräften.

An allen Vortragsprogrammen bietet die Logimat Arena ein Vortragsprogramm. Themen wie Automatisierung und KI stehen im Fokus. Experten diskutieren über Automatisierungslösungen, KI-basierte Bildverarbeitung und Prozessoptimierung. Weitere Foren behandeln Sicherheit, Cybersecurity, Zollprozesse, Holz als Baustoff und Geschäftschancen im asiatischen Markt. Ein Anwenderforum informiert über Trends im AMR- und FTF-Segment. Der Logimat-Campus bietet Karrieretipps und Kontakt zu potenziellen Arbeitgebern. Live-Events zu Auto-ID-Technologien und Ladungssicherung runden das Programm ab. ■

www.logimat-messe.de



Vom 11. bis 13. März präsentieren Aussteller in sieben Messehallen der Messe Nürnberg die neuesten Entwicklungen in Hardware, Software und Services.

Embedded World: Treffpunkt der Branche und Wissenshub

Vom 11. bis 13. März präsentieren Aussteller in sieben Messehallen der Messe Nürnberg die neuesten Entwicklungen in Hardware, Software und Services. Das macht die Embedded World zum zentralen Treffpunkt der Embedded-System-Branche. Begleitend zur Messe finden die Embedded World Conference und die Electronic Displays Conference statt, die umfangreiches Wissen und Networking-Möglichkeiten bieten.

„Während der Embedded World treffen sich alle relevanten Key Player, Branchenexperten und Branchenverbände der Embedded-System-Branche. Das bietet nicht nur die einmalige Gelegenheit zum Netzwerken, sondern auch die Möglichkeit, brandneue Technologien vor Ort zu erleben“, sagt Executive Director Benedikt Weyerer.

Insgesamt bietet die Embedded World Conference über 200 Stunden an Vorträgen und Diskussionen. Prof. Dr. Axel Sikora, Vorsitzender der Konferenz, hebt die Rekordzahl an Einreichungen und die Innovationskraft der Branche hervor: „Wir haben in diesem Jahr deutlich über 600 Einreichungen für die Embedded World Conference erhalten – dies ist ein All-Time-High!“ Schwerpunkte sind „Embedded Intelligence“ und „Systems of Systems“. Durch die Zusammenarbeit mit Community-Partnern werden die Verbindungen innerhalb der Branche gestärkt.

Die Electronic Displays Conference, die am 12. und 13. März stattfindet, nähert sich dem Vorjahresrekord an Einreichungen und fokussiert sich auf professionelle Displays, insbesondere Micro-LED-Technologie. Keynote-Sessions zu „Markt & Trend“ und „Advanced Displays“ sowie anschließende „Author Interviews“ bieten tiefgehende Einblicke.

Weitere Highlights der Messe sind die Keynote von Sandra Rivera, CEO von Altera, zum Thema „Flexible AI at the Edge“, das women4ew-Networking Event für Frauen in der Branche und die Verleihung des Embedded Award in neun Kategorien. Fachbesucher können an der Keynote kostenlos teilnehmen. Für die anderen Sessions ist ein gesondertes Konferenzticket nötig. ■

www.embedded-world.eu

PERFORMANCE ~~CAMERAS~~ PERFORMANCE ~~SOFTWARE~~ PERFORMANCE ~~SYSTEMS~~
For Your Most Challenging AI & Machine Learning Applications

FLEHPROC **FLEHTRANS**

- User defined processing
- Custom CPU, GPU, FPGA plug-ins
- eCapture Pro and eSDK support
- Endless processing flexibility
- Any node to any node transfers
- Zero-Copy and GPU Direct support
- eCapture Pro and eSDK support
- Endless scalability

4K 86KHz 4K 172KHz 8K 300KHz 16K 300KHz 9K TDI 608KHz
12MP 40fps 25MP 103fps 10MP 1000fps 127.7MP 17fps 152MP 16fps

GPU DIRECT eCAPTURE PRO eSDK

5GIGE+ 10GIGE 25GIGE 100GIGE

emergent vision technologies
5GigE, 10GigE, 25GigE, 100GigE cameras from the world leader of high-speed cameras
Learn more: emergentvisiontec.com
Contact us: sales@emergentvisiontec.com

Der Vorstand der VDMA-Fachabteilung Machine Vision: obere Reihe, von links: Holger Wirth (Isra Vision), Dr. Olaf Munkelt (MVTec Software), Markus Maurer (Vitronic); untere Reihe, von links: Dr. Horst-Heinol Heikkinen (Asentics), Daniel Seiler (AT Sensors), Hardy Mehl (Basler)



„Unsere Branche lebt stark von der Kooperation und dem partnerschaftlichen Austausch.“

Vorstandsvorsitzender der VDMA-Fachabteilung Machine Vision im Interview



Bild: MVTec

Dr. Olaf Munkelt, Vorstandsvorsitzender der VDMA-Fachabteilung Machine Vision, spricht über seine Rolle, die Herausforderungen und Ziele der Branche. Er betont die Bedeutung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Bildverarbeitungsindustrie, die Rolle von Künstlicher Intelligenz und Interoperabilität sowie die Notwendigkeit von Innovation und Schnelligkeit angesichts wachsender Konkurrenz, insbesondere aus China.

inspect: Können Sie uns einen Überblick über Ihre Rolle und Aufgaben als Vorstandsvorsitzender der VDMA-Fachabteilung Machine Vision geben?

Dr. Olaf Munkelt: In dieser Rolle sehe mich als Primus inter pares. Unsere Branche lebt stark von der Kooperation und dem partnerschaftlichen Austausch. Das soll sich auch in der Zusammenarbeit in der Fachabteilung

sowie mit der Geschäftsstelle des VDMA für Machine Vision widerspiegeln. Dazu kommt: Die Mitgliedsunternehmen der Fachabteilung kommen aus unterschiedlichen Ecken der industriellen Bildverarbeitung, also aus der Systemwelt, der Komponentenfertigung oder der Software-Entwicklung und bringen so vielfältige Kompetenzen mit. Die unterschiedlichen Perspektiven der Mitgliedschaft in die Arbeit des

Das Wichtigste kompakt

Dr. Olaf Munkelt sieht seine Rolle als Vorstandsvorsitzender der VDMA-Fachabteilung Machine Vision darin, die Zusammenarbeit und den Austausch in der Branche zu fördern. Sein Hauptziel ist die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Bildverarbeitungsindustrie. Kurzfristig liegt der Fokus auf der Erhöhung der Sichtbarkeit und Markttransparenz, langfristig auf der Interoperabilität. Angesichts wachsender Konkurrenz, insbesondere aus China, betont er die Bedeutung von Innovation und Schnelligkeit. Künstliche Intelligenz sei DER zentrale technologische Trend.

Vorstands einfließen zu lassen, gehört ebenfalls zu meinen Aufgaben, und insofern nehme ich eine Moderatoren- und Mentorenrolle ein.

inspect: Welche Ziele haben Sie sich für Ihre vierjährige Amtszeit gesetzt?

Munkelt: Mitte Januar 2025 hatten wir unsere konstituierende Vorstandssitzung. Bevor wir über Ziele und Aktivitäten diskutiert haben,

haben wir uns über die Herausforderungen für die europäische Bildverarbeitungsindustrie ausgetauscht. Wir waren uns alle einig: Die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Bildverarbeitungsindustrie ist das wichtigste Ziel. Wir müssen uns den Spiegel vorhalten und die Frage beantworten: Wie können wir unsere Wettbewerbsfähigkeit wieder erhöhen? Im Augenblick gibt es viele Themen, die dazu führen, dass unsere Branche schwächelt. Aufgabe ist es, für die verschiedenen Herausforderungen zum einen Aufmerksamkeit zu erzeugen und zum anderen Handlungsempfehlungen abzuleiten und unseren Mitgliedsunternehmen an die Hand zu geben. Diese müssen praktikabel und auch umsetzbar sein. Daran wollen wir uns messen lassen.

inspect: Welche kurz- und langfristigen Projekte der Fachabteilung stehen derzeit im Fokus?

Munkelt: Unter kurzfristigen Projekten subsummiere ich die Themen, die man dem Tagesgeschäft unserer Fachabteilung zuordnen kann. Dazu zählt die Sichtbarkeit unserer Branche, insbesondere auf Messen zu erhöhen. Was viele nicht wissen: Die Fachabteilung ist ideeller Träger der Messe Vision in Stuttgart. Markttransparenz herzustellen, indem Marktdaten und Marktzahlen aufbereitet werden, ist ebenfalls Teil unserer wiederkehrenden Arbeit. Das ist eine Dienstleistung, die der VDMA seit vielen Jahren anbietet und die eine hohe Qualität aufweist.

Bei den langfristigen Projekten möchte ich das Thema Interoperabilität herausheben. Dort wird es auch zu einer personellen Verstärkung in der VDMA-Geschäftsstelle kommen.

inspect: Wie bewerten Sie die derzeitige globale Lage der deutschen Bildverarbeitungsindustrie?

Munkelt: Die Situation ist auch dadurch gekennzeichnet, dass wir eine Nachfrageschwäche bei wichtigen Kundenindustrien sehen. Die deutsche Automobilbranche zeichnet für rund 18 Prozent des Umsatzes der Systemhersteller der industriellen Bildverarbeitung hierzulande verantwortlich. Über die Lage der Autobauer und auch der Zulieferfirmen kann man jeden Tag in der Zeitung lesen. Aber auch im asiatischen Raum schwächeln Branchen, die für uns lange Zeit Wachstumstreiber waren. Beispiele sind die Elektronik- und Halbleiterfertigung. In den USA erleben wir derzeit allerdings eine positive Entwicklung.

Das ist die eine Seite der Medaille. Die andere Seite ist das Thema Wettbewerbsfähigkeit und Konkurrenzsituation.

inspect: Welchen Herausforderungen steht die Industrie derzeit gegenüber? Und wie kann sie diese überwinden?

Munkelt: Wir erleben, dass die Konkurrenzsituation deutlich härter wird. Gerade aus China

drängen Player auf den europäischen Markt. Die USA schotten sich ja bereits seit einiger Zeit gegen chinesische Konkurrenz auf verschiedenen Wirtschafts- und Technologiefeldern ab.

Neue Konkurrenz und Wettbewerb ist vom Grundsatz richtig und wichtig. Den nehmen wir gerne an, zumal auch die europäische Machine-Vision-Branche in China aktiv ist. Unsere Sorge ist jedoch die, dass die Spielregeln nicht überall die gleichen sind. Der chinesische Staat fördert sehr gezielt die Industrien und auch die Unternehmen, die er für förderungswürdig hält. Das führt zu Wettbewerbsverzerrungen. Als Branchenverband können wir das Problem nicht lösen, sondern müssen uns mit der Bitte an die Politik wenden, sich das genau anzusehen. In anderen Branchen wurden die Marktungleichheiten von der Europäischen Union erkannt und sie hat durch die Einführung von Zöllen entsprechend gehandelt.

inspect: Wie bewerten Sie die Zukunft der deutschen Bildverarbeitungsindustrie angesichts der wachsenden Konkurrenz, insbesondere aus China? Und wie kann hier der VDMA einwirken?

Munkelt: Die marktverzerrende Wirkung durch die Subventionen des chinesischen Staates ist die eine Seite. Hier ist die Politik gefragt. Aber auch wir Unternehmen stehen in der Verantwortung, tätig zu werden. Unser Ansatz ist, dass wir innovativer und schneller werden müssen sowie unsere Produkte und Dienstleistungen zu konkurrenzfähigen Preisen anbieten müssen. Diese Fragen zu beantworten, wird der Schwerpunkt unserer Arbeit beim VDMA in den nächsten Jahren sein.

inspect: Welche technologischen Entwicklungen und Trends sehen Sie als besonders relevant für die Maschinenbauindustrie?

Munkelt: Klare Antwort: Künstliche Intelligenz. Entscheidend wird sein, wie wir die Fragen, die sich daraus ableiten, beantworten können: Wie können wir KI gut einsetzen? In welchen Szenarien liefert sie wirklich einen Mehrwert? Hier taucht das vorhin schon erwähnte Schwerpunktthema Interoperabilität wieder auf. Es geht darum, dass die verschiedenen Daten, die in der Produktion entstehen, über sämtliche Aggregationsstufen nutzbar sein müssen. Und dass diese Nutzung der Daten auch in der Hand derer bleibt, die sie erzeugt haben. Inwieweit die regulatorischen Voraussetzungen – ich habe da zum Beispiel den EU AI Act vor Augen – praxistauglich sind oder doch eher ein Hindernis, wird sich zeigen.

Bezogen auf die Arbeit des VDMA heißt das: Wir erleben gerade, dass die Fortschritte im Bereich der Künstlichen Intelligenz sehr groß sind und zudem in kurzen Zyklen erfolgen. Unsere Aufgabe ist es, Mitgliedsunternehmen Bewertungsmöglichkeiten an die Hand zu geben, die für verschiedene Szenarien



Mark Williamson (rechts) übergibt den Staffelstab des VDMA-Machine-Vision-Vorsitzenden an Olaf Munkelt.

geeignet und auch nachhaltig sind. Investitionen müssen sich ja auch rechnen und wenn beispielsweise ein KI-Modell in zwei oder drei Jahren nicht mehr zur Verfügung steht oder nicht mehr kompatibel ist, ist das ein Problem.

inspect: Was motiviert Sie, sich im VDMA zu engagieren?

Munkelt: Der Austausch mit Gleichgesinnten steht an erster Stelle, denn gerade in diesen unruhigen Zeiten ist es wichtig, sich zu Best Practices auszutauschen. Aus langjähriger Erfahrung weiß ich, dass Themen, die für das eigene Unternehmen relevant sind, ebenso für andere Unternehmen von Bedeutung sind. Von der Austauschplattform VDMA profitieren alle.

inspect: Würden Sie Schulabgängern raten, sich die Bildverarbeitungsbranche genauer anzuschauen? Warum?

Munkelt: Das habe ich bereits und mit Erfolg meinen eigenen Kindern geraten. Sie waren überrascht von der Vielfalt der Themen unserer technologisch getriebenen Branche. Die industrielle Bildverarbeitung bietet nicht nur Technik, sondern viele weitere Facetten. Zum Beispiel die internationale Vernetzung oder die Möglichkeit, in verschiedene Produktionsprozesse hineinzuschauen. Aber auch auf einer höheren Ebene ist die industrielle Bildverarbeitung ein Zukunftsthema. Machine Vision ist der Hidden Champion der Automatisierung. Mit anderen Worten: Unser Branche hat noch sehr viel Potenzial! ■



MVTec: Halle 2, Stand 658

AUTOR
David Löh
Chefredakteur der inspect

KONTAKT
VDMA e.V., Fachabteilung Machine Vision,
Frankfurt
www.vdma.org/machine-vision

Der Beitrag zur Bruttowertschöpfung (BWS) des indischen Fertigungssektors wird voraussichtlich von derzeit 14 Prozent (459 Milliarden USD) auf 21 Prozent (1.557 Milliarden USD) bis zum Jahr 2032 steigen.

Raghava Kashyapa, Mitbegründer des IMVA:
„Die industrielle Bildverarbeitung wird in der indischen Industrielandschaft immer wichtiger.“

Bild: Alle Bilder: IMVA

„Wir wollen Indiens Bildverarbeitungsindustrie vereinen“



Interview mit Raghava Kashyapa, Mitbegründer der Indian Machine Vision Association (IMVA)

Die Indian Machine Vision Association (IMVA) vereint Indiens Bildverarbeitungsindustrie, um Wachstum und Innovation zu fördern. Im Interview gibt Raghava Kashyapa, Mitbegründer der IMVA, Einblicke, wie der Verband Unternehmen unterstützt, um Fachkräfte auszubilden und die Herausforderungen der Branche zu meistern.

inspect: Warum wurde die Indian Machine Vision Association (IMVA) gegründet?

Raghava Kashyapa: Die IMVA wurde gegründet, um die indische Bildverarbeitungsindustrie zu vereinen. Durch die Zusammenführung von Unternehmen, Fachleuten und Forschern wollen wir Wissen austauschen und gemeinsame Herausforderungen angehen. Angesichts des wachsenden Bedarfs Indiens an Bildverarbeitungstechnologien trägt ein vereinigter Verband dazu bei, die Bemühungen zu bündeln und das Branchenwachstum zu fördern.

inspect: Was ist das Ziel der IMVA?

Kashyapa: Unser Hauptziel ist es, die Nutzung und Entwicklung von Bildverarbeitungstechnologien in Indien zu fördern. Wir unterstützen Unternehmen, bilden Fachkräfte aus und vernetzen Akteure der Branche. Wir setzen uns auch für die Interessen der Branche in Bezug auf Regierungspolitik und -vorschriften ein.

inspect: Wer sind die Gründungsmitglieder?

Kashyapa: Zu den Gründungsmitgliedern gehören Fachleute und Unternehmen aus verschiedenen Bereichen des Bildverarbeitungs-Ökosystems, wie Systemintegratoren, Technologieanbieter, Akademiker und Hersteller. Die Idee wurde von mir und Ronald Müller

(von Vision Markets) ins Leben gerufen, da wir die Notwendigkeit einer solchen Vereinigung erkannten. Ein erstes Treffen im April 2024 in Bangalore mit 12 Teilnehmern bestätigte diese Idee, gefolgt von einem Treffen auf der Automate-Messe in Mumbai, bei dem wir sie für 25 Gründungsmitglieder zugänglich machten. Seitdem arbeitete eine Untergruppe der Gründungsmitglieder fleißig an der Ausarbeitung der Satzung und der Organisationsstruktur, die wir im ersten Quartal 2025 etablieren werden. Wir rechnen damit, in den nächsten 12 bis 18 Monaten 100 weitere Mitglieder zu gewinnen.

inspect: Welche Voraussetzungen muss ein Unternehmen erfüllen, um Mitglied zu werden?

Kashyapa: Die Mitgliedschaft steht sowohl nationalen als auch internationalen Organisationen offen, die im Ökosystem der industriellen Bildverarbeitung tätig sind, sei es durch Technologie, Forschung oder Anwendung.

inspect: Welche Rolle spielt maschinelles Sehen in der indischen Industrie?

Kashyapa: Die industrielle Bildverarbeitung wird in der indischen Industrielandschaft immer wichtiger. Sie verbessert die Qualitätskontrolle, steigert die Produktivität und gewährleistet die Sicherheit in verschiedenen Sektoren, darunter Fertigung, Logistik, Gesundheitswesen, Landwirtschaft und Verkehrsmanagement. Regierungsinitiativen wie „Make in India“ und das Programm „Production Linked Incentive (PLI)“ hat die Einführung fortschrittlicher Technologien, einschließlich der industriellen Bildverarbeitung, beschleunigt, indem sie die inländische Fertigung fördert und die Importabhängigkeit verringert.

Im Fertigungssektor, insbesondere in fortschrittlichen Branchen wie der Automobil- und Elektronikindustrie, sind Bildverarbeitungssysteme für Präzision und Effizienz unerlässlich. Der Fertigungssektor in Indien steht vor einem bedeutenden Wachstum, wobei sein Beitrag zur Bruttowertschöpfung (BWS) voraussichtlich von derzeit 14 Prozent (459 Milliarden USD) auf 21 Prozent (1.557 Milliarden USD) bis 2032 steigen wird.

Über die traditionelle Fertigung hinaus setzt Indiens Startup-Ökosystem zunehmend auf die maschinelle Bildverarbeitung. In Sektoren wie Agrartechnik, Gesundheitstechnik und Bautechnik werden innovative Anwendungen der maschinellen Bildverarbeitung eingesetzt, die durch die Demokratisierung von Software und zugänglichen KI-Tools vorangetrieben werden. So nutzen beispielsweise Agrartechnik-Startups KI-gesteuerte Lösungen, um die landwirtschaftlichen Praktiken in ganz Indien zu revolutionieren.

Die Präsenz globaler Technologieführer in Indien unterstreicht das erwartete Wachstum. Unternehmen wie Nvidia haben eine bedeutende Präsenz im Land aufgebaut, und führende Akteure wie LMI Technologies haben Niederlassungen gegründet, was das Vertrauen in den expandierenden Markt und das Potenzial für eine weit verbreitete Implementierung von Bildverarbeitungslösungen widerspiegelt.

inspect: Wie sehen Sie die Entwicklung der Bildverarbeitungstechnologie in Indien und weltweit?

Kashyapa: Die Technologie der maschinellen Bildverarbeitung macht in Indien rasante Fortschritte, insbesondere bei der Software-Entwicklung. Indische Unternehmen entwickeln innovative Lösungen, die auf verschiedene Branchen zugeschnitten sind und zum globalen Ökosystem der maschinellen Bildverarbeitung beitragen.

Allerdings hinkt die Hardware-Fertigung in Indien Ländern wie China hinterher, die über eine besser ausgebaute Infrastruktur und Produktionskapazitäten verfügen. Diese Ungleichheit führt zu Herausforderungen bei der Verfügbarkeit und den Kosten von Hardware-Komponenten für die maschinelle Bildverarbeitung in Indien.

Die Systemintegration ist für den effektiven Einsatz von Bildverarbeitungssystemen entscheidend. Während die notwendige Technologie vorhanden ist und die Nachfrage steigt, mangelt es in Indien an qualifizierten Systemintegratoren. Um diese Lücke zu schließen, ist es unerlässlich, bestehende Integratoren in der Anwendung von Bildverarbeitungstechnologien zu schulen. Bildungsinitiativen und praktische Schulungsprogramme können das für eine erfolgreiche Umsetzung erforderliche Fachwissen verbessern.

inspect: Wie wichtig ist die Aus- und Weiterbildung von Bildverarbeitungsexperten für Sie?

Kashyapa: Bildung und Ausbildung sind für die Weiterentwicklung der Bildverarbeitungstechnologie von entscheidender Bedeutung. Eine große Herausforderung in Indien ist der Mangel an qualifizierten Fachkräften, insbesondere im Bereich der Systemintegration – eine entscheidende Komponente, die die nahtlose Einbindung von Bildverarbeitungssystemen in bestehende industrielle Prozesse gewährleistet. Der Aufbau von Fachwissen in diesem Bereich ist unerlässlich, um die Vorteile der Bildverarbeitungstechnologien voll ausschöpfen zu können. Durch die Konzentration auf eine

effektive Integration können Unternehmen die Herausforderungen bei der Umsetzung bewältigen und die Gesamtleistung ihrer Automatisierungsprozesse verbessern.

inspect: Welche Herausforderungen sehen Sie in der indischen Bildverarbeitungsindustrie?

Kashyapa: Die indische Bildverarbeitungsindustrie steht vor mehreren Herausforderungen, die ihr Wachstum und ihre breite Akzeptanz behindern:

- **Begrenztes Bewusstsein:** Viele Organisationen sind sich der Vorteile und potenziellen Anwendungen der Bildverarbeitungstechnologie nicht voll bewusst, was zu einer zögerlichen Einführung führt.
- **Einschränkungen bei der Hardware-Herstellung:** Die lokale Produktion von Bildverarbeitungshardware in Indien ist begrenzt, was zu einer Abhängigkeit von Importen führt, was die Kosten erhöht und die Umsetzungsfristen beeinträchtigen kann.
- **Mangel an qualifizierten Integrationsfachleuten:** Es gibt eine erhebliche Lücke bei der Verfügbarkeit von ausgebildeten Experten, die Bildverarbeitungssysteme entwerfen, implementieren und warten können, insbesondere in Systemintegrationsfunktionen.
- **Vermeintlich hohe Kosten:** Einige Unternehmen sehen Bildverarbeitungssysteme als teure Investitionen an und stufen sie eher als Luxus denn als Notwendigkeit ein, was ihre Investitionsbereitschaft hemmt. Um diese Herausforderungen zu bewältigen, sind gemeinsame Anstrengungen in den Bereichen Bildung, lokale Fertigungskapazitäten, Kompetenzentwicklung und Änderung der Wahrnehmung des Werts und der Rendite erforderlich, die die Bildverarbeitungstechnologie bieten kann. ■

AUTOR

David Löh

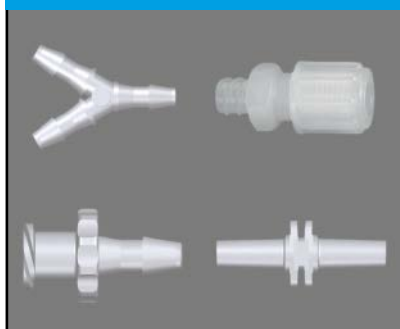
Chefredakteur der inspect

KONTAKT

Indian Machine Vision Association
<https://imva.in>

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



Effizientere Prüfprozesse durch Multistrobe-Imaging

Schnelle Beleuchtungssteuerung in komplexen Anwendungen

Die hohen Geschwindigkeiten, mit denen viele industrielle Prozesse heutzutage ablaufen, lassen Bildverarbeitungssystemen nur wenig Zeit, alle erforderlichen Informationen präzise zu erfassen. Multistrobe-Imaging mit Sequenzfunktion – wobei bei einem Durchlauf zwei oder mehr Aufnahmen erstellt werden – kann hier eine Lösung sein, weil mehrere Merkmale mithilfe unterschiedlicher Beleuchtungsszenarien geprüft werden können.

Unterschiedliche Fehler an Prüfteilen können je nach Fehlerart den Einsatz verschiedener Beleuchtungen erfordern. So sind beispielsweise Aufricht-Beleuchtungen in der Regel eine gute Grundlage, um Kratzer oder andere Defekte an Oberflächen zu erkennen, wohingegen die Maßhaltigkeit geometrischer Formen im Durchlicht meist einfacher zu beurteilen ist. Müssen Bauteile gleichzeitig auf

vielfältige Fehlerarten untersucht werden, würden sich die verschiedenen Beleuchtungen im parallelen Betrieb gegenseitig stören. Somit ist eine sequenzielle Prüfung häufig unvermeidbar, was die Taktzeit erhöht. Gerade im Fall von Zeilenkameras steigt diese erheblich an, da das gleiche Objekt unter unterschiedlichen Beleuchtungsszenarien mehrfach gescannt werden muss.

Das Wichtigste kompakt

Der Ipulse-Beleuchtungs-Controller ermöglicht durch präzise Stromimpulse von weniger als 1 μs und Stromstärken bis 200 A eine stabile und präzise Strobe-Beleuchtung mit High-Power-LEDs. Dies ermöglicht es, durch schnelles Umschalten zwischen verschiedenen Beleuchtungsszenarien mehrere Inspektionen in einem Durchlauf zu kombinieren, was die Taktzeiten erheblich verkürzt. Zudem reduzieren sich die Hardware-Kosten, da weniger Bildverarbeitungskomponenten benötigt werden, was zu effizienteren und wirtschaftlicheren Inspektionsprozessen führt.



Bilder: Vichit/Adbestock, Rauscher



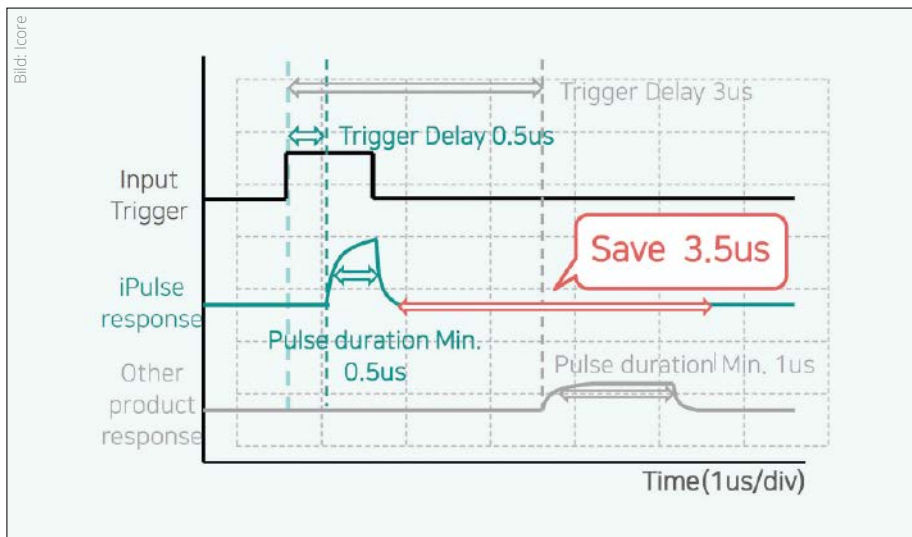
Auf Basis des Beleuchtungscontrollers IP-2P2S-5C von Icore haben die Rauscher-Experten ein System entwickelt, das eine vielseitige, schnelle und hochgenaue Bildverarbeitung mit Multistrobe-Technologie ermöglicht. Schlüssel zum Erfolg ist dabei das schnelle Umschalten zwischen verschiedenen Beleuchtungsszenarien.

Eine effiziente Alternative zu dieser Vorgehensweise hat der Bildverarbeitungsspezialist Rauscher während der letztjährigen Fachmesse Vision demonstriert. Entscheidendes Element des dort gezeigten Systems ist ein Ipulse-Beleuchtungs-Controller des Rauscher-Partners Icore, erläutert Thomas Miller, einer der beiden Geschäftsführer von Rauscher: „Ipulse-Controller erlauben eine hocheffiziente Ansteuerung von Beleuchtungen, da sie sehr präzise Stromimpulse von weniger als

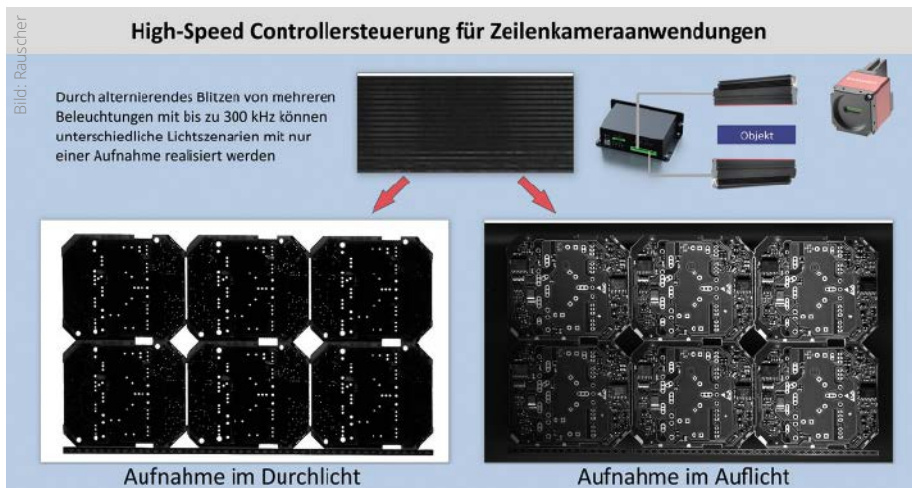
1 μ s und Stromstärken bis 200 A erzeugen können. Dies ermöglicht eine stabile und präzise Strobe-Beleuchtung auch mit High-Power-LEDs.“ Der wesentliche Vorteil dieser Herangehensweise besteht darin, mehrere sequenzielle Inspektionen zusammenfassen zu können und somit effizientere, wirtschaftlichere Prozesse zu generieren.

Im Vergleich zu herkömmlichen Beleuchtungssteuerungen bieten Ipulse-Controller zwei wesentliche Vorzüge: Zum einen verkürzt sich

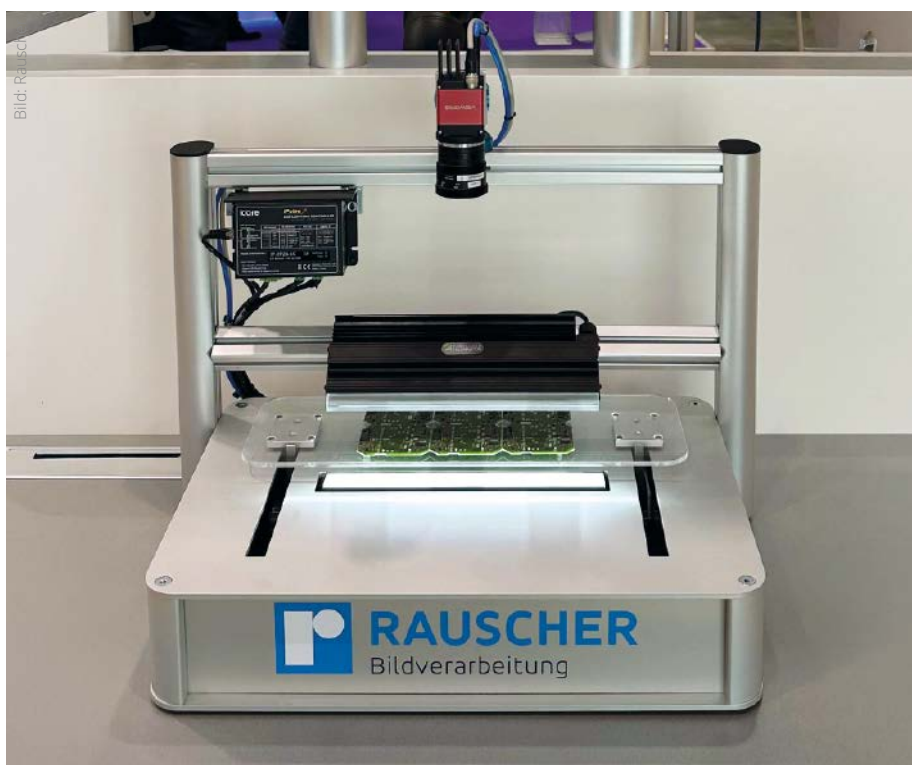
die Antwortzeit bis zum Ansprechen der angesteuerten Beleuchtungen durch die extrem schnellen Stromimpulse deutlich. Zum anderen führt die erzielbare kurze Pulsdauer mit hohen Stromstärken dazu, dass die Beleuchtungen exakt und ausschließlich während des benötigten Zeitraums aktiv sind und ihre volle Leistung bis hin zum Zehnfachen des LED-Nennstroms abgeben können. Dadurch lässt sich eine schnellere Blitztaktung erzielen, was die Voraussetzung für die Multistrobe-Technologie ist.



Die Geschwindigkeit und die Höhe der Stromimpulse von Ipulse-Controllern ermöglichen ein effizientes Ansteuern von Beleuchtungen; eine Voraussetzung für die Multistrobe-Technologie.



Screenshot des Demo-Systems, mit dem Rauscher das Grundprinzip der Multistrobe-Technologie auf der Vision 2024 zeigte.



Schnelles Umschalten zwischen Szenarien

Auf Basis des eingesetzten IP-2P2S-5C Controllern haben die Rauscher-Experten ein System entwickelt, das eine vielseitige, schnelle und hochgenaue Bildverarbeitung mit Multistrobe-Technologie ermöglicht. Schlüssel zum Erfolg ist dabei das schnelle Umschalten zwischen verschiedenen Beleuchtungsszenarien, betont Miller: „Über einen Ipulse-Beleuchtungs-Controller lassen sich sehr schnelle Wechsel zwischen mehreren Beleuchtungsbedingungen realisieren, indem die angeschlossenen Beleuchtungen beispielsweise mit unterschiedlichen Intensitäten oder Beleuchtungswinkeln betrieben werden. Je nach Setup ist es auch möglich, die Wellenlängen zu variieren, um so bei Multispektral-Systemen verschiedene Schwerpunkte bezüglich der Spektralverteilung zu setzen. Diese Technologie lässt sich sowohl in Areascan- als auch in Linescan-Anwendungen umsetzen.“

Das ermöglicht es, sehr flexible Vision-Systeme zu realisieren, mit denen dynamische Szenenaufnahmen, High-Speed Imaging, Strobe-Anwendungen mit reduzierter Bewegungsunschärfe oder auch Aufnahmen mit mehreren Blickwinkeln zum Erfassen von Tiefeninformationen in 3D kein Problem sind. Mit der Multistrobe-Technologie lassen sich somit kosteneffizient Aufnahmen benutzerdefinierter Sequenzen erzielen, die zudem in Echtzeit angepasst werden können.

Eine Kamera, mehrere Einblicke

Um die Leistungsfähigkeit solcher Systeme anhand einer Messdemo zu zeigen, kombinierte das Technik-Team von Rauscher den Ipulse Lichtcontroller von Icore mit einer Zeilenkamera der Vieworks-VL-Serie und einer Aufsicht- sowie einer Durchlicht-Beleuchtung von Advanced Illumination. Als Software für die Bildauswertung kam die Zebra Aurora Imaging Library zum Einsatz.

„Mit jeder Aufnahme der Zeilenkamera werden in diesem System zwei Bilder erzeugt“, verdeutlicht Miller. „Der Controller aktiviert die beiden Beleuchtungen dabei jeweils so, dass eine Bildzeile im Aufsicht und die andere im Durchlicht entsteht. Jede Zeile des Bildes wird also unter unterschiedlichen Lichtverhältnissen aufgenommen. Auf der Software-Ebene werden die geraden und ungeraden Zeilen anschließend aufgeteilt, um die beiden Bilder zu erzeugen.“

Für die fehlerfreie Funktion des Systems ist an der horizontalen Achse, auf der das Prüfobjekt – in diesem Beispiel eine unbestückte Leiterplatte – befestigt ist, eine Lichtschranke montiert. Sie dient als Frame Trigger und aktiviert den Beginn der Aufnahme in der Kamera. Der Motor, der die horizontale Achse antreibt, ist mit einem Encoder gekoppelt. Er misst die Drehgeschwindigkeit des Antriebs

Technik im Detail

Beleuchtungs-Controller mit bis zu acht Kanälen

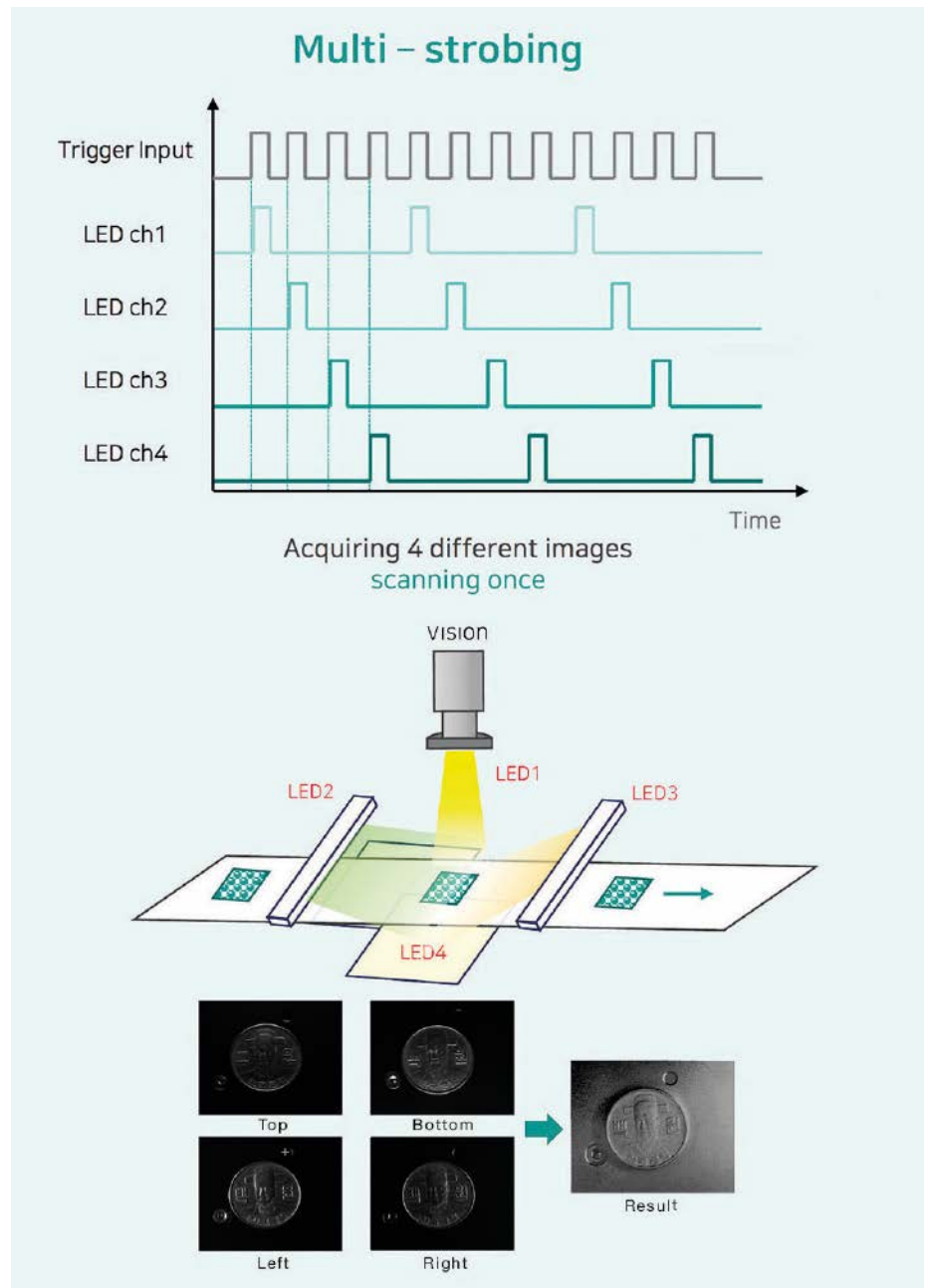
Die Ipulse-Familie an Beleuchtungs-Controllern von Icore umfasst derzeit 20 Modelle mit ein, zwei, vier oder acht Kanälen, die Stromstärken zwischen 0,2 und 20 Ampere im Dauerbetrieb beziehungsweise zwischen 2 und 200 Ampere im Blitzbetrieb zur Verfügung stellen. Bei der Ausgangsleistung decken die Controller je nach Modell pro Kanal einen Bereich von 60 bis 500 Watt und bei der Gesamtleistungen 60 bis 1.000 Watt ab. Aufgrund dieser vielseitigen technischen Merkmale ist es möglich, für jede Aufgabenstellung das jeweils optimal geeignete Modell einzusetzen.

und gibt auf dieser Basis die erforderlichen Line-Trigger-Signale an die Kamera weiter, um die Aufnahme jeder Zeile zu starten. Immer, wenn die Kamera belichtet, sendet sie ein Exposure-Active-Signal an den Beleuchtungs-Controller, der dann eine vorgegebene Sequenz erzeugt, um die angeschlossenen Beleuchtungen nacheinander zu aktivieren.

„Für unsere Vision-Demo betreiben wir die Kamera mit der doppelten Zeilenrate, um jede Zeile zweimal zu beleuchten und aus den aufgenommenen Informationen dann anschließend zwei vollständige Bilder zu separieren“, erläutert Miller weiter. „Damit wollten wir das Grundprinzip der Multistrobe-Technologie zeigen. Aufgrund der extrem präzisen Ipulse-Controller sind zwei Bilder pro Zeile aber noch lange nicht das Ende der Fahnenstange. In Abhängigkeit von den jeweiligen Randbedingungen, den zu erkennenden Fehlerarten und den im System integrierten Beleuchtungen können mit solchen Multistrobe-Systemen prinzipiell beliebig viele Informationen in einem Durchlauf aufgenommen und von der Software in aussagekräftige Bilder umgewandelt werden.“

Multistrobe-Imaging in der Anwendung

Multistrobe-Imaging bietet nach Millers Aussage in vielen industriellen Anwendungen eine wirtschaftliche Option, Prüfobjekte mit nur einem statt mit mehreren sequenziellen Vision-Systemen auf unterschiedliche Merkmale und Fehlerarten zu untersuchen. „Natürlich ist diese Technologie keine Wunderwaffe, die sich für jeden Einsatzfall eignet. Wenn die Aufgabenstellung Multistrobe-Bildverarbeitung aber zulässt, so kann dies die Hardware-Kosten für den Anwender deutlich reduzieren und auf diese Weise zu effizienteren, wirtschaftlicheren Inspektionsprozessen



Die Grafik verdeutlicht die prinzipielle Funktionsweise der Multistrobe-Technologie: In diesem Beispiel werden vier an unterschiedlichen Positionen montierte LED-Beleuchtungen mit sehr kurzen Zeitabständen nacheinander angesteuert. Die vier daraus resultierenden Bilder fasst die eingesetzte Software zu einem einzigen Bild zusammen, das die Informationen aller Aufnahmen unter den unterschiedlichen Beleuchtungsrichtungen kombiniert. Fehler, die in nur einem der Einzelbilder erkennbar waren, sind auf diese Weise im Gesamtbild enthalten, was eine sicherere Identifikation unerwünschter Objektmerkmale ermöglicht. Aufgrund der präzisen und schnellen Ansteuerung der Beleuchtungen im Bereich von bis zu unter 1 μ s können mit Ipulse-Controllern ausgestattete Systeme auch dann noch Bilder der Prüfobjekte in nahezu derselben Position aufnehmen, wenn die Objekte mit höheren Geschwindigkeiten beispielsweise auf einem Transportband durch den Prozess bewegt werden.

führen.“ Als besonders geeignet hält Miller die Technologie beim Einsatz in Bildverarbeitungsaufgaben wie Materialprüfungen, Oberflächeninspektionen oder 3D-Formanalysen. „Bei der Beurteilung der Frage, in welchen Fällen der Multistrobe-Ansatz tatsächlich Vorteile für den Anwender bringt, helfen unsere Experten gerne weiter“, so Miller. ■

AUTOR

Peter Stiefenhöfer
Inhaber von PS Marcom Services

KONTAKT

Rauscher GmbH Bildverarbeitung, Olching
Tel.: +49 8142 448410
Fax: +49 8142 4484190
E-Mail: info@rauscher.de
www.rauscher.de



Zur Prüfung der Klebefugen seines Mehrschichtparketts setzt der österreichische Hersteller Scheucher auf Bildverarbeitung mit künstlicher Intelligenz, genauer gesagt auf IDS-NXT, ein Komplettsystem für den Einsatz von intelligenten Kameras.

Inferenzkameras in Embedded-Systemen

Intelligente Qualitätsprüfung von Klebefugen bei der Parkett-Herstellung

Parkett ist nicht gleich Parkett – laut Hersteller erfreut sich vor allem das Mehrschichtparkett großer Beliebtheit. Dazu verklebt das Unternehmen bei der Fertigung mehrere Holzschichten miteinander und prüft die Qualität der Dielen anschließend mit UV-Licht und intelligenter Bildverarbeitung. Die hierfür eingesetzten Inferenzkameras werden mittels neuronalen Netzes trainiert, und ein FPGA verarbeitet die Bilddaten direkt „on the edge“. So lassen sich fehlerhafte Parkett dielen zuverlässig erkennen.

Parkett sorgt für eine warme Atmosphäre. Seine natürliche Maserung wirkt lebendig und verleiht einem Raum Charakter. Neben massiven Varianten verkauft die Firma Scheucher Holzindustrie aus Mettersdorf in Österreich das sogenannte Mehrschichtparkett. Bei seiner Herstellung muss einiges berücksichtigt werden: Die Wahl der Holzart beeinflusst beispielsweise die Stabilität und das Aussehen des Parketts. Wie der Name schon sagt, besteht es aus mehreren Schichten, genauer gesagt aus einer Träger- und einer Nutzschicht. Als Träger kommen bei Scheucher Fichte oder Kiefer zum Einsatz. Für die Nutzschicht kann eine Vielzahl von Holzarten verwendet werden.

Ein Vorteil des Fertigparketts liegt in seiner einfachen Verlegung: Es lässt sich schwimmend verarbeiten, muss also nicht verklebt werden. Ein Klicksystem sorgt dabei für den exakten Sitz der Dielen. Wichtig dabei ist, dass das Klicksys-

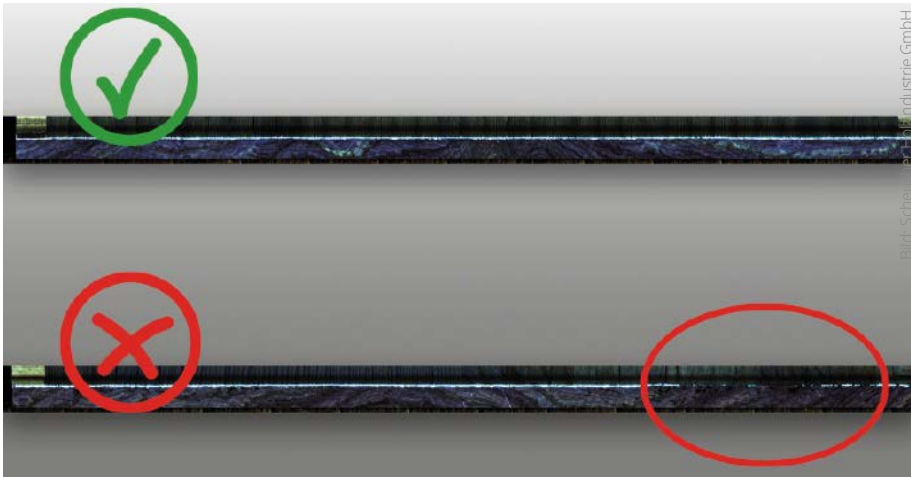
tem mit hoher Präzision gefräst wird, damit die Paneele passgenau ineinandergreifen. Fehlerhafte Fräsungen führen zu Problemen bei der Verlegung und zu Instabilität. Gleiches gilt auch für die Klebeverbindung zwischen der Träger- und der Nutzschicht des Parketts. Der Klebstoff muss gleichmäßig aufgetragen werden, um eine sichere Verbindung zwischen den Schichten zu gewährleisten. Luft einschließen oder unregelmäßige Auftragsmengen können zu Hohlräumen führen und die Lebensdauer beeinträchtigen. „In der Profilierung für unsere Multiflor-Parkettböden wird ein spezielles Klickprofil in die Dielen gefräst. Im Zuge dieses Prozesses wird mittels zweier intelligenter NXT-Kameras von IDS das Vorhandensein von Klebstoff in der Klebstoffuge zwischen Decklage und Trägerschicht kontrolliert“, erläutert Klaus Bauer, bei Scheucher verantwortlich für den Bereich Forschung & Entwicklung.

Das Wichtigste kompakt

Die Firma Scheucher Holzindustrie produziert und verkauft unter anderem Mehrschichtparkett, das aus miteinander verklebten Schichten besteht. Für die Qualitätskontrolle setzt das österreichische Unternehmen auf Bildverarbeitung mit künstlicher Intelligenz. So werden die Klebefugen mittels UV-Licht und zweier IDS-NXT-Rio-Kameras geprüft. Die Inferenzkameras nutzen neuronale Netze, um Fehler zu erkennen. Zudem werden die Bilddaten direkt „on the edge“ per FPGA verarbeitet. Das Ergebnis wird an den Folgeprozess weitergegeben. Durch die Embedded-Lösung spart Scheucher den Host-PC ein und senkt den Energieverbrauch sowie die Systemkosten.

Einsatz von künstlicher Intelligenz

Scheucher beleuchtet dazu die bereits verleimten Parkett dielen mit UV-Licht. Der Klebstoff fluoresziert und Klebereste werden sichtbar. Um fehlerhafte Dielen zu erkennen, setzt Scheucher auf Bildverarbeitung mit künstlicher Intelligenz. Pro System kommen zwei IDS-NXT-Rio-Kameras zum Einsatz. Die intelligenten Modelle werden durch das Aufspielen eines



„Ok“ und „Not Ok“-Paneele im Vergleich: Das Schlechteil zeigt im rechten Drittel eine vermutlich unzureichende Verklebung.



Scheucher nutzt die Inferenzkamera-Komplettlösung für KI-Anwendungen in der industriellen Bildverarbeitung von IDS - die IDS-NXT-Rio: Die Inferenzkameras erkennen mittels neuronaler Netze fehlerhafte Verklebungen.

neuronalen Netzes zu Inferenzkameras. Sie detektieren die fluoreszierenden Klebefugen und verarbeiten die Bilddaten „on the edge“ per FPGA und geben das Ergebnis an den Folgeprozess weiter. Die Embedded-Lösung ersetzt den Host-PC und senkt Energieverbrauch und Systemkosten. IP-geschützte Steckverbinder und ein robustes Gehäuse machen sie industrietauglich. Das Industrieprotokoll OPC-UA ermöglicht die direkte Kommunikation mit Maschinen und Steuerungen.

Die Anwendungsentwicklung und Integration in das bestehende Fertigungssystem des Parkettherstellers war mit dem IDS-NXT-Rio-Experience-Kit schnell bewältigt. Die Inferenzkamera-Komplettlösung für KI-Anwendungen in der Bildverarbeitung enthält alle Komponenten, die ein Anwender für die Erstellung, das Trainieren und Ausführen eines neuronalen Netzes in einer produktiven Umgebung benö-

tigt. Im Paket sind sowohl die Hardware – in Form der IDS-NXT-Rio-Industriekamera mit 1,6-MP-Sony-Farbsensor inklusive Strom- und Datenkabel sowie Stativadapter und Objektiv – als auch die benötigte Software in Form einer Lighthouse-Lizenz enthalten. Anwendende können sich so ganz auf die Applikation konzentrieren, ohne sich mit Deep Learning, Bildverarbeitung oder Programmierung auseinanderzusetzen zu müssen.

Vorteile gegenüber klassischer Bildverarbeitung

„Wir hatten zur Qualitätskontrolle unserer Klebverbindungen bislang keine Bildverarbeitung in der Profileranlage im Einsatz, weder regelbasiert noch intelligent. Dennoch war es unser Ziel, auch als Laie, diese Anforderung mittels KI zu lösen. Da wir Fehler suchen, die nur selten auftreten, war unsere Herausforderung, eine ausreichende Anzahl von ‚Schlechtteilbildern‘ für das Training des neuronalen Netzes zu finden“, erklärt Bauer. „Am Ende benötigten wir rund 60 Gut- und Schlechteilmuster bis die KI gelernt hatte, die Grenze von ‚Ok‘ zu ‚Not Ok‘ zu erkennen.“ Fehlerhafte Paneele werden zuverlässig aussortiert und können nachbearbeitet werden. „Damit sind wir einer der wenigen Hersteller, die diesbezüglich eine 100-Prozent-Kontrolle durchführen“, freut sich Bauer. Die Inspektion der Klebefuge ließe sich im vorliegenden Beispiel auch mit klassischer, regelbasierter Bildverarbeitung lösen, allerdings mit erhöhtem Programmieraufwand. Scheucher war es jedoch wichtig, eine intelligente Lösung zu finden, denn damit ist das Unternehmen auf weitere Anwendungsfälle vorbereitet. ■

AUTORIN

Sabine Terrasi

Referentin für Unternehmenskommunikation bei IDS

KONTAKT

IDS Imaging Development Systems GmbH,
Obersulm
Tel.: +49 7134 96196 0
www.ids-imaging.de



2k, 4k Line Scan Cameras



VL-2K7NG

VL-4K3.5NG

2k Color

3-line RGB true color, 4-line
RGBW multispectral output

Mono

Supports 2 stage TDI mode

- 2k, 4k mono/color line scan
- Up to 170 kHz line rate at 2k resolution
- 5GigE (NBASE-T) interface compatible with 2.5GigE and 1GigE
- Small form factor compatible with M42 and C-mount lenses (50 mm x 50 mm)

Die Bildverarbeitung des Vision-Sensors Visor XE ist deutlich leistungsfähiger als noch beim Vorgänger. Komplexe Anwendungen lassen sich dadurch besser umsetzen – auch mit KI-Einsatz.

Neue Generation von Vision-Sensoren mit KI-Funktionen

Smart-Sensoren für Qualitätssicherung und Roboterführung

Schnellere Verarbeitung, leichtere Bedienung: Sensorpart hat ein neues Modell seiner Visor-Reihe von Vision-Sensoren vorgestellt. Die *inspect* hat sich mit Produktmanager Marcus Koslik über die Details unterhalten. Darunter die Deep-Learning-Funktionen und die Einfachheit der Verkabelung.

inspect: Welche Hauptvorteile bietet der Visor XE im Vergleich zu seinen Vorgängermodellen?

Marcus Koslik: Der größte Vorteil des Visor XE gegenüber seinem Vorgängermodell liegt in der deutlich gesteigerten Verarbeitungsgeschwindigkeit. Diese macht sich für den Anwender in zwei wesentlichen Bereichen bemerkbar: Klassische Bildverarbeitungsfunktionen, wie das Lesen von Codes, arbeiten bis zu viermal schneller. KI-Anwendungen, die auf Deep-Learning-Technologie basieren, erreichen eine bis zu achtmal höhere Geschwindigkeit.

inspect: Der Visor XE basiert auf einer neuen Hardware-Plattform. Inwie-

fern unterscheidet sich diese von den Vorgängern?

Koslik: Im Visor XE kommt modernste Prozessortechnologie zum Einsatz. Besonders hervorzuheben ist die integrierte NPU (Neural Processing Unit), die speziell für die schnelle und effiziente Ausführung von KI-Algorithmen entwickelt wurde.

inspect: Für welche Anwendungen eignet sich das Gerät besonders?

Koslik: Der Vision-Sensor ist vielseitig einsetzbar und deckt eine breite Palette von Anwendungen ab. Besonders hervorzuheben sind Aufgaben im industriellen Fertigungsumfeld, vor allem in den Bereichen Qualitätsprüfung, Prozesssteuerung und Robotik.

inspect: Wie unterstützen die integrierten Deep-Learning-Algorithmen die Bildverarbeitung des Visor XE?

Koslik: Deep-Learning-Algorithmen ermöglichen es, komplexe Anwendungen einfach und schnell zu lösen, die früher mit erheblichem Einrichtungsaufwand verbunden waren. Besonders profitieren Anwendungen mit schwierigen Beleuchtungsverhältnissen, etwa bei Reflexionen auf flexiblen Bauteilen, oder Aufgaben, bei denen Objekte vor wechselnden Hintergründen erkannt werden müssen.

inspect: Wie einfach ist die Installation und Integration des Visor XE in bestehende Systeme?

Koslik: Der Visor XE schlägt eine Brücke zwischen Vision-Sensoren und Vision-Systemen. Die Software ist so einfach zu bedienen, dass sie auch von Nichtexperten innerhalb kurzer Zeit erlernt werden kann. Gleichzeitig ist der Funktionsumfang so



Marcus Koslik, Produktmanager bei Sensopart: „Der Visor XE schlägt eine Brücke zwischen Vision-Sensoren und Vision-Systemen. Die Software ist so einfach zu bedienen, dass sie auch von Nichtexperten innerhalb kurzer Zeit erlernt werden kann.“

vielseitig, dass Anwendungen, die bislang klassischen Bildverarbeitungssystemen vorbehalten waren, problemlos umgesetzt werden können.

inspect: Welchen Vorteil bringt dem Anwender die zusätzliche LAN-Schnittstelle?

Koslik: Die zweite LAN-Schnittstelle ist besonders dort von Vorteil, wo mehrere Vision-Sensoren in einer Anlage verwendet werden. Sie ermöglicht es, das Netzwerk einfach von einem Visor XE zum nächsten weiterzuführen, ohne dass ein zusätzlicher Switch erforderlich ist. Das spart Kosten und vereinfacht die Installation. Besonders im Bereich Robotik bietet diese Funktion große Vorteile, da nur noch eine einzige LAN-Leitung durch den Roboter geführt werden muss, selbst wenn mehrere Sensoren an einem Greifer montiert sind.



Die Visor-XE-Reihe enthält Modelle mit Kameraauflösungen zwischen 2 und 5 Megapixeln, sowie unterschiedlicher Software-Ausstattung.

inspect: Welche Modelle des Visor XE gibt es und wie unterscheiden sie sich voneinander?

Koslik: Die Visor-XE-Reihe bietet Modelle mit unterschiedlichen Kameraauflösungen und Software-Funktionen. Die Vision-Sensoren sind in Varianten mit Auflösungen von 2 und 5 Megapixeln erhältlich. Die 2-Megapixel-Version eignet sich besonders für schnelle Anwendungen, während die 5-Megapixel-Variante ideal ist, um kleine Details in großen Sichtfeldern zu erkennen.

Bei der Software stehen verschiedene Pakete zur Verfügung, die auf die spezifischen Anforderungen unserer Kunden zugeschnitten sind, beispielsweise für Objekterkennung, Identifikation oder Robotik.

inspect: Welche weiteren Varianten sind geplant?

Koslik: Derzeit arbeiten wir an zusätzlichen Funktionen für die zweite LAN-Schnittstelle. Zudem wird der Funktionsumfang der Visor-Software kontinuierlich erweitert und optimiert.

inspect: Mit welchen Neuheiten wird Sensopart im Jahr 2025 aufwarten?

Koslik: Für 2025 planen wir spannende Neuerungen: Der Visor Code Reader erhält eine neue Weboberfläche mit moderner Gestaltung und geführten Workflows für eine besonders benutzerfreundliche Bedienung. Diese wird später auch für die gesamte Visor-Produktfamilie verfügbar sein. Zudem erwartet Sie mindestens eine weitere bedeutende Innovation in der industriellen Automatisierung. ■

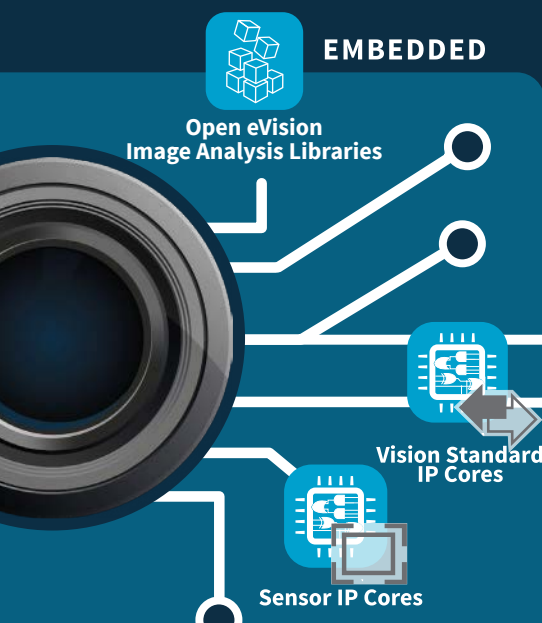
AUTOR

David Löh

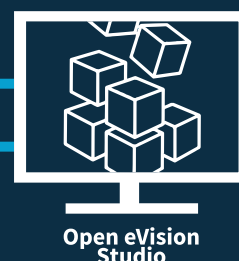
Chefredakteur der inspect

KONTAKT

Sensopart Industriesensorik GmbH,
Gottenheim
Tel.: +49 7665 947690
E-Mail: info@sensopart.de
www.sensopart.de



Euresys is a leading and innovative high-tech company, designer and provider of image and video acquisition components, frame grabbers, FPGA IP Cores and image processing software.



Open eVision Studio

www.euresys.com - sales@euresys.com


euresys
a TKH Vision brand

Die MIPI-Kameras von Vision Components sind industrietauglich, langzeitverfügbar und mit allen gängigen Prozessorboards kompatibel – zum Beispiel auch mit dem neuen Raspberry Pi 5 inklusive TPU Hat.



Vision-Integration leicht gemacht

Mit Mipi-Vision-Komponenten schneller zur Serienlösung

Ob Drohnen, intelligente Haushaltsgeräte oder selbstfahrende Roboter – mit Embedded Vision lassen sich viele Geräte und Maschinen mit Kameras und Bildverarbeitung ausstatten. Für die Entwickler ist es umso einfacher, je besser die Komponenten aufeinander abgestimmt sind. Eine gute Basis dafür bilden das Mipi CSI-2 Interface und die dafür erhältlichen Mipi-Vision-Komponenten. Das Ecosystem erleichtert die Integration von Kameramodulen und Produktideen gelangen deutlich schneller zur Serienreife. Zwei Anwendungsbeispiele verdeutlichen dies.

Embedded Vision ist eine Schlüsseltechnologie für die Integration von Kameras und Bildverarbeitung in Geräte und Maschinen. Sie zeichnet aus, dass alle Komponenten auf die Anwendung abgestimmt sind, so klein wie möglich und für einen geringen Energieverbrauch optimiert. Das wiederum erfordert, dass keine unnötigen Bauteile und Funktionalitäten integriert und die Rechenleistung möglichst passend gewählt wird. Niedrige Kosten für Entwicklung und Serienprodukt sind zudem eine weitere Anforderung.

Vom Smartphone in die Industrie

Moderne Embedded-Systeme mit Prozessoren von Nvidia, aus der I.MX-Serie von NXP oder die Raspberry-Pi-Familie erfüllen diese Anforderungen. Für den Anschluss von Kameras an diese Plattformen hat sich das Mipi CSI-2 Interface als Standard etabliert. Es wurde ursprünglich für den einheitlichen Datenaustausch zwischen Kameras und Prozessoren in Anwendungen wie Smartphones und Tablets entwickelt. Um den Ansprüchen dieser mobilen Geräte gerecht zu werden,

sind Mipi-Komponenten in der Regel kompakt im Design, leistungsstark und energieeffizient. Genau diese Eigenschaften machen sie damit auch zur ersten Wahl für AMRs, mobile Roboter und andere smarte Anwendungen – von der Industrie bis zu Haushaltsgeräten. Hersteller von Prozessoren und Embedded-Systemen haben auf die erhöhte Nachfrage aus der Industrie reagiert und bieten Ihre Produkte in industrietauglichen Varianten an – langzeitverfügbar, mit entsprechend hoher Qualität und erweitertem Temperaturbereich. In Verbindung mit Software, wie beispielsweise den AI-Tools von Nvidia, ermöglichen diese Boards die schnelle und kostengünstige Entwicklung vielfältiger Geräte mit Kameras.

Mipi-Kameras für professionelle Anwendungen

Neben den Verarbeitungseinheiten spielen Kameras zur Erfassung der Bilddaten eine wichtige Rolle. Dafür hat Vision Components vor rund sieben Jahren mit der Entwicklung industrietauglicher und langzeitverfügbarer Mipi-Kameramodule begonnen. Mittler-

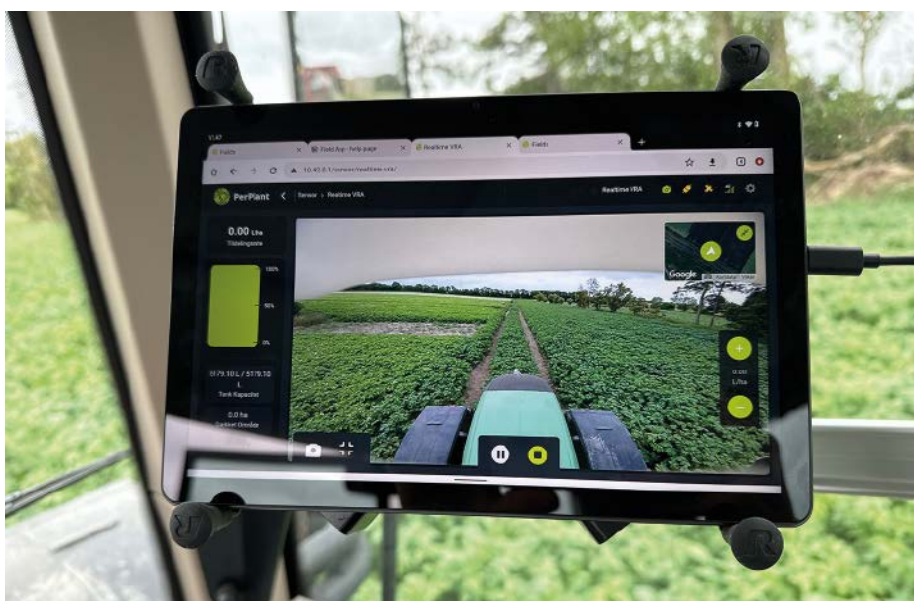
Das Wichtigste kompakt

Vision Components bietet industrietaugliche, langzeitverfügbare MIPI-Kameramodule mit verschiedenen Bildsensoren an. Anwendungsbeispiele wie das Merlin-System und der Perplant-Sensor zeigen die Vorteile der autarken Embedded-Vision-Systeme auf. Deren Entwicklung ist unkompliziert und kostengünstig, vor allem durch die aufeinander abgestimmten MIPI-Vision-Komponenten und des verwendeten Standards MIPI CSI-2 Interface. Vision Components bietet darüber hinaus viele weitere Komponenten an, wie angepasste Kabel, Zusatzboards oder den FPGA-Beschleuniger VC Power Som. Dieser übernimmt die Vorverarbeitung von Bilddaten, entlastet den Hauptprozessor und ermöglicht so eine flexiblere Prozessorboard-Auswahl.

weile sind die VC-Mipi-Kameras mit über 50 verschiedenen Bildsensoren, in Farb- und Monochrom-Varianten erhältlich. Mit 0,3 MPixel bis über 20 MPixel Auflösung, Global Shutter, Rolling Shutter und Global Reset Shutter decken die in Deutschland produzierten Kameras viele Anforderungen ab und bewähren sich in zahlreichen Smart Devices.

Onboard-Datenverarbeitung schafft Freiheit

Zwei aktuelle Beispiele dafür sind das Video-Okulographie-System Merlin von Zeisberg und



Der Perplant-Sensor scannt das Feld mit zwei MIPI-Kameras und ermittelt auf den Quadratzentimeter genaue Angaben zum Zustand von Boden und Pflanzen. Innerhalb von 30 Minuten ist der Sensor betriebsbereit installiert.

der Perplant-Sensor des gleichnamigen Unternehmens für Smart Farming. Beide profitieren von Embedded Vision, weil die Technologie ihre Anwendung durch die integrierten Kameras und Onboard-Datenverarbeitung autark machen. Die Merlin-Brille bietet HNO-Ärzten und Kliniken ein kabelloses Diagnostikgerät für Kopf- und Augen-Tracking in einem Medizinprodukt. Der Perplant-Sensor kann innerhalb von 30 Minuten auf einem bestehenden Traktor installiert werden und erweitert diesen um Smart-Farming-Funktionalitäten zur punktgenauen Steuerung von Spritzdüsen und anderen Geräten – basierend auf den in Echtzeit erfassten Daten des Sensors. Während die Merlin-Brille auf einen Raspberry Pi als Prozessorboard setzt, arbeitet im Inneren des Perplant-Sensors ein leistungsstarkes Nvidia-Board, das die Kameradaten mittels AI-Algorithmen analysiert.

Schneller zur Serienlösung

Beide Anwendungen sind unabhängig von externen Verarbeitungseinheiten, und zudem kostengünstiger als andere Lösungen. Bei der Entwicklung konnten die Vorteile der verbreiteten Schnittstelle genutzt werden: Für die VC-Mipi-Kameras gibt es entsprechende Treiber für alle gängigen Prozessorboards, sodass der Einstieg in die Entwicklung unkompliziert ist. Die Entwicklung der Merlin-Brille dauerte beispielsweise nur 15 Monate, von der Produktidee bis zur Serienreife.

Zudem bietet Vision Components zahlreiche Komponenten an, die ebenfalls eine einfache Integration ermöglichen. Eine zentrale Rolle spielen dabei die Kabel für die Verbindung zwischen Kameramodul und Prozessorboard: Während Mipi CSI-2 das Protokoll für die Datenübertragung definiert, nutzen Hersteller von Prozessorboards

unterschiedliche Mipi-Konnektoren. VC bietet dafür angepasste Kabel und Stecker. Diese gibt es als geschirmte FPC-Kabel in verschiedenen Längen bis maximal 20 cm sowie als Coax-Kabel bis zu einer Kabellänge von 75 cm und mit I-Pex-Steckverbinder. Ein kompakter Adapter – ebenfalls von VC entwickelt – ermöglicht den Anschluss der Stecker an die Mipi-Konnektoren der Prozessorboards. Für noch längere Kabelverbindungen gibt es die VC-Mipi-Kameras zudem mit einer GMSL2-Option. Damit können Mipi-Kameras über bis zu 10 Meter lange Kabel mit dem Prozessorboard verbunden werden.

Vom Kameramodul zur Ready-to-use-Kamera

Neben Kabeln gehören auch Zusatzboards, zum Beispiel für externe Trigger und die Steuerung von Beleuchtungen zum VC-Mipi-Ecosystem. Auf Wunsch erhalten Kunden passende Objektivhalter und Optiken – entweder als Zubehör oder komplett montiert, verklebt und kalibriert. In diesem Fall sind die Kameras direkt einsatzbereit und können ohne weitere Anpassung in das Endprodukt eingebaut werden. Mit diesem Angebot kommt VC Unternehmen entgegen, deren Kernkompetenz in der Entwicklung des Gesamtgerätes oder der Software liegt, und die einen schnellen und kostengünstigen Weg zur Vision-Integration suchen.

Neue Kameraserie mit Vorverarbeitung

Um Unternehmen einen weiteren Schritt entgegen zu kommen, hat Vision Components den FPGA-Beschleuniger VC Power Som entwickelt. Das winzige Board übernimmt die Vorverarbeitung von Bilddaten im Mipi-Datenstrom und überträgt die Ergebnisse



Die Diagnostik-Brille Merlin von Zeisberg ermöglicht erstmals kabellose Video-Kopf-Impulstests, unabhängig von einem externen PC.

an ein Prozessorboard. Ein Beispiel dafür ist das Auffinden von Markern in Bilddaten. Die Kamera erfasst das Gesamtbild und übergibt die Daten an den VC Power Som, wo das Bild analysiert und Bereiche mit Markern identifiziert werden. Nur diese Bildausschnitte werden dann an den Hauptprozessor übergeben. Damit benötigt dieser weniger Rechenleistung, weil die anspruchsvolle Vorverarbeitung bereits erfolgt ist. Das gibt dem Entwickler eine größere Freiheit bei der Auswahl des Prozessorboards, dessen Ressourcen dann auch primär für die Hauptapplikation zur Verfügung stehen.

Auf der Messe Embedded World wird VC auf Grund der großen Nachfrage eine weitere Variante des VC Power Som vorstellen, die für preissensitive Projekte entwickelt wurde und genügend Leistung für gängige Anwendungen bietet. Weiterhin zeigt das Unternehmen eine neue Kameraserie, bei der eine programmierbare Verarbeitungseinheit direkt in das Design der winzigen Kameramodule integriert ist. Die Entwicklung dieser Kameraserie folgte ebenfalls dem eigenen Anspruch, die Integration von Embedded Vision in smarte Geräte und Anwendungen einfacher zu gestalten. ■

 **embeddedworld**
Exhibition & Conference
Halle 2, Stand 551

AUTOR
Jan-Erik Schmitt
Vice President of Sales bei Vision Components

KONTAKT
Vision Components, Ettlingen
Tel.: +49 7243 2167 0
E-Mail : sales@vision-components.com
www.mipi-modules.com
www.vision-components.com



Mirko Benz ist Leiter Produktmanagement und Marketing bei Baumer Optronic.

„Mit RDMA anspruchsvolle Applikationen einfach, zuverlässig und kostengünstig lösen“

Interview mit Mirko Benz, Leiter Produktmanagement und Marketing bei Baumer Optronic

Was steckt hinter RDMA und viel wichtiger: Wie ermöglicht der Remote Direct Memory Access High-Performance-Bildverarbeitung? Und wann darf der Markt mit einer Standardisierung von GigE Vision 3.0 mit RDMA-Unterstützung rechnen? Antworten auf diese und viele weitere Fragen gibt uns Mirko Benz von Baumer.

„Break the speed limit with GigE Vision over RDMA.“ Von welchen Geschwindigkeiten sprechen wir hier? Und für welche Anwendungen in der Bildverarbeitung bedeutet RDMA einen Mehrwert?

Mirko Benz: RDMA ermöglicht High-Performance-Bildverarbeitung ohne Framegrabber-Schnittstellen wie CoaxPress oder Camera-Link HS. Deren primäre Vorteile wie hohe Datenrate, zuverlässige Übertragung und niedrige CPU-Last können nunmehr auch mit günstigen Standardnetzwerkarten erreicht werden. Davon profitieren sowohl Einzelkameraanwendungen ab einer Performance von 10 GigE als auch Multikamerasysteme mit mehreren 100 Gbit/s. Typische Einsatzgebiete

finden sich im Bereich der Elektronik/Halbleiter, 3D-Messtechnik, Life Science und Medizingeräte sowie im Sport und Entertainment.

Für Baumer ist GigE Vision bereits seit seiner Einführung im Jahr 2006 die bevorzugte Kameraschnittstelle. Mit der Integration von RDMA in GigE Vision 3.0 können nun auch anspruchsvolle Applikationen einfach, zuverlässig und kostengünstig gelöst werden. Baumer gehört wiederum zu den Pionieren, die diese Technologie für Bilderfassungssysteme in den Markt einführen.

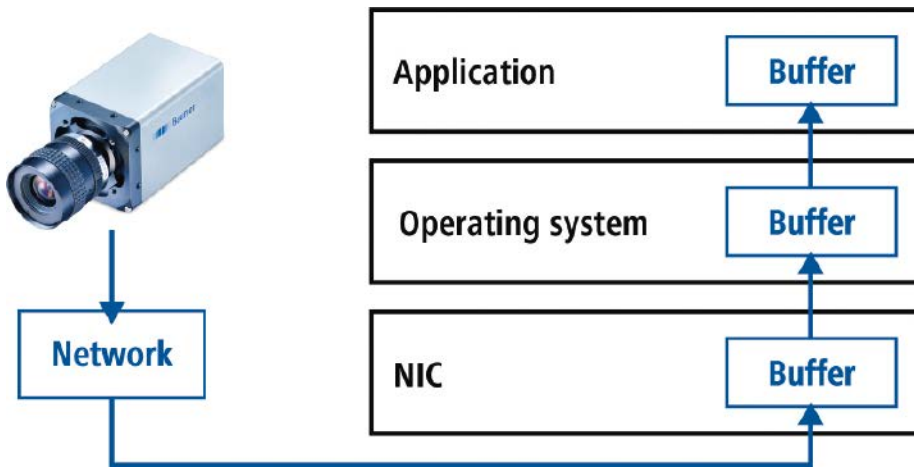
Wie funktioniert RDMA – Remote Direct Memory Access?

Benz: Bei GigE Vision over RDMA wird die gesamte Protokollverarbeitung für die

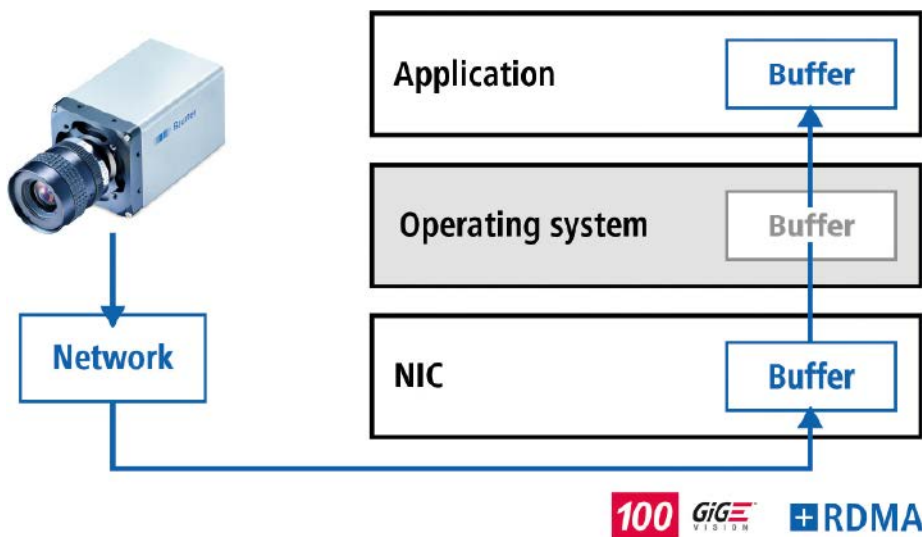
Bildübertragung auf eine intelligente Netzwerkkarte in die Hardware ausgelagert. Die Kamera kann über das Netzwerk per zero copy direkt in den Bildpuffer der Applikation schreiben. Das Betriebssystem wird dabei umgangen. Damit erfolgt die Kommunikation und Datenübertragung wesentlich effizienter.

Wo sehen Sie die Vorteile, wo die Nachteile?

Benz: RDMA ermöglicht leistungsfähige Bilderfassungssysteme mit sehr hoher Übertragungsgeschwindigkeit bei geringem Ressourcenbedarf. So kann bei dem Einsatz von 100 GigE nahezu die vollständige Bandbreite bei lediglich drei Prozent CPU-Last genutzt werden. Übertragungsfehler werden innerhalb weniger Mikrosekunden erkannt. Für eine Korrektur per Wiederholung ist dann auch ein kleiner Speicher im FPGA der Kamera ausreichend. Dies ermöglicht ein energieeffizientes Kameradesign und eine zuverlässige Bildübertragung. Zudem werden Standardnetzwerkarten namhafter Hersteller eingesetzt, die



GigE Vision bisher: Die Protokollverarbeitung erfolgt in der Software auf der CPU im PC. Unterbrechungen, Kontextwechsel und Kopiervorgänge können hierbei leistungsbegrenzende Faktoren sein.



So funktioniert GigE Vision over RDMA: Das Operating System wird ausgespart. Das reduziert die CPU-Last signifikant und ermöglicht direktes Speichern der Bilddaten im Applikationsspeicher für besonders anspruchsvolle Applikationen.

über ein sehr attraktives Preis-Leistungsverhältnis verfügen. GigE Vision 3.0 mit RDMA-Unterstützung wird voraussichtlich dieses Jahr standardisiert. Pre-Release-Kameras können jedoch bereits jetzt genutzt werden. Ein Firmware-Update auf die finale Version des Standards ist zu erwarten. Andere Funktionen von Framegrabbern wie Bildvorverarbeitung oder präzise Triggersteuerung sind bereits im FPGA von Baumer-Kameras umgesetzt.

Gibt es spezifische Anwendungsfälle, bei denen RDMA besonders vorteilhaft oder nachteilig ist?

Benz: RDMA deckt grundsätzlich eine große Bandbreite von 10 GigE-Single-Kamera-Anwendungen bis hin zum Aufbau sehr großer und leistungsfähiger Multikamerasysteme durch den Einsatz von Switchen ab. Letztere werden von Framegrabbern nicht unterstützt. Zudem bieten RDMA-Netzwerkarten bereits heute 400 Gbps – 10 x so viel wie gängige Framegrabber. Damit werden weniger PCI-

Adapter im PC benötigt. Das spart Platz, Kosten und Energie. RDMA wird zudem direkt von Third-Party-Software-Anbietern unterstützt. Dadurch vereinfacht sich die Systemintegration erheblich.

Ein nachteiliges Argument könnte sein, dass Framegrabber die Verteilung von Bilddaten auf mehrere Systeme unterstützen. Bei RDMA werden Bilddaten direkt in den Speicher des PC geschrieben. Dennoch kann auch hier vom PC aus eine Lastverteilung auf weitere Rechner stattfinden, sodass sich dieser Nachteil umgehen lässt.

Welche spezifischen Herausforderungen respektive Voraussetzungen gibt es bei der Implementierung von RDMA in Bildverarbeitungssysteme?

Benz: Für die Nutzung von RDMA werden passende Netzwerkkarten mit RoCE-Unterstützung (RDMA over Converged Ethernet) benötigt – zum Beispiel von etablierten Anbietern wie Nvidia oder Broadcom. Zudem

müssen Firmwareupdates für Netzwerkkarte und Kamera sowie RDMA-Treiber für das Betriebssystem installiert werden. Für den Einsatz in Bildverarbeitungs-PCs ist außerdem auf eine ausreichende Kühlung der Netzwerkkarten zu achten, um die Systemstabilität zu gewährleisten.

Wie können diese Herausforderungen überwunden werden und welche Best Practices gibt es?

Benz: Die RDMA-Firmware der Kamera wurde umfangreich in verschiedenen Umgebungen validiert. Baumer unterstützt Kunden durch Kompatibilitätstests mit Zubehör wie Netzwerkkarten, Kabeln und Switchen. Auf Basis von Kompatibilitätslisten und Anleitungen wird der Einstieg erleichtert. Die Baumer-SDK-Software erkennt RDMA-fähige Kameras automatisch. Hier ist keine spezielle Anpassung der Applikation erforderlich. Durch aktive Mitarbeit in der Standardisierung und Kooperationen mit Third-Party-Software-Anbietern sichern wir eine hohe Qualität, Interoperabilität und einfache Integration.

Welche RDMA-Protokolle wie beispielsweise InfiniBand oder RoCE, eignen sich am besten für Bildverarbeitungsanwendungen und warum?

Benz: Da Kameras bereits über einen FPGA verfügen und Ethernet die bevorzugte Schnittstelle im Visionbereich darstellt, fiel die Wahl auf RoCE (RDMA over Converged Ethernet). Andere Ansätze wie InfiniBand oder Iwarp wären mit viel höherem Aufwand verbunden und weniger flexibel.

Welche Produkte von Baumer unterstützen die RDMA-Technologie?

Benz: Kunden können mit der bestehenden LXT-10-GigE-Kameraserie per kostenlosem Firmware-Update einfach von RDMA profitieren. Dieses ist bereits für alle Sony-Gen-4-Modelle bis 24 MP von Baumer verfügbar. Ein Ausbau auf weitere Sensorfamilien wie Gpixel bis 65 MP ist möglich. Neu entwickelte High-Performance-Kameras werden nur noch RDMA unterstützen. Eine sehr leistungsfähige Multi-Head-Kamera-Plattform für OEM-Applikationen für bis zu sechs Sensorköpfe und Einzelkameras bis 100 GigE sind für dieses Jahr geplant. ■

AUTORIN
Anke Grytzka-Weinhold
Produktmanagerin bei Wiley

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



Ein Beispiel für eine Anwendung der MVtec-App „Anomaly Detection for Visual Inspection“ in der Akkuinspektion.

„Die einfache Integrierbarkeit und Flexibilität der Hard- und Software-Komponenten wird immer wichtiger“

Interview mit Ulf Schulmeyer, Product Manager Merlic bei MVtec und Dr. Stefan Meier, Ecosystem Manager für Industrial Edge bei Siemens

Ulf Schulmeyer von MVtec und Dr. Stefan Meier von Siemens erläutern im Interview, wie Bildverarbeitungs-Apps die Integration von Bildverarbeitung in die Produktionsautomatisierung erleichtern können. Dabei diskutieren sie die Herausforderungen, die durch den Fachkräftemangel entstehen, und zeigen auf, wie solche benutzerfreundlichen und flexiblen Lösungen helfen können, diese zu überwinden. Derzeit steht die App „Anomaly Detection for Visual Inspection“ von MVtec im Siemens Industrial-Edge-Ökosystem zur Verfügung. Doch das ist erst der Anfang.

inspect: Welche Herausforderungen sehen Sie bei der Integration von Bildverarbeitung in die Produktionsautomatisierung?

Ulf Schulmeyer, MVtec: Wie in vielen anderen Bereichen auch, ist der anhaltende Fachkräftemangel hier ein bestimmender Faktor. Die Zahl der Bildverarbeitungsexperten nimmt

nicht so schnell zu, wie die Automatisierung, das heißt die tatsächlichen Anwendungen von industrieller Bildverarbeitung in der Produktion und deren Integration. Also möchten und müssen sich immer mehr Nicht-Experten mit diesen Anwendungen auseinandersetzen. Um dies auf der Software-Seite zu erleichtern, sind vor allem einfache Bedienbarkeit und Intu-

Das Wichtigste kompakt

Das Interview behandelt die Integration von Bildverarbeitung in die Produktionsautomatisierung. Ulf Schulmeyer von MVtec und Dr. Stefan Meier von Siemens diskutieren in diesem Zusammenhang den Fachkräftemangel und die Notwendigkeit benutzerfreundlicher Software. Ein Schritt in diese Richtung ist das Industrial-Edge-Ökosystem von Siemens, das flexible und skalierbare Lösungen bietet. Ein Teil davon ist die MVtec-App „Anomaly Detection for Visual Inspection“, die einen einfachen Einstieg in die Welt der Bildverarbeitung bietet.

itivität der Programme gefragt. Ganzheitlich betrachtet wird die einfache Integrierbarkeit und Flexibilität der Hard- und Software-Komponenten immer wichtiger.

inspect: Welche Vorteile bietet vor diesem Hintergrund das Industrial-Edge-Ökosystem von Siemens?

Dr. Stefan Meier, Siemens: Siemens Industrial Edge ist eine einfach nutzbare, IT-sichere und vor allem skalierbare Edge-Computing-Lösung für die Industrie, die im Wesentlichen aus einer sofort einsetzbaren Infrastruktur – aus Software und Hardware – sowie weiteren optionalen Applikationen besteht. Diese zentral managebare, mikroservice-basierte Architektur nutzt state-of-the-art IT-Standards, wie Docker oder MQTT, und bringt diese Technologien nah an die Fertigungs- und Automatisierungsprozesse in der Fabrik. Je nach Zielsetzung – wie etwa Maschinen oder Linien mit vorausschauender Wartung, IT-System-Konnektivität oder Qualitätsüberwachung auszustatten – sorgen dann unterschiedliche Kombinationen von Industrial Edge Apps und Devices für eine kun-

Die App zielt auf Nutzer, die ihre Anwendungen innerhalb der Siemens-Welt erstellen wollen und dafür auch – zum Beispiel in der Qualitätskontrolle – mittels Bildverarbeitung Oberflächen auf Defekte automatisiert, präzise und robust inspizieren möchten.

Ulf Schulmeyer, MVTec

denindividuelle Lösung. Siemens verfolgt mit dem Industrial-Edge-Ökosystem einen offenen Ansatz, bei dem industriereife Lösungen von Drittanbietern und Siemens kombiniert



Dr. Stefan Meier, Ecosystem Manager für Industrial Edge bei Siemens

und nahtlos in Automatisierungssysteme integriert werden können. Im Marketplace des Ökosystems, einer Art App Store, können Anwender die passenden Software-Komponenten, zum Beispiel von MVTec, auswählen.

inspect: Welchen Vorteil haben Bildverarbeitungsanwender davon?

Schulmeyer: Bildverarbeitungsanwender profitieren in hohem Maße von der vollständigen Integrierbarkeit: Alles, was sie im Marketplace finden, funktioniert reibungslos „out-of-the-box“ in Kombination miteinander. Da man sich mühelos komplette Bildverarbeitungslösungen zusammenbauen kann, sparen Kunden Aufwand und Kosten.

Meier: Darüber hinaus bietet das App- und Device-Management von Industrial Edge produzierenden Unternehmen sowie Maschinenbauern den Vorteil, alle Software-Konfigurationen und -Updates mit wenigen Klicks auf alle im Einsatz befindlichen Geräte ausrollen zu können. Rollout und Wartung der maßgeschneiderten Lösung werden dadurch so effizient wie möglich. Auch in Sachen IT-Sicherheit ist der Anwender immer auf dem neuesten Stand.

inspect: Können Sie die Zusammenarbeit zwischen Siemens und MVTec erläutern und wie diese zur Entwicklung der App Anomaly Detection for Visual Inspection geführt hat?

Schulmeyer: Aus zahlreichen Kundengesprächen von Siemens und MVTec über die



Ulf Schulmeyer, Product Manager Merlic bei MVTec

Herausforderungen in der Bildverarbeitung wurde vor allem deutlich, dass die Anwendungsfälle und Anforderungen der Kunden äußerst vielfältig sind. Dies erfordert flexible und anpassungsfähige Lösungen. Hinzu kommt die immer wichtiger werdende niedrige Einstiegshürde bei Bildverarbeitungs-Software. Sie muss zwar leistungsfähig, aber dennoch nutzerfreundlich und einfach zu bedienen sein. Genau diese Anforderungen erfüllt MVTec Merlic schon seit Jahren.

So haben wir uns entschlossen, die modernsten Funktionalitäten von Merlic, eben die KI-gestützte Anomalieerkennung, in die erste Machine-Vision-App im Industrial-Edge-Ökosystem zu gießen: Die App „Anomaly Detection for Visual Inspection“ war geboren. Für das notwendige Training werden hier nur wenige, in der Regel leicht zu beschaffende Gut-Bilder benötigt. Zudem entfällt das aufwändige Labeling. Und, die App ist ideal für Anwendungsfälle geeignet, bei denen man die Ausprägungen möglicher Defekte aufgrund ihrer hohen Variabilität nicht prognostizieren kann. Solch eine Anwendung wäre ohne KI schlicht nicht realisierbar. Das war aber nur der erste Schritt, unser Minimal Viable Product im Ökosystem sozusagen.

inspect: Für welche Anwendungen ist diese App gedacht? Sind die Funktionen mit der Halcon-Funktion „Anomaly Detection“ vergleichbar?

 autoVimation



building machine vision

Schulmeyer: Ja, wer die „Global Context Anomaly Detection“ aus Halcon kennt, dem wird die Ähnlichkeit in der App nicht ganz verborgen bleiben. Sie adressiert alle Anwendungen rund um die Anomalieerkennung. Das sind vor allem Inspektionen, zum Beispiel zur Defekterkennung.

inspect: Für welche Anwendungen wird die App bisher tatsächlich verwendet?

Schulmeyer: Die Technologie wird insbesondere bei der Halbleiterfertigung und bei der Herstellung von Fast Moving Consumer Goods (FMCG) im Bereich Food & Beverages und Pharmaceutical eingesetzt.

inspect: Auf welche Nutzergruppe(n) zielt die Lösung?

Schulmeyer: Die App zielt auf Nutzer, die ihre Anwendungen innerhalb der Siemens-Welt erstellen wollen und dafür auch – zum Beispiel in der Qualitätskontrolle – mittels Bildverarbeitung Oberflächen auf Defekte automatisiert, präzise und robust inspizieren möchten. Da die App sehr intuitiv gestaltet ist und keine Programmierkenntnisse erfordert, richtet sie sich auch an Einsteiger beziehungsweise Nicht-Experten in der Bildverarbeitung.

inspect: Auf den Messen SPS 2023 und 2024 wurde die Zusammenarbeit von MVTec und Siemens der Öffentlichkeit vorgestellt, inklusive der Anomaly Detection App in Aktion. Was sind die nächsten Schritte in der Zusammenarbeit?

Schulmeyer: In Kürze wird MVTec Merlic vollumfänglich auf Siemens Industrial Edge verfügbar sein. Damit steht dann ein kompletter Werkzeugkasten zur Verfügung, um eigene Bildverarbeitungsanwendungen in einer No-Code-Entwicklungsumgebung zu realisieren – eben klassische regelbasierte Verfahren und moderne Deep Learning-Technologien. Insbesondere deren Kombination liefert auch bei zeitkritischen Anwendungen robuste Ergebnisse.

Diesen weiteren Schritt verdanken wir der motivierten und sehr guten Zusammenarbeit mit Siemens. Denn wir gehen gemeinsam auf die einzelnen Unternehmen zu und beraten Sie aus unterschiedlichen Perspektiven, um genau auszuloten, welche Anwendungsfälle sie haben und wie wir sie dabei gewinnbringend unterstützen können. MVTec bringt fast 30 Jahre Bildverarbeitungsexpertise mit und ergänzt damit das Portfolio von Siemens ideal.

inspect: Die Integration von Merlic in das Industrial-Edge-Ökosystem von Siemens bedeutet nicht nur eine weitere MVTec App, sondern eine neue Stufe, weil nahtlos beliebige, mit Merlic erstellte Apps, auf Siemens Edge ausgeliefert werden können. Wie kam es zu diesem Schritt?

Das App- und Device-Management von Industrial Edge bietet produzierenden Unternehmen sowie Maschinenbauern den Vorteil, alle Software-Konfigurationen und -Updates mit wenigen Klicks auf alle im Einsatz befindlichen Geräte ausrollen zu können.



Schulmeyer: Es ist für uns eine logische Folge aus der Entwicklung der ersten App. Merlic kann so viel mehr als „nur“ Anomaly Detection, auch wenn dies eines der Features mit den meisten Anwendungsfällen ist. Die lösungsorientierte Einfachheit und Benutzerfreundlichkeit von Merlic, ohne die Notwendigkeit zu programmieren, passen vom Konzept her sehr gut zum Siemens-Industrial-Edge-Ökosystem. Wir adressieren dieselbe Zielgruppe. Da ist es nur konsequent, dieser auch den kompletten Werkzeugkasten namens Merlic zur Verfügung zu stellen.

inspect: Wie funktioniert das Lizenzmodell im Industrial-Edge-Ökosystem? Wird jeder Merlic-App-Nutzer MVTec-Kunde, oder läuft das über Siemens?

Schulmeyer: Der Kauf der App findet über den Siemens Marketplace statt. Daraus entsteht eine Geschäftsbeziehung zu MVTec und der Kunde profitiert von allen Serviceleistungen, die MVTec anbietet – so zum Beispiel kostenlose Anwendungs-Evaluierungen, Machbarkeitsstudien, Trainings, Consulting und natürlich Support durch unsere Applikationsingenieure.

Meier: Der gesamte Beschaffungsprozess wird komfortabel über den Marketplace abgewickelt, unabhängig davon, ob die einzelnen Angebote von Siemens oder einem anderen Anbieter stammen, wie in diesem Fall MVTec.

inspect: Wie komplex ist der Bestellprozess?

Meier: Die Transaktionen im Marketplace laufen genauso ab wie in den B2C-App-Stores, die wir von unseren Smartphones kennen. Im B2B-Bereich für Industriekunden, in dem wir uns hier bewegen, kommen zusätzliche Anforderungen hinzu, die die Customer Journey komplexer machen, zum Beispiel:

- Die Interaktionen zwischen Käufern und Verkäufern müssen allen relevanten Vorschriften entsprechen, zum Beispiel der Exportkontrolle. Daher müssen Marketplace-Kunden bestimmte rechtliche und

geschäftliche Informationen angeben, die überprüft werden.

- Im Einkaufsprozess von Industrieunternehmen gibt es verschiedene Rollen: Die Person, die das Produkt auf dem Industrial Edge Marketplace kauft, ist nicht dieselbe Person, die das Produkt später verwendet, zum Beispiel in der IT-Abteilung oder in der Fabrik. Im Marketplace versuchen wir, die User Journey für alle am Prozess beteiligten Rollen so einfach wie möglich zu gestalten.
- Das Industrial-Edge-Ökosystem Portfolio ist ein komplexes Angebot mit mehreren Architekturebenen, die auch im Marketplace abgebildet werden müssen. Je nach gewählter Lösungsarchitektur müssen einem Käufer Nutzungslizenzen für die einzelnen Software-Komponenten zugeordnet werden.

Es ist also durchaus eine Herausforderung, die richtige Balance zwischen einer benutzerfreundlichen und einfachen Prozess Erfahrung und den Anforderungen im industriellen Umfeld zu finden. Mit dem Industrial-Edge-Ökosystem und seinem Marketplace arbeiten wir kontinuierlich daran. ■



Siemens: Halle 1, Stand 301
MVTec: Halle 2, Stand 658



Siemens:
Halle 3, Stand D11

AUTOR
David Löh
Chefredakteur der inspect

KONTAKT
MVTec Software GmbH, München
Tel.: +49 89 457 695 0
E-Mail: sales@mvtec.com
www.mvtec.com

Siemens AG, Erlangen
Digital Industries, Factory Automation
www.siemens.com



Kameraschutzgehäuse für flexible Objektivmontage

Das Lizard-Kameraschutzgehäuse von Autovimation ermöglicht durch einen flexiblen Tubus einen werkzeuglosen Zugang zu den Objektiveneinstellungen und eine variable Kamerapositionierung. Bei dem IP67-geschützte Gehäuse können Objektive bis zu 40 mm aus dem Gehäuseprofil hervorstehen. Herkömmliche Gehäuse haben oft unpassende Tubuslängen, was zu Eckenabschattungen bei Weitwinkelobjektiven führen kann. Im Gegensatz dazu ermöglicht das Lizard ein flexibles Anpassen an Objektivlängen von 30 bis 70 mm, indem die Kamera entsprechend positioniert wird. Das Gehäuse hat eine Innenlänge von 191 mm und ist mit hoher Wandstärke und 2-mm-O-Ring robust konstruiert. Die Frontscheibe lässt sich leicht wechseln oder durch Filter ersetzen, während die Wärmeableitung erhalten bleibt.

www.autovimation.com



100GigE Kameras mit hohen Bildraten

Emergent Vision Technologies stellt fünf neue 100GigE Kameras vor, die auf Anwendungen mit hohen Anforderungen an Geschwindigkeit, Präzision und Zuverlässigkeit abzielen. Die erweiterte Zenith-Serie umfasst nun drei zusätzliche Flächenkameras: HZ-12000-G (12,4 MP, bis zu 590 fps), HZ-14000-G (14 MP, bis zu 670 fps) und HZ-25000-G (24,47 MP, bis zu 394 fps). Diese Modelle bieten rückseitig beleuchtete Sensoren mit hoher Quanteneffizienz und unterstützen die Zero-Copy-Bildübertragung sowie GPU Direct.

In der Pinnacle-Serie werden zwei neue Zeilenkameras eingeführt: LZT-8KG5 (8K 256 TDI) und LZT-16KG5 (16K 256 TDI). Erstere erreichen eine Zeilenrate von 1.000 KHz, während der LZT-16KG5 eine Zeilenrate von 500 KHz bietet. Sie unterstützen ebenfalls GPU Direct und die Zero-Copy-Technologie von Emergent.

www.emergentvisiontec.com



Embedded-PCs für anspruchsvolle KI-Anwendungen

Die Embedded-PCs der Eurotech-Reliacor-Serie auf Nvidia-Jetson-Orin-Basis eignen sich für KI-basierte industrielle Anwendungen – von der automatischen optischen Inspektion über intelligente Logistiksysteme bis hin zu Smart-City-Anwendungen. Die Geräte vereinen eine Leistung von bis zu 275 Tops mit einem energieeffizienten, robusten Design für den 24/7-Betrieb in anspruchsvollen Umgebungen. Durch ihre flexible und skalierbare Architektur eignet sich die Lösung ebenso für kleine Installationen wie für Großprojekte. Ihre **Security-by-Design-Architektur nach ISA/IEC 62443-4-2** gewährleistet zudem hohe Sicherheitsstandards für den Einsatz in kritischen Infrastrukturen durch eine mehrschichtige Sicherheitsarchitektur, moderne Verschlüsselungs- und Authentifizierungsmechanismen sowie ein umfassendes Device Lifecycle Management.

www.inonet.com



Hohe Auflösung und Geschwindigkeit

Jai hat zwei weitere Hochgeschwindigkeits-Zeilenkameras der Sweep-Serie vorgestellt: das trilineare Farbmodell SW-16000TL-CXP4A und das monochrome Modell SW-16000M-CXP4A. Diese Kameras bieten eine 16K-Auflösung mit 5 µm großen, quadratischen Pixeln und nutzen die CoaXPress-2.0-Schnittstelle, die eine Datenrate von 50 Gbit/s ermöglicht. Das Farbmodell verwendet einen trilinearen Sensor und bietet eine programmierbare Farbkorrektur in verschiedenen Farbräumen. Die Kameras eignen sich für Hochgeschwindigkeitsanwendungen wie die Inspektion von Batterien, Flachbildschirmen und Leiterplatten, da sie Scanraten von bis zu 277 kHz erreichen. Größere Pixel verbessern die Lichtempfindlichkeit, und Funktionen wie FPGA-basiertes Pixel-Binning und vielseitige GPIO-Optionen erhöhen die Flexibilität.

www.jai.com



Time-of-Flight Sensoren mit bis zu 100 m Reichweite

Wenglor zeigt die aktuelle Generation ihrer Time-of-Flight-Sensoren mit Wintec. Durch die DS-Technologie erkennen sie Objekte auf allen Oberflächen. Sie bieten nun ein Oled-Display für eine einfache Konfiguration und eine Abstandsanzeige, geeignet für Anwendungen mit bis zu 10 m Reichweite. Ihre hohe Empfangsempfindlichkeit, einer Reproduzierbarkeit von 3 mm und Fremdlichtsicherheit von bis zu 100.000 Lux gewährleisten präzise Messungen. Die dynamische Sprungerkennung erfasst flache Objekte auf unebenem Untergrund zuverlässig. Neben Distanz messen die Sensoren auch Lichtintensität, um feinste Kontrastunterschiede zu erkennen. Die Geschwindigkeitsmessung ermöglicht zudem berührungslose Messungen. Eine reflektorbasierte Variante ermöglicht Messungen bis zu 100 m.

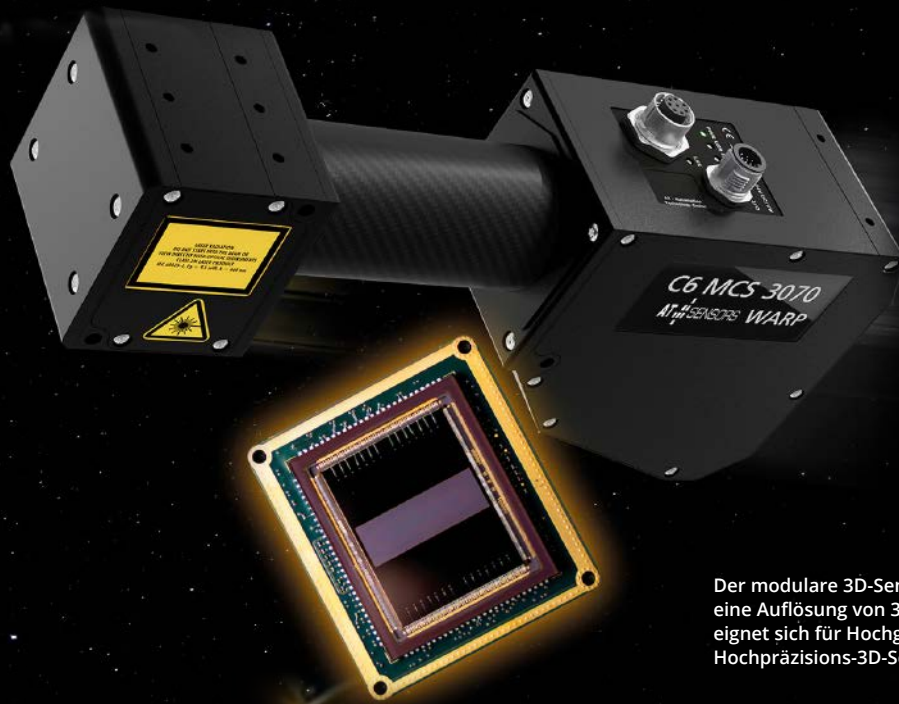
www.wenglor.com



SWIR Kameras mit hoher Präzision

Baumer erweitert sein Machine-Vision-Portfolio um Swir-Kameras der Serie CX.Swir.XC, die präzise Inspektionsaufgaben im infraroten Spektralbereich ermöglichen. Das thermische Design dieser Kameras reduziert Defektpixel, indem es Wärme effizient ableitet. Dadurch kommt die Bildqualität nah an die von siliziumbasierten Sensoren. Die Kameras erfassen Wellenlängen von 400 bis 1.700 nm und sind für sichtbares und nicht-sichtbares Licht geeignet. Ein integrierter Kühlkanal lässt sich mit Druckluft oder Flüssigkeiten betreiben, um Wärme direkt vom Sensor und Objektiv abzuführen. Dies verringert Defektpixel und beschleunigt die Einsatzbereitschaft der Kameras. Die Kameras eignen sich für Anwendungen wie die Wafer-Positionierung sowie die Füllstands- und Fremdkörpererkennung.

www.baumer.com



Der modulare 3D-Sensor C6 3070 MCS liefert eine Auflösung von 3.072 Profilpunkten und eignet sich für Hochgeschwindigkeits- und Hochpräzisions-3D-Scanning.

On-Sensorchip-Processing für ultraschnelle 3D-Scans

On-Sensorchip-Processing ist eine Technologie, bei der Daten direkt auf dem Sensorchip verarbeitet und komprimiert werden. Dies ermöglicht eine Verarbeitungsrate von bis zu 30 Gpixel/s, etwa zehnmal schneller als herkömmliche Methoden. Der Sensor erkennt nur relevante Daten und ignoriert Hintergrundpixel, was die Verarbeitungsgeschwindigkeit erhöht und den Energieverbrauch senkt. Diese Technologie wird vor allem in der Inline-Messtechnik eingesetzt, um schnelle und präzise 3D-Scans zu ermöglichen, beispielsweise beim Vermessen von Straßenoberflächen.

Was ist On-Sensorchip-Processing eigentlich genau, und wofür wird es eingesetzt? Diese Entwicklung basiert auf einem speziell entwickelten Sensorchip des norddeutschen Technologieunternehmens AT Sensors. Das Besondere an dem Sensor ist die Verarbeitung und Kompression relevanter Daten direkt auf dem Sensorchip. Im Gegensatz zu herkömmlichen Bildsensoren, die höhere Taktraten oder zusätzliche Datenkanäle nutzen – Ansätze, die mehr Energie benötigen, größere Geräte erfordern und dennoch nur begrenzte Leistung bieten – setzt die Technologie von AT

auf eine intelligente Datenverarbeitung auf dem Chip. Dadurch erreicht der Sensor eine Verarbeitungsrate von bis zu 30 Gpixel/s, etwa zehnmal schneller als herkömmliche Ansätze. Dieses Leistungsplus wird durch die Integration von Intelligenz auf dem Chip ermöglicht.

Der CMOS-Chip erkennt die Laserlinie und überträgt ausschließlich die relevanten Daten, während ungenutzte Hintergrundpixel ignoriert werden. Dieser Ansatz der Lasertriangulation führt zu einer erheblichen Geschwindigkeitssteigerung, reduziert den Datenverkehr zur FPGA-Einheit und senkt

gleichzeitig den Energieverbrauch. Dadurch erreicht der C6 3070-Sensor eine 3D-Profilpixelrate von bis zu 128 Megapixeln – das entspricht 128 Millionen 3D-Punkten pro Sekunde – und eine Profilgeschwindigkeit von bis zu 140 kHz.

On-Chip-Verarbeitung für Inline-Messtechnik

Mit dem On-Sensorchip-Processing reagiert AT auf die wachsende Nachfrage nach Hochgeschwindigkeits-Datenerfassung in Anwendungen wie der Inline-Metrologie, bei denen immer schnellere Messlösungen erforderlich sind. Vor allem anspruchsvolle Anwendungen in Branchen wie der Elektronikinspektion und dem Transportwesen profitieren von dieser Entwicklung.

Ein Beispiel ist der modulare Kompakt-sensor C6 3070 MCS. Dieser 3D-Sensor liefert eine Auflösung von 3.072 Profilpunkten und eignet sich für Hochgeschwindigkeits- und Hochpräzisions-3D-Scanning. Anwendungen wie die Vermessung von Straßenoberflächen – bei denen ein großes Sichtfeld für

das vollständige Erfassen der Straßenbreite und eine schnelle Datenerfassung unerlässlich sind – profitieren von den neuen Sensorchips besonders. Durch die hohe Sensitivität und dem hohen Dynamikbereich des C6 3070 MCS können Oberflächen bei unterschiedlichen Fahrgeschwindigkeiten, einschließlich Autobahngeschwindigkeiten von bis zu 100 km/h ohne Genauigkeitsverluste gescannt werden.

Ebenso sind die Hochgeschwindigkeitsfunktionen ideal für das Vermessen von Produkten, die im Extrusionsprozess hergestellt werden, wie Drähte oder Profile, bei denen sehr hohe Abtastraten aufgrund der schnellen Fertigungsprozesse erforderlich sind.

Modularität ermöglicht einen individuellen Sensor

Neben hoher Geschwindigkeit und Auflösung bietet die MCS-Serie eine beispiellose Flexibilität. Das modulare Design ermöglicht es Anwendern, Konfigurationen mit unterschiedlichen Sensor-, Laser- und Verbindungsmodulen individuell anzupassen sowie Triangulationswinkel und Arbeitsabstände zu optimieren. Dadurch können Scanbreite, Messgenauigkeit und Geschwindigkeit exakt auf die jeweilige Anwendung abgestimmt werden. Zudem können alle AT-Sensoren im Master-Slave-Modus arbeiten, was eine synchronisierte und simultane 3D-Erfassung mehrerer



André Kasper, CTO von AT Sensors mit dem Chip des C6-3070-Sensors. Im Gegensatz zu herkömmlichen Bildsensoren, die höhere Taktraten oder zusätzliche Datenkanäle nutzen, setzt AT auf eine intelligente Datenverarbeitung auf dem Chip. Dadurch erreicht der Sensor eine Verarbeitungsrate von bis zu 30 Gpixel/s, etwa zehnmal schneller als herkömmliche Ansätze.

AUTORIN

Nina Claaßen

Marketingleiterin bei AT Sensors

KONTAKT

AT Sensors,

Bad Oldesloe

Tel.: +49 4531 880110

E-Mail: info@at-sensors.com

www.at-sensors.com

Sensoren ermöglicht. Die im Lieferumfang enthaltenen Metrologypackage-Software ermöglicht es zudem, mehrere Sensoren innerhalb weniger Minuten in Betrieb zu nehmen, zueinander zu kalibrieren und eine Auswertung zu entwickeln. ■



Edge-AI-GPU-Computer für extreme Umgebungen

Fortec Integrated stellt den Asus IoT PE8000G vor, einen robusten Edge-AI-GPU-Computer für anspruchsvolle KI-Anwendungen in rauen Umgebungen. Er unterstützt zwei 450-Watt-GPU-Karten und die neuesten Intel-Core-Prozessoren für datenintensive Anwendungen. Die Serie umfasst mehrere Modelle mit unterschiedlicher Leistung. Der Embedded-PC bietet Dual-GPU-Unterstützung für komplexe KI-Aufgaben und ist militärstandardkonform (MIL-STD-810H) für Temperaturen von -20 °C bis 60 °C. Er verfügt über einen 8-48V-DC-Eingang, Zündsteuerung und Hot-Swap-SSD-Steckplätze. Neben der Intel-basierten Architektur bietet Asus IoT auch Nvidia-basierte Lösungen an, die bei hoher Energieeffizienz eine Leistungsspanne von 20 bis 275 TOPS/Watt liefern.

www.fortec-integrated.de



IoT Edge AI-Systeme mit bis zu 275 TOPS

Macnica ATD Europe bietet ab sofort die neuen Asus IoT PE2100N- und PE1101N-Serien an, die von Nvidia Jetson AGX Orin bzw. Jetson Orin NX oder Nano Modulen angetrieben werden. Diese Systeme liefern bis zu 275 TOPS KI-Leistung und sind für Entwickler leicht konfigurierbar, um vielfältige industrielle und nicht-industrielle Anwendungen zu unterstützen, darunter maschinelles Sehen, automatisierte Fahrzeuge und intelligente Videoanalysen. Die Datenverarbeitung am Edge übertrifft traditionelle Cloud-Methoden mit höherer Geschwindigkeit, besserer Sicherheit und Kosteneinsparungen. Macnica ATD Europe bietet technischen Support und Verkaufsberatung für diese neuen Systeme.

www.macnica.com

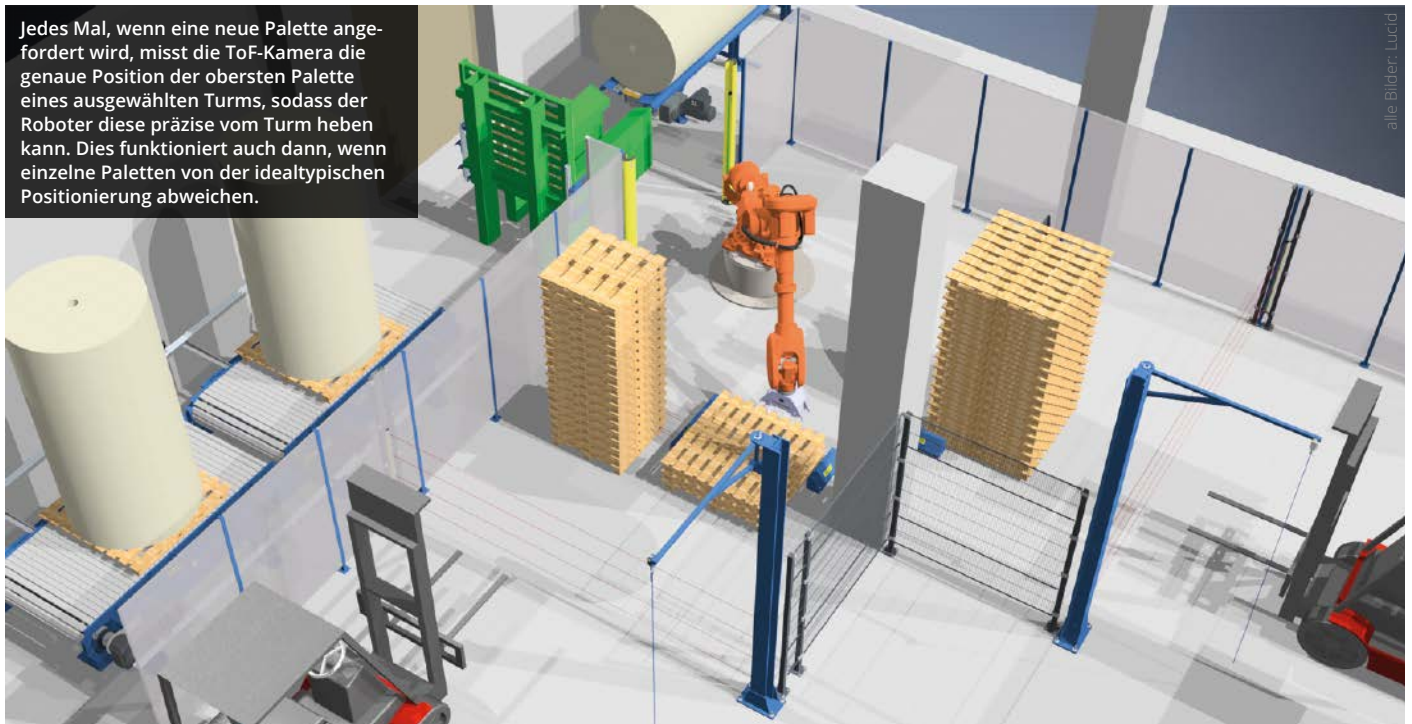


Gekühlte Wärmebildkamera für Prozessüberwachung und Qualitätskontrolle

Flir hat die A6301 vorgestellt, eine hochsensible gekühlte MWIR-Wärmebildkamera, die für Inspektions- und Automatisierungsanwendungen rund um die Uhr entwickelt wurde. Die Kamera trägt dazu bei, die Effizienz von Produktionslinien und die Produktqualität zu erhöhen. Sie erfasst schnelle Bewegungen mit bis zu 20-fach geringerer Belichtungszeit, was die Ausbeute erhöht und die Durchlaufzeiten sowie Kosten senkt. Sie erkennt geringe thermische Abweichungen und misst präzise die Temperaturen schnell bewegender Objekte, was sie zu einer idealen Lösung für anspruchsvolle Bildverarbeitungsanwendungen macht.

www.teledyneflir.com

Jedes Mal, wenn eine neue Palette angefordert wird, misst die ToF-Kamera die genaue Position der obersten Palette eines ausgewählten Turms, sodass der Roboter diese präzise vom Turm heben kann. Dies funktioniert auch dann, wenn einzelne Paletten von der idealtypischen Positionierung abweichen.



alle Bilder: Lucid

Präzise Palettierung mit einer 3D-ToF-Kamera

Robovision in der Logistik

Ein Problem bei der automatisierten Palettierung ist, dass oftmals mehrere Palettentypen gleichzeitig genutzt werden, die sich in Form und Maßen unterscheiden. Darum kommt hier eine 3D-Time-of-Flight-Kamera zum Einsatz, die dem Roboter hilft, die Palettenebenen zu erkennen und die Abmessungen der Paletten zu erfassen.

Das effiziente Be- und Entladen von Paletten mithilfe von Robotern erfordert ein automatisiertes System, das unterschiedlich geformte und dimensionierte Paletten präzise und sorgfältig bei hohen Zykluszeiten handhaben kann. Die Palettenebenen sind dabei nicht immer flach, können sperrige Gegenstände enthalten oder geneigt angeliefert werden, was zu einer Schräglage der Ebenen auf der Palette führt. Unabhängig von der Palettiermethode ist das Ziel jeder Lieferkettenoperation, so viele Produkte wie möglich zu versenden. Dies kann nur erreicht werden, wenn der Platz auf jeder einzelnen Palette optimal genutzt wird – selbst wenn es nur ein zusätzliches Paket pro Palette ist.

Die in Deutschland ansässigen Unternehmen MSB Düren und Codesolo setzen ein Fördersystem ein, bei dem ein Roboter Paletten strukturiert und präzise platziert. Dazu bedient der Roboter mehrere Palettentürme. Jeder dieser Türme besteht aus unterschiedlichen Palettentypen. Wenn ein

neuer Palettenturm vom Gabelstapler angeliefert wird, erkennt die auf dem Roboterkopf montierte Helios-2-3D-Time-of-Flight-Kamera von Lucid den jeweiligen Palettenturm und erfasst die Abmessungen der Paletten, um den spezifischen Typ aus 20 Palettentypen zu bestimmen.

Komplexe Palettentypen und Materialanforderungen meistern

In der Vergangenheit wurden ähnliche Palettiersysteme mit Lidar-Linienscannern umgesetzt, jedoch war deren Geschwindigkeit stark begrenzt. Eine Lösung mit Time-of-Flight-Kameras erwies sich aufgrund ihrer Genauigkeit, Auflösung und des SDKs zu einem attraktiven Preis als beste Methode. Eine der Herausforderungen bei der ToF-Lösung bestand darin, mehr als 20 Palettentypen zu handhaben, die sich teilweise nur geringfügig in ihren Abmessungen unterscheiden. Zudem sind die Paletten oft nicht präzise gefertigt oder leicht beschädigt. Verschiedene logische Verknüp-

fungen wurden implementiert. Zum Beispiel wurden zusätzliche Eigenschaften herangezogen, wenn die primären Messwerte nicht ausreichten, um eine eindeutige Identifikation zu gewährleisten, bis eine klare Übereinstimmung vorlag. Eine weitere Herausforderung war das Material der Paletten – einige Palettentypen waren mit einer halbtransparenten Plastikfolie bedeckt. Dies führte manchmal zu Messfehlern oder „Geisterdaten“ in den 3D-Messwerten der ToF-Kameras, ähnlich wie bei Lidar-Systemen. Die Kombination aus 3D-Messwerten und der gleichzeitig von der Helios2 gelieferten Intensitätsbilder erhöhte jedoch die Zuverlässigkeit erheblich.

Präzise und effiziente Automatisierung mit ToF

Jedes Mal, wenn eine neue Palette angefordert wird, misst die ToF-Kamera die genaue Position der obersten Palette eines ausgewählten Turms, sodass der Roboter diese präzise vom Turm heben kann. Dies funktioniert auch dann, wenn einzelne Paletten von der idealtypischen Positionierung abweichen. Die Kamera befindet sich im Zentrum der Greiferstruktur am Kopf des Roboters. Sie ist über ein einzelnes Kabel mit Power over Ethernet (PoE) mit einem IPC verbunden, das die Analysetools ausführt. Der IPC kommuniziert über eine zweite LAN-Verbin-

dung mit dem Roboter und einer Siemens-SPS. Die Helios2 wird teils im Streaming-, teils im Einzelbildmodus eingesetzt. In diesem Modus zeichnet die Kamera bis zu 32 Bilder auf, aus denen ein gemittelttes Bild berechnet und an den IPC gesendet wird.

Eine effiziente Palettenlogistik

Zuvor wurden die Paletten in einem 5-Schicht-Betrieb von Hand in die Vorrichtung eingelegt. Diese Arbeit war unzumutbar, insbesondere da einige der Paletten sehr schwer sind. Durch die Implementierung eines automatisierten Palettierprozesses und den Einsatz von Time-of-Flight-Kameras erfolgt die Vorbereitung der Palettentürme nun in einer normalen Schicht, und der manuelle Aufwand sinkt. Zudem sanken die Kosten und Zykluszeiten. Nach Vergleichstests erwies sich die Helios2-Time-of-Flight-Kamera als beste Lösung für das effiziente Be- und Entladen von Paletten. Besonders wichtig waren dabei die Genauigkeit, die Auflösung und das SDK zu einem attraktiven Preis. ■

AUTORIN

Renata Sprencz

Head of Marketing bei Lucid Vision Labs

KONTAKT

Lucid Vision Labs GmbH, Ilsfeld

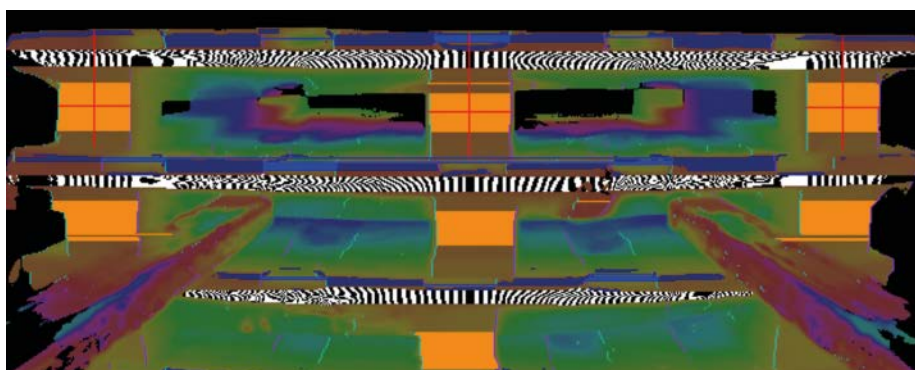
Tel.: +49 7062 659840

E-Mail: sales.emea@thinklucid.com

<https://thinklucid.com>



Die Kamera befindet sich im Zentrum der Greiferstruktur am Kopf des Roboters. Dort vermisst sie die jeweilige Palette.



Die Kombination aus 3D-Messwerten und der gleichzeitig von der Helios2 gelieferten Intensitätsbilder führt zu einer robusten Erkennung des Palettentyps.

JUST READ IT

Wiley Industry News

WIN NEWS

www.WileyIndustryNews.com

WILEY



Die Wärmebildkamera T530 von Flir ermöglicht es Fachleuten, potenzielle Defekte aufzuspüren. Mit der um 180° drehbaren Objektivplattform und ihrem 4 Zoll großen LCD-Display wurde die Kamera speziell zum einfachen Überprüfen schwer erreichbarer Komponenten in jeder Umgebung entwickelt.

Schutz vor Betriebsausfällen

Infrarottechnologie in der zustandsorientierten Instandhaltung

Wartung und Sicherheit – das sind die wichtigsten Aspekte für Ingenieure der Logistik- und Lagerhaltungsbranche. Die Techniker verhindern Betriebsausfälle und sorgen dafür, dass Kunden ihre Bestellung pünktlich erhalten. Eine europäische Gruppe aus Logistikingenieuren erarbeitete jetzt ein Konzept, wie sie die zustandsorientierte Instandhaltung mit Infrarotaufnahmen verbessern könnten.

Die meisten Lagerhaltung-Teams nutzen bei ihrer täglichen Arbeit Wärmebildkameras mit geringer Leistung und analysieren stichprobenartig Probleme wie durchgebrannte Sicherungen oder fehlerhaft arbeitende Geräte – meist nachdem ein Ausfall aufgetreten war. Darüber hinaus brauchen die Ingenieure bei der Verarbeitung der thermischen Daten viel Zeit, weil sie sie manuell konsolidieren müssen. Daher hatte eine Gruppe aus Logistikingenieuren die Idee, dass sie von der Infrarottechnologie profitieren könnten. Sie untersuchten, welche Ressourcen zur Verfügung stehen, um den Einsatz der Wärmebildtechnik zu erweitern. Sie bauten dazu ein ganzes Programm zur vorbeugenden Wartung auf, das Condition-Based-Maintenance-Programm (CBM, zustandsorientierte Instandhaltung).

Lösung aus Kamera, Software und Schulungen

Auf Basis dieses Konzepts entwickelte das technische Vertriebsteam von Flir eine maß-

geschneiderte Lösung für die Logistik- und Lagertechniker. Sie besteht aus drei Flir-Produkten: der Flir T530-Kamera mit Inspection-Route-Funktion, zertifizierten Infrarot-Schulungszentren, die europaweit Kurse anbieten, und der Software Flir Thermal Studio Pro, die die Funktion Flir Route Creator enthält.

Die T530 ist Teil der T-Serie von Flir, die hochauflösende Wärmebilder aufnimmt und für die Überprüfung von Komponenten in jeder Umgebung konzipiert ist. Die MSX-fähigen Wärmebilder der T530 liefern den Ingenieuren die Details, die sie benötigten, um Probleme zu lokalisieren und zu diagnostizieren, bevor diese zu Geräteausfällen führten. Die integrierte Inspection-Route-Funktion (Inspektionswege-Leitungsmodus) liefert den Inspektoren zudem eine schrittweise Anleitung durch die Inspektionsroute, einschließlich Referenzbildern, um Veränderungen im Laufe der Zeit zu erkennen und die Konsistenz der Bilderfassung zu verbessern. Ferner verfügt die Kamera über einen drehbaren optischen Block,

Das Wichtigste kompakt

Lagerhaltungsteams analysieren Probleme bisher nur stichprobenartig mit Wärmebildkameras. Eine Gruppe von Ingenieuren war jedoch vom Potenzial der Infrarottechnologie überzeugt und entwickelte ein Condition-Based-Maintenance-Programm (CBM) zur vorbeugenden Wartung. Das technische Vertriebsteam von Flir entwickelte basierend auf deren Vorschlag eine dreiteilige Lösung, bestehend aus der Flir T530-Kamera, zertifizierten Schulungszentren und der Software Flir Thermal Studio Pro. Die T530-Kamera liefert hochauflösende Wärmebilder und verfügt über eine Inspection-Route-Funktion, die Inspektoren durch die Route führt. Schulungen im Infrarot Training Center helfen den Teams, die Kamerafunktionen und die Thermografie zu verstehen. Mit Flir Thermal Studio Pro werden Analysen beschleunigt und benutzerdefinierte Berichte erstellt.

der für die Inspektoren unerlässlich war, um Hindernisse ohne Anstrengung zu umgehen.

Damit das Team die Funktionsweise ihrer neuen Kameras besser verstehen konnte, war eine Schulung unerlässlich. Flir ermöglicht

daher über das Infrared Training Center den Zugang zu Zertifizierungskursen. Diese Kurse konzentrieren sich zum einen auf relevante Kamerafunktionen, zum anderen bieten sie einen tiefen Einblick in die Thermografie. Damit will der Hersteller sicherzustellen, dass jeder Benutzer Wärmebilder bei Inspektionen aufzeichnen kann. Dadurch sind die Teams besser in der Lage, aussagekräftige Wärmebilder zu erfassen, die gesammelten Daten zu verstehen und fundierte Entscheidungen über Reparaturen oder den Austausch von Geräten zu treffen.

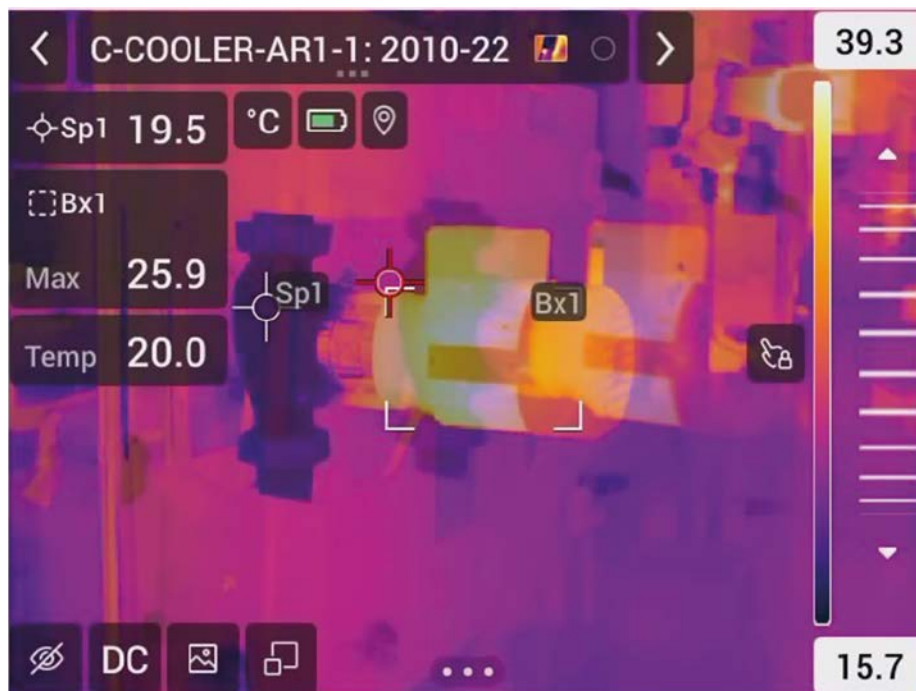
Erstellung eines Inspektionsleitfadens

Mit Flir Thermal Studio Pro können Wartungsteams ihre Analysen nach der Inspektion beschleunigen, indem sie benutzerdefinierte, automatisch generierte Berichte erstellen und die Bilder von Wärmebildkameras automatisch und drahtlos über die Flir-Ignite-Plattform mit den Berichten synchronisieren. In diesem Fall verfügt Thermal Studio über ein kundenspezifisches Plug-in zum Hochladen von Wärmedaten in eine Cloud-Datenbank. Dies ermöglicht eine eingehende Analyse der Anlagenzustände und ein schnelles Erstellen von Korrekturaufträgen, um den Reparaturprozess zu beschleunigen. Mit dem Kunden-Feedback konnte Flir eine verbesserte Architektur für die in Zukunft verfügbare Datenbankintegration entwickeln.

Thermal Studio Pro verfügt zudem über den Route Creator mit Referenzbildgebung, mit dem Wartungsteams einen wiederholbaren Inspektionsleitfaden erstellen können, der auf jedem aktuellen Flir-Premium-Handheld für zukünftige Inspektionen angezeigt werden kann. Der Leitfaden wurde auf Grundlage einer ersten Inspektion durch einen erfahrenen Thermographen erstellt, der weniger erfahrenen Inspektionsmitarbeitern Referenzbilder und eine effiziente Inspektionsroute zur Verfügung stellt.

Die Ergebnisse

Durch die von Flir bereitgestellten Lösungen konnte das Ingenieurteam ein effektives, präventives Wartungsprogramm für

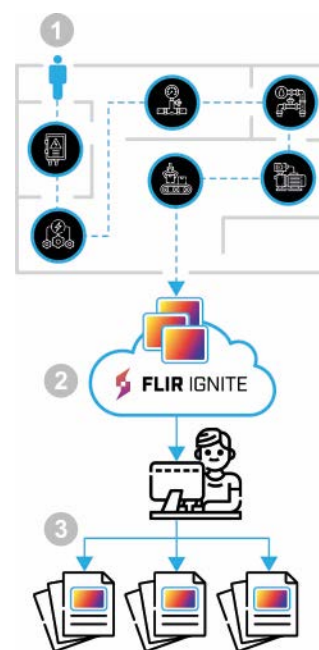


Die Referenzbildfunktion des Route Creator stellt sicher, dass Anwender jedes Mal, wenn sie eine Anlage inspizieren, wiederholbare Daten erfassen.

ihre verschiedenen Lagerhäuser erstellen. Durch das vorherige Hochladen von Inspektionsrouten auf Kameras mit Live-Anleitung wurde der Bedarf an zusätzlicher Ausrüstung reduziert, was den Vorgang für die Ingenieure vereinfacht und die Effizienz der Inspektion erhöht. Vorab geladene Referenzbilder erleichtern sowohl geschulten als auch ungeschulten Nutzern von Wärmebildkameras die wiederholbare Aufzeichnung von Wärmedaten und gewährleisten so bessere Verlaufsdaten zum Zustand jeder Anlage. Verbesserte Datenkonsolidierung und Berichterstattung führen zu höheren betrieblichen Einsparungen, indem Personalkosten für die Einrichtungen gesenkt werden. Auch die durchschnittlichen stündlichen Kosten für Ausfallzeiten konnten dank der Einführung vorausschauender Wartungspraktiken zur Reduzierung von Produktionspausen verbessert werden. ■

KONTAKT

Teledyne Flir (Flir Systems GmbH), Frankfurt
Tel.: +49 69 950090 0
www.teledyneflir.com



Die während einer Inspektion aufgenommenen Bilder werden automatisch in die Cloud hochgeladen, wo Anwender sie zu Schnellberichten hinzufügen oder an die Software Thermal Studio übertragen können.

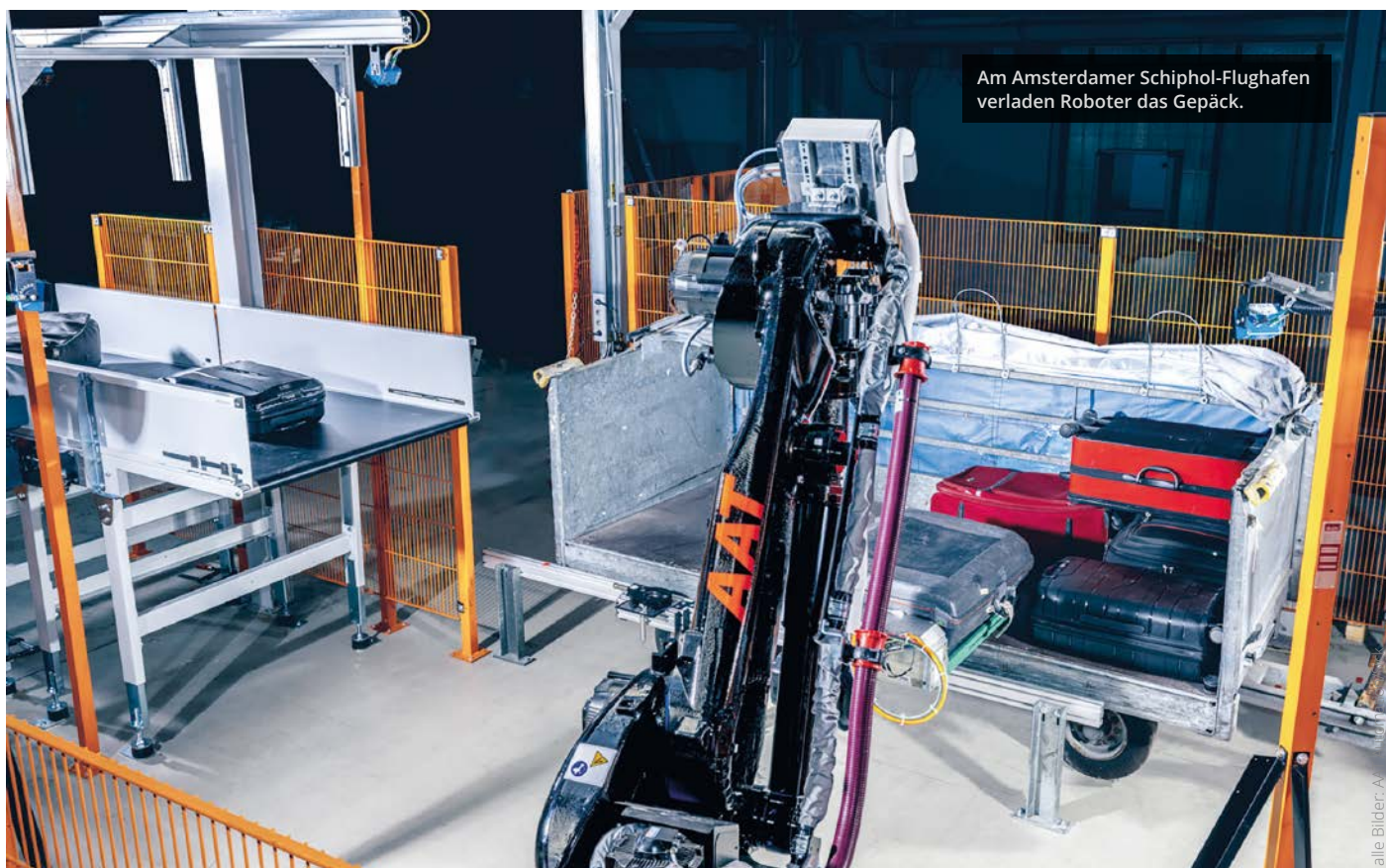
Made in Germany

LED-Beleuchtungen...

www.beleuchtung.vision

IMAGING • LIGHT • TECHNOLOGY

BÜCHNER



Am Amsterdamer Schiphol-Flughafen verladen Roboter das Gepäck.

alle Bilder: AAT

Time-of-Flight-Kameras am Flughafen Schiphol

Roboter mit 3D-Kameras verladen Gepäckstücke

Am Schiphol Airport Amsterdam kümmern sich Roboter um das Fluggepäck. Sie laden es vom Band in ULD-Container. Dazu sind präzise Daten zu Form und Position der Gepäckstücke, sowie über den freien Platz im Container notwendig. Diese Daten liefern 3D-Time-of-Flight-Kameras.

Tag für Tag werden an Flughäfen in aller Welt unzählige Gepäckstücke verladen. Pro Stunde und Servicekraft werden durchschnittlich 50 Gepäckstücke mit bis zu einer Tonne Gewicht bewegt. Dass es auch anders geht, zeigt seit Jahren das Automated Baggage Loading Equipment-System (kurz: Able) des Herstellers AAT Automation. Bei dieser Lösung kommt ein Industrieroboter zum Einsatz, der das Gepäck der Flugpassagiere vom Band nimmt und in bereitgestellte Gepäckcontainer (sogenannte ULD-Container, Unit Load Device) ablegt. Andere im Realbetrieb eingesetzte Systeme zur Containerbeladung beschränken sich darauf, die Mitarbeitenden mit Hebehilfen oder bewegbaren Rollenförderern zu unterstützen. Im Gegensatz dazu arbeitet der Roboter des Able-Systems vollautomatisch. Das System nimmt dem Personal

am Flughafen somit schwere körperliche Arbeit ab und beugt gesundheitlichen Risiken vor.

Lokalisieren, greifen, ablegen

Das Able-System muss jedes Gepäckstück lokalisieren, vermessen und vom Band nehmen. Anschließend ist die Position und Beladung des ULD-Containers zu bestimmen und die Last passgenau von einem Roboter darin abzulegen. Um diese Präzisionsarbeit zu ermöglichen, stattet AAT Automation das System mit Sensoren von Sick aus. Doch die Anforderungen steigen stetig: Die Prozesse am Flughafen müssen immer effizienter werden, das Transportgut wird vielfältiger. Damit das System auch in Zukunft – bei steigender Komplexität der Aufgaben – zuverlässig und schnell arbeitet, wurde eine Weiterentwicklung erforderlich. Die neue Generation des AAT Able

Das Wichtigste kompakt

Der Amsterdamer Flughafen Schiphol nutzt das Gepäckverladesystem Able von AAT Automation. Hierbei bewegt ein Industrieroboter die Gepäckstücke der Passagiere, was die körperliche Belastung des Flughafenpersonals reduziert. Das Able-System lokalisiert, vermisst und nimmt jedes Gepäckstück vom Band, um es anschließend in ULD-Container zu laden. Kürzlich wurde das System überarbeitet und läuft jetzt mit einer 3D-Time-of-Flight-Kamera von Sick. Die Visionary-T Mini liefert hierfür hochgenaue Tiefenbilder und verkürzt die Prozesszeit. Damit können in Zukunft auch die immer vielfältiger werdenden Gepäckstücke gehandelt werden.

wird auch durch die schnellen 3D-Kameras in der Lage sein, deutlich mehr Gepäckstücke schonend zu verladen. Gleichzeitig wird die Form der Gepäckstücke präziser erfasst.

Zuverlässige 3D-Daten

Die 3D-Time-of-Flight-Kamera Visionary-T Mini von Sick überzeugt bei dieser Aufgabe: Sie liefert bis zu 30 hochgenaue Tiefenbilder pro Sekunde, die in Sekundenbruchteilen zur Verarbeitung bereitstehen. Zudem erfasst die 3D-Kamera den gesamten Bildbereich in nur einer Aufnahme. Dadurch ist im Gegensatz zu den bisher eingesetzten Laserscannern kein zusätzlicher Schwenkvorgang notwendig, was die Prozesszeit verkürzt. AAT Automation setzt im Prozessverlauf sechs Visionary-T Minis ein. Mit großem Dynamikbereich und hoher 3D-Datenqualität gewährleisten die Kameras ein schnelles und präzises Erkennen von Gepäckstücken auch bei schwierigen Bedingungen wie reflektierenden Oberflächen. Die kompakte Bauweise ermöglicht zudem vielfältige Montagemöglichkeiten und damit konstruktive Gestaltungsfreiheit.

Zukünftige Logistik-Projekte

AAT Automation beschäftigt sich seit mehr als 25 Jahren mit Automatisierungslösungen für unterschiedlichste Bereiche, darunter Fördertechnik, Robotik oder mobile Transportsysteme. Diese werden unter anderem in Anwendungen zur Logistikautomatisierung



Das automatische Gepäckverladesystem von AAT Automation basiert auf einem Industrieroboter mit 3D-Kamera. Die Kamera liefert präzise Daten zu Form und Position der Gepäckstücke sowie zu den Platzverhältnissen im ULD-Container. Eingesetzt wird hier eine Kamera von Sick: Visionary-T Mini.

auf Flughäfen wie dem Schiphol Airport Amsterdam eingesetzt.

Die Weiterentwicklung des Able-Systems mit 3D-Kameras unterstreicht den Wert der Technologiepartnerschaft, die Sick mit AAT Automation verbindet. Die Zusammenarbeit bietet Vorteile, wenn es darum geht, neuen Geschäftsanforderungen mit dem technischen State-of-the-Art zu begegnen. 3D-Kameras von Sick könnten auch bei zukünftigen AAT-Automatisierungsprojekten für Flughäfen zum Einsatz kommen. Denkbar wäre dies in den

Bereichen Vermessung oder selbstfahrende AGVs. ■



Halle 1, Stand F51

KONTAKT

Sick Vertriebs-GmbH, Düsseldorf
Tel.: +49 211 5301 0
E-Mail: info@sick.de
www.sick.com



Hochpräzise Bohrungen und komplexe Geometrien

Der AGV5D von Aerotech ist ein 5-Achsen-Laserpräzessionsscanner, der für die Lasermikrobearbeitung entwickelt wurde. Er ermöglicht Bohrungen und komplexe Geometrien mit Submikrometer-Toleranzen. Das System kombiniert präzise lineare Bewegungsachsen und moderne Steuerungstechnologie, um den gesamten Mikrobearbeitungsprozess zu kontrollieren, einschließlich Laser, Scankopf und Werkstückpositionierung. Der G-Code-basierte Ansatz integriert Standard-CAM-Software, was die Anwendungsmöglichkeiten erweitert. Der AGV5D arbeitet wie ein 5-Achsen-CNC-Bearbeitungszentrum, nutzt jedoch die Präzision der Laserbearbeitung. Die softwarebasierte Maschinensteuerung Automation1 optimiert den Prozess.

de.aerotech.com



Präzise Laser-Distanzsensoren für die Logistik

Dimetix präsentiert auf der Logimat Laser-Distanzsensoren, die sich für präzise Messungen in Logistikanwendungen wie Hochregallagern und Krananlagen eignen. Diese Sensoren messen Entfernungen von 0,05 bis 500 m mit einer Genauigkeit von ± 1 mm und einer Wiederholgenauigkeit von $< \pm 0,3$ mm. Sie erreichen eine Messfrequenz von 250 Hz und sind für Temperaturen zwischen -40 bis 60 °C ausgelegt. Sie benötigen keine Rekalibrierung wegen eines Hundert-Prozent-Burn-In-Tests. Dimetix kombiniert Lichtlaufzeit- und Phasenverschiebungsmessung, um Geschwindigkeit und Genauigkeit zu vereinen. Acht Sensoren decken alle Logistikanwendungen ab, wobei für Distanzen über 100 m Reflexionsfolien verwendet werden. Ein robustes Aluminiumgehäuse schützt sie vor widrigen Bedingungen.

www.dimetix.com



Vision-Sensor für Druckqualitätsprüfung

Leuze erweitert sein Simple-Vision-Portfolio um den DCR 1048i OCV, einem Sensor, der 1D- und 2D-Codes erfasst und gleichzeitig die Druckqualität prüft. Er ist für die industrielle Automation konzipiert und ermöglicht es Maschinen, ihre Umgebung zu interpretieren. Der Sensor liest Codes und überprüft mittels Optical Character Verification (OCV) die Qualität von Aufdrucken, wie Mindesthaltbarkeitsdaten oder Chargennummern. Nutzer können den Sensor schnell und einfach einrichten, indem sie ein Referenzbild des optimalen Aufdrucks vorgeben. Der Sensor erkennt Druckfehler, die durch verstopfte Druckköpfe oder Tintenprobleme entstehen können, und ermöglicht das Aussortieren fehlerhafter Produkte. Er kombiniert die Einfachheit von optischen Sensoren mit der Leistung von Kamerasystemen.

www.leuze.com

Der autonome Gabelstapler arbeitet sicher und effizient ohne menschliches Eingreifen, unter widrigen Wetterbedingungen und in unstrukturierten Umgebungen. Hierbei sorgen Sensoren und Software für eine präzise Navigation und Materialhandhabung. Dabei werden nicht nur Objekte erkannt, sondern auch Bewegungsabläufe geplant und autonom umgesetzt.



Autonomer Gabelstapler

Robuste Bildverarbeitung und Umfelderkennung in der Outdoor-Logistik

Autonome Gabelstapler können sich in Montage- oder Lagerhallen sicher bewegen. Anders sieht das im Outdoor-Bereich aus: Unstrukturierte Umgebungen sowie schwierige Sichtverhältnisse sind eine große Herausforderung. Gemeinsam mit Partnern hat sich das österreichische Forschungsinstitut AIT dieser Problematik gestellt und einen autonomen Gabelstapler entwickelt, der sich für Verladevorgänge im Freien eignet. Multimodale Sensorsysteme, eine Echtzeit-Sensordatenverarbeitung sowie der Einsatz von künstlicher Intelligenz sorgen für eine robuste Bildverarbeitung und Umfelderkennung.

Die Automatisierung von Industrieprozessen ist ein zentraler Faktor, um den steigenden Anforderungen an Effizienz und nachhaltigem Betrieb gerecht zu werden. Gleichzeitig erfordert der Fachkräftemangel sowie die Notwendigkeit Personal zu entlasten, innovative Lösungen. Hier unterstützt das AIT Austrian Institute of Technology aus Wien (AIT). Im Bereich der Outdoor-Logistik entwickelte das Forschungsinstitut gemeinsam mit Partnern aus Forschung und Industrie einen autonomen Gabelstapler speziell für Verladevorgänge im freien Gelände.

Eine große Herausforderung für autonome Fahrzeuge und Arbeitsmaschinen ist

der sichere Betrieb außerhalb einer strukturierten Umgebung wie sie zum Beispiel Montage- oder Lagerhallen mit ihren fixen Raumlayouts und optimalen Lichtbedingungen bieten. Schwierige Wetterbedingungen wie Regen, Schnee oder Nebel, schlechte Sicht durch Staubentwicklung sowie Hindernisse und unebenes Gelände stellen hohe Anforderungen an die Sensorik und Steuerung. Das AIT setzt hier auf multimodale Sensorsysteme und eine leistungsfähige Echtzeit-Sensordatenverarbeitung für eine sichere Bewältigung der Aufgabenstellung. Die präzise Selbstlokalisierung des Geräts in einer gemischten Outdoor-Indoor Umgebung erfordert

Das Wichtigste kompakt

Im Rahmen von Forschungsprojekten entwickelte das AIT Austrian Institute of Technology einen autonomen Mitnahmestapler, der unten in einem LKW mitgeführt wird. Der Gabelstapler übernimmt eigenständig das Be- und Entladen von Paletten und macht erstmals ein flexibles Handling von Gütern im Freien möglich. Davon profitieren Unternehmen im Outdoor-Transportwesen insbesondere bei unzureichender Infrastruktur oder begrenztem Personal. Aufgabenstellungen etwa bei kommunalen Dienstleistungen, in der Landwirtschaft oder im Baugewerbe können damit effizient gelöst werden.

umfangreiche Sensorfusionskonzepte, welche mit den wechselnden Verfügbarkeiten und Genauigkeiten der Sensordatenquellen für Position und Bewegung (GNSS, Odometrie, Lidar, Kameras) umgehen können. Eine infrastrukturseitige Vorbereitung des Arbeitsbereichs ist nicht erforderlich. Gleichzeitig



Der Mitnahmestapler lässt sich in einem LKW mitführen. Er übernimmt eigenständig das Be- und Entladen von Paletten und macht damit ein flexibles Handling von Gütern im Freien möglich.

erlaubt die On-board-Sensorausstattung eine Umgebungserfassung und -kartierung in 3D. Ein KI-getriebener Detektor erkennt und klassifiziert die im Arbeitsbereich relevanten Objekte. Besonderes Augenmerk legen die Entwickler auf die Robustheit aller Systemkomponenten hinsichtlich wechselnder Licht- und Wetterbedingungen. Die AIT-eigenen Methoden zur Detektion von Verladegut erlauben es, Paletten, die durch Alterung, unterschiedliche Beladungen oder teilweise Verdeckungen schwer zu identifizieren sind, zuverlässig zu erkennen.

Reibungsloser Materialfluss in der Logistik

Für die Entwicklung autonomer Arbeitsmaschinen mit komplexen Aufgabenstellungen

wie dem automatisierten Be- und Entladen hat das AIT ein eigenes Freiluft-Testgelände, das Large-Scale Robotics Lab. Der Gabelstapler wird dort trainiert, sicher und effizient ohne menschliches Eingreifen, selbst unter widrigen Wetterbedingungen und in unstrukturierten Umgebungen, zu arbeiten. Hierbei sorgen Sensoren und Software für eine präzise Navigation und Materialhandhabung. Der autonome Gabelstapler passt sich flexibel an die aktuelle Situation an und operiert mit hoher Sicherheit auch bei unvorhersehbaren Hindernissen oder Wetterveränderungen. Mithilfe moderner Technologien werden nicht nur Objekte erkannt, sondern auch Bewegungsabläufe geplant und autonom umgesetzt, was einen reibungslosen Materialfluss in der Logistik ermöglicht.

Mensch-Maschine-Interaktion

Neben der technischen Automatisierung setzt das AIT einen weiteren Forschungsschwerpunkt auf die Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine. Um die Akzeptanz und Effizienz autonomer Technologien zu steigern, wurde ein intuitives Interface für die Steuerung und Überwachung des autonomen Gabelstaplers entwickelt. Die Einbindung von Remote-Steuerungsmöglichkeiten und Flottenmanagement-Systemen bietet dabei Lösungen für die Logistikbranche. Ziel ist es, Mitarbeitende durch benutzerfreundliche Interfaces bei der Arbeit mit autonomen Systemen zu unterstützen und eine zielführende Interaktion zu ermöglichen.

Zukunftsvision

Mit diesen Innovationen ebnet das AIT den Weg für eine effiziente Logistik. Die dabei erhobenen Daten dienen als Grundlage für die Entwicklung weiterführender Technologien wie Flottenmanagement-Systeme, die Fernüberwachung und zentrale Aufgabenvergabe für gesamte Maschinenflotten möglich machen. Neben der Logistik können neue Marktpotenziale erschlossen werden. Branchen wie die Bauwirtschaft, Landwirtschaft, Forstwirtschaft und kommunale Dienstleistungen werden davon erheblich profitieren. ■

KONTAKT

AIT Austrian Institute of Technology GmbH,
Wien, Österreich
Tel.: +43 50550 0
www.ait.ac.at/vac

WILEY

SAVE THE
DATE!

© gobbony - stock.adobe.com

messtec drives
Automation

inspect
WORLD OF VISION

March 12, 2025:
Robotics Day

April 16, 2025:
Metrology & Precision
Manufacturing

June 4, 2025:
Machine Vision,
Robotics, and
AI combined

June 25, 2025:
Panel discussion:
What were the biggest
trends at Automate

Digital Events 2025

www.WileyIndustryNews.com



Das Inspektionssystem Adhescan für die Klebebruchflächenuntersuchung

Inspektionssystem für Klebebruchflächen

Machine-Learning-gestützte Oberflächeninspektion zur Qualifizierung von Klebprozessen

Kleben ist eine bewährte Fügetechnik mit vielen Anwendungen – beispielsweise in Luft- und Raumfahrt, im Leichtbau oder in der Automobilindustrie. Doch die Technik erfordert umfangreiche Entwicklungs- und Qualifizierungsmaßnahmen. Diese lassen sich jetzt mit einem Oberflächeninspektionssystem, dem sogenannten Adhescan-System, einfacher umsetzen. Das System ermöglicht auf Basis von Machine-Learning-Algorithmen und Zeilenkameras in Stereokonfiguration eine quantifizierbare Beurteilung von Klebebruchflächen.

Während das Kleben selbst eine Standardtechnik ist, kann die Qualität einer Klebverbindung in ihrer Gesamtheit nicht mit zerstörungsfreien Methoden beurteilt werden. Da diese Methode auch zum Fügen von Bauteilen mit Sicherheitsrelevanz verwendet wird, sind in diesen Fällen die Anforderungen an Material, Prozess- und Qualitätssicherung besonders hoch. Daher muss ein robuster Klebprozess entwickelt werden, der mit umfangreichen Qualifizierungsverfahren einhergeht. Für diese ist eine große Anzahl von Prozessproben für mechanische Tests erforderlich.

Die verschiedenen Bruchbildarten

Alle Proben in diesem Artikel werden mit Genehmigung des Fraunhofer-Instituts für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM gezeigt. Ihre Herstellung erfolgte durchweg durch Verkle-

ben eines Substrats mit einem Stempel. Die Haftfestigkeit wurde anschließend gemäß DIN EN 13144 durch Zugversuch, in diesem Fall per Zentrifugalkraft, gemessen. Eine wichtige Messgröße für die Beurteilung einer Klebverbindung ist die Kraft, bei der die Verbindung versagt. Abb. 1a zeigt eine Standardprobe mit unterschiedlichen Arten von Klebstoffversagen, definiert nach DIN EN ISO 10365:2022, Klebstoffe – Bezeichnung der wichtigsten Bruchbilder. In der Regel ist das Ziel, dass die Klebverbindung innerhalb des Klebstoffs bricht (sog. Kohäsionsbruch, engl. cohesive failure, CF, Abb. 1b) und nicht an der Oberfläche (sog. Adhäsionsbruch, engl. adhesive failure, AF, Abb. 1c). Abb. 1d zeigt mit dem speziellen Kohäsionsbruch (engl. special cohesion failure, SCF) ein weiteres häufiges Bruchbild.

Nach Herstellung der Proben beurteilt das Fachpersonal, welche Anteile einer

Das Wichtigste kompakt

Das Adhescan-System ist ein Laborgerät zur Inspektion von Klebebruchflächen, unterstützt durch Machine Learning. Diesem liegt ein Demonstrator zu Grunde, der in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IFAM entwickelt wurde. Das System liefert hochauflösende Bilder und Höheninformationen von Bruchpaaren. Die Stereokonfiguration der eingesetzten Zeilenkameras ermöglicht eine 3D-Darstellung der Proben. Das System scannt bis zu acht Bruchpaare in weniger als 45 Sekunden und berechnet anschließend die Höheninformation. Die Auswertung erfolgt mit Hilfe eines Machine-Learning-Algorithmus, der die Proben automatisch beurteilt. Ein trainierter Algorithmus benötigt etwa 2,5 Sekunden pro Probenpaar. Dies ermöglicht verlässliche und reproduzierbare Daten für die Forschung und Entwicklung im Bereich Klebtechnik.

Probe welchem Bruchbild zuzuordnen sind. Aktuelle Verfahren beruhen auf visueller Inspektion der physisch vorliegenden Probe und Abschätzung der jeweiligen Flächenanteile der Bruchbildarten. Dies kann für die gesamte Probenfläche oder, nach Über-

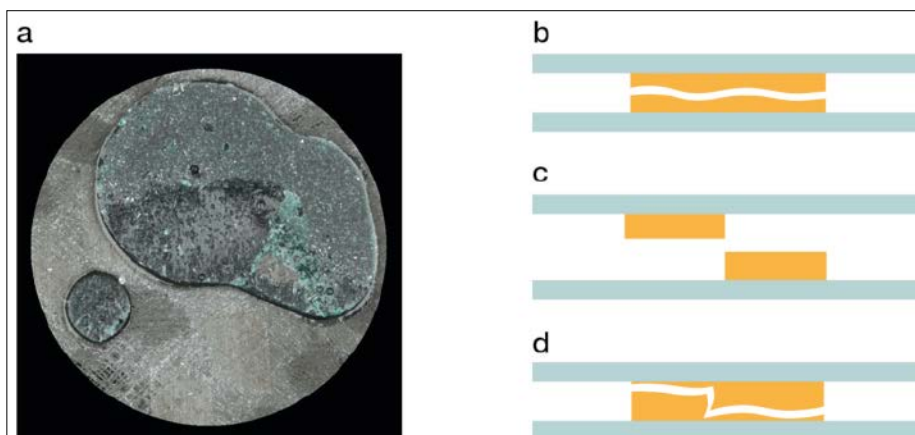


Abb. 1: Hochauflösendes Bild des Stempels (a) und schematische Darstellungen verbreiteter Bruchbildarten. Die Probe weist Bereiche mit Kohäsionsbruch (b), Bereiche mit Adhäsionsbruch (c) und Bereiche mit dem speziellen Kohäsionsbruch (d).

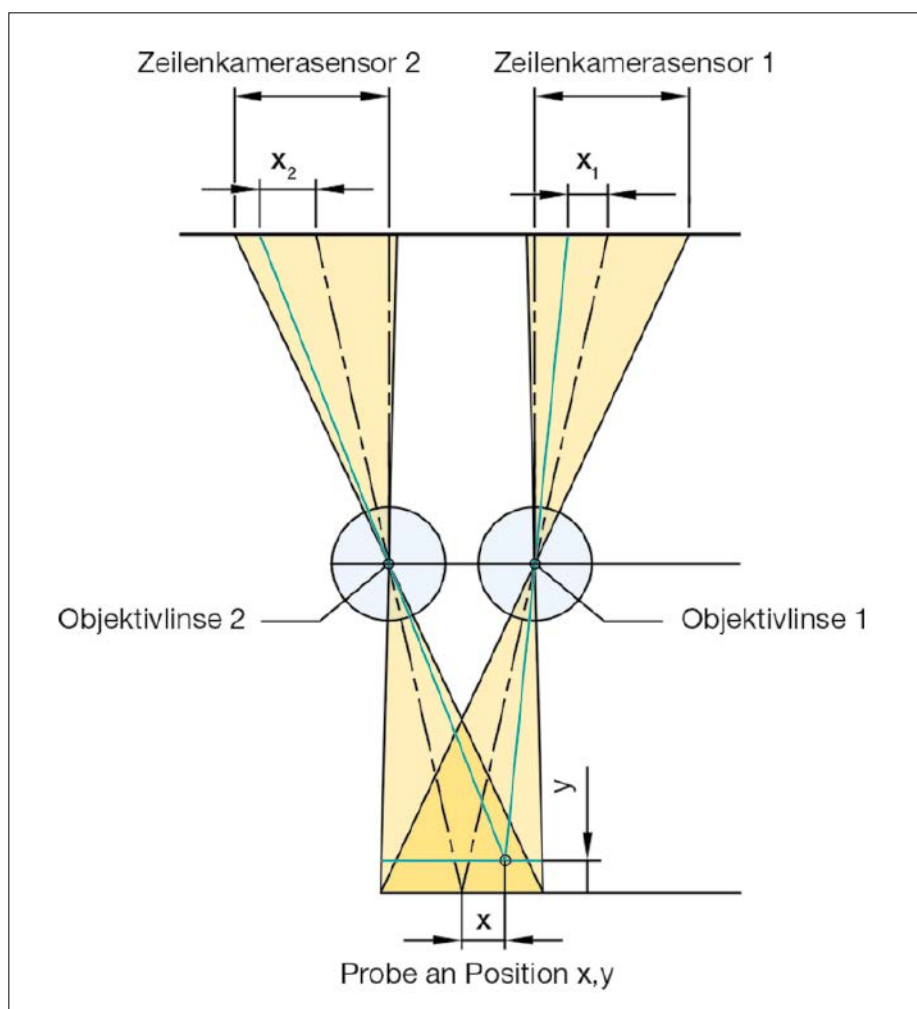


Abb. 2: Schematische Darstellung einer Stereo-Zeilenskamera-Konfiguration. Jede Zeilenkamera nimmt ein hochauflösendes Bild auf. Ein Höhenunterschied in der Probe, y , resultiert in einer Abweichung der Pixelpositionen, x_1 und x_2 , auf den beiden Kamerasensoren. Die Disparität x_1-x_2 wird verwendet, um die Höhenauswertung für jeden Probenpunkt vorzunehmen.

lagerung eines Rasters, pro Rasterelement erfolgen. Nachteil dieser Schätzungen ist die Subjektivität. Alternativ können auf einem Mikroskopbild die Brucharten manuell markiert und die Pixel gezählt werden. Dies ist jedoch mit einem hohen Zeitaufwand verbunden. Dadurch, dass Bruchpaare nicht gemeinsam ausgewertet werden, kann es

darüber hinaus leicht zu falschen Zuordnungen der Bruchflächen kommen.

Das Inspektionssystem Adhescan

Das Adhescan-System ist ein Laborgerät zur Inspektion von Klebebruchflächen. Es basiert auf einer speziell entwickelten Bildaufnahme in Kombination mit einem trainierbaren

Machine-Learning-Algorithmus. Damit können Klebebruchflächen quantifizierbar und reproduzierbar beurteilt werden. Die erzeugten Daten werden digital gespeichert, und erlauben Klebfachpersonal eine systematische Auswertung auf Grundlage objektiver und präziser Daten. Das Adhescan-System ist die Weiterentwicklung eines Demonstrators, der in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IFAM (Abteilung Adhäsions- und Grenzflächenforschung und Abteilung Qualitätssicherung und Cyber-Physische Systeme) im Rahmen eines durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderten Projekts (Samba, 20Q1924A) entwickelt wurde.

Das übliche Vorgehen bei der Beurteilung eines Probensets mit dem Adhescan-System beinhaltet verschiedene, aus der Praxis heraus entwickelte Routinen, wie das Setzen einer zuvor definierten Region of Interest (ROI) und die Eingabe von Metainformationen (zum Beispiel verwendeter Klebstoff, Substratmaterialien). Basierend auf zwei Zeilenkameras von Schäfter+Kirchhoff (Typ SK4k-U3DR7C, Farbsensor, Pixelgröße $7\ \mu\text{m}$) liefert das System hochauflösende Bilder mit einer optischen Auflösung von $11\ \mu\text{m}$ von beiden Oberflächen des Bruchpaares. Die Verwendung der Zeilenkameras in einer Stereokonfiguration ermöglicht zudem die Erfassung wertvoller Höheninformation mit einer Höhenauflösung von circa $20\ \mu\text{m}$.

Da die Sensoren eine Fläche von $45 \times 200\ \text{mm}$ scannen, werden die Bilder entsprechend der vordefinierten ROIs automatisch zugeschnitten. Die Darstellung der hochauflösenden Oberflächenaufnahmen von Substrat und Stempel und der zugehörigen Höhenprofile erfolgt in einer 2×2 -Ansicht. Die Software ermöglicht die Ausrichtung der Bilder der beiden Bruchpartner zueinander. Anwendende werden hierbei von einem Dialog geleitet und durch eine besondere visuelle Darstellung unterstützt. Schließlich werden die überlagerten Bilder verwendet, um drehbare 3D-Grafiken von Substrat und Stempel zu generieren. Eine räumliche Verknüpfung dieser beiden 3D-Grafiken ermöglicht ihre gemeinsame Betrachtung und Beurteilung – zum Beispiel aus unterschiedlichen Blickwinkeln oder in unterschiedlichen Zoom-Einstellungen, wodurch die bestmögliche Auswertegenauigkeit erzielt wird.

Höhere Genauigkeit im Vergleich zur manuellen Auswertung

Die Proben können nun annotiert werden, das heißt, die unterschiedlichen Bruchflächenbereiche werden markiert und bestimmten Bruchbildarten zugeordnet. Dies kann per Hand mit dem Annotation Tool oder mit Hilfe einer automatischen Vorhersage erfolgen. Das Annotation Tool erlaubt es, das Bild mit Hilfe benutzerdefinierter Sets

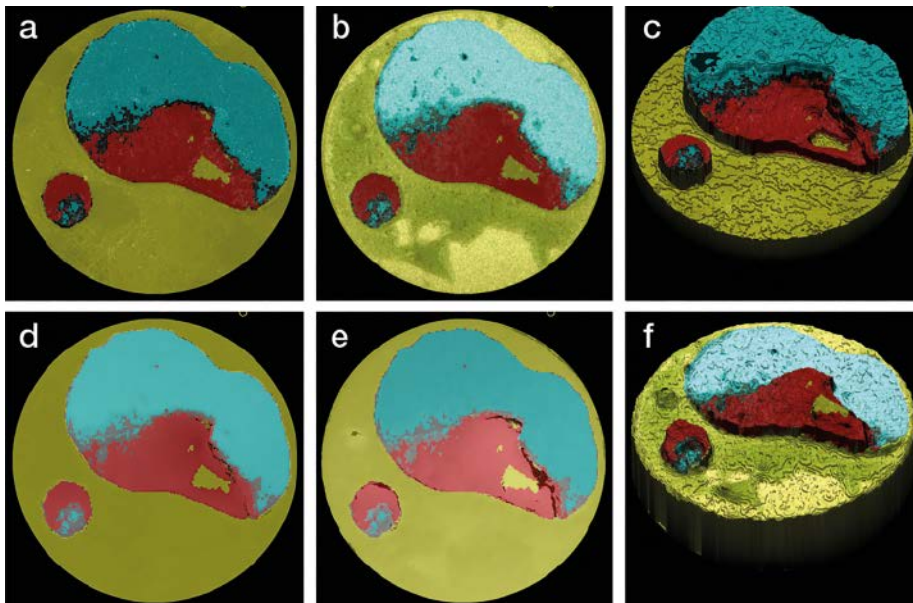


Abb. 3: Zugeordnete Bruchbildarten für Substrat (a, d, c) und Stempel (b, e, f) in hochauflösender Oberflächengrafik (a, b), Höhendarstellung (d, e) und 3D-Darstellung (c, f).

zur Klassifizierung (sogenannter Labels, zum Beispiel CF, AF oder SCF) gemäß ihrer Bruchbildarten zu markieren. Die Markierung der Probe wird parallel in den Höhen- und den Oberflächenbildern vorgenommen. Zeigerposition und Markierung werden zeitgleich in den Höhen- und Oberflächenbildern sowie in der 3D-Grafik dargestellt. So kann die Probe in der Ansicht annotiert werden, in der es am einfachsten ist, die Bruchbilder zu identifizieren. Dies erhöht die Genauigkeit erheblich, insbesondere im Vergleich zur manuellen Auswertung, bei der jeweils nur ein einzelner Bruchpartner einer Probe bewertet wird.

Ein Algorithmus verwendet dann die vorab markierten Merkmale, um die Ergebnisse für die gesamte Probe zu berechnen. Bereits wenige Marker reichen aus, um eine Vorhersage zu treffen. Signifikante Merkmale aus allen vier Aufnahmen tragen hierzu gemeinsam bei und führen zu einer gemeinsamen Beurteilung. Das gesamte Bild ist nun gemäß den vorab definierten Labels in die verschiedenen Bruchbildarten unterteilt. Die Software bietet mehrere tiefgreifende Auswertemöglichkeiten wie Histogramme und Heatmaps, um die Qualität des Ergebnisses zu beurteilen. Alle Ergebnisse können protokolliert und alle relevanten Daten in einer Datenbank gespeichert werden, so dass frühere Ergebnisse leicht abgerufen werden können.

Annotierte Bilder können als Trainingsset verwendet werden, um den Algorithmus zu trainieren. Nach Abschluss des Trainings kann der Algorithmus gespeichert werden und später im Prozessmodus geladen und verwendet werden, um die durch maschinelles Lernen unterstützte Bruchflächeninspektion zu nutzen. Die Untersuchung weiterer Proben wird hierdurch schnell und einfach.

Dauer der Auswertung

Das System scannt beliebige Proben in einem Feld der Größe 200 x 45 mm² in unter 45 Sekunden und berechnet die Höheninformation in etwa 20 Sekunden. Abhängig davon, wie gut sich beide Bruchpartner anhand von eindeutigen Merkmalen relativ zueinander ausrichten lassen, dauern Drehen und Ausrichten der acht Proben zwischen 30 Sekunden und zwei Minuten. Bei einer manuellen Auswertung für den Laboreinsatz (und die Trainingssets) ist die Zeitdauer abhängig von den Anwendenden, von der gewünschten Genauigkeit und von der Anzahl und der Identifizierbarkeit der Bruchflächenbereiche. Im Allgemeinen kann die Auswertung zwischen einer und fünf Minuten dauern. Im Prozessmodus übernimmt der trainierte Algorithmus die Auswertung der Bilder, nachdem Anwendende diese ausgerichtet haben. Bei einer typischen Bildgröße von 900 x 900 Pixeln benötigt der Algorithmus etwa 2,5 Sekunden für die Auswertung einer Probe. Hierbei bestimmen Bildgröße und Prozessorleistung maßgeblich die konkrete Zeitdauer. Der Prozessmodus ermöglicht es, eine große Anzahl von Proben, zum Beispiel In-Prozess-Proben, auf effiziente, reproduzierbare und genaue Weise auszuwerten.

Fazit

Das Adhescan-System liefert reproduzierbare und quantifizierbare Ergebnisse für die Klebebruchflächeninspektion gängiger Klebstoffbrucharten. Basierend auf zwei Zeilenkameras von Schäfter+Kirchhoff liefert das System hochauflösende Bilder mit einer optischen Auflösung von 11 µm von beiden Oberflächen des Bruchpaares. Die Stereokonfiguration der Kameras ermöglicht

das gleichzeitige Aufnehmen von Höheninformation mit einer Höhenauflösung von circa 20 µm. Die Kombination von Oberflächenaufnahmen und Höheninformation liefert eine 3D-Darstellung der Probe. Das Standard-System scannt bis zu acht Bruchpaare aus Substrat und Stempel in weniger als 45 Sekunden und berechnet die Höheninformation in etwa 20 Sekunden.

Die hochauflösenden Oberflächen- und Höheninformationen liefern die Basis für die anschließende Auswertung mit Hilfe eines Machine-Learning-Algorithmus. Die Software erlaubt es Anwendenden, den Algorithmus so zu trainieren, dass die Beurteilung von Proben automatisch innerhalb weniger Sekunden erfolgt. Ein trainierter Algorithmus benötigt für ein Probenpaar eine Bearbeitungszeit von nur etwa 2,5 Sekunden, abhängig von der verwendeten Rechenleistung der Computer-Hardware und der Probengröße. So erhält Klebfachpersonal verlässliche und reproduzierbare Daten, die eine wertvolle Grundlage für weitere Forschung und Entwicklung bilden. ■

AUTOREN

Luca Kuhlmann

Software-Entwickler

André Lamott

Projektleiter

Armin Thomsen

Software-Entwickler

Heiko Mühlenfeld-Keßler

Entwicklung Systeme

Neele Friesen

Optik-Entwicklung

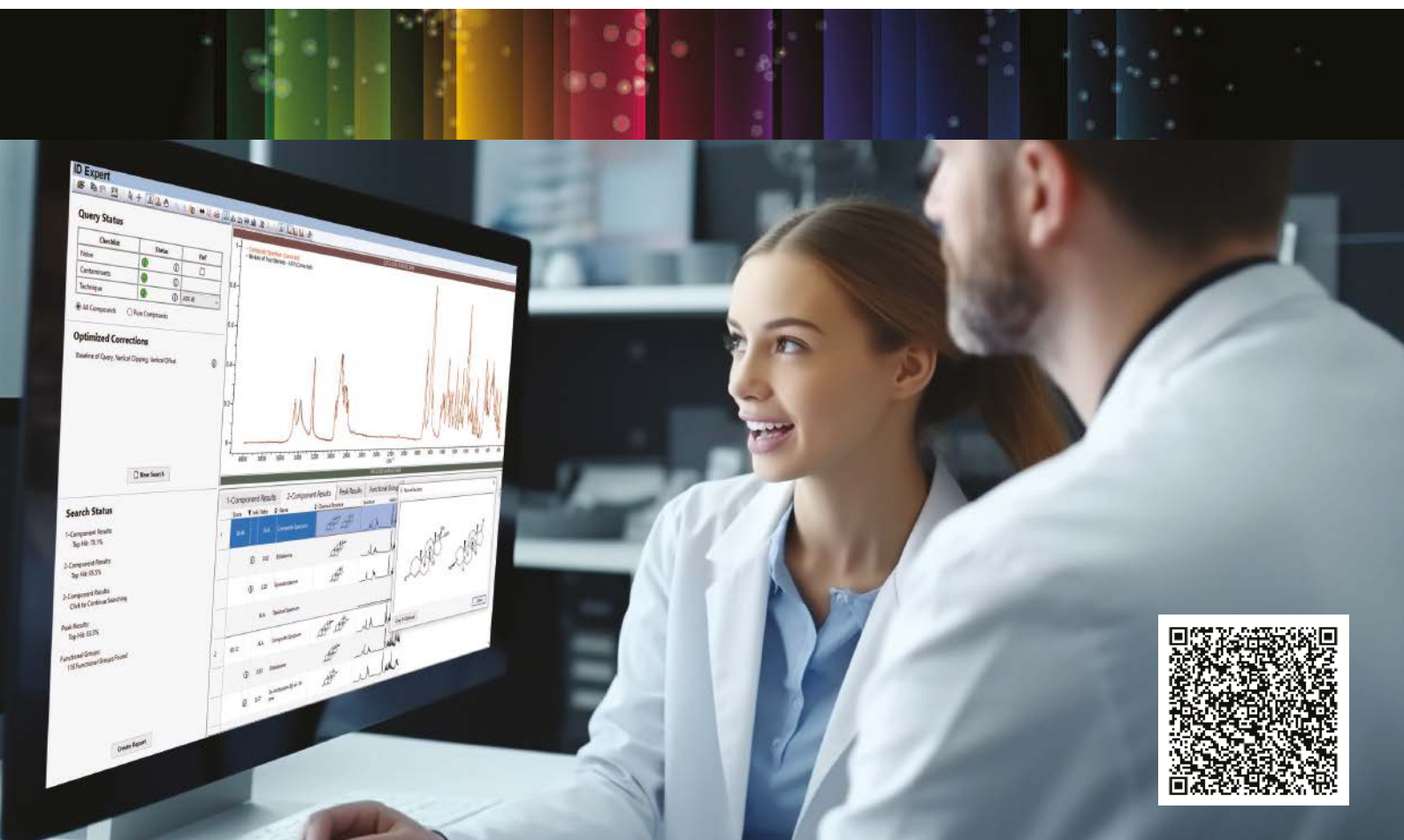
KONTAKT

Schäfter + Kirchhoff GmbH, Hamburg

Tel.: +49 40 8539 97 0

info@sukhamburg.com

www.sukhamburg.com



Beschleunigen Sie die Spektralanalyse mit KnowItAll

KnowItAll bietet erstklassige Software zur Identifizierung, Analyse und Verwaltung Ihrer Spektraldaten. Die Nutzung der renommierten spektralen Datenerfassungen von Wiley bietet Lösungen für eine schnelle und zuverlässige Analyse. Das neue **KnowItAll 2025** ist innovativ und bietet mehr Tools zur Automatisierung und Rationalisierung von Analysen.



Umfassende Tools zur Optimierung von Arbeitsabläufen



Vertrauenswürdige Daten aus einer vertrauenswürdigen Quelle



Herstellerunabhängig, um Ihr Labor zukunftssicher zu machen

Erfahren Sie mehr sciencesolutions.wiley.com

Laser-Doppler-Vibrometer für die End-of-Line-Kontrolle

Schnittstellen für die Automatisierung der Messdatenerfassung und -analyse

Bei der Automatisierung ihrer Qualitätskontrolle, reduzieren Unternehmen Routineaufgaben und steigern die Effizienz. Deshalb stellt Polytec für seine Laservibrometer in In-Line- und End-of-Line-Kontrollen leistungsfähige Schnittstellen und Treiber sowie Möglichkeiten für die automatisierte Messdatenerfassung und -analyse zur Verfügung, die unterschiedliche Applikationsanforderungen abdecken. Anwender können die Laser-Sensoren nach ihren Bedürfnissen in die eigene Automatisierungsumgebung integrieren. Über Polytec Device Communication, einem quelloffenen und plattformübergreifenden Treiber für Microsoft Windows und Linux, lassen sich Datenzugriff und Hardwaresteuerung sowie das Auslesen der Betriebszustände programmieren. Dabei ermöglicht die TCP/IP-Schnittstelle eine robuste Kommunikation und das Streamen von digitalen Schwingungsdaten bis in den MHz-Bereich. Wer mit Matlab, C++, Python, .net oder Microsoft Excel arbeitet, kann über eine Com/Dcom-Schnittstelle auf alle Funktionen der Systemsoftware zur Steuerung des Messsystems zugreifen und so die Gerätesteuerung in die eigene Automatisie-



Mit Echtzeit-Messdaten, hoher Wiederholgenauigkeit und geringen Betriebskosten können Laser-Doppler-Vibrometer zur Qualitätskontrolle in viele Automatisierungsumgebungen integriert werden.

rungsanwendung integrieren. Zudem lassen sich Messungen mit einer integrierten Makrosprache der Polytec Systemsoftware direkt in der Polytec-Systemumgebung automatisieren. Die Makros setzen beispielsweise Messeinstellungen, starten Messungen, wenden mathe-

matische Operatoren auf die Messdaten an, schreiben sie in Dateien oder in einen eigenen Kanal (user defined data set) des Messfiles. Auch Batch-Processing der Messdaten wird so möglich. ■

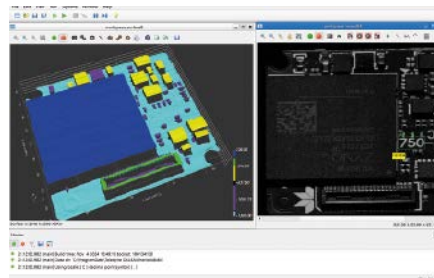
KONTAKT
www.polytec.com



Präzisionssensoren für 3D-Oberflächenmessung

Micro-Epsilon präsentiert mit den 3D-Snapshot-Sensoren der Reihe Surfacecontrol eine neue Generation für die Geometrie-, Form- und Oberflächenprüfung matter Objekte. Diese Sensoren bieten eine Z-Wiederholpräzision von 0,25 µm und eine XY-Auflösung von bis zu 8 µm, wodurch sie kleine Details erfassen. Die Sensoren sind besonders für Anwendungen geeignet, die eine hohe Präzision erfordern, wie in den Branchen Automotive, Luftfahrt, Medizin, Halbleiter oder in der Forschung und Entwicklung. Mit einem Messbereich von 30 mm können kleinere Objekte mit maximalen Abmessungen von 31 x 19,5 mm präzise vermessen werden. Der Sensor ist in ein robustes Aluminiumgehäuse integriert und nach Schutzart IP67 zertifiziert.

www.micro-epsilon.de



3D Apps Studio für Inline-3D-Messungen

Teledyne Dalsa hat das Z-Trak 3D Apps Studio vorgestellt, eine Software-Suite für Inline-3D-Anwendungen in der industriellen Bildverarbeitung. Entwickelt für die Z-Trak-Familie, erleichtert die Software 3D-Messungen und Inspektionen in Produktionslinien. Sie kann 3D-Scans von Objekten mit verschiedenen Oberflächen, Größen und geometrischen Merkmalen verarbeiten und ist ideal für Fabrikautomation in Branchen wie Elektrofahrzeuge, Automobil, Elektronik, Halbleiter, Verpackung und Metallverarbeitung. Die Software bietet optimierte Werkzeuge zur Messung von Objektdicke, Prüfung von Kleberauppen und Schweißnähten sowie zur Identifizierung von Defekten auf verschiedenen Oberflächen.

www.teledynedalsa.com



Renishaw präsentiert neue Fertigungstechnologien

Auf der IMTS 2024 stellte Renishaw eine Reihe neuer Produkte vor, die die Leistungsgenauigkeit und Wiederholbarkeit verbessern, darunter eine neue Produktlinie für die industrielle Automatisierung und die Datenplattform Renishaw Central. Diese Plattform ermöglicht die Überwachung und Aktualisierung von Fertigungs- und Qualitätskontrollsystemen. Zudem wird die neue Tempus-Technologie und das 3D-Drucksystem Renam 500 Ultra vorgestellt, das die Bauzeiten um bis zu 50 Prozent verkürzt. Renishaws neue Produktlinie für Industrieroboter, einschließlich der RCS-Produktserie, vereinfacht die Einrichtung und Wartung von Robotern. Ein weiteres Highlight ist das REVO 5-Achsen-Multisensorsystem für Koordinatenmessmaschinen.

www.renishaw.com

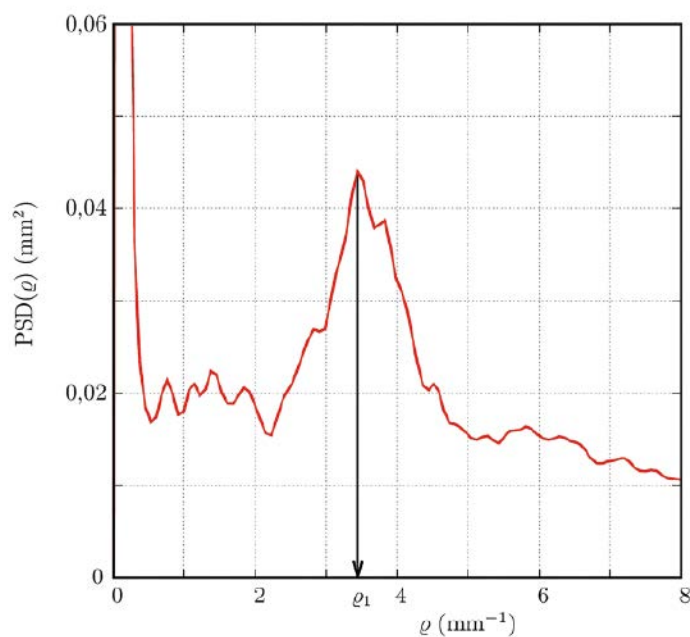
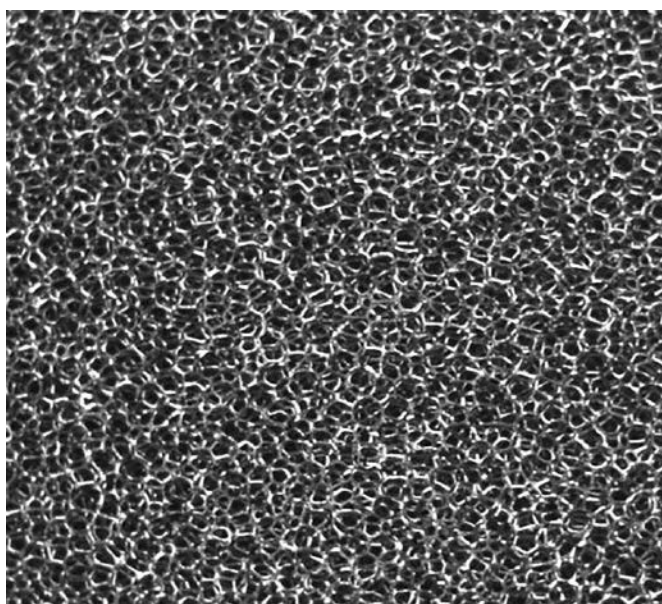


Bild: alle Bilder: Joachim Ohser

Links: Dunkelfeldaufnahme eines offenzelligen Polyurethanschaumes. Für technisch anspruchsvolle Anwendungen solcher Schäume ist die (typische) Zellgröße relevant, die nach der amerikanischen Industrienorm ASTM E 112-77 durch den PPI-Wert (number of pores per inch) zu charakterisieren ist. Rechts: Der PPI-Wert kann aus dem Radius ρ_1 des 1. Interferenzrings der PSD bestimmt werden. Weitgehend unabhängig von den Aufnahmebedingungen gilt $PPI=3,6\rho_1$, wobei ρ_1 in der Maßeinheit mm^{-1} anzugeben ist. Die radiale Funktion der PSD mit dem 1. lokalen Maximum bei $\rho_1 \approx 3,4 \text{ mm}^{-1}$. Es handelt sich also um einen 12-PPI-Schaum.

Messung der PSD mit digitaler Bildanalyse

Ein Kommentar von Prof. Dr. Joachim Ohser

Kleinwinkelstreuung (small angle scattering, SAS) mit Röntgen-, beta- oder Neutronenstahlung ist eine Messtechnik, um Materialinhomogenitäten zu untersuchen, deren Abmessungen im Vergleich zur Wellenlänge der verwendeten Strahlung groß sind. Eine Alternative dazu ist die bildanalytische Bestimmung des Energiedichtespektrums (spektrale Leistungsdichte, power spectral density, PSD) von Bilddaten (2-dimensionalen lichtoptischen Aufnahmen oder CT-Bildern). Die PSD eines Bildes, also das pixelweise Betragsquadrat der Fourier-Transformierten, enthält prinzipiell die gleiche Information wie die Intensität von Streulichtstreuung.

Digitale Bildanalyse ist aber nicht nur gerätetechnisch kostengünstiger als SAS, sie ist auch flexibler hinsichtlich der Variation der lateralen Auflösung und der Wahl der Bildgröße. Mit SAS können zwar auch größere Probenausschnitte abgetastet werden, um statistische Fehler der gemessenen Streuintensität zu reduzieren (zum Beispiel mit scanning small angle X-ray scattering, sSAXS). Das Problem der Messung der Streuintensität für kleinere Bragg-Winkel ist damit jedoch nicht gelöst.

Bestimmen des Energiedichtespektrums: auf drei Aspekte ist zu achten

Bei der bildanalytischen Bestimmung der PSD muss allerdings einiges beachtet werden: Die Bilddaten sind sorgfältig zu kalibrieren (ein grundsätzliches Erfordernis der digitalen Bildanalyse), und es ist zu berücksichtigen, dass sich die Pixelgröße bei der Fourier-Transformation (FT) ändert. Auch die Maßeinheiten der Pixelgröße und der Pixelwerte ändern sich.

Außerdem muss berücksichtigt werden, dass der Einsatz einer diskreten FT zur Berechnung der PSD, impliziert, dass die Struktur periodisch ist, was aber objektiv nicht zutrifft. Ein sorgfältiges Korrigieren von Bildrandeffekten ist also nötig.

Schließlich sind die Grenzen für das Ortsfrequenzband, in denen sich die PSD hinreichend genau bestimmen lässt, abzuschätzen. Details sind in der kürzlich beim Hanser Verlag erschienenen 2. Auflage des Buches „Bildverarbeitung und Bildanalyse – Methoden, Konzepte und Algorithmen in der Optotechnik, optischen Messtechnik und Bildanalyse“ von mir nachzulesen.

Anwendungen der PSD in der Industrie

Für die bildanalytische Bestimmung der PSD gibt es zahlreiche Anwendungen. Dazu gehören die Qualitätskontrolle von Superlegierungen für Hochtemperaturanwendungen, die Korngrößenbestimmung an Schüttgütern (Pulvern, Sanden, Kiesen, Schottern), die Bewertung, wie gleichmäßig Fasern in Faserverbundwerkstoffen (CFP und GFP) angeordnet sind, die Zellgrößenbestimmung an industriellen Schäumen oder Schwämmen, die Messung der Formation von Filterpapieren und die Inhomogenitätsbeurteilung (Wolkigkeit) von Vliesen. ■

Autor im Detail

Prof. Dr. Joachim Ohser

Joachim Ohser arbeitete am Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik (ITWM) in Kaiserslautern auf den Gebieten 3D-Bildverarbeitung und Modellierung von Mikrostrukturen. Ab 2003 war er Professor an der Hochschule Darmstadt und hielt dort Vorlesungen im Studiengang Optotechnik und Bildverarbeitung.

AUTOR
Prof. Dr. Joachim Ohser

inspect



BLICK IN DIE FORSCHUNG



46 Mit Deep-Learning zu einer automatisierten, Cloud-basierten Qualitätskontrolle

Den Einsatz von künstlicher Intelligenz vereinfachen

48 Gobo-Technik macht 3D-Messtechnik schneller und robuster

Verfahren für eine hochdynamische 3D-Formerfassung

In Kooperation mit:



Bild: EMVA

Bild: EMVA



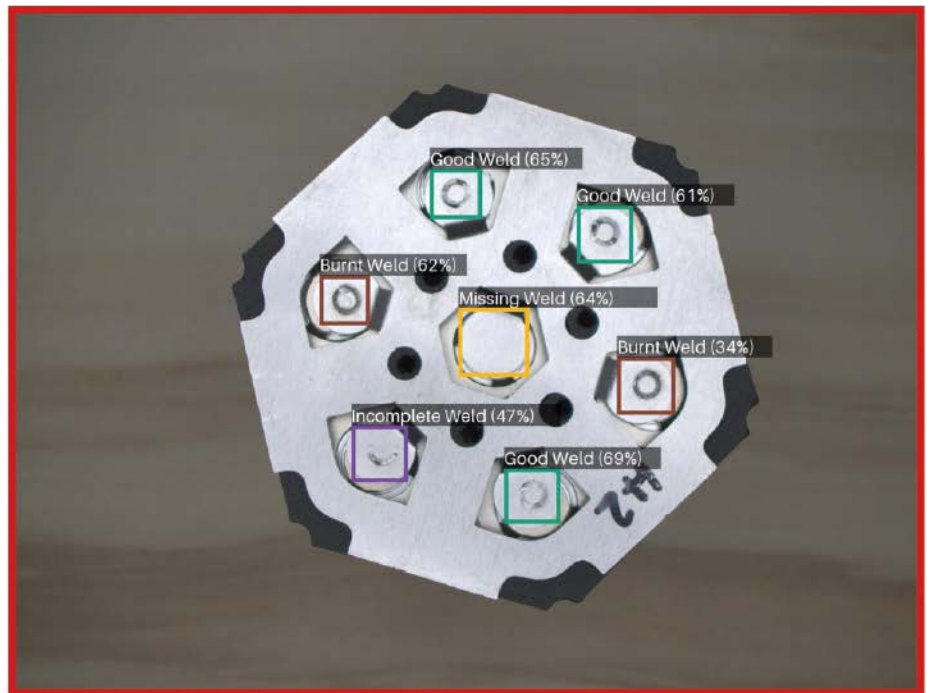
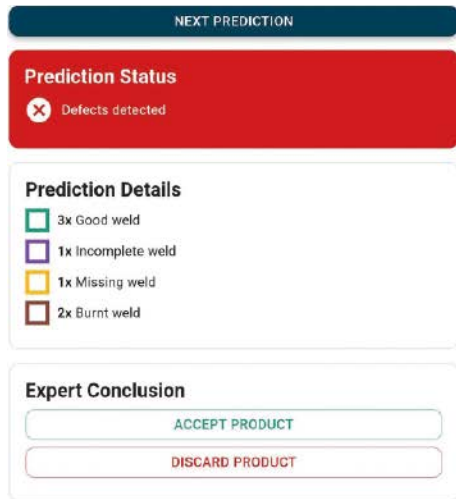
Vorbild Bühnentechnik und KI-Kickstarter für die Produktion

Die Bretter, die die Welt bedeuten – wohl in wenigen Bereichen ist die bestmögliche Beleuchtung so wichtig wie in der Bühnentechnik. Sie kann damit Benchmark sein für sinnvolle Adaptionen in der Messtechnik und Bildverarbeitung. Auch hier spielt Beleuchtung eine entscheidende Rolle, wenngleich sie in der Vergangenheit nicht immer als wichtigstes Element einer Vision-Lösung erachtet wurde. Grund genug, das zu ändern, dachten sich wohl die Autoren vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF aus Jena im ersten Beitrag der ersten Ausgabe dieses Jahres. Sie haben erfolgreich das Prinzip der Musterprojektion auf High-Speed-Anwendungen in der Messtechnik und Bildverarbeitung übertragen. Das von ihnen entwickelte Projektionsverfahren zur 3D-Formfassung in hochdynamischen Situationen namens Gobo-Projektion aperiodischer Sinusmuster lässt sich vom Applikationsbeispiel in Crash-Tests recht einfach auch auf industrielle Anwendungen anpassen.

KI-Anwendungen können mittlerweile durch Nutzung bestehender Modelle bereits mit wenigen Daten effizient eingesetzt werden. Die Herausforderung liegt dabei häufig in der optimalen Abstimmung auf den Anwendungsfall, wie der zweite Beitrag dieser Rubrik veranschaulicht. Am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT in Aachen wurde der „AI-Kickstarter“ entwickelt, der Unternehmen mit einem methodischen Vorgehen beim Einsatz von KI unterstützt. Der Ansatz beschreibt an einem Anwendungsbeispiel der industriellen Qualitätskontrolle unter anderem, wie sich die Anzahl der annotierten Trainingsbilder deutlich reduzieren lässt, warum eine zentrale, private Cloudumgebung hilfreich sein kann und welchen Einfluss letztlich der Verwendungszweck eines Deep Learning Modells auf dessen Effizienz etwa in der Produktion hat.

Die Anwendungs- und Optimierungspotenziale bei KI und Deep Learning sind also nach wie vor mannigfaltig. Gleichzeitig veranschaulicht der erste Beitrag dieser Ausgabe der EMVA-„Research meets Industry“-Reihe aber auch, wie immer wieder völlig technologieferne Bereiche als Vorbild für neue Ansätze in der Bildverarbeitung dienen können.

Thomas Lübke
EMVA-Geschäftsführer



alle Bilder: Fraunhofer IPT

Batteriezellmodul mit Schweißnähten zur Kontaktierung der Batteriezellen inklusive Auswertung durch die KI: Der Anwender kann nun entscheiden, ob er die Auswertung des Deep-Learning-Modells akzeptiert oder ablehnt. Das Bild wird anschließend zusammen mit der Entscheidung des Anwenders gespeichert und steht in Zukunft als Datengrundlage für ein erneutes Trainieren des Modells zur Verfügung.

Mit Deep-Learning zu einer automatisierten, Cloud-basierten Qualitätskontrolle

Den Einsatz von künstlicher Intelligenz vereinfachen

KI und Machine Learning können die Effizienz in produzierenden Unternehmen steigern, werden aber selten genutzt. Darum hat das Fraunhofer IPT den „AI-Kickstarter“ entwickelt, um Unternehmen beim Einsatz von KI zu unterstützen. Ein Beispiel ist die Qualitätskontrolle von Schweißnähten auf Batteriezellmodulen mit einem Deep-Learning-Modell, das in eine Cloud-Plattform integriert ist. Diese ermöglicht die zentrale Verwaltung und Überwachung der Modelle, was die Effizienz und Zuverlässigkeit der Qualitätskontrolle erhöhen kann.

KI-Anwendungen und Machine Learning versprechen produzierenden Unternehmen mehr Produktivität und gesteigerte Effizienz. Im Alltag vieler produzierender Unternehmen, besonders in kleinen und mittleren Unternehmen (KMUs), wird Künstliche Intelligenz (KI) jedoch selten eingesetzt. Gründe dafür können vielschichtig sein: von fehlendem Wissen über die Technologie, fehlendem Vertrauen in die Technologie, oder mangelnde Expertise bei der Umsetzung. Dabei können KI-Anwendungen bereits mit wenigen Daten Effizienzpotenziale heben. Die Herausforderung liegt dabei häufig nicht in

der Entwicklung des KI-Modells, sondern in ihrer sinnvollen Einbettung und der optimalen Abstimmung auf den Anwendungsfall. Aus diesem Grund wurde am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT in Aachen der „AI-Kickstarter“ entwickelt, der Unternehmen mit einem methodischen Vorgehen beim Einsatz von KI unterstützt. Das methodische Vorgehen wurde angewendet, um innerhalb des International Center for Networked, Adaptive Production (ICNAP) einen Demonstrator für eine automatisierte, Cloud-basierte Qualitätskontrolle von Schweißnähten auf Batteriezellmodulen zu entwickeln.

Defekterkennung bei Schweißnähten auf einem Batteriezellmodul

Das Batteriezellmodul besteht aus einer Halterung für sieben Batteriezellen, welche über die Schweißnähte kontaktiert werden. Für den Anwendungsfall wurden drei Fehlerbilder simuliert: eine zu hohe Energieeinbringung, die zu einer verbrannten Schweißnaht führt, eine unvollständige Schweißnaht sowie eine vollständig fehlende Schweißnaht. Um eine hohe Qualität zu gewährleisten, müssen all diese Fehlerbilder in der Praxis vermieden werden. Daher ist eine optische Qualitätssicherung vor der Auslieferung unerlässlich. Dieses Anwendungsbeispiel zeigt anschaulich, wie ein KI-Modell, genauer: ein Deep-Learning-Modell, für diese Aufgabe unterstützend eingesetzt werden kann und welche Schnittstellen und Herausforderungen bei der Umsetzung beachtet werden müssen.

Einsatz von Deep Learning Modellen zur Defekterkennung

Im Gegensatz zu traditionellen Machine Vision Systemen müssen Defekte bei Deep-Learning-

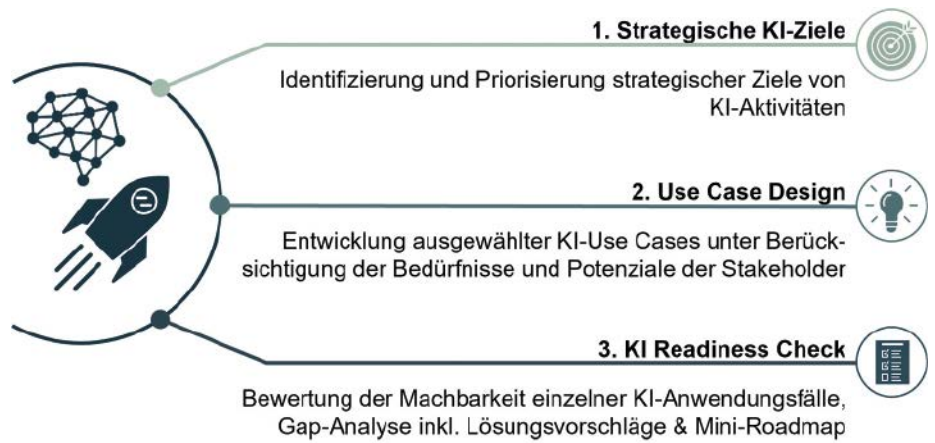
Modellen nicht manuell programmiert werden, denn das Modell lernt die Fehler automatisch auf Basis von Trainingsbildern. Für den konkreten Anwendungsfall wurden 25 Bilder von Batteriezellmodulen mit defekten Schweißnähten aufgenommen. Ein Experte annotierte die Schweißnähte anschließend mithilfe quadratischer Boxen, die jede Schweißnaht entweder als nicht-defekt oder als eine der drei Defektklassen markiert. Für das Deep-Learning-Modell wurde auf ein bereits existierendes und weit verbreitetes Modell zurückgegriffen. Der Vorteil liegt darin, dass Forschende diese Modelle bereits umfangreich getestet und optimiert haben und die zugrundeliegenden Gewichte des Modells bereits auf großen Datenmengen vortrainiert wurden.

Letztlich musste das Modell für die Anwendung nur geringfügig angepasst werden und es reichten bereits 25 annotierte Bilder für das Training, wobei Augmentationstechniken dabei halfen, die Datenmenge künstlich zu erhöhen. Dabei werden Bilder manipuliert, zum Beispiel durch eine Rotation des Bildes, und anschließend als weiteres Bild dem Trainingsdatensatz hinzugefügt. Somit lässt sich die Anzahl der annotierten Trainingsbilder deutlich reduzieren und die Effizienz beim Training erhöhen. Die für das Training benötigte GPU-Ressourcen lassen sich im Internet effizient mieten, wodurch sich der Aufwand und die Kosten in Grenzen halten.

Das Modell ist nun in der Lage, Schweißnähte von neuen Batteriezellmodulen auszuwerten. Das Modell erkannte die zwei fehlenden Schweißnähte korrekt und markierte diese mit gelben quadratischen Boxen. So lassen sich durch den Einsatz vorhandener Modelle (inklusive vortrainierter Gewichte), Augmentationstechniken und online verfügbare GPU-Ressourcen bereits sinnvolle Anwendungen mit wenigen Trainingsdaten umsetzen. Allerdings lässt sich keine pauschale Aussage über die Anzahl notwendiger Bilder treffen. Die genaue Anzahl hängt immer vom Anwendungsfall ab.

Integration von KI-Modellen in die Produktion

Nachdem das Deep-Learning-Modell entwickelt und getestet wurde, muss dieses in die Produktionsabläufe integriert werden. Das kann je nach Anwendungsfall auf unterschiedliche Weise geschehen. Bei Anwendungen, die eine Latenz von wenigen Millisekunden benötigen, bietet es sich an, das Modell maschinennah und dezentral auf einem für solche Modelle optimierten Edge-Gerät bereitzustellen. Dabei



muss sichergestellt werden, dass das Modell über einen längeren Zeitraum zuverlässig funktioniert oder im Falle einer Abweichung eine Benachrichtigung erfolgt. Gerade wenn zukünftig mehrere KI-Modelle an unterschiedlichen Maschinen zum Einsatz kommen, kann das Verwalten und Überwachen von KI-Modellen auf dezentralen Edge-Geräten komplex werden. Aus diesem Grund kann es sich anbieten, KI-Modelle in einer zentralen, privaten Cloud-Umgebung bereitzustellen.

Demonstrator für eine Deep Learning basierte Qualitätskontrolle von Schweißnähten auf Batteriezellmodulen



In einer privaten Cloud können alle KI-Modelle zentral verwaltet und überwacht werden. Wie eine solche Lösung aussehen kann, zeigt das Anwendungsbeispiel: Das Batteriezellmodul wird von einer Kamera lokal aufgenommen, die Auswertung des Bildes durch das KI-Modell erfolgt anschließend in einer privaten Cloud-Umgebung. Für den Demonstrator wurde das Deep-Learning-Modell in der am Fraunhofer IPT entwickelten „Intelligenten Qualitätsplattform“ (IQP) integriert. Dort wird das Modell verwaltet und überwacht. So lassen sich Abweichungen sofort erfassen und einfach beheben. Die Verbindung vom Demonstrator

zur IQP kann dabei für stationäre Anwendungen kabelgebunden und für mobile Anwendungen drahtlos zum Beispiel über 5G erfolgen.

Neben der Frage, wo das Deep-Learning-Modell bereitgestellt wird, ist entscheidend, wie die Ergebnisse des Modells verwendet werden. KI-Modelle können von manuellen, zeitunabhängigen Analysen bis zur automatischen Echtzeitprüfung eingesetzt werden. Dabei misst man der Autonomie besondere Bedeutung zu. Im Anwendungsbeispiel kann das Modell bei einer Verwendung in der Cloud innerhalb

Der am Fraunhofer IPT entwickelte „AI-Kickstarter“ dient als methodisches Vorgehen zur Auswahl von KI-Anwendungsfällen. Weitere Informationen: <https://s.fhg.de/AI-Kickstarter>.

von wenigen hundert Millisekunden eine Auswertung über die Schweißnähte bereitstellen. Das Modell trifft dabei jedoch keine autonome Entscheidung über die Defekte, sondern unterstützt Anwender bei der Einschätzung. Anwender können anschließend auswählen, ob das Modell richtig liegt oder ob ein Fehler vorliegt. Anschließend wird das Bild zusammen mit der Einschätzung des Experten gespeichert und steht als Datengrundlage für ein zukünftiges Nachtrainieren des Modells zur Verfügung. Somit wird das Modell im Laufe der Zeit verbessert und die Fehlerquote sinkt durch eine wachsende Menge an Trainingsdaten. Zukünftig könnte das Modell auch selbstständig Entscheidungen treffen und somit die Effizienz in der Produktion weiter optimieren. ■

AUTOREN

Alexander Mattern

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IPT, Abteilung Produktionsqualität

Henrik Heymann

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IPT, Abteilung Produktionsqualität

Dr. Mario Pothen

Kompetenzfeldleiter Digitalisierung und Vernetzung am Fraunhofer IPT

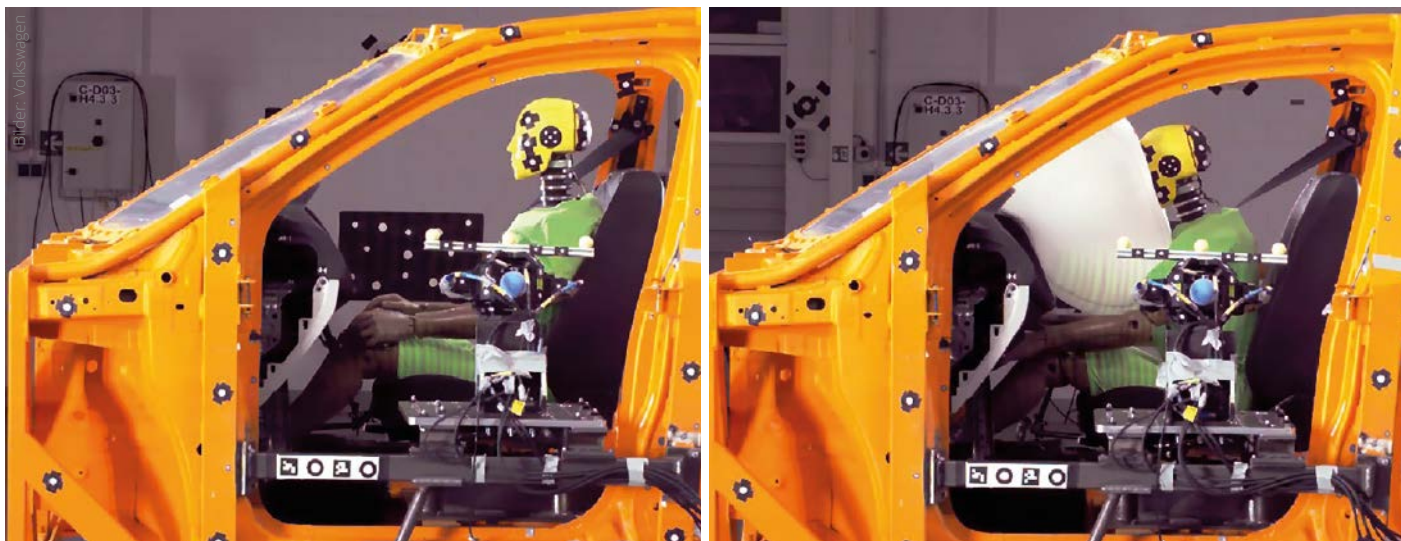
Prof. Dr. Robert H. Schmitt

Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen University, Lehrstuhl für Informations-, Qualitäts- und Sensorsysteme in der Produktion und Mitglied des Direktoriums am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT

KONTAKT

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT, Aachen
Alexander Mattern
Tel.: +49 241 8904289
E-Mail: alexander.mattern@ipt.fraunhofer.de

Dr. Mario Pothen
Tel.: +49 241 8904144
E-Mail: mario.pothen@ipt.fraunhofer.de



Versuchsaufbau am Schlittenprüfstand mit Gocrash3D – Teststart (linkes Bild) und während des Tests (rechtes Bild)

Gobo-Technik macht 3D-Messtechnik schneller und robuster

Verfahren für eine hochdynamische 3D-Formerfassung

Wissenschaftler des Fraunhofer IOF nutzen das Prinzip der Gobo-Projektion, um die 3D-Messtechnik weiterzuentwickeln. Ihre Technologie übertrifft bisherige Systeme in Bezug auf Geschwindigkeit und Robustheit. Es verbessert Prozesse in verschiedenen Branchen, darunter Automobil, Sicherheit, Schiffbau und Luftfahrt. In einem gemeinsamen Projekt mit Volkswagen wurden fortschrittliche Messsysteme für den Einsatz in Sicherheitstests entwickelt.

Eigentlich entstammt sie der Bühnentechnik. Doch die Gobo-Technologie hat längst selbst den Weg ins Scheinwerferlicht gefunden. Forschende des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF aus Jena nutzen das Prinzip der Musterprojektion für 3D-Messtechnik. Die Technologie übertrifft bisherige Systeme in Geschwindigkeit und Robustheit – auch unter herausfordernden Einsatzbedingungen. Damit schlägt die Gobo-Technologie gängige Verfahren in der Automobilbranche, der Sicherheits- sowie Schiff- und Flugzeugtechnik. In einem Gemeinschaftsprojekt zwischen dem Fraunhofer IOF und Volkswagen wurden die Messsysteme Gospe3D und Gocrash3D für den Einsatz bei Sicherheitsversuchen entwickelt.

Einschränkungen von bisherigen 3D-Messverfahren

Sei es beim Überwachen von industriellen Fertigungsprozessen, beim Erfassen von Personen oder Fahrzeugen, in der Medizin oder im Sport: Die 3D-Formerfassung ist ein entscheidender Fortschritt in der Messtechnik. Dabei gilt: Je schneller sich ein Objekt oder

eine Person während des Messvorgangs bewegt, umso höher sind die Anforderungen an das Verfahren. Herkömmliche Messverfahren stoßen hier schnell an ihre Grenzen: Bei Fahrzeug-Crashtests etwa müssen die Objekte bei herkömmlichen Verfahren im Vorfeld mit speziellen Markern versehen werden. Dies ist jedoch nicht bei allen Messobjekten möglich.

Schon seit mehr als zehn Jahren arbeiten Forschende am Fraunhofer IOF zusammen mit Volkswagen daran, diese Herausforderung zu bewältigen. Zum hochdynamischen Erfassen von 3D-Daten ohne vorherige Präparation des Messobjekts haben sie ein spezielles Messsystem entwickelt, das im Wesentlichen aus drei Komponenten besteht: zwei Hochgeschwindigkeitskameras sowie einem Projektor zur aktiven Musterprojektion. Die Vermutung liegt nahe, dass der Knackpunkt dieses Systems die Kameras seien. In Wahrheit ist es jedoch die Beleuchtung, die ausschlaggebend für die Leistungsfähigkeit des Messsystems ist. Daher haben die Forschenden aus Jena ein Projektionsverfahren zur 3D-Formerfassung in hochdynamischen Situationen entwickelt,



Gocrash3D in Aktion bei einem Crashtest

das auch operativ im industriellen Umfeld eingesetzt werden kann: die Gobo-Projektion aperiodischer Sinusmuster.

Funktionsweise der Gobo-Technologie

Gobo steht für „GOes Before Optics“. Hierbei handelt es sich um eine spezielle Technik, bei der Licht durch eine Art Schablone projiziert wird. Dadurch entstehen Formen, Muster oder Bilder, die auf eine Oberfläche geworfen werden. Dieses der Bühnentechnik entstammende Prinzip haben sich die Fraunhofer-Forschenden zunutze gemacht und weiterentwickelt. In ihrem Gobo-Projektor rotiert eine Scheibe mit einem unregelmäßigen Streifenmuster vor einer leistungsfähigen Lichtquelle. Auf diese Weise wird ein nicht-periodisches Sinusmuster erzeugt, das auf das zu messende Objekt projiziert wird. Zugleich beobachten zwei Hochgeschwindigkeitskameras die Szene aus verschiedenen Blickwinkeln. Durch die Projektion eines sich zeitlich ändernden Musters lassen sich Pixel in den Bildern der beiden Kameras eindeutig zuordnen. Aus der Position der Kameras und dem Versatz der Bildpunkte werden mittels Triangulation anschließend die 3D-Koordinaten für die Punkte der Aufnahmen berechnet.

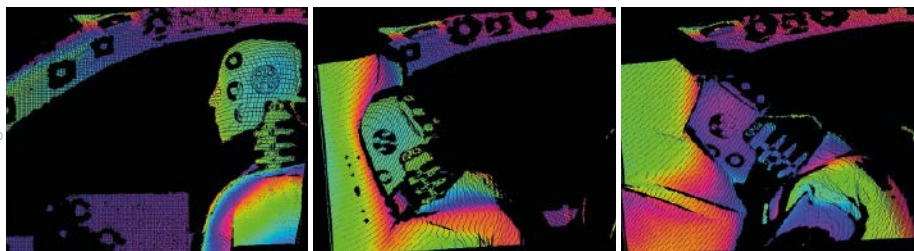
bag-Entwicklung bereits in einer frühen Phase auf den Komponentenprüfständen detektiert werden und die Simulationsprognosen der Versuche gezielt optimiert werden. Durch die Flexibilität des Projektionsprinzips kann das Gospe3D-Messsystem an verschiedene Messfelder und -aufgaben individuell angepasst werden: von etwa $0,7 \times 0,7$ bis 2×2 m². Neben verschiedenen Airbag-Versuchen konnte Gospe3D bei Volkswagen daher unter anderem bereits für Fußgängerschutz-Versuche eingesetzt werden.

Die mit dem Gospe3D durchgeführten Versuche erfolgten an separaten Prüfständen außerhalb des Fahrzeugs. Viele für die Fahrzeugsicherheit relevante Prozesse finden jedoch im Inneren eines beschleunigten Fahrzeugs statt. Im Jahr 2017 folgten daher erste Überlegungen, einen 3D-Sensor zu entwickeln, der bei einem Crashtest aktiv mitfähren, den Crash unbeschadet überstehen und dabei



Bilder: Fraunhofer IOF

Gospe3D (im Bild) und Gocrash3D wurden am Fraunhofer IOF in Jena entwickelt.



Bilder: Volkswagen

Gocrash3D: 3D-Oberflächenmodell (Punktwolke) – Teststart (linkes Bild) und während des Tests

Gobo-Technik im Einsatz: Die Systeme Gocrash3D und Gospe3D

Für die 3D-Formfassung in hochdynamischen Messsituationen hat das Fraunhofer IOF in Kooperation mit Volkswagen zwei Messsysteme realisiert, die die Gobo-Technologie nutzen: Gospe3D und Gocrash3D. Ziel des bereits 2016 entwickelten Gospe3D-Systems war es, das Entfalten eines unpräparierten Airbags aus der Serienproduktion zeitaufgelöst zu verfolgen. Das System erzeugt bei Vollauflösung bis zu 1.200 unabhängige 3D-Datensätze pro Sekunde mit jeweils einer Million 3D-Punkten. Durch eine reduzierte Auflösung der Kameras oder sich überlappende Bildstapel lässt sich die Geschwindigkeit weiter erhöhen. Dadurch konnten bereits Messungen von bis zu 50.000 3D-Bildern pro Sekunde realisiert werden. Eine solche hochdynamische Messung ermöglicht es, auch sehr schnelle Bewegungen – wie das Entfalten eines Airbags – detailliert dreidimensional zu erfassen. Dadurch können Optimierungspunkte der Air-

Bewegungen oder Verformungen im Fahrzeug-Innenraum dreidimensional messen kann. Damit war die Idee zu Gocrash3D geboren – einem ultrarobusten 3D-Messsystem, das auch bei Beschleunigungen und Schocks von bis 60 g noch präzise messen kann. Mit einer Hochgeschwindigkeitsprojektion im Millisekunden-Bereich erzeugt Gocrash3D bis zu 1.200 3D-Bilder pro Sekunde mit jeweils bis zu 250.000 3D-Punkten. Mit einem Messfeld von bis zu $0,7 \times 0,7$ m² ermöglicht es diese Technologie, Bereiche im Fahrzeuginnenraum zu erfassen, deren Bewegung oder Deformation bisher nicht ohne speziell aufgebraachte Marker gemessen oder überwacht werden konnte, zum Beispiel im Fußraum. Gocrash3D wurde erstmals im Jahr 2023 im Rahmen von Sicherheitsversuchen bei Volkswagen eingesetzt. Dadurch dass das System so optimiert ist, dass sich das Messsystem unkompliziert und ohne großen Aufwand vorbereiten und einrichten lässt, verzögert es die Abfolge der Versuche an den Schlittenanlagen nicht. Damit

eröffnet Gocrash3D neue Möglichkeiten für Sicherheitsanalysen im industriellen Einsatz.

Für andere Anwendungen lässt sich das System individuell an die Messaufgabe anpassen. So plant zum Beispiel Volkswagen, mehrere Systeme zu kombinieren, um Objekte vollständig von allen Seiten zu erfassen und die Simulationsprognosen weiter zu optimieren. Eine weitere Verkleinerung des Messsystems würde zudem zusätzliche Anwendungen im Innenraum ermöglichen. Die Potenziale dieser Technologie gehen jedoch weit über den Einsatz im Automotive-Bereich hinaus. Sie reichen von der industriellen Fertigung und Produktion über die Qualitätssicherung im Werkzeug- oder Maschinenbau bis hin zur Medizin und Kriminalistik. ■

AUTOREN
Dr. Stefan Heist
Fraunhofer IOF

Kevin Srokos
Fraunhofer IOF

Frank Scherwenke
Volkswagen AG, Vehicle Safety – Testing
Technology

Dr. Karsten Raguse
Volkswagen AG, Vehicle Safety – Testing
Technology

KONTAKT
Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und
Feinmechanik IOF, Jena
Dr. Stefan Heist
Tel.: +49 3641 807214
E-Mail: stefan.heist@iof.fraunhofer.de

Volkswagen AG, Wolfsburg
Frank Scherwenke
E-Mail: frank.scherwenke@volkswagen.de
Dr. Karsten Raguse
E-Mail: karsten.raguse@volkswagen.de

Index

FIRMA	SEITE
Aerotech	35
AIT Austrian Institute of Technology	36
AT Automation Technology	28
Autovimation	25, 27
Baumer	22, 27
Beckhoff Automation	5
Büchner Lichtsysteme	33
Dimetix	35
Emergent Vision Technologies	7, 27
EMVA European Machine Vision Association	45, 3. Umschlagseite
Euresys	19
Euroexpo Messe- und Kongress	6
Fortec Integrated	29

FIRMA	SEITE
Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik (IOF)	48
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie (IPT)	46
IDS Imaging Development Systems	16
Indian Machine Vision Association (IMVA)	10
Inonet	27
Jai	27
Jumavis	2. Umschlagseite
Leuze Electronic Deutschland	35
Lucid Vision Labs	30
Macnica ATD Europe	29
Micro-Epsilon Messtechnik	3, 42
Midwest Optical Systems	4. Umschlagseite
MVTEC Software	24, 8

FIRMA	SEITE
NürnbergMesse	7, Beilage
Ohser, Joachim	43
Polytec	42
Rauscher	Titelseite, 12
RCT Reichelt	11, Beilage
Renishaw	42
Schäfer+Kirchhoff	38
Sensopart Industriesensorik	18
Sick	34
Teledyne Dalsa	42
Teledyne Flir	29, 32
Vieworks	17
Vision Components	20
Wenglor Sensoric	27
Wiley-VCH	41

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

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

Herstellung

Jörg Stenger
 Kerstin Kunkel (Sales Administrator)
 Andreas Kettenbach (Design)
 Ramona Scheirich (Litho)

Wiley GIT Leserservice

65341 Eltville
 Tel.: +49/6123/9238-246
 Fax: +49/6123/9238-244
 WileyGIT@vuservice.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 2024

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 gesell-
 schaftrechtliche 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/Datenträger
 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 | j pva

Printed in Germany
 ISSN 1616-5284



WILEY



emva

european machine vision association

EMVA Business Conference 2025

23rd European Machine Vision
Business Conference
May 22nd – 24th, 2025
Rome, Italy

International platform
for networking
and business intelligence.
Where machine
vision business leaders meet.

www.business-conference-emva.org
www.emva.org



PLATINUM SPONSOR





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



THE WORLD IS EMBEDDED

ARE YOU?

READY TO GET EMBEDDED?

Die spannendsten Innovationen sind unsichtbar – zumindest für das bloße Auge.

Auf der embedded world dreht sich alles um kleine Technik mit großer Wirkung. Treffen Sie die Key Player Ihrer Branche und holen Sie sich ein wertvolles Wissens-Update.

11. – 13.3.2025

MESSEZENTRUM NÜRNBERG



Alle Infos und Highlights:
embedded-world.de

Sichern Sie sich jetzt Ihr kostenfreies Ticket mit dem Gutscheincode **ew25visit**