inVISION
www.invision-news.de
Dezember 2020
BILDVERARBEITUNG / EMBEDDED VISION / MESSTECHNIK

Sonderheft
Highlights
2020

KI-basierte Fehlererkennung mit Anomaly Detection

Seite 8

MVTec Software GmbH

Titelbild: ©gremlin/gettyimages.de

6 **Rückblick 2020**
Die interessantesten Produkte und Lösungen des Jahres

18 **USB4 is coming**
Kombi aus USB und Thunderbolt ermöglicht Datenraten bis 40Gbps

38 **Let's go MIPI**
Neue High-End Image-Sensoren für MIPI-Kamera-Module

FACTORY TOUGH

Triton Camera

0.4 - 24.5 MP
Sony Pregius S Sensors
Active Sensor Alignment
Compact 29 x 29 mm Size
IP67 Case

GEN<i>CAM GiGE VISION

Helios2 ToF 3D Camera NEW!

IMX556PLR CMOS Back-Illuminated ToF Sensor
640x480 @ 30FPS, 8.3m Max Range
High Accuracy with Sub-millimeter Precision
IP67 Case

GiGE VISION GEN<i>CAM

Shock & Vibration Certified
EN 60068-2-27
EN 60068-2-64

EMC Industrial Immunity
EN 61000-6-2

Dust Proof, Water Resistant
IP67

100m Ethernet with Power over Ethernet
IEEE 802.3af/at

M12 & M8 Secure Connectors
IEC 61076-2-109
IEC 61076-2-104

Die-cast/ Aluminium Case
Strong & Lighweight

Delivering industrial certification standards to our Triton and Helios2 cameras means they can be relied on for 24/7 operation. Whether it is integrating cost-effective IP67 protection into the compact Triton, or through pushing the limit for Time-of-Flight precision in the Helios2, LUCID continues to focus on their primary goal: innovative machine vision cameras that withstand the challenges of continuous industrial use.

Learn more at thinklucid.com/factory-tough

LUCID VISION LABS

Wer hat an der Uhr gedreht

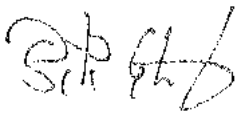
Auch ein unvergessliches Jahr wie 2020 nähert sich so langsam seinem Ende. Zeit für uns, noch einmal einen kurzen Rückblick zu wagen.

DR.-ING. PETER EBERT | CHEFREDAKTEUR INVISION

Trotz Lockdown und Home Office ist auch dieses Jahr irgendwie an uns vorbei gerauscht. Da in all dem Trubel der letzten Monate eventuell die ein oder andere interessante Story aus unserem Heft untergegangen sein könnte, haben wir beschlossen, noch einmal eine Auswahl der interessantesten inVISION-Fachbeiträge des Jahres 2020 in einem eMagazin zu bündeln. So haben wir in dieser Ausgabe für jede Rubrik vier Beiträge ausgewählt, ergänzt um den Schwerpunkt Messtechnik (inkl. CT). Noch mehr Highlights bekommen Sie Anfang 2021, wenn wir Ihnen die zehn inVISION Top Innovationen 2021 vorstellen werden. Eine erste Vorauswahl hierfür wurde bereits getroffen und die Experten unserer Jury werden demnächst die geheime Shortlist der nominierten Firmen bekommen, deren Produkte und Lösungen dieses Jahr besonders innovativ waren.

Einen weiteren Rückblick auf 2020 beziehungsweise Ausblick auf 2021 geben wir Ihnen am Dienstag, den 15. Dezember ab 14 Uhr. Zum Abschluss unserer Webinarserie inVISION TechTalks – für die sich mittlerweile knapp 2.000 Zuhörer registriert haben – bieten wir nochmals ein besonderes Highlight. Unter dem Motto 'Machine Vision: Trends 2021' werden EMVA, VDMA und inVISION in drei zwanzigminütigen Präsentationen einen Überblick über 'AI & Machine Vision' (EMVA), 'OPC UA for Machine Vision & Robotics' (VDMA) und 'Top Trends Machine Vision & 3D Metrology' (inVISION) geben. Eine kostenfreie Registrierung für das englischsprachige Webinar ist unter www.invision-news.com/techtalks möglich.

Ich wünsche Ihnen und Ihren Angehörigen frohe Weihnachten, einen guten Rutsch ins neue Jahr und vor allem: Bleiben Sie gesund!



Dr.-Ing. Peter Ebert
Chefredakteur inVISION
pebert@invision-news.de

BILDVERARBEITUNG FÜR TECHNISCHE, WISSENSCHAFTLICHE UND INDUSTRIELLE ANWENDUNGEN

Matrox Industrie PCs
Vision & Automation

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

RAUSCHER
Telefon 0 8142/4 48 41-0 · Fax 0 8142/4 48 41-90
eMail info@rauscher.de · www.rauscher.de

INHALT eMagazin 3/20

AKTUELL

Editorial 3
Nachruf Ernst Rauscher 5
How did 2020 turn out for Machine Vision and how will be 2021? 6
Titel: Neue Dimension der KI-basierten Fehlererkennung 8
Deep Learning, OPC UA und Embedded Vision Starterkits 10
Ethik und Erklärbarkeit in Bezug auf KI 12
5G-Anwendung für Bildverarbeitung & Messtechnik 14
Vorschau 2021 / Index / Impressum 56

KAMERAS & INTERFACES

EMVA 1288 Release 4 für neue Bildsensoren & Kameras 16
USB4 ermöglicht Datenraten bis 40Gbps 18
Customized Multispectral Area Scan Cameras 20
Image Sensoren verarbeiten sichtbaren und SWIR-Bereich 22

KOMPONENTEN

Flüssiglinsen-Technologien im Vergleich 23
Ultraschall-Oberflächenreinigung für Kameras 26
Höhenprofile mehrerer 2D-/3D-Profilsensoren vereinen 28
A Simple Setup Provides Backlighting for Tight Spaces 30

EMBEDDED VISION & AI

Sparse Modeling für schlanke und leistungsstarke KI 31
10x schnelleres teil-automatisiertes Labeln von AI-Trainingsbildern 34
Neue Geschäftsmodelle mit Machine Vision in der Cloud 36
Neue High-End-Sensoren für MIPI-Kameramodule 38

3D-MESSTECHNIK (inkl. CT)

Reduzierung externer Einflüsse per Software bei der Shop-Floor-Topographie 40
Industrielle CT-Bilder am Computer simuliert 42
Deep Learning für die industrielle Computertomografie 44
Oberflächenunabhängige Spaltmessung dank kleiner Wassertropfen 47

SYSTEME & APPLIKATIONEN

Dynamische Bewegungen und Schwingungen optisch messen 48
Autonomous Machine Vision im Selbstversuch 50
SIL2/Pld Radar-based Sensor System for Access Protection 52
Neuartige 3D-Kamera mit 180°-Öffnungswinkel 54

Pionier der Bildverarbeitung

Ernst Rauscher

1946 – 2020

Bild: Rauscher GmbH

Ernst Rauscher, Firmengründer, Gesellschafter und Geschäftsführer der Rauscher GmbH, ist am 5. November nach Monaten schwerer Krankheit im Alter von 74 Jahren gestorben.

Ernst Rauscher hat das Unternehmen 1984 gegründet und ist damit einer der Pioniere der Bildverarbeitung in Deutschland. Über die vergangenen fast vier Jahrzehnte hat er die Rauscher GmbH kontinuierlich ausgebaut und zu einem der erfolgreichsten Technologieanbieter in der Bildverarbeitung geformt. Mit seinem Tod verliert die Bildverarbeitung einen der ersten Wegbereiter, der aufgrund seiner Leistung und seiner Persönlichkeit bei allen Mitarbeitern, Geschäftspartnern und in der gesamten Branche angesehen und hochgeschätzt war. Thomas Miller, Neffe des Firmengründers und seit 2006 im Unternehmen sowie Raoul Kimmelmann, seit 1999 im Unternehmen und seit 2013 Geschäftsführer, werden die Rauscher GmbH weiterhin gemeinsam führen.

www.rauscher.de

Economic Outlook

How did 2020 turn out for Machine Vision and how will be 2021?

Economic developments in 2020 were dominated by the Covid-19 pandemic. Therefore inVISION has asked the three machine vision associations AIA (America), EMVA (Europe) and VDMA (Germany) how the year was for their members and what the forecasts for 2021 are.

North American machine vision market down 6%

2020 has been a difficult year for the machine vision market in North America due to a variety of factors. The latest data (January - September 2020) show the North American machine vision market is down 6% to $1.94 billion, and the second quarter of 2020 was the lowest quarter for sales volumes in the last three years. The second quarter was also the peak of the pandemic response policies, travel restrictions and lockdowns here in the United States and North America. The current state of the market is mixed, with companies being affected in many ways – both positive and negative. That said there are some shifting signs of optimism to watch as we close out the year and head into 2021. AIA's latest surveys show that in the next six months (Q4 2020 and Q1 2021) 50% of respondents believe the North American machine vision market will expand, 45% expect sales to remain flat, and 5% expect a contraction. In the second quarter surveys just 15% of respondents expected increases, and in the first quarter only 17%. This shift indicates that the market is looking more favorable for machine vision component and system manufacturers right now than it did earlier this year, driven in part by increasing demand in industries like life sciences, e-commerce (logistics) and electronics. We are pleased to hear these signs of optimism from machine vision companies and are hopeful 2020 ends on a positive note. ■

» In the next six months 50% of respondents believe the North American machine vision market will expand «

Alex Shikany, A3

Bild: AIA

www.a3automate.org

Author: Alex Shikany, Vice President – Membership & Business Intelligence, A3 Association for Advancing Automation

German Machine Vision industry expects decrease of 9%

The VDMA Robotics + Automation association is currently expecting a drop in sales of at least 20% in 2020 for the German robotics and automation industry. According to the annual VDMA statistics, the German robotics and automation industry recorded the second-highest turnover in 2019, at 14.7 billion euros, with a slight decline of 2% compared to the previous year. The sub-sectors of robotics and automation developed differently in 2019: integrated assembly solutions recorded a 4% drop in sales to 8 billion euros. Sales in robotics fell only slightly by 2% to 4 billion euros. Machine vision, on the other hand, was able to grow slightly: Industry sales rose by 1% to 2.8 billion euros. Luckily, the machine vision industry is far less dependent on a single customer industry or a single target country. The industry is already very diversified and highly export-oriented. Hence, distortions can be better compensated for. According to the VDMA monthly incoming orders and turnover statistics, the machine vision industry seems to be far less affected than robotics or the integrated

assembly solutions by the Corona crisis. Demand from USA for machine vision products made in Germany seems to be more resilient, and according to a recent survey among VDMA member companies, with subsidaries in China, the situation in China has already returned to normal. However, there still is a lot of insecurity and of course the variance among the machine industry is very high. For the machine vision industry in Germany, VDMA Machine Vision forecasts a turnover decrease of up to 9% for 2020. I strongly believe that the corona pandemic will prove to be a veritable accelerator of digitalization and machine vision. The Corona crisis has highlighted how vulnerable industrial production has become in global value chains. The realization that more resilience is required opens up new potentials for robotics and automation. Supply chains are being rethought and the manufacturing of critical parts and products will be done more locally – and with an increased share of internally produced components. This can only be implemented economically with a higher degree of automation. There are also considerable catch-up effects from previously postponed investments. All of these factors will fuel demand in robotics and automation in the post-Corona era. ■

> **In 2021, I expect the industry to be back on the growth path**
>
> **Anne Wendel, VDMA**

Bild: VDMA e.V.

ibv.vdma.org

Author: Anne Wendel, Director Machine Vision, VDMA Robotics + Automation Association

Vision sector in Europe has shown a mixed picture

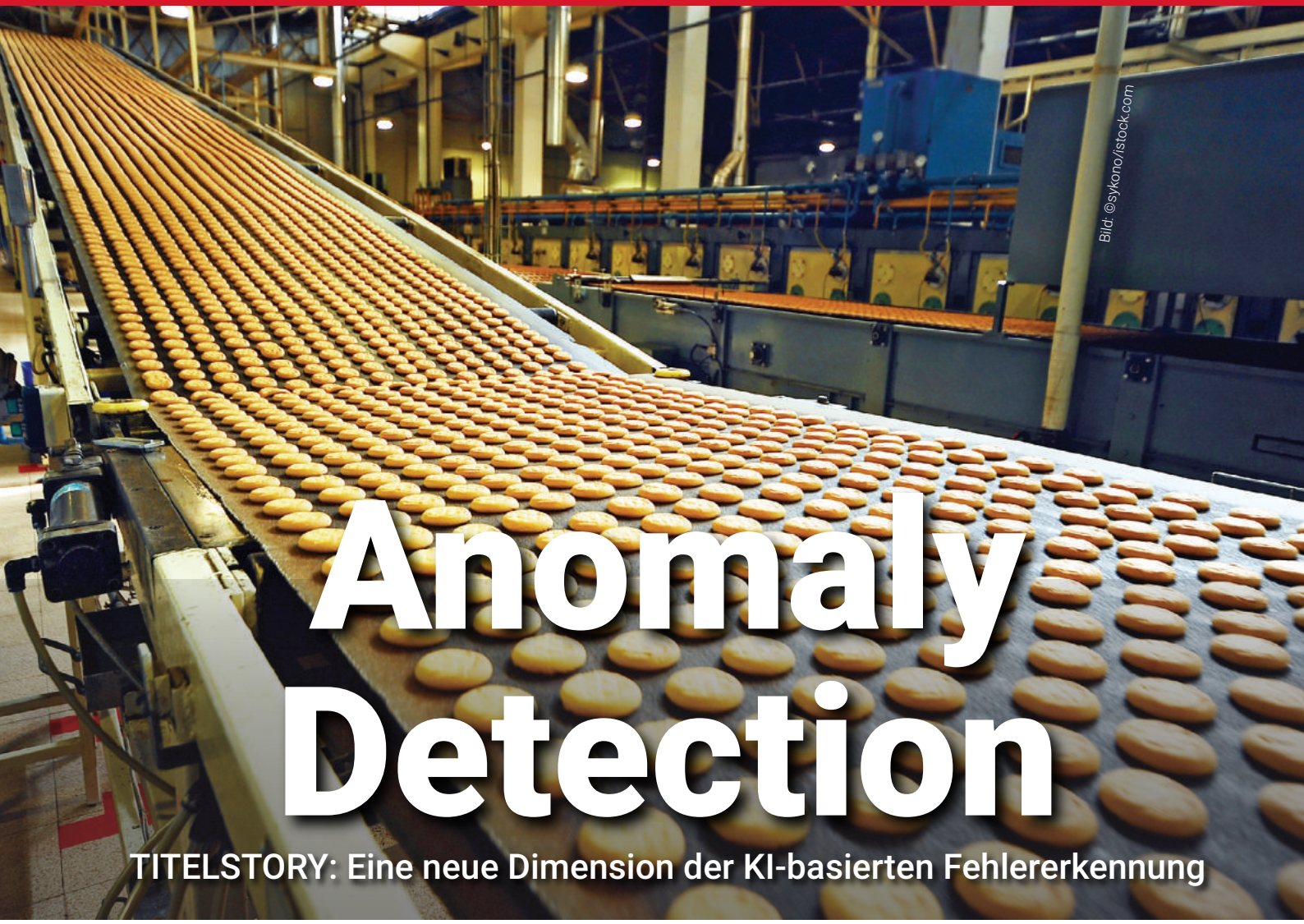
In many ways 2020 has been an eventful year with the dramatic emergence of a new global pandemic, tremendous losses and gains in equity markets, and the impending spectre of a no-deal Brexit. Against this background, the vision sector in Europe has shown a mixed picture albeit with cautious optimism for the future, due in part to the importance of vision technology to many different verticals. In revenue terms and based on numbers generated by the EMVA every quarter through a vision specific survey, at the end of 2019, the vision sector was already experiencing a slowdown, with fourth quarter revenues down from 18% against 2018, and 21% down against the previous quarter due to a combination of factors including trade wars between the US and China as well as a shrinking of the automotive sector. In the first quarter of 2020 there were indications of a more positive picture with an overall decrease of only 3% against the previous quarter, and some product groups showing an increase in demand, particularly in component hardware such as cameras and processor boards, albeit with revenue decreasing in the major category of vision systems. As the world reacted to the pandemic during the second quarter, a renewed focus on strong balance sheets fed into reduced orders and an overall drop in revenue of 11% against the first quarter, and almost 30% against the previous year. The contraction was almost reversed in the latest third quarter figures with an increase in revenues of 10% bringing third quarter revenues almost on par with the first quarter. As 2020 closes, signs of renewed optimism are apparent, particularly with continued positive news regarding potential Covid-19 vaccines. This may build on the already positive sentiment expressed by the industry where, in the latest figures, over two thirds expected to see growth in the short term, especially among vision system suppliers. However, the macroeconomic environment remains uncertain, and there may be short terms reversals as the vision sector transitions to more stable growth patterns. ■

> **The vision sector in Europe has shown a mixed picture albeit with cautious optimism for the future**
>
> **Thomas Lübkemeier, EMVA**

Bild: EMVA European Machine Vision Association

www.emva.org

Author: Thomas Lübkemeier, General Manager, EMVA (European Machine Vision Association)



Anomaly Detection

TITELSTORY: Eine neue Dimension der KI-basierten Fehlererkennung

Bild 1 | Anomaly Detection vereinfacht die Deep-Learning-basierte, automatisierte Fehlerinspektion, da für die Defekterkennung nur noch Gut-Bilder erforderlich sind.

AUTOR: MARIO BOHNACKER, TECHNICAL PRODUCT MANAGER HALCON, MVTEC SOFTWARE GMBH

KI-Verfahren sorgen für exzellente Erkennungsergebnisse bei der automatisierten Fehlerinspektion. Mit der Deep-Learning-basierten Technologie Anomaly Detection, die Bestandteil der Machine-Vision-Standardsoftware MVTec Halcon ist, können Unternehmen die Inspektionsprozesse jetzt deutlich vereinfachen und effizienter gestalten.

Ob auf Embedded-Geräten oder auf klassischen Industrie-PCs – immer öfter fließen KI-Verfahren in Machine-Vision-Applikationen ein. Eine wichtige Rolle spielt dabei Deep Learning. Mithilfe dieser KI-Technologie lassen sich aufgenommene, digitale Bilddaten umfassend analysieren. Die Machine-Vision-Software lernt dabei im Rahmen eines Trainings die für eine bestimmte Objektklasse typischen Eigenschaften und kann dadurch die Gegenstände exakt klassifizieren und besser erkennen. Dies gilt nicht nur für die Identifikation von Objekten an sich, sondern auch für die zielsichere Entdeckung und Lokalisierung von Defekten verschiedenster Ausprägung. Das hierfür erforderliche Training muss jedoch gut vorbereitet werden. Dies beginnt mit der Erzeugung und Sammlung einer großen Anzahl von validen Bilddaten. Diese müssen gelabelt, also mit einem digitalen Etikett versehen werden. Das Label steht jeweils für eine ganz spezifische Objekt- oder Fehlerklasse. Erst im Anschluss kann das zugrundeliegende, neuronale Netz mit den einzelnen Bildern trainiert werden.

Labeling verursacht großen Aufwand

Der Labeling-Prozess gestaltet sich extrem aufwändig: Abhängig von der individuellen Anwendung werden zwischen 150 und 300 Trainingsbilder pro Fehlertyp benötigt. Darauf müssen die jeweiligen Objekte mit den zu erkennenden Defekten in verschiedenen Erscheinungsformen zu sehen sein (Schlecht-Bilder). Die meisten Unternehmen verfügen jedoch nicht über eine so große Anzahl entsprechender Bilder. Erschwerend kommt hinzu, dass in industriellen Fertigungsprozessen quer durch alle Branchen Fehler auftreten, die aufgrund ihrer Heterogenität und ihrer vielfältigen Ausprägungen im Vorfeld nicht bekannt sind: In der Backwarenindustrie beispielsweise müssen Brötchen hinsichtlich Form und Aussehen bestimmte

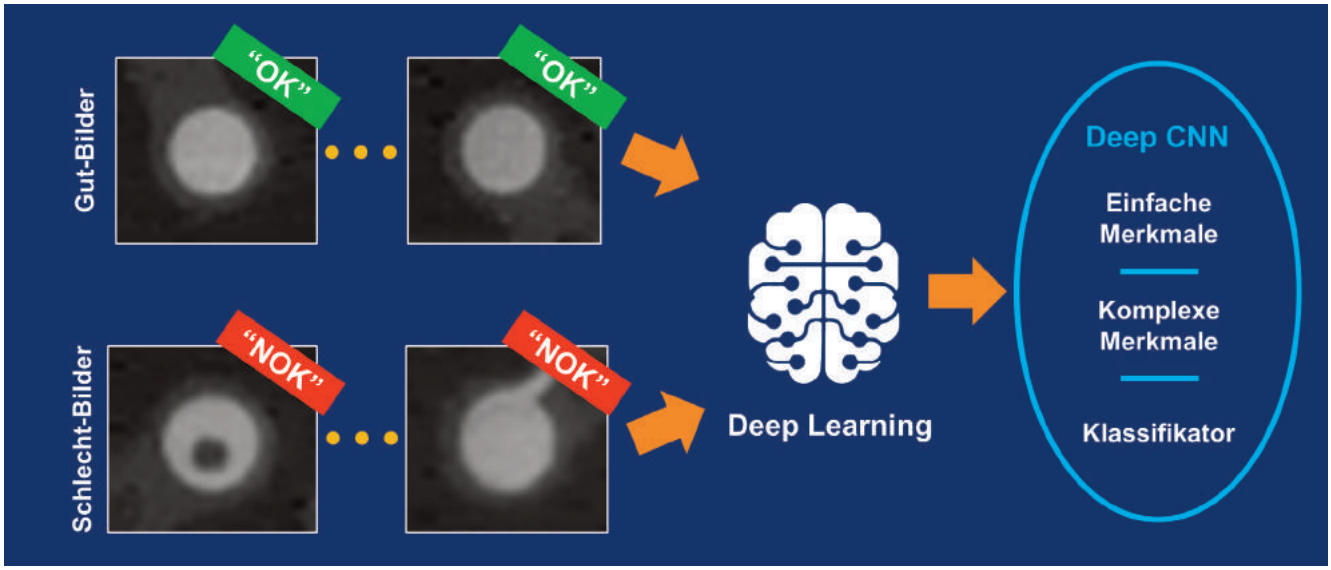


Bild: MVTec Software GmbH

Bild 2 | Im Rahmen der Deep-Learning-basierten Defekterkennung lassen sich sowohl Schlecht-Bilder als auch Gut-Bilder nutzen.

Normen einhalten. Dabei ist eine Vielzahl von Verformungen denkbar, welche eine Abweichung vom Sollzustand begründen. Ein anderes Beispiel stammt aus der Keksproduktion: Hier muss der Schokoladenüberzug exakt den Vorgaben entsprechen. Wird die Glasur unregelmäßig oder in zu geringer Menge aufgetragen, müssen die Kekse als Ausschuss aussortiert werden. Auch bei der Abfüllung von Getränken sind verschiedenste Defekte möglich. Schäden am Flaschenhals wie kleinste Sprünge, Kerben oder Risse sind mit bloßem Auge oft kaum erkennbar, machen das Gefäß aber unbrauchbar. In der Elektronikfertigung können vielfältigste Fehler auftreten, wie z.B. Dellen, Kratzer und andere Anomalien an Platinen, Leiterplatten oder sonstigen Komponenten. Die Bandbreite an möglichen Fehlern lässt sich also in ihrer konkreten Erscheinungsform vor dem Produktionsprozess oft nicht abschätzen. Aus diesen Gründen können die Beschaffung und das Labeling der für das Training benötigten Schlecht-Bilder einen unverhältnismäßig hohen Aufwand bedeuten, der für Unternehmen meist nicht rentabel ist. Um diese Herausforderung zu meistern, hat MVTec die Technologie Anomaly Detection entwickelt, die erstmals mit Halcon 19.11 eingeführt und seitdem kontinuierlich weiterentwickelt wurde.

Gut-Bilder zur Defekterkennung

Anomaly Detection überzeugt mit drei Vorteilen und vereinfacht den Prozess der Deep-Learning-basierten, automatisierten Fehlerinspektion: Erstens sind für die Defekterkennung nur noch Gut-Bilder erforderlich, also Bilder, die das entsprechende Objekt in fehlerlosem Zustand zeigen. Diese lassen sich mit deutlich weniger Aufwand generieren als Schlecht-Bilder. Der zweite Vorteil besteht darin, dass der komplette Labeling-Prozess entfällt. Da auf den Bildern keine Fehler mehr zu erkennen sind, muss auch nichts gelabelt werden. Der dritte Vorteil: Das Training erfordert deutlich weniger Bilder, als dies bei regulären, KI-basierten Inspektionsverfahren der Fall ist. So reichen bereits 20 bis maximal 100 Bilder aus, um akzeptable Erkennungsraten zu erzielen. So lassen sich durch Anomaly Detection Defekte aufdecken, die im Vorfeld nicht bekannt waren, denn die Softwarealgorithmen sind in der Lage, sämtliche Abweichungen vom trainierten Soll-Zustand verlässlich zu erkennen. Für noch zuverlässigere Erkennungsergebnisse sorgt die sogenannte Anomaly Map. Diese erzeugt die Software im Anschluss an das Training im Zuge der Inferenz, also während der Ausführung des Prüfschrittes. Auf der Map werden anhand eines Grauwerts spezielle Bereiche visualisiert, die mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Anomalie aufweisen. Durch die Segmentierung können Fehler pixelgenau identifiziert, lokalisiert und deren Größe bestimmt werden.

Trainieren in wenigen Sekunden

Durch die kontinuierliche Weiterentwicklung hat MVTec den Rahmen dessen, was mit Anomaly Detection möglich ist, seit dem initialen Release deutlich erweitert. Das Trainieren eines neuen Netzes ist jetzt meist in wenigen Sekunden abgeschlossen, so dass Benutzer viele Iterationen zur Feinabstimmung ihrer Anwendung durchführen können, ohne viel Zeit zu verlieren. Die ebenfalls beschleunigte Inferenz, kombiniert mit einem geringeren Speicherbedarf trainierter Netze, ermöglicht darüber hinaus weitere Einsatzmöglichkeiten auf Embedded-Geräten. ■

www.mvtec.com

Neue Vision-Levels

Deep Learning, OPC UA und Embedded-Vision-Starterkit

Neben Anomaly Detection gibt es noch einige weitere interessante Neuheiten bei MVTec, Softwareanbieter für die industrielle Bildverarbeitung. Welche das sind, verraten der inVISION Mario Bohnacker, Technical Product Manager Halcon, und Christoph Wagner, Product Manager Embedded Vision & Technical Product Manager Merlic.

inVISION Die Halcon 20.11 Version hat zahlreiche neue Features: Was ist Ihr persönliches Highlight?

Mario Bohnacker: Halcon 20.11 beinhaltet eine Bandbreite spannender Features wie beispielsweise die Unterstützung eines neuen 2D-Code-Typs (DotCode) und eine neue Methode zum robusten Extrahieren von Kanten mit Hilfe von Deep Learning. Besonders hervorheben möchte ich aber Deep OCR. Im Vergleich zu bestehenden Algorithmen kann Deep OCR mit seinem ganzheitlich Deep-Learning-basierten Ansatz Zeichen viel robuster lokalisieren, unabhängig von ihrer Ausrichtung, Schriftart und Polarität. Durch die automatische Gruppierung von Zeichen können ganze Wörter identifiziert werden. Dies erhöht die Erkennungsleistung deutlich, da damit z.B. Fehlinterpretationen von Zeichen mit ähnlichem Aussehen vermieden werden können.

> **Deep OCR zeigt, wie sich traditionelle Machine-Vision-Technologien mit Hilfe von Deep Learning auf ein neues Level heben lassen.**
>
> **Mario Bohnacker, MVTec**

inVISION Neben Halcon haben Sie auch Merlic. Was gibt es hier Neues?

Christoph Wagner: Momentan arbeiten wir bei Merlic an der Planung der nächsten Release, die aktuell für das Frühjahr 2021 geplant ist. Die Schwerpunkte liegen auf der Verbesserung der Kamerahandhabung sowie in der Integrierbarkeit von Merlic in industrielle Kommunikationsnetze. Letzteres beispielsweise durch die Integration eines OPC UA Servers. Darüber hinaus arbeiten wir auch an einer offenen Schnittstelle für die Merlic Prozessintegration. Diese bietet Kunden maximale Flexibilität bei der Einbindung von Merlic in ihre individuellen Produktionsumgebungen. Zudem stellen wir intern auf Halcon Progress um, um unseren Kunden auch in Merlic die neuesten Halcon Features noch früher zukommen lassen zu können.

Bild: MVTec Software GmbH

> **Die Schwerpunkte der nächsten Merlic-Version liegen auf der Verbesserung der Kamerahandhabung sowie in der Integrierbarkeit in industrielle Kommunikationsnetze.**
>
> **Christoph Wagner, MVTec**

Bild: MVTec Software GmbH

inVISION Zusammen mit Allied Vision haben Sie ein Embedded-Vision-Starterkit veröffentlicht. Was hat es damit auf sich?

Wagner: Mit dem Embedded-Vision-Starterkit können die enthaltenen Anwendungsbeispiele auf einem Nvidia Jetson Nano Developer Kit getestet und damit Prototyping-Phasen verkürzt werden. Die Hauptkomponenten des Starterkits sind Allied Visions CSI-2 Kamera Alvium 1500 C, unsere Bildverarbeitungssoftware MVTec Halcon (in Form einer browserbasierten Demo-Applikation – lauffähig ohne zusätzliche Lizenz) sowie installiertem MIPI CSI-2 Treiber für die Kameras. Herzstück des Kits ist ein aus einer Platine gefertigtes Geodreieck, mit dem verschiedene Anwendungsbeispiele basierend auf Technologien wie Matching, Lesen von Bar-/Datacodes, Posenschätzung und Deep-Learning-basierte Klassifizierung ausgeführt werden können. Besitzt ein Kunde bereits eine Halcon-Entwicklungslizenz, kann er das Starterkit und die Halcon Tools auch direkt für die Entwicklung eigener Applikationen nutzen. ■

www.mvtec.com

Mitten im Markt Messe Stuttgart

BE VISIONARY

Innovative Technologien wie Künstliche Intelligenz, Embedded Vision und die enge Verzahnung von Bildverarbeitung und Automation schaffen neue Möglichkeiten: für die Smart Factory von morgen und für stetig wachsende nichtindustrielle Anwendungen.

05.–07. Oktober 2021
Messe Stuttgart

www.vision-messe.de

VISION
Weltleitmesse für Bildverarbeitung

Ethik & KI

Ethik und Erklärbarkeit in Bezug auf künstliche Intelligenz

AUTOR: TOBIAS MANTHEY, GESCHÄFTSFÜHRER, EVOTEGRA GMBH | BILD: ©TATIANA SHEPELEVA/STOCK.ADOBE.COM

Da eine heutige künstliche Intelligenz (KI) zu keinem Zeitpunkt ein Bewusstsein über das Erkannte entwickelt, ist KI prinzipiell vollkommen objektiv. Die Risiken aus der Anwendung von KI liegen daher in den verwendeten Daten und nicht in der KI selbst. Mit der aktuellen Diskussion von KI und Ethik soll verhindert werden, dass KI-Systeme Menschen diskriminieren.

Dazu sollen diese Systeme so entwickelt werden, dass man die Gefahr unbeabsichtigter Folgen minimiert. Ein Unternehmen müsste vor dem Einsatz dann beispielsweise testen, ob KI bestimmte Personengruppen benachteiligt oder abwertet. In welchem Zusammenhang kann aber Ethik und KI gesehen werden?

- Integration von Ethik in KI: Da KI kein Bewusstsein über den bewerteten Inhalt entwickelt und Ethik nicht objektivierbar ist, lässt sich Ethik nicht sinnvoll in KI integrieren.
- Ethik der Daten: Das Ergebnis einer KI basiert auf Daten. Daher ist ein Ansatz für den ethischen Umgang mit KI der verantwortungsvolle Umgang mit den Daten.
- Ethik der Ergebnisse: Hier stellt sich die Frage, wie das Ergebnis einer KI zu bewerten ist und wie KI und Mensch so interagieren, dass die ethischen Grundsätze gewahrt werden.

Vergleicht man KI mit den aktuellen Methoden stellt man fest, dass KI prinzipiell den gleichen Zweck erfüllt wie die wie Elektronische Datenverarbeitung seit rund 60 Jahren. Daten werden verarbeitet und bewertet. Beide Ansätze unterscheiden sich lediglich in der Art der Modelle, die zu Bewertung der Daten verwendet werden. Der Mensch ist in seiner Fähigkeit komplexe Zusammenhänge zu erkennen, durch die Millersche Zahl (7+-2) begrenzt. In menschlichen Modellen werden daher komplexe Zusammenhänge vereinfacht und anschließend z.B. in Form eines Entscheidungsbaumes bewertet. Daraus ergibt sich eine Erklärbarkeit innerhalb des Modells. Die Frage, ob die Annahmen des Modells statistisch valide sind oder (implizit) diskriminiert, wird jedoch in der Regel weder gestellt noch geprüft. Es ist weitgehend gesellschaftlich akzeptiert eine Begründung zu bekommen, deren Erklärbarkeit d.h. Relevanz in Bezug auf die Entscheidung in der Regel jedoch nicht überprüfbar ist. Dabei zeigt sich gerade durch den Einsatz von KI, dass menschliche Annahmen oft unvollständig oder teilweise falsch sind. KI-Modelle hingegen erkennen Zusammenhänge direkt in komplexen Daten. Statt vereinfachter Annahmen spiegeln sie daher die statistische Realität der Daten. Da die Bewertung grundsätzlich anhand statistischer Zusammenhänge erfolgt, ermöglicht dies eine prinzipiell gerechtere Bewertung. Problematisch wird dies jedoch, wenn Daten unvollständig sind oder scheinbare Zusammenhänge enthalten, die nicht auf die Realität übertragbar sind.

Rechtliche Risiken

Aufgrund der rechtlichen Risiken ist es ein grundsätzliches Ziel Systeme so zu entwickeln, dass Menschen nicht diskriminiert werden. Um dies zu verhindern, gibt es im Umgang mit KI bereits heute zahlreiche Ansätze wie z.B.:

- Entfernung von potentiell diskriminierenden Merkmalen aus den Daten
- Ergänzung von unterrepräsentierten Datenmerkmalen
- höhere Gewichtung von unterrepräsentierten Datenmerkmalen

Insgesamt handelt es sich um ein alltägliches und in der Regel gut beherrschbares Problem. KI bietet jedoch keine universelle Lösung für jede Aufgabenstellung. Sind grundsätzlich keine ausreichenden Daten vorhanden, stellt KI in der Regel keinen sinnvollen Lösungsansatz dar. Menschliche Intuition und Ethik ergänzt sich perfekt mit der Geschwindigkeit und Objektivität der KI. Da KI falsche oder unvollständige Annahmen erkennt, lernt im Zusammenspiel nicht nur die KI vom Mensch, sondern der Mensch auch von der KI. Da menschliche Intuition auch mittelfristig nicht durch KI ersetzt werden kann, empfehlen wir grundsätzlich den Einsatz von KI als Assistenzsystem. Damit lässt sich nicht nur die Qualität und die Effizienz eines Unternehmens steigern. Unternehmen können hier in Zeiten des Fachkräftemangels besonders profitieren indem KI verwendet wird um die Produktivität von Schlüsselmitarbeitern zu steigern.

Rechtliche Risiken durch fehlende bundesweite Richtlinien im Umgang mit der DSGVO stellen bereits heute ein erhebliches Hindernis bei der Einführung von KI dar. Die Verwendung von KI in einem produktiven Anwendungsfall innerhalb der Breite der Industrie oder dem öffentlichen Sektor ist immer noch ein Einzelfall. Die Forderung das KI-Systeme grundsätzlich ethischen Grundsätzen entsprechen und erklärbar sein müssen, bedeutet daher eine zusätzliche Hürde, die auch von der heutigen klassischen Datenverarbeitung in der Regel nicht erfüllt wird.

Fazit

Unabhängig von der Technologie dürfen Menschen nach Artikel 22 DSGVO nicht vollautomatischen Entscheidungen unterworfen werden, sofern die Entscheidung erhebliche Auswirkungen auf die Person hat. Da so die Einhaltung ethischer Grundsätze und die Erklärbarkeit bei relevanten Entscheidungen grundsätzlich gegeben sein muss, empfehlen wir in der Betrachtung eine Gleichstellung von KI-Systemen und der klassischen Datenverarbeitung. Um den enormen Rückstand Deutschlands bei der KI nicht weiter zu vergrößern sollte das Ziel der weiteren Diskussion sein, bundesweit verbindliche rechtliche Rahmenbedingungen für den Einsatz von KI zu schaffen, Bürokratie in Bezug auf die Förderung zu verringern und ausreichende Mittel bereit zu stellen sowie die Aufklärung innerhalb der Industrie und des öffentlichen Sektors über die konkreten Einsatzmöglichkeiten von KI zu verbessern. ■

www.evotegra.de

Bild: ©Sergey Nivens/stock.adobe.com

Bild 1 | Das Fraunhofer IPT erforscht in diversen Projekten Anwendungsszenarien der 5G Mobilfunktechnologie, auch in den Bereichen Bildverarbeitung und Messtechnik.

5G Vision

5G-Anwendungen für Bildverarbeitung und Messtechnik

AUTORIN: SARAH SCHMITT M.SC., WISSENSCHAFTLICHE MITARBEITERIN, FRAUNHOFER IPT

Die Mobilfunktechnologie 5G bietet hohe Übertragungsraten und geringe Latenzen. Dies ermöglicht eine schnellere Verarbeitung von Daten und damit auch ein schnelleres Eingreifen in den laufenden Produktionsprozess bei gleichzeitiger Gewährleistung der Mobilität.

Bereits heute nutzen viele Unternehmen Bildverarbeitungssysteme, die vernetzt in den kompletten Fertigungsprozess eingebunden sind, um frühzeitig Qualitätsmerkmale zu überprüfen. Integrierte Messsysteme, die Maschinendaten prozessnah aufnehmen und an Steuereinheiten weiterleiten, können frühzeitig Maschinenabweichungen erkennen, den Überblick über die gesamte Prozesskette sicherstellen und ineffektive Fertigungen optimieren. Mit 5G könnten zukünftig Systeme effektiver genutzt werden und einen neuen Standard in der Produktion bilden.

3D-Lichtschnittsensor mit 5G

Das Fraunhofer IPT erforscht in diversen Projekten Anwendungsszenarien der 5G Mobilfunktechnologie, auch in den Bereichen Bildverarbeitung und Messtechnik. Im neu errichteten Forschungsnetz 5G-Industry Campus Europe auf dem Campus Melaten der RWTH Aachen beschäftigt sich ein Anwendungsfall mit einem 3D-Lichtschnittsensor, der mithilfe von 5G aufgenommene Daten kabellos an einen Auswerterechner schickt. Ziel der Anwendung ist die 3D-Digitalisierung von verschiedenen Objekten zur Bestimmung der Bauteilgeometrien und Oberflächenstrukturen. Für ein 3D-Abbild des Objektes wird die Oberfläche entlang einzelner Linien (Lichtschnitte) auf einer Oberfläche gemessen. Dabei muss der Sensor oder das Objekt bewegt werden. Um aus den einzelnen Lichtschnitten ein 3D-Abbild ermitteln zu können, müssen die räumliche Position und Lage der einzelnen gemessenen Lichtschnitte bekannt sein. Derzeitige Sensoren sind kabelgebunden, um eine schnelle und stabile Übertragung der Sensordaten sicherzustellen. Das Fraunhofer IPT entwickelt hierfür eine kabellose Lösung, die Sensordaten mittels 5G mit geringer Latenz an eine Recheneinheit übermittelt, sodass möglichst geringe Abweichungen im digitalen 3D-Abbild der Oberfläche entstehen. Dies ermöglicht einen flexibleren Einsatz bei der Messung des Objektes. So kann der Sensor sowohl von einem Anwender per Hand, als auch von Robotern automatisiert über das Objekt geführt werden. Der Sensor kann ohne eine spezielle Kabelführung rund um das

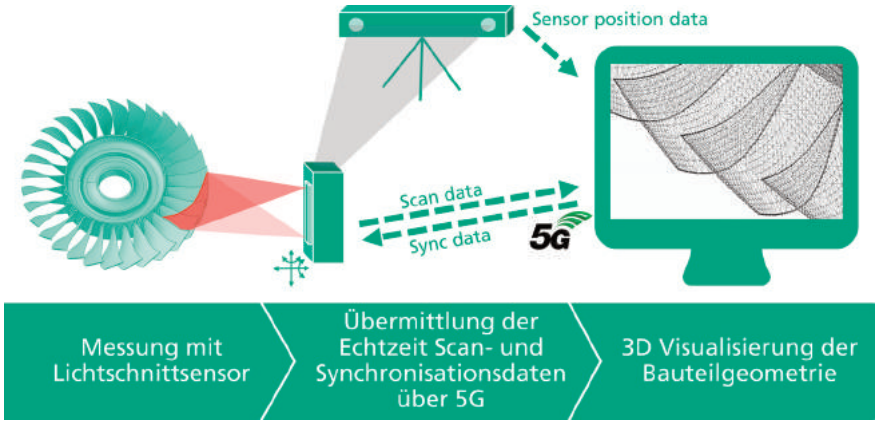


Bild: Fraunhofer IPT

Bild 2 | Nutzung des 5G-Netzes zur 3D-Vermessung von Bauteilgeometrien und Oberflächenstrukturen.

Objekt bewegt und ohne spezielle Steckvorrichtungen gegen andere Sensoren oder Werkzeuge gewechselt werden. Des Weiteren ist der automatisierte Einsatz in Werkzeugmaschinen möglich, sodass Messung und Bearbeitung in einer Aufspannung erfolgen können. Hierdurch können Wiederholspannfehler vermieden und Rüstzeiten drastisch verkürzt werden. Zudem lassen sich komplexe Bearbeitungen von gegossenen oder additiv gefertigten Bauteilen deutlich vereinfachen, für die wegen des unklaren Aufmaßes ansonsten Luftschnitte in Kauf genommen werden müssen.

Zahlreiche Einsatzgebiete

In einem Kooperationsansatz von Wissenschaftlern aus Wirtschaft und Wissenschaft werden in einem Projekt des Forschungscampus der Digitalen Photonischen Produktion (DPP) Zukunftslösungen und Anwendungen im Bereich der Herstellung beliebiger Bauteile mittels Laserstrahlung untersucht. Das Fraunhofer IPT befasst sich hierbei mit der Fragestellung, wie 5G digitale photonische Prozessketten effizienter werden lässt. Konkret werden im Rahmen des Projektes Studien und Use Case Screenings zu Potenzialen der photonischen Produktion durchgeführt, Implementierungsszenarien herausgearbeitet und Pilotanwendungen umgesetzt. Die erarbeiteten Studien zur Identifizierung von Anwendungen für 5G sollen auch in anderen Bereichen der produzierenden Industrie eingesetzt werden. 5G biete aber auch für viele weitere Bereiche neue Möglichkeiten: Beispielsweise im Gesundheitswesen, wo Bildarchivierungs- und Kommunikationssysteme im Fokus stehen und damit eine zuverlässige und schnelle Übermittlung teils sehr großer Datenmengen wichtig ist. Eine Zusammenführung von 5G-Netzwerken, Big-Data-Analyse und KI kann Analysemodelle automatisieren und damit Zeit- und Arbeitsaufwand deutlich minimieren. Mit 5G wären kontinuierliche Fernüberwachungen und -diagnosen möglich, z.B. von 5G-Wärmebildgebungen um die Körpertemperatur in Echtzeit, kontaktlos zu überwachen. Ein anderes Beispiel findet sich im Automobil- und Verkehrssektor. Neben dem Aspekt, dass 5G die technischen Voraussetzungen erfüllt, um automatisiertes Fahren zu verwirklichen, bietet es auch weitergehend Sicherheit für den Straßenverkehr in Form echtzeitfähiger Analysen von Videoaufnahmen. In der Verkehrsüberwachung könnte 5G aufgrund der geringen Latenzzeiten und der hohen Datenübertragungsmöglichkeit eine Echtzeitanalyse der gegenwärtigen Verkehrssituation gewährleisten und so intelligente Verkehrslenkung initiieren. In der industriellen Bildverarbeitung verspricht 5G reduzierte Installationsaufwände, da aufwändige und z.T. verschleißanfällige Verkabelungen von Kameras entfallen können. ■

www.ipt.fraunhofer.de

- Anzeige -

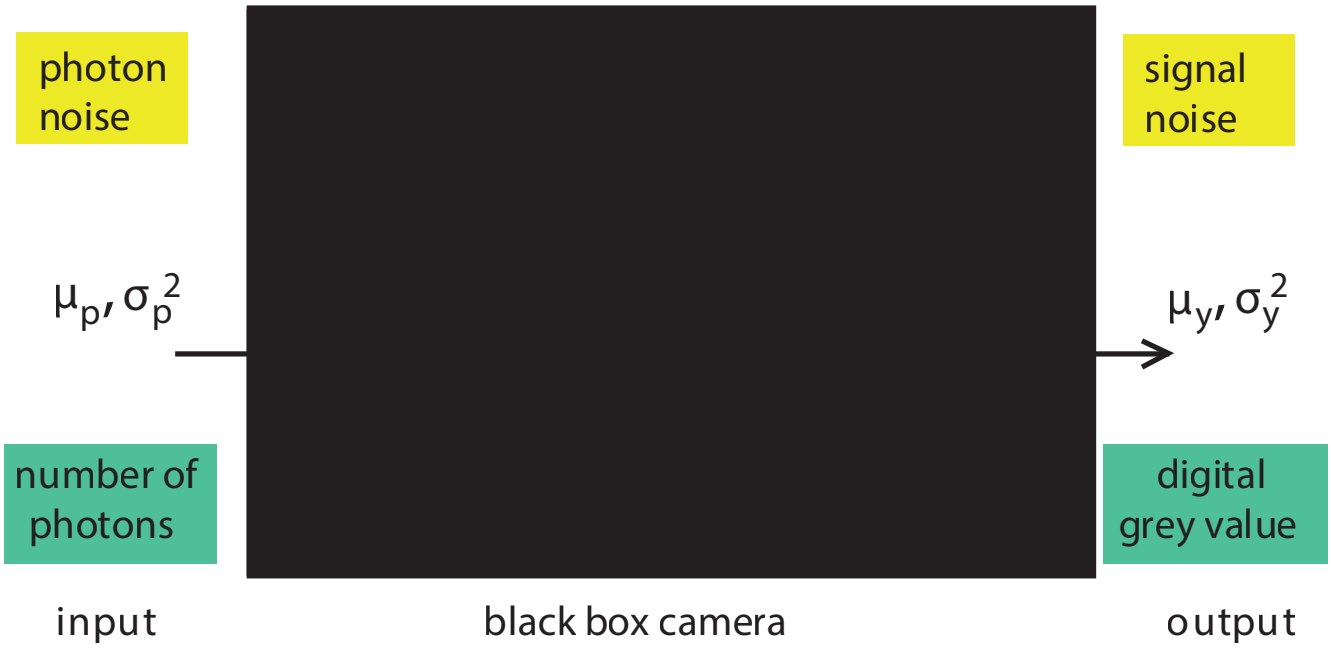


Bild 1 | Das neue generelle Kameramodell des EMVA 1288 Standards Release 4.0 ohne eine Modellbeschreibung.

Vergleichbarkeit 4.0

EMVA 1288 Release 4 für neue Bildsensoren und Kameras

AUTOR: PROF. DR. BERND JÄHNE, CHAIR EMVA 1288, VORSTANDSMITGLIED EMVA, SENIORPROFESSOR HCI, UNIVERSITÄT HEIDELBERG | BILDER: EMVA

In Kürze erscheint das Release 4 des EMVA Standards 1288 zur objektiven Charakterisierung von industriellen Kameras. Die neue Version kann für multimodale Bildsensoren sowie für Kameras mit Vorverarbeitung und Optiken benutzt werden.

Die Entwicklung der Bildsensorik schreitet rasant voran. Bisher dominierten monochrome und Farbbildsensoren mit linearer Kennlinie. Nun kommen immer stärker auch multimodale Bildsensoren auf den Markt: Sensoren mit erweitertem Spektralbereich, insbesondere in den kurzwelligen Infrarotbereich (SWIR) hinein, multispektrale Bildsensoren mit mehr als drei Farbkanälen, Polarisationsbildsensoren und Laufzeitbildsensoren, die auch ein Tiefenbild generieren. Kameras für Fahrerassistenzsysteme und andere Anwendungen in nicht-industriellen Umgebungen treiben die Entwicklung von Kameras mit einem erweiterten Signalumfang voran, die eine nichtlineare Kennlinie aufweisen. Zudem ist nicht nur im Konsumerbereich sondern auch im industriellen Bereich die Tendenz zu beobachten, dass immer mehr Vorverarbeitung bereits in der Kamera stattfindet, um eine bessere Bildqualität zu erreichen.

Bisher: Lineare Kamerakennlinie und keine Vorverarbeitung

Bis zum Release 3.1 war die Anwendung des EMVA Standards 1288 auf Kameras mit einer linearen Kennlinie und ohne Vorverarbeitung, die das zeitliche Rauschen modifiziert, beschränkt. Das führte zu einem einfachen linearen Kameramodell als Grundlage für den Standard. Aus der Beziehung zwischen dem Eingangssignal (während der Belichtungszeit auf ein Pixel auftreffende mittlere Anzahl von Photonen) und dem Ausgangssignal (Mittelwert und Varianz des digitalen Kamerassignals) können die unbekannten Modellparameter, d.h. die Varianz des Dunkelrauschens, die Quantenausbeute und die Systemverstärkung durch eine Beleuchtungsserie vom Dunkelbild bis zur Sättigung bestimmt werden. Dabei spielen die Kennlinie (mittleres Ausgangssignal in Relation zur Bestrahlung in Photonen pro Pixel) und die Photontransferkurve (Varianz des Ausgangssignals in Relation zum Mittelwert des Ausgangssignals) eine zentrale Rolle. Alle weiteren anwendungsbezogenen Parameter, welche die Qualität des Bildsignals beschreiben, wie die absolute

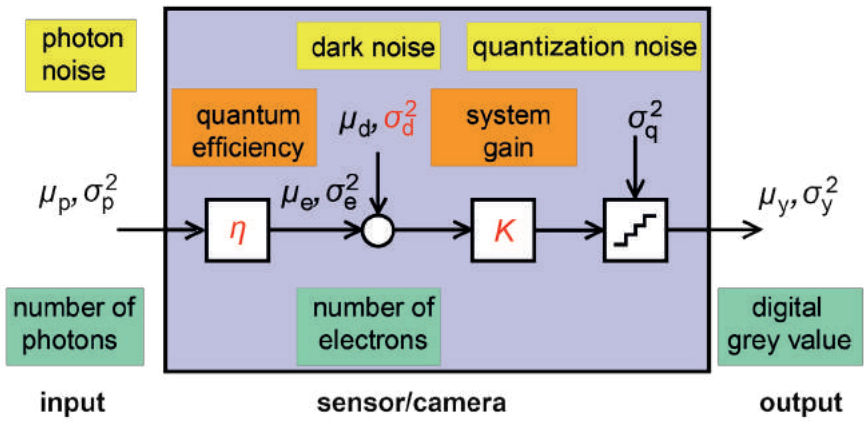


Bild 2 | Das lineare Kameramodell des bisherigen EMVA 1288 Standards.

Empfindlichkeitsschwelle, die Sättigungskapazität, Dynamic Range und das Signal-Rausch-Verhältnis (SNR) lassen sich daraus berechnen.

Neu: Verzicht auf ein Modell

Bei einer Kamera mit einer nichtlinearen Kennlinie kann das lineare Modell nicht angewendet werden. Die Modellbildung ist schwierig, da man je nach Art der Nichtlinearität nicht ein, sondern viele mögliche Modelle berücksichtigen muss. Die Charakterisierung einer nichtlinearen Kamera oder einer Kamera mit unbekannter Vorverarbeitung ist aber auch ohne Modell möglich. Das liegt an dem universellen systemtheoretischen Ansatz des EMVA 1288. Das Eingangssignal (Photonenzahl) ist durch die absolute Kalibrierung der Bestrahlung des Bildsensors bekannt. Das Ausgangs-SNR lässt sich direkt aus dem Mittelwert und der zeitlichen Standardabweichung des digitalen Kamerasignals bestimmen. Die Kennlinie kann ebenfalls ohne Modellvorgabe gemessen werden. Aus der Steigung der Kennlinie kann die Ausgangs-SNR in die qualitätsbestimmende Eingangs-SNR umgerechnet werden. Daraus ergeben sich, wie beim linearen Kameramodell, die anwendungsbezogenen Qualitätsparameter. Die Photontransferkurve wird bei diesem Ansatz nicht benötigt. Das Entscheidende ist aber, dass die gleichen Messungen wie bisher durchgeführt werden. Abhängig von den Eigenschaften der Kamera kann die Auswertung nach dem linearen oder generellen Modell benutzt werden. Entsprechend ist der Standard in zwei Dokumente aufgeteilt. Die generelle Auswertemethode wird im Dokument ´Release 4.0 General´ beschrieben, die nach dem linearen Modell, als direkte Fortführung des Release 3.1, im Dokument ´Release 4.0 Linear´.

Zahlreiche Erweiterungen

Außer der nun zwei Auswertemöglichkeiten umfasst Release 4.0 zahlreiche Erweiterungen, um moderne Bildsensoren und Kameras applikationsgerecht charakterisieren zu können:

- Erweiterter Wellenlängenbereich vom UV bis SWIR
- Rohdaten beliebiger Bildaufnahmemodalitäten können charakterisiert werden. Damit wurde eine gängige Praxis explizit in den Standard aufgenommen.
- Am Beispiel der Polarisationsbildsensoren wird gezeigt, wie die Analysetools des EMVA 1288 auch auf aus mehreren Kanälen berechnete abgeleitete Größen angewendet werden können.
- Moderne CMOS-Sensoren erfordern eine erweiterte Charakterisierung der Inhomogenitäten. Im Gegensatz zu CCD-Sensoren können CMOS-Sensoren charakteristische spalten- oder zeilenorientierte Inhomogenitätsmuster aufweisen. Daher werden die Inhomogenitäten nun in Spalten-, Zeilen-, und Pixelvariationen zerlegt.
- Optional können nun auch Kameras mit Optiken oder Beleuchtung nach dem Standard vermessen werden. Damit ist dieser nun auch für Bildsensoren mit zum Rand hin verschobenen Mikrolinsen geeignet.
- Ein besser geeignetes Maß für die Linearität der Kennlinie wird eingeführt.
- Die doppelt-logarithmische Darstellung des SNR als Funktion der Bestrahlung wird erweitert. Neben der Modellkurve für das totale SNR, das sowohl zeitliches Rauschen als auch die räumliche Variation durch die Inhomogenitäten berücksichtigt, werden jetzt zusätzlich Messpunkte für alle Intensitätsstufen dargestellt.

Fazit

Mit der Release 4.0 erweitert sich das Spektrum der Bildsensoren und Kameras, die nach dem EMVA Standard 1288 vermessen werden können, deutlich. Neben monochromen und Farbbildsensoren kann der Standard auch für UV-, SWIR-, multispektrale, Polarisations- und bildverstärkende Kameras sowie EM-CCDs, multilineare oder andere Kameras mit erweitertem Signalumfang (HDR) und Optiken benutzt werden. Ebenso kann der EMVA 1288 auf Kameras mit Vorverarbeitung wie Rauschunterdrückung oder Bildverschärfung angewendet werden. Lediglich für (Noch)-Exoten wie neuromorphe bzw. event-basierte Kameras ist Release 4.0 noch nicht geeignet. Allerdings haben die Vorarbeiten bereits begonnen, um diese Kameras zukünftig auch charakterisieren zu können. Der Release-Kandidat wird voraussichtlich im Spätsommer 2020 publiziert. ■

www.emva.org

Bild 1 | Hinter USB4 versteckt sich der gemeinsame Nachfolger von USB 3.2 und Thunderbolt.

Was bringt USB4?

USB4 ermöglicht Datenraten bis zu 40Gbps

*DER BEITRAG ENTSTAND AUF GRUNDLAGE EINES WHITE PAPERS VON HY-LINE.
BILDER: HY-LINE COMPUTER COMPONENTS VERTRIEBS GMBH

USB4 ist eine Synthese des klassischen USB und Thunderbolt. Die Geschwindigkeit von USB3 wird auf 40Gbps verdoppelt. Welche Möglichkeiten das neue Interface bietet, zeigt der folgende Beitrag*.

Bislang war Thunderbolt eine von Intel definierte und verwaltete Schnittstelle, für deren Nutzung Lizenzgebühren gezahlt werden mussten. Intel übergab die Spezifikation jedoch an die USB Implementers Group, die das hinzu gewonnene Know-How in die Spezifikation von USB4 einfließen ließ. Thunderbolt steuert das Konzept der gemeinsamen Nutzung der Bandbreite als auch die Tunnelarchitektur bei. Die beiden Lanes des wendbaren USB-Type-C-Anschlusses werden im Dual-Lane, Dual-Simplex-Modus verwendet und betrieben. Alle von Thunderbolt unterstützten Signale werden ebenfalls unterstützt, d.h. DisplayPort-Grafiken, PCIe-Daten, USB von Version 1.1 an und eine Leistung von bis zu 100W. Die Baumstruktur wird von USB übernommen. USB4 verwendet den USB-Type-C-Stecker mit 24 Pins und nutzt alle verfügbaren Leitungen. Um die Abwärtskompatibilität bis zur ersten Revision von USB aufrechtzuerhalten, werden zwei separate Leitungen zur Übertragung von USB 2.0/1.1-Signalen verwendet. Das neue Benennungsschema berücksichtigt die Vielfalt der verschiedenen Konfigurationen: Die Datenraten können unterschiedlich sein, und die Anzahl der Lanes variieren. Der vollständige Name lautet also USB4 Gen X x Y, wobei X die Datenrate und Y die Anzahl der Lanes angibt. Bislang definiert USB4 drei verschiedene Datenraten pro Lane: 5Gbps (X=1), 10Gbps (X=2) und 20Gbps (X=3). Begrenzt durch die verfügbaren Leitungen, kann es nur eine (Y=1) oder zwei (Y=2) Lanes geben. Die Verwendung von zwei Lanes verdoppelt die verfügbare Datenrate. Die beiden Lanes werden aggregiert und erscheinen dem System wie ein einziger Übertragungskanal, der in der Lage ist, die Datenrate bis zu einem Maximum von 40Gbps zu verdoppeln.

Datentunnel

Eine Stärke von USB4 ist die Fähigkeit, die es von Thunderbolt geerbt hat, verschiedene andere Protokolle wie DisplayPort, PCI Express und Host-zu-Host-Übertragungen zu tunneln. Interessanterweise schreibt die USB4-Spezifikation keine Thunderbolt-Unterstützung durch

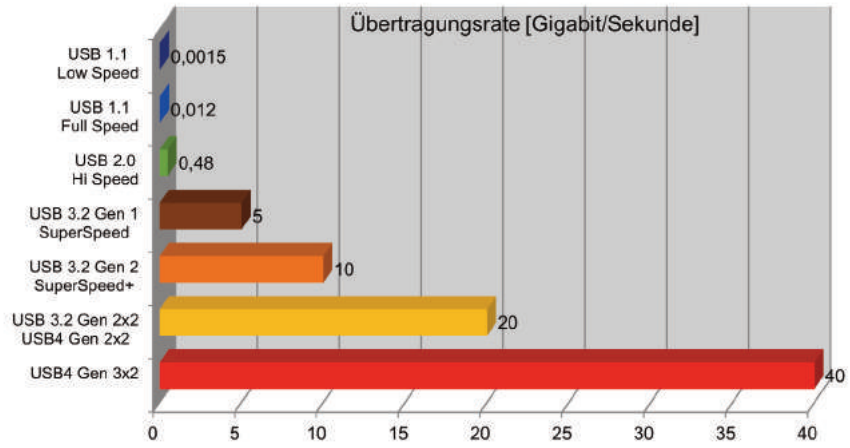


Bild 2 | Im Vergleich zu USB 3.1 mit 5Gbps erlaubt USB4 mit bis zu 40Gbps die achtfache Datenrate.

einen Host-Computer oder ein Gerät selbst, jedoch bei einem Hub zwingend, vor. Anders als bei den Alt-Modi, die mit USB Typ-C eingeführt wurden, wird die Bandbreite mit einer feinen Granularität geteilt, nicht in Lane-Einheiten. Die Hot-Plugging-Fähigkeit ermöglicht das Anschließen, Konfigurieren, Verwenden und Trennen von Peripheriegeräten im laufenden Betrieb. Das Protokoll ist vollständig kompatibel zu früheren Revisionen von USB. Schließlich kann das USB-PD-Protokoll (Power Delivery) implementiert werden, um Strom zum Betrieb oder Laden des Akkus bidirektional zwischen Host und Peripheriegeräten zu übertragen. Das Konzept des Datentunnelns erfordert die Anpassung der Protokolle und die Weiterleitung über einen Geräterouter, der Teil jedes Busteilnehmers (Host, Hub und Gerät) ist. Jedes Protokoll wird durch einen anwendungsspezifischen Protokollstack geleitet und dann in den Datenstrom gemultiplext. Eine gemeinsame Transportschicht überträgt die Signale an die elektrische Schicht, wo die physikalische Verbindung zum nächsten Gerät hergestellt wird. Auf der Geräte- oder Hub-Seite wird der gleiche Prozess in umgekehrter Richtung durchgeführt: Die Daten werden demultiplext und in die entsprechenden Kanäle wie PCI Express, DisplayPort oder USB sortiert.

Design und Topologie

Ein USB4-Hub muss alle Merkmale der USB4-Spezifikation vollständig unterstützen: 20 und 40Gbps Datenrate, getunnelte Protokolle, Enhanced SuperSpeed, Abwärtskompatibilität zu USB 3, USB 2.0/1.1 und die Verwendung eines PCI Express-Switch für volle Kompatibilität mit Thunderbolt 3-Signalen. Außerdem müssen alle (Ausgangs-)Ports den Anschluss eines Monitors für DisplayPort-Signale unterstützen. Die Spezifikation für USB4-Hosts und USB4-Geräte ist hingegen gelockert: Sie können mit der niedrigeren Datenrate von 20Gbps arbeiten, den Single- oder Dual-Link-Betrieb nutzen und unterstützen optional Thunderbolt 3, d.h. alle Vorteile der Link-Aggregation und der gemeinsamen Nutzung der Bandbreite ohne Unterstützung des PCI-Express-Protokolls. Gemäß der USB4-Spezifikation kann ein USB4-kompatibles Gerät alles sein: USB 2.0/1.1 oder 3.x-Gerät, USB4-Gerät, PCI-Express-Gerät, DisplayPort-Monitor oder sogar ein anderer Host. Die Spezifikation verlangt, dass die Teilnehmer vom Host bis zum Hub mit jedem von ihnen kommunizieren können, solange die angeforderte Bandbreite ausreicht. ■

www.hy-line.de
www.usb.org

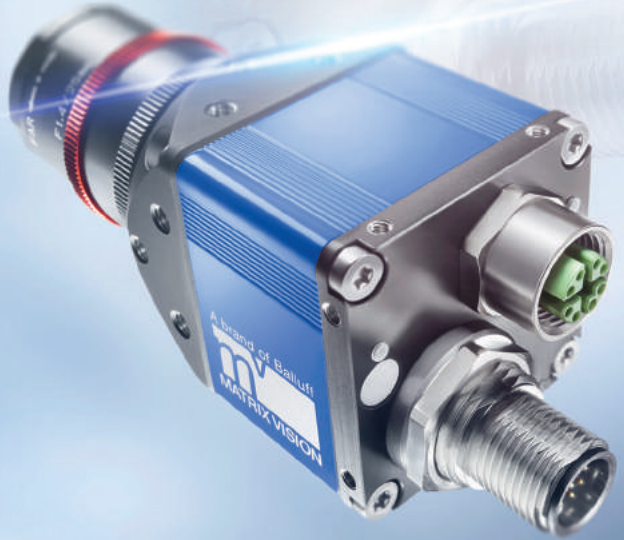
- Anzeige -

A brand of Balluff
MATRIX VISION

AUTOMATION READY!

Neue kompakte GigE Vision Kamera mvBlueCOUGAR-X IP67C

- IP67, schock- und vibrationsfest
- integrierte Smart-Features für reduzierten Soft- und Hardwareeinsatz
- vielseitige Sensorvarianten bis 20,5 MPixel
- jetzt auch mit Pregius S Sensoren



We Change Your Vision.
www.matrix-vision.de

Image 1 | Using Flex-Eye, vision system designers will be able to customize the spectral locations and widths of the individual wavebands if the default wavebands of JAI's Fusion Series standard models do not quite fit their specific requirements.

Individual Wavebands

Customized Multispectral Area Scan Cameras

TEXT AND IMAGES: JAI A/S

Flex-Eye is a new camera concept giving vision system designers the ability to customize the size and location of wavebands in JAI's Fusion Series 2-CMOS and 3-CMOS prism-based multispectral cameras.

By combining the customization process with the existing Fusion series prism-based cameras, vision system designers can now tailor make a multispectral camera that looks at specific visible and NIR waveband ranges to meet the exact requirements of their vision applications. Using Flex-Eye, vision system designers will be able to customize the spectral locations and widths of the individual wavebands if the default wavebands of the Fusion camera standard models do not quite fit their specific requirements. This new approach will make vision inspection tasks or other multispectral imaging applications more efficient because a 2-CMOS or 3-CMOS camera fine-tuned to look at targeted wavebands (designed for a particular application) can reveal new imaging information that otherwise can be hidden.

Large Number of Combinations

The Fusion series Flex-Eye cameras offers a large number of different customization combinations for multispectral imaging applications, where new waveband combinations can lead to new or improved capabilities. The Flex-Eye cameras share the same performance capabilities of the standard Fusion series models. The standard models are prism-Based multispectral area scan cameras equipped with two or three Sony Pregius CMOS sensors offering either 1.6 or 3.2MP of resolution and a set of predefined wavebands – one that spans the entire visible spectrum (400 to 700nm) and one or two additional wavebands located in the NIR region (700 to 1000nm). A dichroic prism divides the incoming light to the separate sensors while maintaining a common optical path. This affords simultaneous capture of all wavebands with high frame rates and perfect pixel-to-pixel alignment. Depending on the user's requirements, the two or three user-specified wavebands can all be located within the visible spectrum or can be placed at multiple locations across the 400 to 1000nm range. Models equipped with three 3.2MP sensors can run at up to 107fps at full resolution while cameras with two 3.2MP sensors can deliver up to 123fps. For models with three 1.6MP sensors, the maximum rate at full resolution is 213fps and with two 1.6MP sensors it's 226fps.

Online Camera Configurator

As part of Flex-Eye customization process, JAI has developed an online configurator that makes it easy for customers to define and visualize their custom configuration on PCs or mobile devices. A few clicks or taps specifies the number of sensors, resolution, and whether Bayer or monochrome sensors are to be used in the visible spectrum. Then an GUI lets users place, stretch, or shrink their wave-

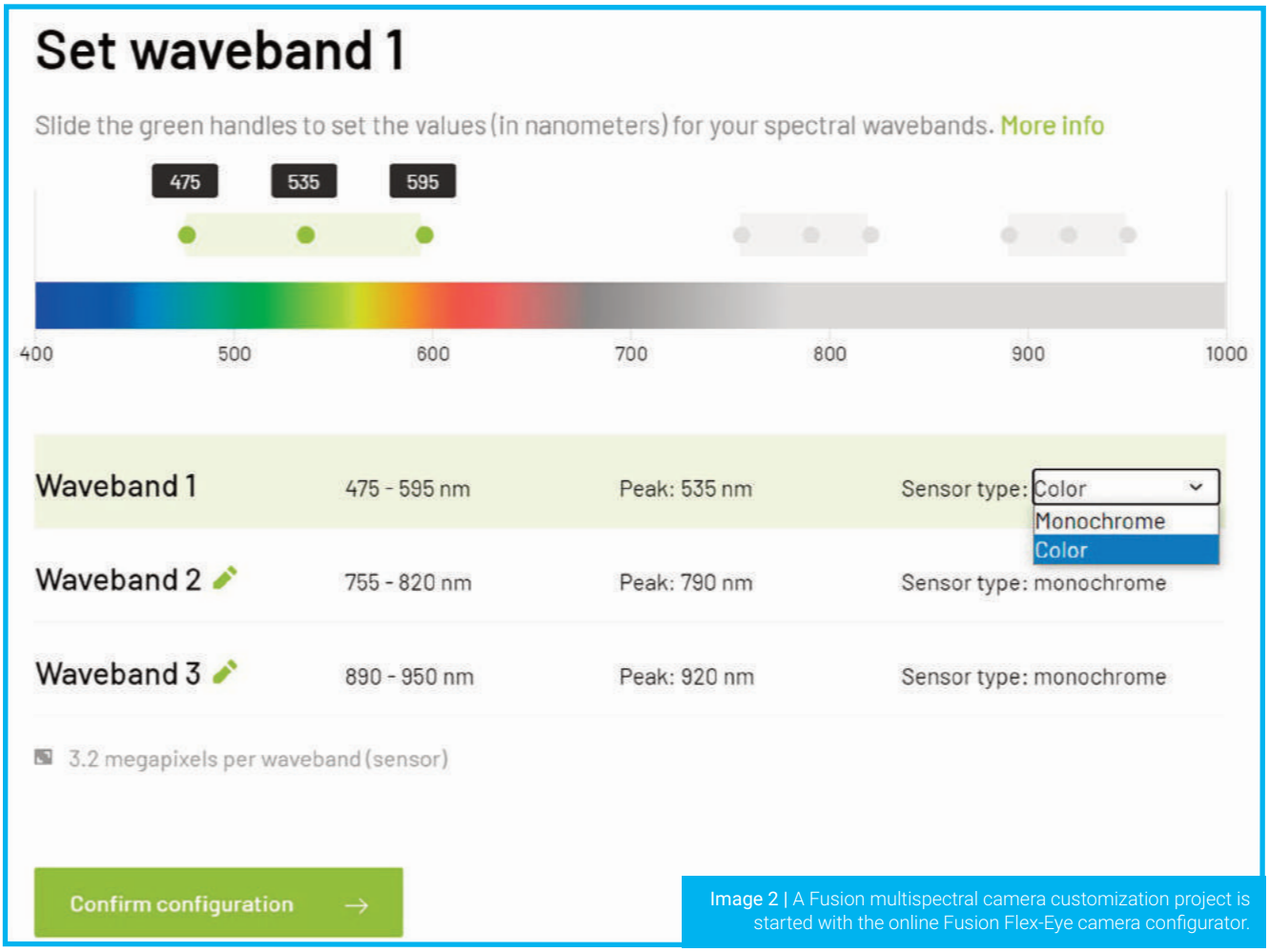


Image 2 | A Fusion multispectral camera customization project is started with the online Fusion Flex-Eye camera configurator.

bands on a spectral chart. Wavebands as narrow as 25nm are supported, and built-in validation rules help to guide the user to a working configuration. The cameras are supported by a 10GBase-T (10GigE) interface equipped with integrated auto-negotiation technology, providing automatic backwards compatibility to NBase-T (5 and 2.5Gbps) and traditional 1000Base-T (1Gbps) output for customers running vision applications on these lower-speed Ethernet standards. In addition to 8bit output, the cameras can provide 10bit and 12bit output, with synchronous or asynchronous operating modes across the multiple sensors. The 10GigE interface complies with the GigE Vision 2.0 standard and uses a multi-stream approach over a single cable to provide the multispectral wavebands for separate analysis or for combining on the host processor. The interface also supports the Precision Time Protocol (IEEE1588) to enable network-level synchronization in multi-camera systems. ■

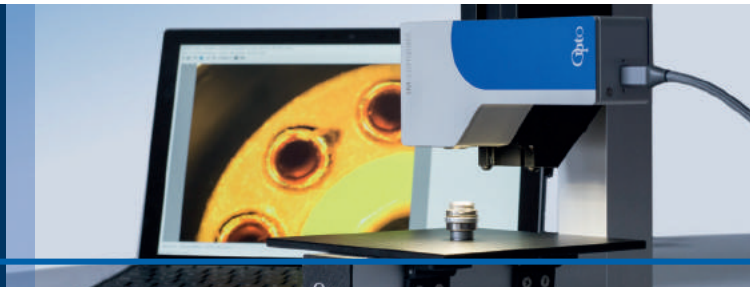
www.jai.com

- Anzeige -

IM · series Maschine Vision Microscope

· Camera with Integrated Optics and Light

· Brightfield and Darkfield in One Compact Unit



Solutions in Optics – Reduced to Your Needs

www.opto.de

Opto

Bild: ©Juice Flair/shutterstock.com

Bild: Framos GmbH

Bild 2 | Die spektrale Empfindlichkeit der Image Sensoren IMX990 und IMX991liegt zwischen 400 und 1.700nm, sodass sie über den sichtbaren Spektralbereich hinaus auch Licht im SWIR-Bereich detektieren können.

Bild 1 | Fruchtsortieranlage mit Inspektionskameras

Von VIS bis SWIR

Image Sensoren verarbeiten sichtbaren und SWIR-Bereich

AUTORIN: SIBEL YORULMAZ-COKUGUR, SENSOREXPERTIN, FRAMOS GMBH

Sony Semiconductor Solutions hat zwei Bildsensoren auf den Markt gebracht, die sowohl den sichtbaren als auch den kurzwelligen Infrarotbereich (SWIR) verarbeiten können. Die Sensoren IMX990 und IMX991 nutzen mit 5µm die branchenweit kleinste Pixelgröße aller InGaAs-Sensoren.

Die Sensoren verwenden die SenSWIR-Technologie von Sony und sind SXGA 1/2-Typ und VGA 1/4-Typ Bildsensoren. Beide Produkte verwenden 5µm große Quadratpixel, die für das menschliche Auge sichtbares Licht und darüber hinaus Wellenlängen im NIR- und SWIR-Bereich erfassen. Die spektrale Empfindlichkeit der Sensoren liegt zwischen 400 und 1.700nm, sodass sie über den sichtbaren Spektralbereich hinaus auch Licht im SWIR-Bereich detektieren können und in diesen hineinsehen können, ohne im sichtbaren Spektralbereich große Abstriche machen zu müssen. Dies wird teilweise durch die Verdünnung der oberen Indiumphosphid (InP)-Schicht erreicht, die über dem InGaAs liegt. Dies ermöglicht es kürzeren Wellenlängen (blauer Lichtbereich) den empfindlichen InGaAs-Bereich zu durchdringen und dort absorbiert zu werden. Die lichtempfindliche Abtastschicht wird dann mit der Ausleseschaltung über Cu-Cu-Verbindungen gepaart. Ein externer Speicher stellt optische Schwarzwertinformationen (OPB) in Echtzeit bereit, ohne dass eine externe Dunkelstromkorrektur (DCC) erforderlich ist. Der 1,34MP Sensor IMX990 verfügt über eine aktive Pixelmatrix mit 1.296x1.032 Pixeln, die mit 130fps bei 8Bit, 120fps bei 10Bit und 70fps bei 12Bit übertragen wird. Die aktive Pixelmatrix mit 656x520 Pixeln des 0,34MP Sensors IMX991 überträgt mit 250fps bei 8Bit, 240fps bei 10Bit und 130fps bei 12Bit. Die kleinere Pixelgröße der Bildsensoren in Kombination mit der Stacked-Layer-Design Erfahrung von Sony sorgt für ein sehr kompaktes Gehäuse-Design, wodurch die Kosten für ähnlich konstruierte SWIR-basierte Kameras gesenkt werden. Sowohl ein Keramik-PGA mit integrierter thermoelektrischer Kühlung (TEC) als auch ein Keramik-LGA-Gehäuse werden verfügbar sein. Für diejenigen, die Erfahrung mit der Integration von Pregius Sensoren haben, unterstützen die neuen Chips fast dieselben Funktionalitäten, wodurch ihre Integration in bestehende Designs beschleunigt wird und die für SWIR-basierte Kameradesigns typischerweise erforderliche analoge Schaltung entfällt. Global Shutter, ROI und integriertes Digitalthermometer sind Standardfunktionen, die verfügbar sind. Die Bilddaten werden über zwei oder vier schaltbare SLVS-Schnittstellen mit 8, 10 oder 12Bit/Pixel übertragen, während die Kommunikation entweder über I2C oder 4-Draht Technik erfolgt. Die Serienproduktion ist für das Frühjahr 2021 geplant. ■

www.framos.de

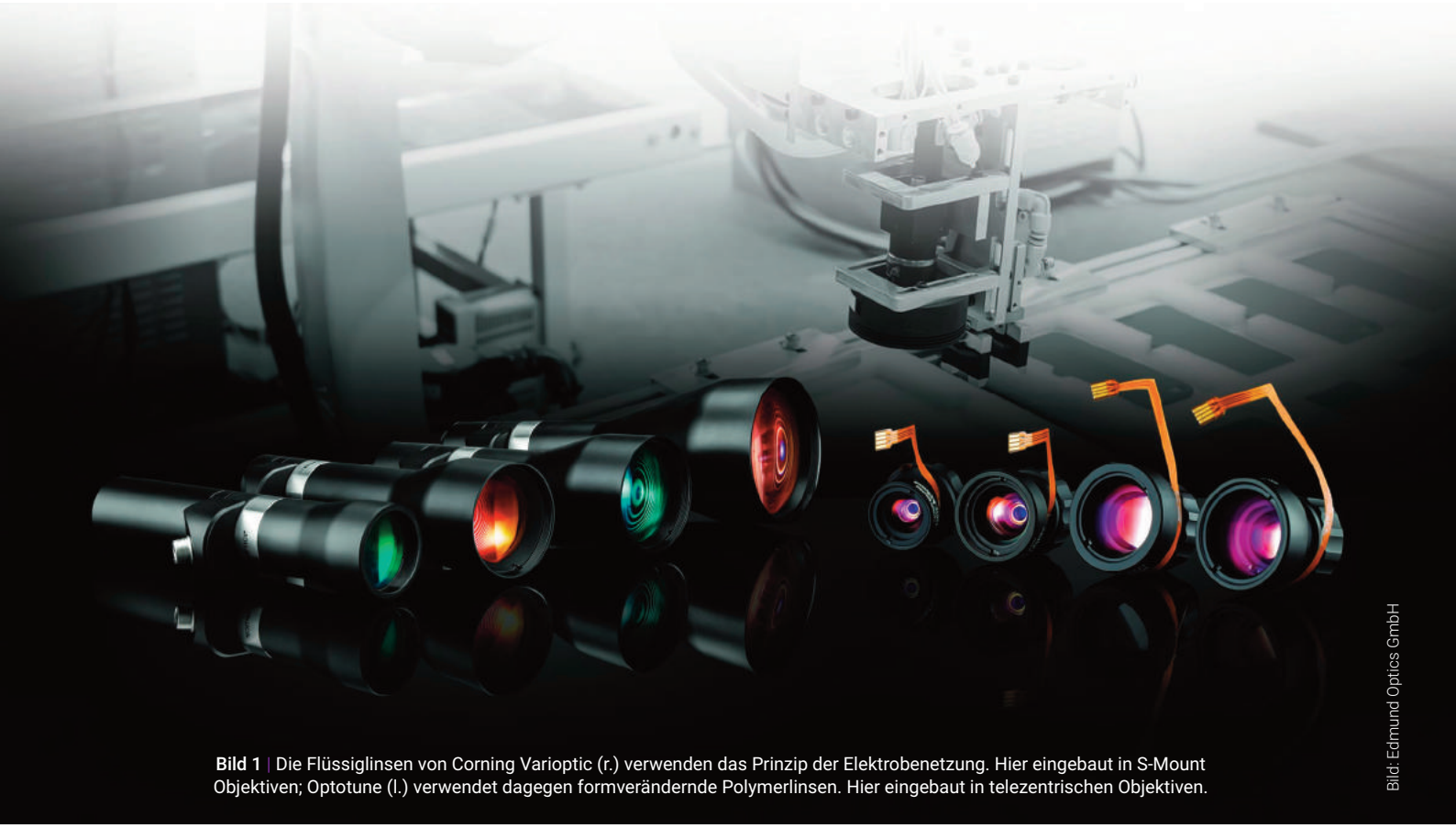


Bild 1 | Die Flüssiglinsen von Corning Varioptic (r.) verwenden das Prinzip der Elektrobenetzung. Hier eingebaut in S-Mount Objektiven; Optotune (l.) verwendet dagegen formverändernde Polymerlinsen. Hier eingebaut in telezentrischen Objektiven.

Bild: Edmund Optics GmbH

Fließender Fokus

Flüssiglinsentechnologien im Vergleich

AUTOR: DR. BORIS LANGE, MANAGER IMAGING EUROPE, EDMUND OPTICS GMBH

Flüssiglinsen ermöglichen innerhalb von Millisekunden die reproduzierbare Fokussierung von Objekten bei unterschiedlichen Arbeitsabständen. Im Beitrag werden die beiden führenden Technologien Elektrobenetzung und formveränderte Polymerlinsen vorgestellt sowie Vorteile und anwendungsseitige Grenzen diskutiert.

Elektrobenetzung

Die Form eines Wassertropfens auf einer Metalloberfläche wird definiert durch das Verhältnis der Oberflächenspannungen der beteiligten Medien: Wasser, Metall und Luft. Erzeugt man durch das Einführen einer isolierenden Schicht zwischen Metall und Wassertropfen eine kondensatorähnliche Struktur und legt eine Spannung zwischen Wasser und Metall an, beobachtet man, dass sich die Form des Tropfens verändert. Mit höherer Spannung strebt der Wassertropfen danach, seine Kontaktfläche zum Metall zu vergrößern. Er wird somit flacher, der Krümmungsradius des Tropfens ändert sich. Der Effekt, dass sich die Benetzungseigenschaft einer Flüssigkeit auf einer Oberfläche mit elektrischen Feldern manipulieren lässt, nennt sich Elektrobenetzung.

Corning Varioptic Flüssiglinsen basieren auf einer versiegelten Zelle mit zwei unmischbaren Flüssigkeiten: einer Wasserlösung und einem elektrisch nicht-leitenden Öl. Die Flüssigkeiten unterscheiden sich in ihrem Brechungsindex, wodurch sich eine Brechkraft ergibt, sobald deren Grenzfläche gekrümmt ist. Beide Flüssigkeiten müssen allerdings identische Massendichten vorweisen. Nur so ist eine sphärische Grenzfläche zwischen den beiden

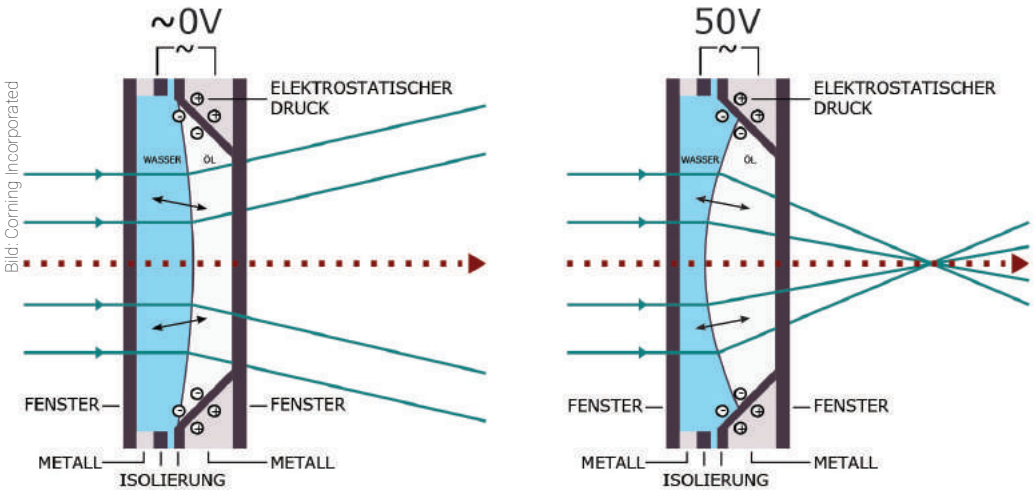


Bild: Corning Incorporated

Bild 2 | Funktionsweise Varioptic Linse: Wasser-Öl-Grenzfläche ohne angelegte Spannung (l.). Durch Anlegen der Spannung (r.) vergrößert das Wasser seine Oberfläche zur Ringelektrode. Das Öl wird zur Mitte hin verdrängt, so dass sich der Krümmungsradius der Grenzfläche ändert.

Flüssigkeiten und eine Resistenz bezüglich negativen Einflüssen durch Schwerkraft, Vibrationen und Erschütterungen gewährleistet. Über den Elektrobenetzungseffekt kann durch Variation einer angelegten Spannung die Grenzfläche der beiden Flüssigkeiten manipuliert werden. Veränderungen des elektrostatischen Drucks, der auf die leitende Wasserlösung ausgeübt wird, führen zu einer Änderung des Krümmungsradius der Öl-Wasser Grenzfläche. Dieser Prozess läuft ohne nennenswerte Hysterese innerhalb von 10 bis 50ms ab, und ist für mehr als eine Milliarde Zyklen reproduzierbar. Aufgrund des Kondensator-ähnlichen Aufbaus verbrauchen die Corning Varioptic Flüssiglinsen nur sehr wenig elektrische Leistung, sodass sie auch für batteriegetriebene, mobile Geräte geeignet sind. Ein weiterer Vorteil ist, dass sich durch den Betrieb der Linse keine Temperaturänderungen ergeben, und somit Veränderungen in der Brechkraft aufgrund von selbst-induzierten thermischen Effekten ausbleiben.

Als herausfordernd erweist sich allerdings, dass die elektrostatische Kraft, welche die Veränderung der Flüssigkeitsgrenzfläche hervorruft, verhältnismäßig schwach ist. Um die Form einer Flüssiglinse zu manipulieren, sind daher hohe Spannungen notwendig, was zu einer Begrenzung der Größe der Flüssiglinsen führt. Derzeit bietet Corning Varioptic drei Autofokuslinsen mit freien Aperturen an (1,6, 2,5 und 3,9mm), welche bei Spannungen von ca. 50 bis 60V betrieben werden. Es stehen verschiedene Treiber zur Verfügung, welche die Spannung bereitstellen. Während die kleinen Aperturen den Einsatz dieser Flüssiglinsen in manchen Anwendungen ausschließt, bieten sie aber den Vorteil, dass sich durch Schwerkraft induzierte Abbildungsfehler im Rahmen halten. Somit ist kaum ein Unterschied in der Bildqualität erkennbar, unabhängig davon, ob man die Linse horizontal oder vertikal betreibt.

Formveränderbare Polymerlinsen

Die Produkte von Optotune basieren auf einem mit Flüssigkeit gefüllten Container, der durch eine elastische Polymermembran versiegelt ist. Über einen Aktuator-gesteuerten Ring wird ein Druck auf die Membran ausgeübt, wodurch über den Krümmungsradius – und

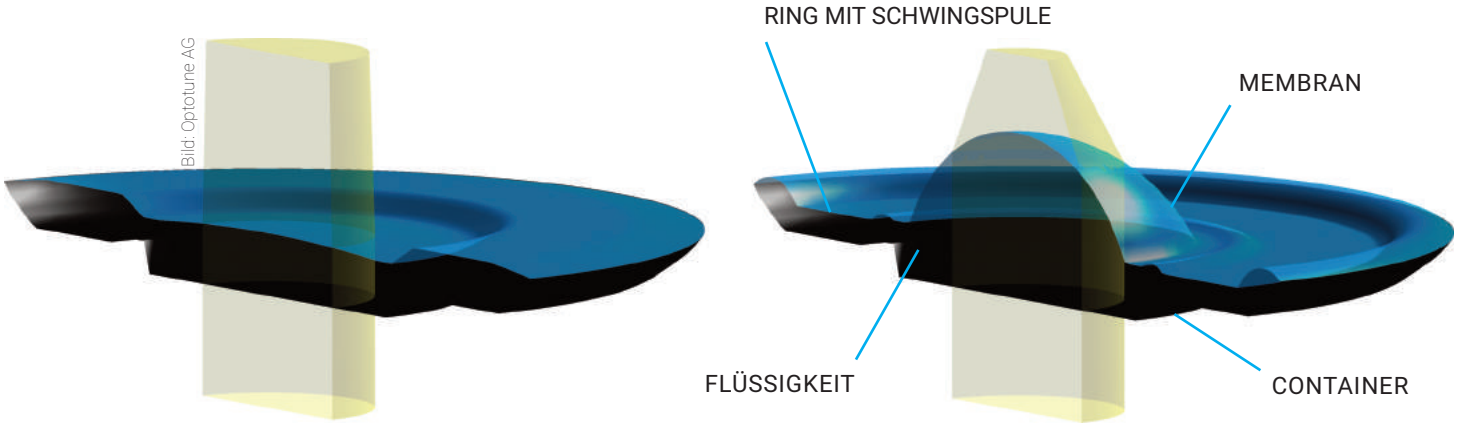


Bild: Optotune AG

Bild 3 | Funktionsweise Optotune Linse: Linse im stromlosen Zustand (l.). Ein konstanter Strom durch den Aktuator führt zu einem konstanten Druck auf den Container (r.). Die Krümmung der Membran passt sich der Druckänderung an.

somit die Brennweite der Linse – die Steuerung der Linse erfolgt. Die elektronisch angesteuerten Linsen reagieren innerhalb von einigen Millisekunden, sind ebenfalls weitestgehend hysteresefrei und arbeiten reproduzierbar über mehr als eine Milliarde Zyklen. Da sie auf stromgesteuerte Aktuatoren zurückgreifen, benötigen sie eine niedrige Betriebsspannung von ca. 5V. Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit, unterschiedliche Flüssigkeiten zu verwenden. Optotune bietet beispielsweise eine Flüssigkeit mit sehr niedriger Dispersion (Abbezahl ~100), mit welcher praktisch keine chromatischen Aberrationen induziert werden. Es gibt Linsen mit freien Aperturen von 6, 10 oder 16mm.

Den vergleichsweise großen Aperturen stehen allerdings auch Herausforderungen gegenüber. Beim vertikalen Betrieb der Linsen (optische Achse horizontal), führen durch die Schwerkraft verursachte Verformungen der Linse zu Koma-Aberrationen, welche die Bildqualität reduzieren. In welchem Maß dieser Effekt auftritt und kompensiert werden kann, hängt mit der Linsengröße, der Dichte der Flüssigkeit sowie der Membranelastizität zusammen und wurde von Optotune detailliert charakterisiert. Der RMS-Wellenfrontfehler wurde quantitativ erfasst und ist für die individuellen Produktreihen in den jeweiligen Datenblättern zu finden. Da Optotune Linsen tatsächlich elektrische Leistung verbrauchen, ist zu beachten, dass es auch in temperaturkontrollierten Umgebungen zu thermischen Effekten kommen kann, die sich auf die Brechkraft der Linse auswirken. Daher sind die meisten Optotune Produkte mit einem integrierten Temperatursensor ausgestattet. In Kombination mit einer im EEPROM gespeicherten Kalibration lassen sich die Temperaturdrift-bedingten Brechkraftänderungen auf bis zu 0,1 Dioptrien reduzieren, was typischerweise innerhalb der benötigten Tiefenschärfe liegt und somit in der Regel keinen Nachteil darstellt.

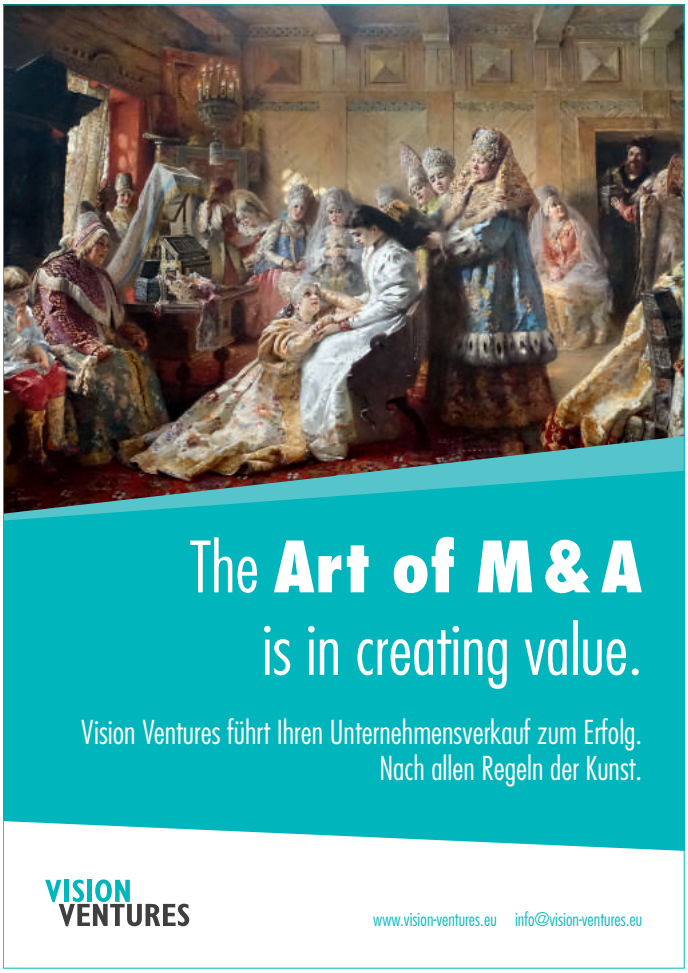
Fazit und Ausblick

Die bisherigen Bedenken bei Flüssiglinsen bezüglich Robustheit und Schwerkraft sind nicht länger kritisch. Die Produkte beider Hersteller sind hinreichend charakterisiert, und die relevanten Spezifikationen liegen vor. Durch Temperaturschwankungen induzierte Brennweitenänderungen (und somit Unschärfe) bleiben ein Thema, dem man je nach Anwendung Beachtung schenken sollte. Auf der einen Seite bieten nicht alle Produkte die Möglichkeit einer aktiven Kompensation, auf der anderen Seite ist das aber auch nicht für alle Anwendungen notwendig. Das Portfolio an Objektiven mit integrierten Flüssiglinsen ist derzeit noch nicht vollständig, wächst aber stetig. S- oder C-Mount Objektive mit verschiedenen Festbrennweiten sind von mehreren Herstellern für Sensoren bis zu 1,1" als Standardartikel erhältlich (sowohl mit Optotune als auch Corning Varioptic). Ebenso sind ca. 28 verschiedene telezentrische Objektive auf dem Markt (meist mit Optotune). Auch für die Mikroskopie gibt es verschiedene Produkte von mehreren Herstellern.

Die größten Hürden beim Thema Flüssiglinsen finden sich nach wie vor bei der Integration. Entsprechend gibt es hier viele Entwicklungen, nicht nur von den Flüssiglinsenherstellern selbst. So haben die Kamerahersteller IDS und Pixelink die Treiber für die Corning Varioptic Flüssiglinsen in ihren neuen Autofokus-Kameras integriert. Die Ansteuerung ist über die jeweilige Standardsoftware möglich. Optotune arbeitet bezüglich der Treiber mit Gardasoft zusammen. Es gibt mehrere Möglichkeiten die Flüssiglinsen anzusteuern. Die neueste Generation Flüssiglinsen hat die Treiber bereits in der Linse selbst integriert. Lediglich ein Hirose-Kabel ist hardwareseitig noch notwendig. An dieser Stelle sei auch noch der neue OOCI-Standard des EMVA erwähnt. Dort wird derzeit daran gearbeitet, eine standardisierte Schnittstelle zwischen Objektiv und Kamera festzulegen. Neben klassischen Themen wie der Ansteuerung der Blende oder des Zooms geht es dabei auch um die Ansteuerung von Flüssiglinsen. ■

www.edmundoptics.de

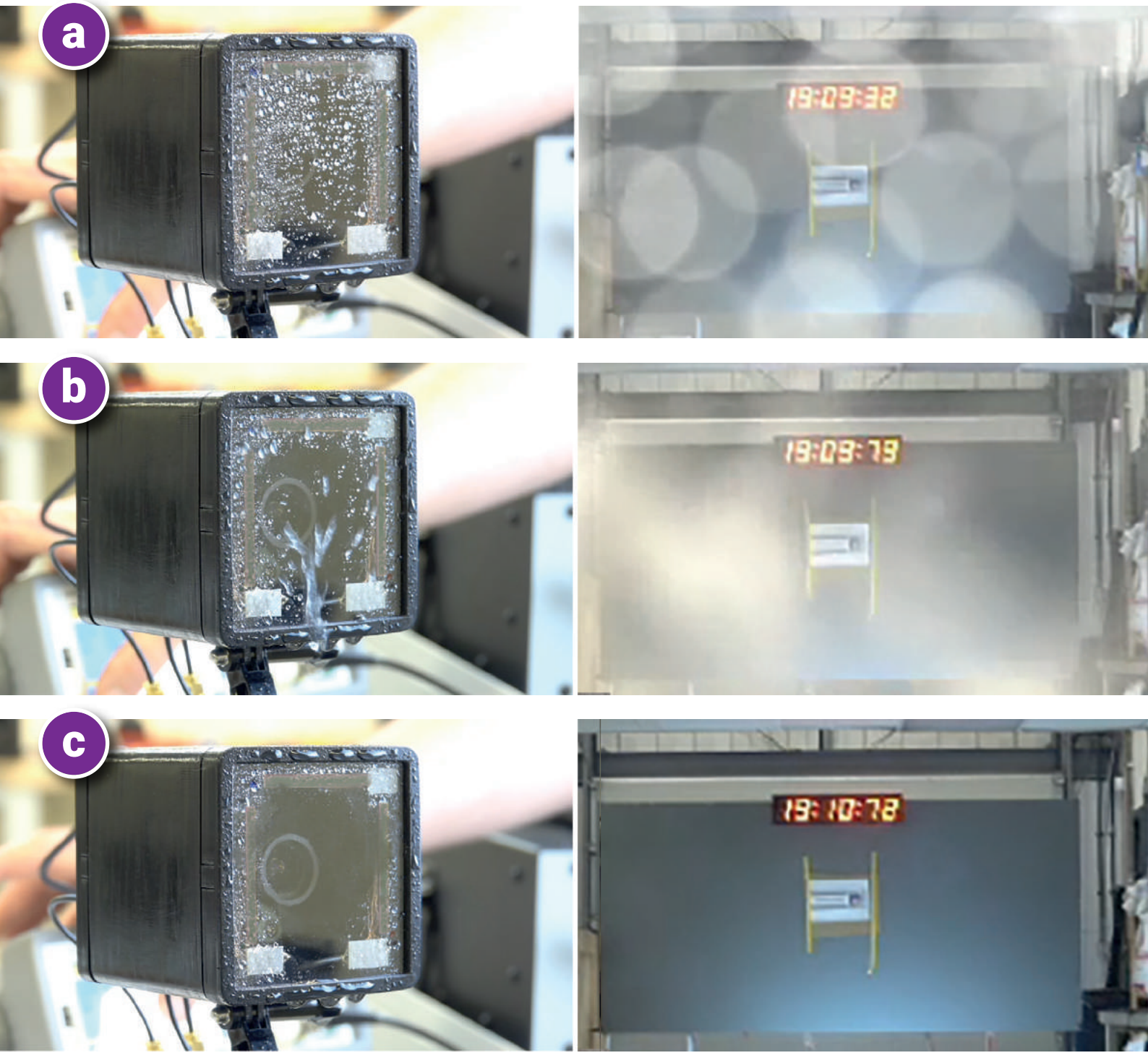
- Anzeige -



Klare Sicht

Ultraschall-Oberflächenreinigungstechnologie für Kameras

AUTOR: LARS NAJORKA, ENTWICKLUNGSLEITER SICHTSYSTEME, HEMA MASCHINEN- UND APPARATESCHUTZ GMBH
BILDER: HEMA MASCHINEN- UND APPARATESCHUTZ GMBH



Die benetzte Kamera a) vor der Aktivierung der Ultraschallwandler, b) während der Ultraschallreinigung und c) die Kameraoptik in Sekunden gereinigt und von Flüssigkeitstropfen befreit.

Die Ultraschall-Oberflächenreinigung bietet ein neues Reinigungsverfahren, das die Entfernung von Flüssigkeiten und anderen Substanzen (inkl. Eis) von Oberflächen ermöglicht, z.B. bei Outdoor-Sicherheitskameras oder Kamerasystemen im Innenbereich von CNC-Maschinen.

Erste Anwendung der EchoVista-Technologie ist ein Überwachungs-Kamerasystem für den Innenbereich von CNC-Maschinen. Die Glasabdeckung des Linsensystems wird dabei durch Ultraschallwellen von Flüssigkeitstropfen und Schmutzanhaftungen befreit. Die Leistung wird anwendungsspezifisch gesteuert. Es können selbst gekrümmte Oberflächen mit minimalem Flüssigkeitsverbrauch gereinigt werden. Da das System keine mechanisch beweglichen Teile enthält, ist es praktisch wartungsfrei.

Funktionsweise

Über einen Wandler werden Ultraschallwellen erzeugt und parallel zur Oberfläche durch die Glasabdeckung geschickt. Treffen sie auf einen anhaftenden Flüssigkeitstropfen, wandert ein Teil der Ultraschallenergie in Ausbreitungsrichtung in den Flüssigkeitstropfen und erzeugt in ihm eine Zirkulationsströmung, die den Tropfen in Bewegung setzt und zum Rand der Oberfläche treibt. Bei entsprechendem Energieeintrag kann die Flüssigkeit auch durch Kavitation innerhalb des Tropfens verdampft werden. Diesen Effekt nennt man Micro-Jet. Die bei der Kavitation im Tropfen entstehenden Gasblasen haben ein wesentlich höheres Volumen als die Flüssigkeit aus der sie entstanden sind und verdrängen diese. Steigt der statische Druck in der Umgebung wieder an, kondensiert das Gas als Flüssigkeit am Rand der Blase und die Flüssigkeit muss in den freiwerdenden Raum zurückströmen. Die Folge ist eine Implosion der Gasblase, bei der hohe Druckstöße entstehen, die für den Reinigungseffekt verantwortlich sind. Ein großer Vorteil des Verfahrens ist, dass Oberflächenbeschichtungen im Gegensatz zu mechanischen oder chemischen Reinigungsverfahren nicht beeinträchtigt werden und auch keine Schlieren oder Kratzer entstehen können. Dank eines interdisziplinären Expertenteams, konnten Fragen der Fluidmechanik, Elektronik, Ultraschallakustik und der Werkstoffwissenschaften gelöst werden, um piezoelektrische Ultraschallwandler zu entwickeln, die auf glatte Oberflächen wie Glas oder Metall geklebt werden können. Mit zugehöriger Leistungselektronik, die den Wandler mit Hochfrequenz anregt, wird die gewünschte Ultraschallenergie in das Material geschickt. Für eine optimale Leistungsübertragung zwischen Verstärker und Ultraschallwandler muss die Ausgangsimpedanz des Verstärkers an den Ultraschallwandler angepasst werden. Der eigens entwickelte modulare Hochleistungs-Hochfrequenzverstärker beherrscht das sequenzielle Ein- und Ausschalten, die Phasenmodulation und die Frequenzmodulation. Durch die Verwendung mehrerer einzeln gesteuerter Ultraschallwandler können Interferenzmuster erzeugt werden, die den effizienten Antrieb von Flüssigkeitströpfchen in jede Richtung oder die Kaltverdampfung der Flüssigkeit durch Kavitation ermöglichen. Weitere mögliche Effekte sind die Reinigung von Oberflächen von Schmutz und Flüssigkeiten mittels Ultraschall sowie das Schmelzen von Eis. Über die Optimierung des Ultraschallreinigungssystems sank die maximale durchschnittliche Leistungsaufnahme von anfangs 150W auf unter 30W und das Volumen des elektronischen Systems nahm von 0,6m³ auf ein handliches Format ab. Ähnlich verhielt es sich mit dem Gewicht. Die heutige Kamera ist ein Kameramodul mit einer Abdeckscheibe aus 90x90x2mm Gorilla-Glas, das von vier Ultraschallwandlern sauber und tropfenfrei gehalten wird. Steuerungsoptionen für das Auslösen des Reinigungsprozesses sind manuelles Auslösen, die Steuerung über ein Zeitintervall oder durch automatische Erkennung über eine Software als Selbstreinigungsfunktion. Die Selbstreinigung konnte bereits erfolgreich implementiert werden. ■

www.echovista.de
www.hema-group.com

IMMER BESTENS INFORMIERT!

Der inVISION Newsletter – der offizielle Branchennewsletter der Messe VISION – informiert Sie wöchentlich kostenfrei über alle Neuigkeiten aus Bildverarbeitung und 3D-Messtechnik.

www.invision-news.de/news

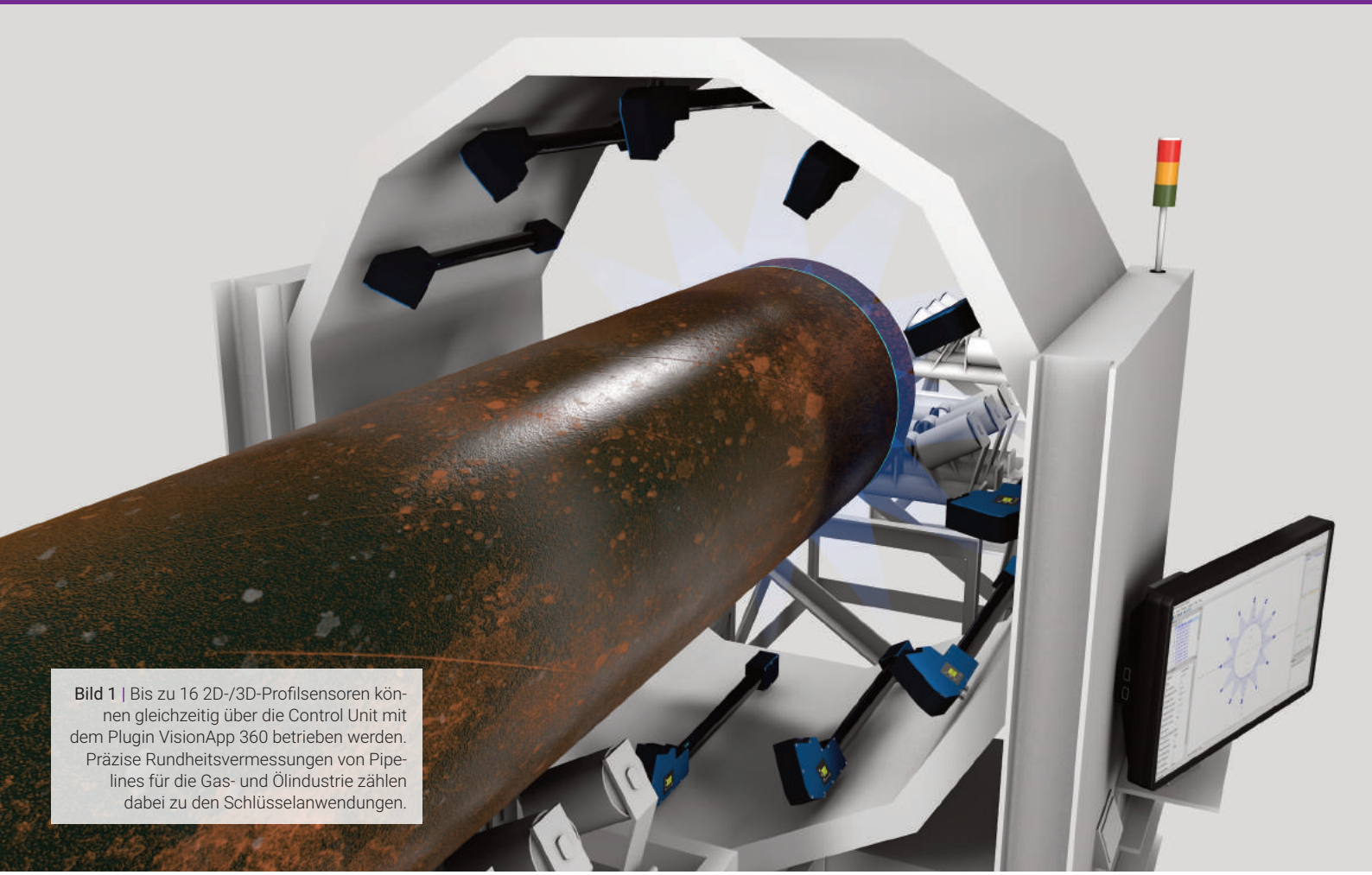


Bild 1 | Bis zu 16 2D-/3D-Profilsensoren können gleichzeitig über die Control Unit mit dem Plugin VisionApp 360 betrieben werden. Präzise Rundheitsvermessungen von Pipelines für die Gas- und Ölindustrie zählen dabei zu den Schlüsselanwendungen.

360°-Messungen leichtgemacht

Höhenprofile mehrerer 2D-/3D-Profilsensoren vereinen

AUTOR: FABIAN REPETZ, CONTENT MANAGER TEXT & PR, WENGLOR SENSORIC GMBH | BILD: WENGLOR SENSORIC GMBH

Während das Erstellen und Auswerten einzelner Höhenprofile im µm-Bereich zum Standardrepertoire vieler Hersteller zählt, ist das zusätzliche Vereinen der Höhenprofile von mehreren im Kreis oder einer Linie angeordneten 2D-/3D-Profilsensoren noch eine Seltenheit. Genau dies ermöglicht aber das neue Plugin VisionApp 360 der Bildverarbeitungssoftware uniVision.

Benötigt wird diese Kombination immer dann, wenn das Höhenprofil eines einzelnen 2D-/3D-Profilsensors nicht genügt. Also zum Beispiel um von Endlosmaterialien eine 360°-Rundum-Vermessung vorzunehmen, um Objekte mit einer großen Breite (z.B. Stahlbleche) mit sehr hoher Genauigkeit zu kontrollieren oder um in Spalten durch unterschiedliche Sensorblickwinkel detaillierte Informationen zu erhalten. Die Lösung dafür erfordert keinerlei Programmierkenntnisse - Man benötigt lediglich mehrere 2D-/3D-Profilsensoren, die im Kreis oder in einer Linie angeordnet sind, und eine Control Unit mit der Bildverarbeitungssoftware uniVision sowie dem Plugin VisionApp 360. Nachdem jeder Profilsensor über das Funktionsprinzip der Lasertriangulation ein Höhenprofil erstellt hat, werden die Daten aller Sensoren an das Plugin VisionApp 360 gesendet. Dort werden die Höhenprofile zu einem einzigen Profil zusam-

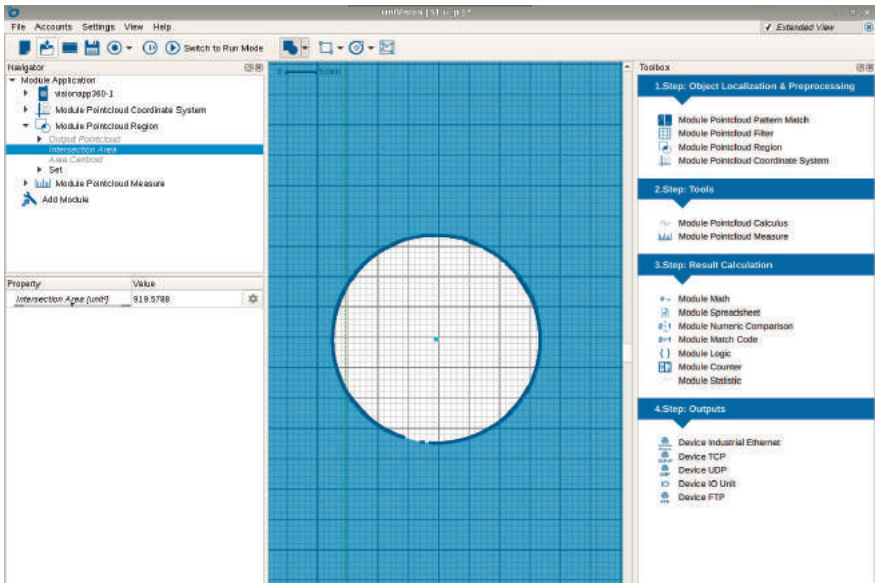


Bild 2 | Die Oberfläche der uniVision-Software in Kombination mit dem Plugin VisionApp 360 erfordert keine Programmierkenntnisse.

mengesetzt. Die dafür erforderliche Kalibrierung erfolgt mit Hilfe eines bekannten Objekts per Knopfdruck. Anschließend wird das vereinte Höhenprofil an die uniVision-Software übermittelt und kann dort beliebig ausgewertet werden. Somit kann das vereinte Profil beispielsweise vollständig vermessen und dessen Querschnittsfläche ermittelt werden. Die Ergebnisse können über Schnittstellen wie Profinet, digitale IOs oder Ethernet über TCP/IP oder UDP an die übergeordnete Steuerung übermittelt werden. Alle relevanten Ergebnisse können auch über eine webbasierte Visualisierung angezeigt werden. "Bislang musste diese Anwendung mühsam mit einzelnen Komponenten und viel Programmieraufwand manuell gelöst werden und war so enorm unwirtschaftlich", erklärt Martin Knittel, Vision Experte bei Wenglor.

Leichte Integration

Die technische Basis bei der Erfassung von Höhenprofilen stellen die 2D-/3D-Profilsensoren der weCat3D-Serie dar. Über 80 verfügbare Modelle in unterschiedlichen Leistungsklassen, Messbereichen, Lichtarten und Laserklassen ermöglichen es Anwendern, eine passende Lösung für ihre Anwendung zu finden. Auflösungen von bis zu 17µm im Messbereich X sowie 2µm im Arbeitsabstand Z und bis zu 3,6 Millionen Messpunkte/s sorgen für maximale Präzision und Schnelligkeit - selbst auf schwarzen oder glänzenden Oberflächen. Die Control Unit, die mit einem i7-Prozessor und zahlreichen Schnittstellen wie digitalen IOs, Profinet, Ethernet über TCP/IP oder UDP ausgestattet ist, vereint bis zu 16 dieser Profilsensoren modellunabhängig. Die uniVision-Software und das Plugin VisionApp 360 sind bereits vorinstalliert.

Zahlreiche Fokusindustrien

Das volle Potential entfaltet das Gesamtsystem insbesondere in Industrien, wo 360°-Vermessungen mit höchster Präzision zum notwendigen Qualitätsstandard zählen. So müssen beispielsweise bei der Extrusion von Profilen, Schläuchen oder Rohren in der Kunststoffindustrie genaue Querschnittsflächen berechnet werden, zum Beispiel bei der Herstellung von Fenster- und Türprofilen. In der Metallindustrie wird damit bei breiten Stahlblechbändern die Breite ermittelt und geprüft, ob Defekte vorliegen. Die Gas- und Ölindustrie setzt bei der Herstellung von kilometerlangen Pipelines auf die Rundheitsvermessung durch Profilsensoren. Um Verschnitt zu reduzieren und somit Ressourcen zu schonen, nutzt auch die Holzindustrie das System zur Querschnittsberechnung von Baumstämmen. ■

www.wenglor.com

Bildverarbeitungssoftware uniVision

Die parametrierbare Standardsoftware uniVision dient der Analyse von Bildern und Höhenprofilen. 2D- und 3D-Daten von Smart Cameras, Visionsystemen und Control Units mit 2D-/3D-Profilsensoren können damit ausgewertet werden. Die Software ist wie ein intelligenter Werkzeugkasten aufgebaut. Insgesamt stehen Anwendern je nach gewählter Hardware bis zu 25 unterschiedliche Softwaremodule (z.B. Messen, Schwellwert, Cluster, OCR, Mustervergleich oder Nachführung) sowie unterschiedliche Templates (z.B. 1D-Codes lesen, Anwesenheit prüfen, Muster oder Farbe erkennen) zur Verfügung.

QR-Code
Video: Wie arbeitet das Plugin VisionApp360 mit der uniVision-Software?

www.wenglor-media.com/video/Software-uniVision-amp-Plugin-VisionApp-360-Combine-and-analyze-point-clouds/8cb509048f54c0dac3bc3e77ce33e4e6

The fluoreSheet emits an orange fluorescence when a blue LED shines on it from the front. The Bandpass Filter captures the orange emission and blocks the blue LED excitation, resulting in a bright white diffuse background within a monochrome image.

Backlight Paper

A Simple Setup Provides Backlighting for Tight Spaces

AUTHOR: GEORGY DAS, TECHNICAL TRAINING MANAGER, MIDWEST OPTICAL SYSTEMS, INC.
IMAGES: MIDWEST OPTICAL SYSTEMS, INC.

The Backlight fluoreSheet is used to provide affordable, indirect illumination for machine vision applications. Unlike other technologies, it doesn't require power input. A backlighting effect is created when an orange Backlight fluoreSheet is coupled with a blue LED light and an Orange Bandpass Filter.

The fluoreSheet emits an orange fluorescence when a blue LED shines on it from the front. The Bandpass Filter captures the orange emission and blocks the blue LED excitation, resulting in a bright white diffuse background within a monochrome image.

The Backlight fluoreSheet, which is only 0.2mm, is available in three sizes (ranging from 216x280mm to 280x432mm). It can also be cut to fit within small, narrow spaces or attached together to provide a streamlined option for backlighting in more spacious settings. Lightweight and equipped with an adhesive backing, the Backlight fluoreSheet can work in diverse configurations, even if it must be placed on the side or underside of an object or adhered to a rotating part. It is flexible, durable, water-resistant and tear-resistant. The Backlight fluoreSheet is "an interesting, new solution" to traditional illumination problems within machine vision, Lars Fermum, Chief Instructor of Stemmer Imaging, said. "[In] one quite popular way to inspect, you have to do some measuring,". For this purpose, backlighting must be diffuse and homogeneous. While LED light plates can meet those requirements, the Backlight fluoreSheet can achieve the same effect, but is far more adaptable and cost effective. It's peel-and-stick design is also simple and easy to use. The fluoreSheet can be placed on curved surfaces or even spinning turntables, providing an easy-to-use, versatile backlighting solution, Fermum noted. "It saves a lot of space behind the [imaged] object," he added. The featherlike weight of the Backlight fluoreSheet makes it an ideal option for machine vision environments that are unable to accommodate the size and scale of many other backlighting technologies. ■

www.midopt.com

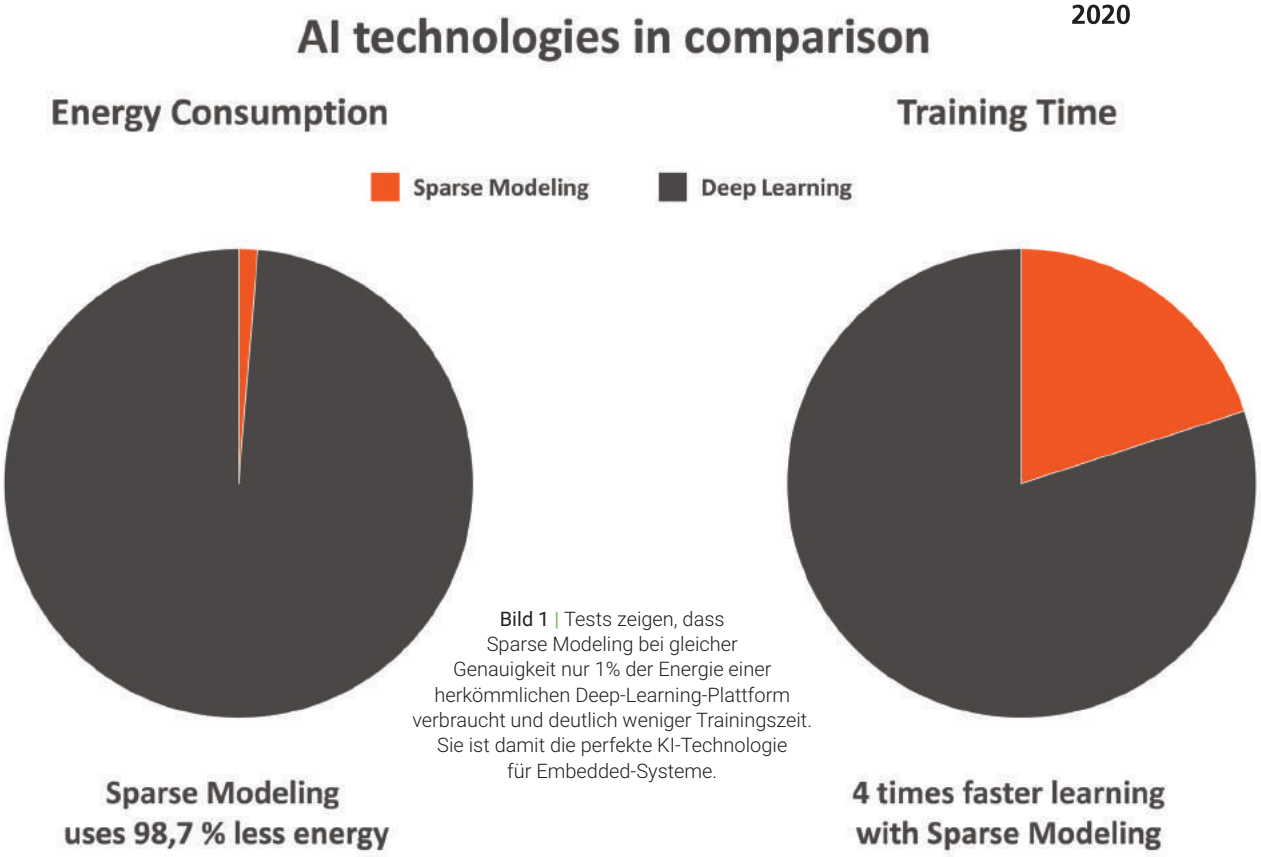


Bild 1 | Tests zeigen, dass Sparse Modeling bei gleicher Genauigkeit nur 1% der Energie einer herkömmlichen Deep-Learning-Plattform verbraucht und deutlich weniger Trainingszeit. Sie ist damit die perfekte KI-Technologie für Embedded-Systeme.

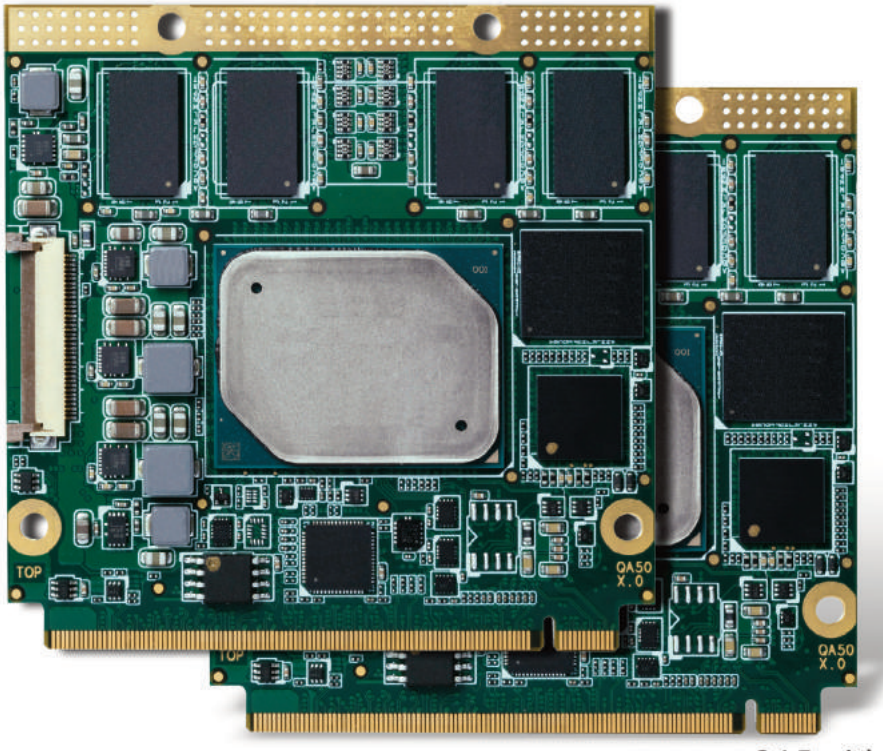
White Box KI

Sparse Modeling für schlanke und leistungsstarke KI

AUTOREN: TAKASHI SOMEDA, CTO, HACARUS INC.; ZELJKO LONCARIC, MARKETING ENGINEER, CONGATEC AG
BILDER: CONGATEC AG

Eine Sparse-Modeling-basierte KI benötigt nur einen kleinen Satz von Daten und kann damit auf Embedded-Plattformen sowohl KI-Trainingsaufgaben als auch Inferenzalgorithmen ausführen.

Künstliche Intelligenz besitzt großes Potenzial, die Leistungsfähigkeit und Genauigkeit moderner optischer Inspektionssysteme zu verbessern. Herkömmliche KI-Ansätze bergen jedoch einige Nachteile, wie z.B. die Auswertung großer Datensätze, die Notwendigkeit von vorab klassifizierten Bildern, sowie hohe Rechenleistung und Energiebedarf. Sparse Modeling bietet dagegen einen anderen Ansatz und die Integration in Embedded-Low-Power-Applikationen. Es ist mittels Re-Training der Systeme direkt am Edge in der Lage, sich kontinuierlich und dynamisch an wechselnde Bedingungen anzupassen, wie z.B. an die Beleuchtung, Vibrationen oder wenn Kameras und/oder Geräte bewegt werden müssen. Im Wesentlichen ist Sparse Modeling ein Ansatz zur Datenerfassung, der sich auf die Identifizierung einzigartiger Merkmale konzentriert. Einfach ausgedrückt interpretiert Sparse Modeling Daten ähnlich dem menschlichen Verstand, anstatt jedes einzelne Haar und jeden Millimeter einer Person zu betrachten. Der Mensch ist in der



Lage, Freunde und Familie anhand von Schlüsselmerkmalen – wie Augen oder Ohren – zu erkennen. Sparse Modeling integriert eine vergleichbare Logik in intelligente Visionsysteme mit der Konsequenz, dass nicht das gesamte Volumen an Big Data verarbeitet werden muss, sondern nur wenige ausgewählte Daten. Sparse Modeling-basierte Algorithmen reduzieren folglich die Daten auf diese einzigartigen Merkmale.

Wenn neue Daten erfasst werden, scannt Sparse Modeling nicht den gesamten Inhalt, sondern sucht für die Vorhersagen nach bestimmten, zuvor festgelegten Schlüsselmerkmalen. Ein zusätzlicher Vorteil des Verfahrens ist, dass die isolierten Merkmale für den Menschen verständlich sind. Sparse Modeling erzeugt somit eine erklärbare White Box KI, was ein Unterscheidungsmerkmal zu konventioneller KI ist. Die ersten Entwicklungsphasen eines Modells, in denen die KI-Engine und kundenspezifische Daten zu einem auf den jeweiligen Anwendungsfall zugeschnittenen Modell zusammengeführt werden, basieren dabei vornehmlich auf menschlicher Expertise. Um ein neues Standard-Inferenzmodell zu entwickeln, benötigt Sparse Modeling für die erste Modellerstellung etwa 50 Bilder, was deutlich weniger ist, als die 1.000 oder mehr Bilder, die für eine herkömmliche KI erforderlich sind.

Lauffähig auf Embedded-Edge-Geräten

Hardware-technisch kann eine Sparse Modeling-Plattform in praktisch jedes Edge-Gerät integriert werden. Sie kann auf eingebetteten x86-Computerplattformen ausgeführt werden und ist sogar für die Implementierung auf Plattformen wie Xilinx und ARM oder Altera und RISC-V vorbereitet. Das Design ist folglich kompatibel zu Mainstream-x86-Prozessoren als auch zu den aktuellen Open-Source-Lösungen. Da der endgültige Footprint entscheidend von der Aufgabenstellung und Komplexität des benötigten Modells abhängt, empfiehlt sich bei der Einführung von Sparse Modeling folglich eine modulare Hardwareplattform auf Basis von Closed Loop Engineering-fähigen Computer-on-Modulen, die beide Prozessorvarianten bedienen können. Die Präzisionsfertigung profitiert von dieser neuen Technologie, weil die Edge Nodes dank Sparse-Modeling nun genügend Rechenleistung bieten, um Inferenz und Training parallel durchzuführen. Auch wird das Versenden von Daten in die Cloud umgangen. Ein weiteres Anwendungsgebiet ist die Medizintechnik, z.B. bei der Erkennung seltener Erkrankungen, die eben nicht genügend Big Data produzieren, wie sie für die Ausbildung eines Deep Learning-basierten KI-Modells erforderlich wären.

Bild 2 | Congatec und Hacarus haben das weltweit erste Embedded Computing Kit für KI vorgestellt, das die Sparse-Modeling-Technologie nutzt.

5x schneller und extrem energieeffizient

Die bisher erzielten Erfolge mit Sparse Modeling sind überzeugend: Im Rahmen eines Projekts mit einem Industriekunden wurde ein Vergleich eines Sparse Modeling-basierten KI-Tools und einer konventionellen Deep Learning-basierten Technik durchgeführt. Für die Beispielstudie wurde ein Datensatz bestehend aus 1.000 Bildern von beiden Modellen verwendet, um Vorhersagen zu erstellen. Der Kunde hatte die akzeptierte Modellvorhersagewahrscheinlich-

keit mit 90% definiert. Beide Ansätze lieferten vergleichbare Ergebnisse, aber der Aufwand unterschied sich erheblich: Das auf Sparse Modeling basierende Modell wurde 5x schneller trainiert als das auf Deep Learning basierende Modell, obwohl das Sparse Modeling Tool auf einem Standard-x86-System mit Intel Core i5-3470S Prozessor und 16GB RAM ausgeführt wurde. Das Deep-Learning-Modell hingegen benötigte eine Nvidia Devbox-basierte Entwicklungsplattform mit vier Titan X-GPUs bei 12GB Speicher pro GPU, 64GB DDR4-RAM sowie ein Motherboard der Asus X99-E WS-Workstation-Klasse mit vierfach PCIe Gen3 x16-Unterstützung und Core i7-5930K 6 Core 3,5GHz Desktop-Prozessoren. Am Ende verbrauchte der Sparse Modeling-basierte Ansatz nur 1% der Energie, die der Deep Learning-basierte Ansatz benötigte und erzielte dabei die gleiche Genauigkeit.

Nur 50 Bilder erforderlich

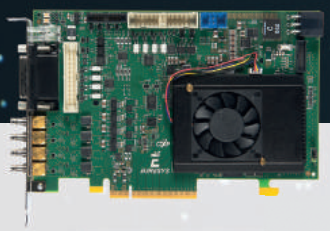
Der geringe Speicher- und Performancebedarf macht es OEMs von Visionsystemen leicht, KI zu implementieren. Bestehende Plattformlösungen können meist wiederverwendet werden und die Systemintegration ist relativ einfach, da sich die Logik des Hacarus+ SDK an gängige Bildverarbeitungssysteme anpasst, ohne dazu viel am Setup ändern zu müssen. Während bestehende optische Inspektionssysteme ihre Erstinspektion weiter fortsetzen, kümmert sich die Software nur um die Bilder, die als NIO und somit ´möglicherweise defekt´ identifiziert wurden. Mit etwa 50 oder weniger solcher Bilder kann Sparse Modeling bereits mit dem Aufbau eines neuen Inspektionsmodells beginnen. Sobald das Modell von menschlichen Inspektoren validiert wurde, kann es als zweite Inspektionsschleife neben der bestehenden Plattform laufen und die Inspektionsergebnisse über seine APIs an das System zurückgeben. Eine optionale HTML-basierte Benutzeroberfläche steht für die Prozessüberwachung bereit. Eine solche Logik kann auch eigenständig laufen; da das Preprocessing von Visionsdaten jedoch nicht die Kernkompetenz von Sparse Modeling ist, wird die Anbindung an bestehende Visionslogik empfohlen. Das Sparse Modeling Tool kann als Standardinstallation in der Softwareumgebung des Kunden implementiert werden oder eine per Hypervisor isolierte virtuelle Maschine in einer Cloud nutzen; selbst FPGA-basierte Implementierungen auf applikationsspezifischen Carrierboards sind möglich, um die Leistungsaufnahme weiter zu reduzieren. ■

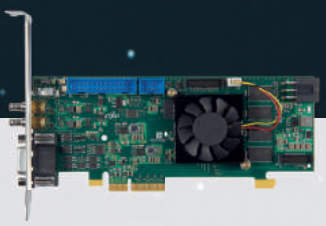
www.hacarus.com
www.congatec.com

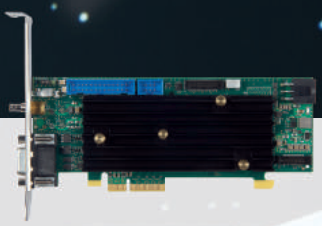
- Anzeige -

Coaxlink CXP-12-Framegrabber

CoaXPress







Coaxlink Quad CXP-12
CXP-12 CoaXPress-Framegrabber mit 4 Anschlüssen
- 4 CoaXPress CXP-12-Anschlüsse: 5.000 MB/s Kamerabandbreite
- PCIe 3.0 (Gen 3) x8 Bus: 6.700 MB/s Busbandbreite
- Umfassende Funktionen mit
- 20 digitalen I/O-Leitungen
- Umfassende Kamerasteuerungsfunktionen
- Memento Event-Logging-Tool

Coaxlink Duo CXP-12
CXP-12 CoaXPress-Framegrabber mit 2 Anschlüssen
- 2 CoaXPress CXP-12-Anschlüsse: 2.500 MB/s Kamerabandbreite
- PCIe 3.0 (Gen 3) x4 Bus: 3.300 MB/s Busbandbreite
- Low-Profile-Karte Lieferung mit Standard- und Low-Profile-Klammern
- Luftgekühlter Kühlkörper
- Umfassende Funktionen mit 10 digitalen I/O-Leitungen
- Umfassende Kamerasteuerungsfunktionen
- Memento Event-Logging-Tool

Coaxlink Mono CXP-12 LH
CXP-12 CoaXPress-Framegrabber mit 1 Anschluss
- 1 CoaXPress CXP-12-Anschluss: 1.250 MB/s Kamerabandbreite
- PCIe 3.0 (Gen 3) x4 Bus: 3.300 MB/s Busbandbreite
- Low-Profile-Karte Lieferung mit Standard- und Low-Profile-Klammern
- Passiver (lüfterloser) Kühlkörper
- Umfassende Funktionen mit 10 digitalen I/O-Leitungen
- Umfassende Kamerasteuerungsfunktionen
- Memento Event-Logging-Tool

www.euresys.com - sales.euresys.com

euresys
Empowering Computer Vision

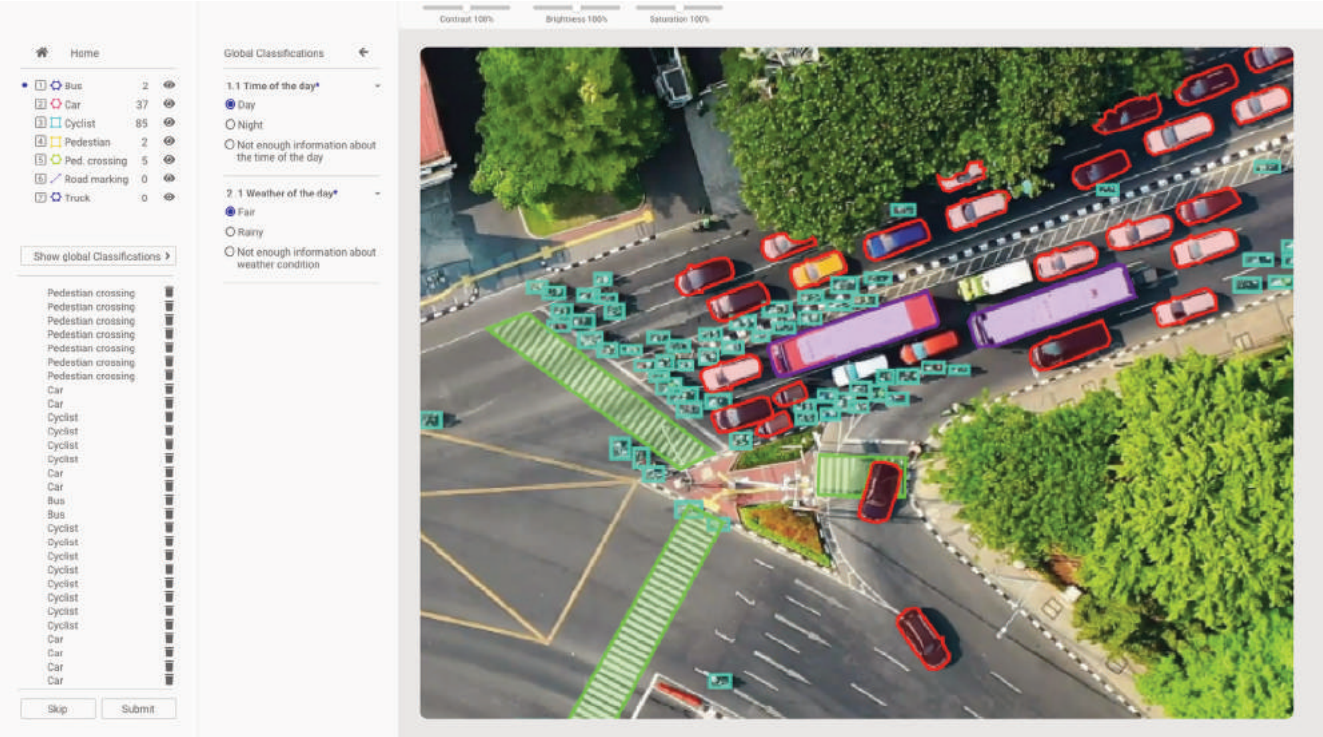


Bild 1 | Vortrainierte, AI-powered Label-Funktionen unterstützen den Anwender beim Labeln und Annotieren von Objekten in den AI-Trainingsbildern. Beispielsweise werden Umrisse von komplexen Objekten automatisiert mit einem Polygon umrandet.

Turbo labeln

10x schnelleres teil-automatisiertes Labeln von AI-Trainingsbildern

AUTOR: KLAUS SCHLUMPBERGER, CEO, DATAGYM.AI | BILDER: DATAGYM.AI / EFORCE21 GMBH

Deep-Learning-Verfahren zur Identifikation und Klassifizierung von Objekten erfordern im Regelfall eine große Anzahl von gelabelten Bildern als Trainingsdaten. Das Startup DataGym.ai bietet eine Online-Workbench, mit der das Labeln von Bildern teil-automatisiert bis zu 10x schneller durchgeführt werden kann.

AI-basierte Bildverarbeitung hat in den letzten Jahren rasant an Bedeutung gewonnen. Grundlage solcher Lösungen bilden CNNs, die initial oft mit tausenden oder zehntausenden von gelabelten Bildern (mit sowohl Gut- als auch Schlecht-Fällen) trainiert werden müssen. Das manuelle Labeln einer solchen Vielzahl von Bildern ist ein aufwändiger, stupider und teurer Prozess, der teilweise bis zu 50% des Zeitaufwands in Machine Learning-Projekten beansprucht. Entsprechend können mit beschleunigenden Label-Tools große Einsparungen hinsichtlich Kosten und Time-to-Market erzielt werden.

Beschleunigtes Labeln mit AI

Das Startup DataGym.ai bietet hierfür eine Online-Workbench für Data Scientists und Machine Learning-Teams an, um Bilder (und zukünftig auch Videos) semi-automatisiert bis zu 10x schneller zu labeln als bei manuellem Vorgehen. Die Grundlage bildet der Einsatz von AI und Machine Learning: Vortrainierte, AI-powered Label-Funktionen unterstützen den Anwender beim Labeln und Annotieren von Objekten in den Bildern. Beispielsweise werden die Umrisse von komplexen Objekten automatisiert mit einem Polygon umrandet, der Anwender hat anschließend - falls notwendig - noch die Möglichkeit einzelne Polygonpunkte manuell nach zu justieren. Die Online-Workbench bietet darüber hinaus noch einiges mehr: Sie ist eine End-to-End Plattform zum Erstellen, Verwalten, Labeln, Annotieren, Klassifizieren und Exportieren von Trainingsdaten für AI-Bildverarbeitungssoftware. Die einfach zu bedienende Plattform ist für den Einsatz von Teams jeder Größe, als auch für einzelne Benutzer konzipiert. Typische Anwender sind Data Scientists, Machine Learning-Experten, Ingenieure, Entwickler und Team-Verantwortliche.

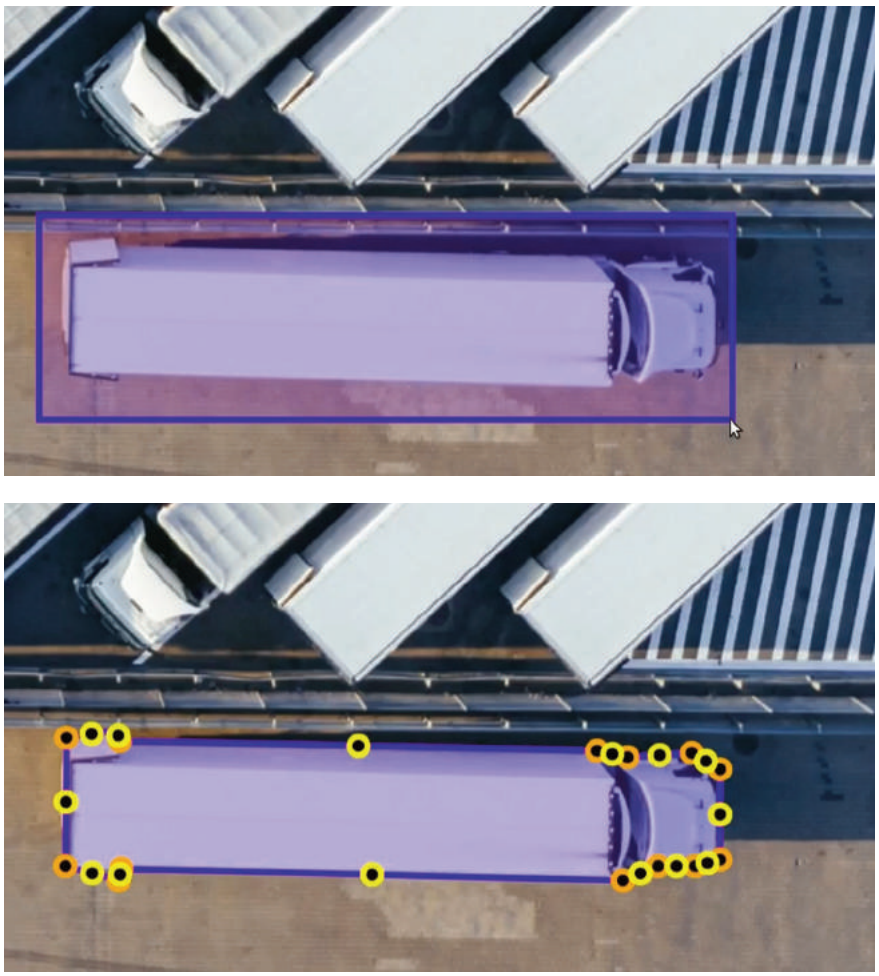


Bild 2 | Truck aus der Vogelperspektive. Schritt 1: Auswahl des Trucks durch Einrahmen, Schritt 2: automatisches Labeln der Truck-Umrisse mit einem Polygon

Funktionen im Detail

Projekte und DataSets bilden die Grundlage der Datenverwaltung. Lädt ein Anwender Bilder in das Online-Tool hoch, so können diese in DataSets gruppiert werden. Ein DataSet umfasst eine Menge von Bildern und kann als Ausgangsmaterial in beliebig vielen Projekten verwendet werden. Somit können die Bilder beliebig oft gelabelt bzw. annotiert und für unterschiedliche Trainingsdatensätze verwendet werden. Die Grundlagen für das Labeln von Bildern und Objekten werden in einer sogenannten Label Configuration festgelegt. Diese umfasst sowohl Geometries, als auch Object Classes. Mit einer Geometry wird festgelegt, wie die zeichnerische Kennzeichnung bzw. Umrandung eines Objektes erfolgt. Beispiele hierfür sind: Polygon, Rectangle, Line, Point. Mit einer Object Class wird ein Objekt klassifiziert, d.h. einer Klasse zugeordnet. Damit erhält das Objekt eine Bedeutung bzw. einen Typ. Beispiele im Straßenverkehr könnten sein: Auto, Lkw, Motorrad, Fußgänger, etc. Die Klassifizierungen können bis zu mehreren Ebenen verschachtelt und damit mit SubClasses versehen werden. Beispielsweise könnten Autos durch ihre Bauweise subklassifiziert werden, also Sedan, SUV, Pickup, etc. Neben den Objekten können auch ganze Bilder annotiert und klassifiziert werden. Hierzu können in der Label Configuration Klassifizierungs-Fragen hinterlegt werden. Beispielsweise unter welchen Lichtverhältnissen oder zu welcher Tageszeit das Bild aufgenommen wurde.

Ist ein Projekt angelegt und sind diesem eine Label Configuration sowie ein oder mehrere DataSets zugeordnet, so kann mit dem Labeln begonnen werden. Zur einfachen Handhabung wird hierzu pro zu labelndem Bild jeweils eine Task angelegt. Eine Task entspricht also der Aufgabe, ein Bild und die darin enthaltenen Objekte zu labeln und zu klassifizieren. Eine Task ist mit einem Status (z.B. waiting, in progress, completed, skipped, reviewed) versehen und durchläuft je nach Bearbeitungszustand unterschiedliche Stati eines Life Cycles (State Machine). Die Tasks können unterschiedlichen Mitarbeitern eines Teams zugeordnet werden, sodass große Projekte parallelisiert und somit schnell und effizient abgearbeitet werden können.

Beim Labeln eines Bildes und der darin enthaltenen Objekte hat der Anwender in einem übersichtlichen Workspace die Möglichkeit, mit den AI-unterstützen Funktionen teil-automatisiert zu arbeiten oder Geometrien und Klassifizierungen händisch vorzunehmen. Die in einem Projekt erstellten Trainingsdaten können letztlich als JSON-Datei heruntergeladen und zum Training von Machine Learning-Modellen (CNN) verwendet werden. Darüber hinaus stellt die Online Workbench APIs bereit, über die die Funktionen der Plattform automatisiert genutzt und in z.B. Python Entwicklungs-Workflows von Anwendern integriert werden können. Die Online-Workbench wird in der Grundversion kostenfrei auf der Homepage angeboten. Über den aktuellen Funktionsumfang hinaus sind zukünftig weitere Ausbaustufen der Plattform mit interessanten Features geplant, z.B. die Funktionen Video-Labeling und 3D-Labeling. ■

www.datagym.ai

Bild 1 | Cloud Services setzen sich in immer mehr Industriebranchen durch. Welche Modelle ergeben sich aber für die Bildverarbeitung?

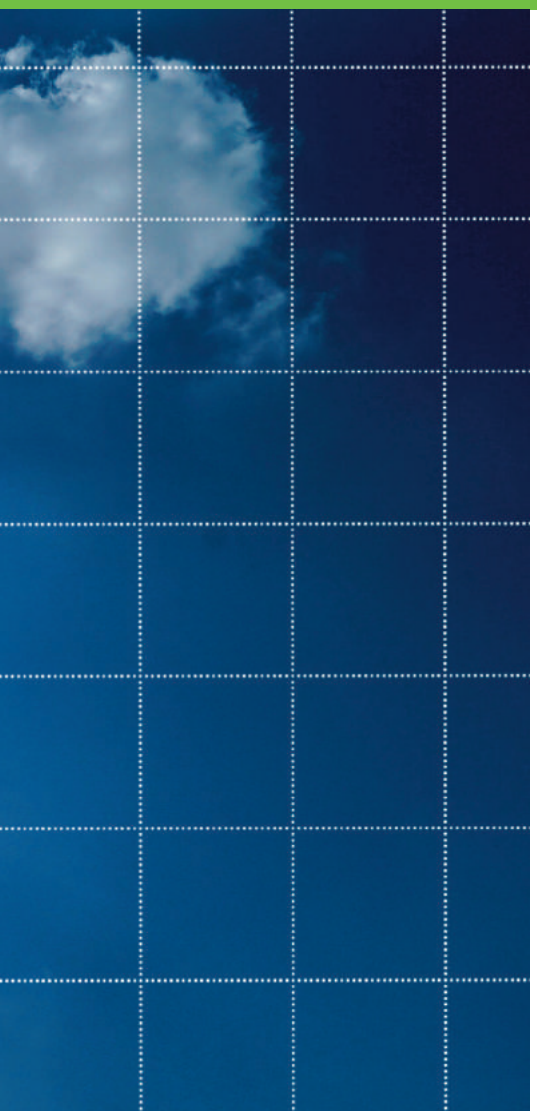
Cloud Services

Neue Geschäftsmodelle mit Machine Vision in der Cloud

AUTOR: CHRISTIAN ECKSTEIN, BUSINESS DEVELOPER & PARTNER MANAGER, MVTEC SOFTWARE GMBH | BILDER: MVTEC GMBH

Cloud Services haben sich in der Geschäftswelt etabliert. Vorteile wie hohe Skalierbarkeit, Kosteneffizienz und garantierte Ausfallsicherheit sprechen für sich. So wandern Applikationen, Business-Prozesse und Werkzeuge zunehmend in die Cloud. Welche Einsatzszenarien sind aber für die industrielle Bildverarbeitung denkbar und inwieweit profitieren Unternehmen von Machine Vision in der Cloud?

Bekannte Cloud-Dienstleister bieten bereits praktikable Angebote speziell für die Automatisierungsindustrie an. So unterstützen Microsoft Azure und Amazon Web Services (AWS) etwa den Standard OPC UA, der eine durchgängige Datenkommunikation zwischen unterschiedlichen Systemwelten ermöglicht. Mittlerweile werden komplette Business-Prozesse, dazugehörige Werkzeuge und ganze Applikationslandschaften, wie z.B. ERP-Systeme, in die Cloud verlagert. Manche Unternehmen arbeiten bereits daran, Bildverarbeitungsmodule aus der Produktionsanlage durchgängig mit Cloud-Systemen zu verbinden. So lassen sich etwa über das Logistik-ERP-Modul direkt Nachbestellungen anstoßen oder die Ergebnisse aus der Qualitätssicherung transparent als Statistik in der Cloud sammeln und auswerten. Der Grund für die zunehmende Verbreitung von Cloud Services liegt in den vielen Vorteilen, welche die Technologie mit sich bringt. Dazu zählt die flexible Skalierbarkeit, die bei Bedarf jederzeit zusätzliche Speicherkapazitäten oder eine größere Rechenleistung ermöglicht. Auch punktet die Cloud mit einer hohen Kosteneffizienz, da Nutzer gezielt nur für tatsächlich benötigte Ressourcen bezahlen. Darüber hinaus betreiben seriöse Cloud-Dienstleister meist hochverfügbare, geclusterte Rechenzentren und



können daher ein hohes Maß an Ausfallsicherheit gewährleisten. Schließlich lassen sich mittels Cloud die Entwicklungsprozesse und die Verteilung von Software deutlich vereinfachen.

Verschiedene Cloudnutzungsmodelle

Die vielen Vorteile überzeugen auch die Anbieter von industrieller Bildverarbeitung davon, ihre Lösungen in die Cloud zu bringen. MVTec beispielsweise nutzt in einem Pilotprogramm das Modell 'Container as a Service' (CaaS). Hier läuft die Library der Machine-Vision-Software Halcon in einem Docker-Software-Container in einer Cloud-Instanz und wird durch einen Lizenzserver in der Cloud freigeschaltet. Die Anzahl der Container und deren Hardware-Ressourcen sind frei skalierbar. Im Gegensatz zu 'Software as a Service' (SaaS), wo individuelle Dienste vom Cloud Provider gehostet und angeboten werden, bietet dieses Modell den Kunden maximale Flexibilität beim Hosting in einer Public-Cloud wie AWS, Azure oder Google-Cloud, aber auch in selbst betriebenen Private-Clouds. Benötigt werden lediglich eine Kompatibilität mit Docker und eine Verbindung zum Lizenzierungsserver.

Drei Szenarien für Machine-Vision-Anwendungen

Industrielle Anwendungen in der Bildverarbeitung haben allerdings spezielle Anforderungen, welche die starke Cloudverbreitung – wie in anderen Geschäftsanwendungen – bisher verhindert haben. Für die meisten Echtzeitanwendungen sind lange oder variable Antwortzeiten nicht hinnehmbar, ganz zu schweigen von möglichen Verbindungsausfällen. Auch verhindern Sicherheits- und Datenschutzbedenken die Cloudnutzung, vor allem bei der Verarbeitung von sensiblen Industriedaten. MVTec hat daher in Zusammenarbeit mit Kunden verschiedene Cloudpilotprojekte realisiert. Diese lassen sich in drei Szenarien kategorisieren:

- Centralized Processing: Dabei werden große Datenmengen zentral in einer Private- oder einer Public-Cloud verarbeitet. Zu den wichtigsten Anwendungsbereichen zählen dabei die Auswertung großer Mengen von Bilddaten, das Training von Deep-Learning-Modellen sowie automatisierte Softwaretests.

- Vision as a Service: Hierbei wird die Machine-Vision-Software zur Bereitstellung eines Webservices für die industrielle Bildverarbeitung genutzt. Hier kann nicht-echtzeitrelevanten Anwendungen ein Dienst zur Verfügung gestellt werden. Solche Dienste sind beispielsweise die optische Zeichenerkennung (OCR), das Lesen von Barcodes sowie Services für die Analyse, Klassifizierung und Speicherung von Bildern zur Anwendung.

- Deployment at the Edge: Hier nutzt der Anwender cloudbasierte Halcon-Technologien für die Lizenzierung und Bereitstellung, um Machine-Vision-Anwendungen auf Edge-Geräten verfügbar zu machen. Dabei läuft nicht – wie bei anderen Lösungen – die Bildverarbeitungssoftware selbst, sondern lediglich der Service für die Lizenzierung in der Cloud. Die Docker-Technologie für die Bereitstellung ist jedoch die gleiche wie bei anderen Cloudanwendungen.

Fazit

Wie sich an den Pilotprojekten ersehen lässt, sind Machine-Vision-Technologien längst in der Cloud angekommen. Um von den vielen Vorteilen zu profitieren, können Anwender beispielsweise das 'Container as a Service'-Modell von MVTec in Anspruch nehmen. Zudem steht es den Kunden frei, ob sie die Services in einer Private- oder einer Public-Cloud nutzen. ■

www.mvtec.com

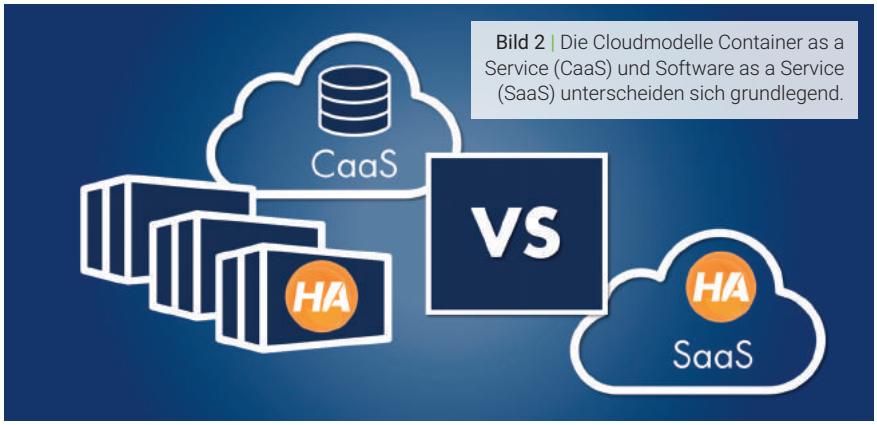


Bild 2 | Die Cloudmodelle Container as a Service (CaaS) und Software as a Service (SaaS) unterscheiden sich grundlegend.

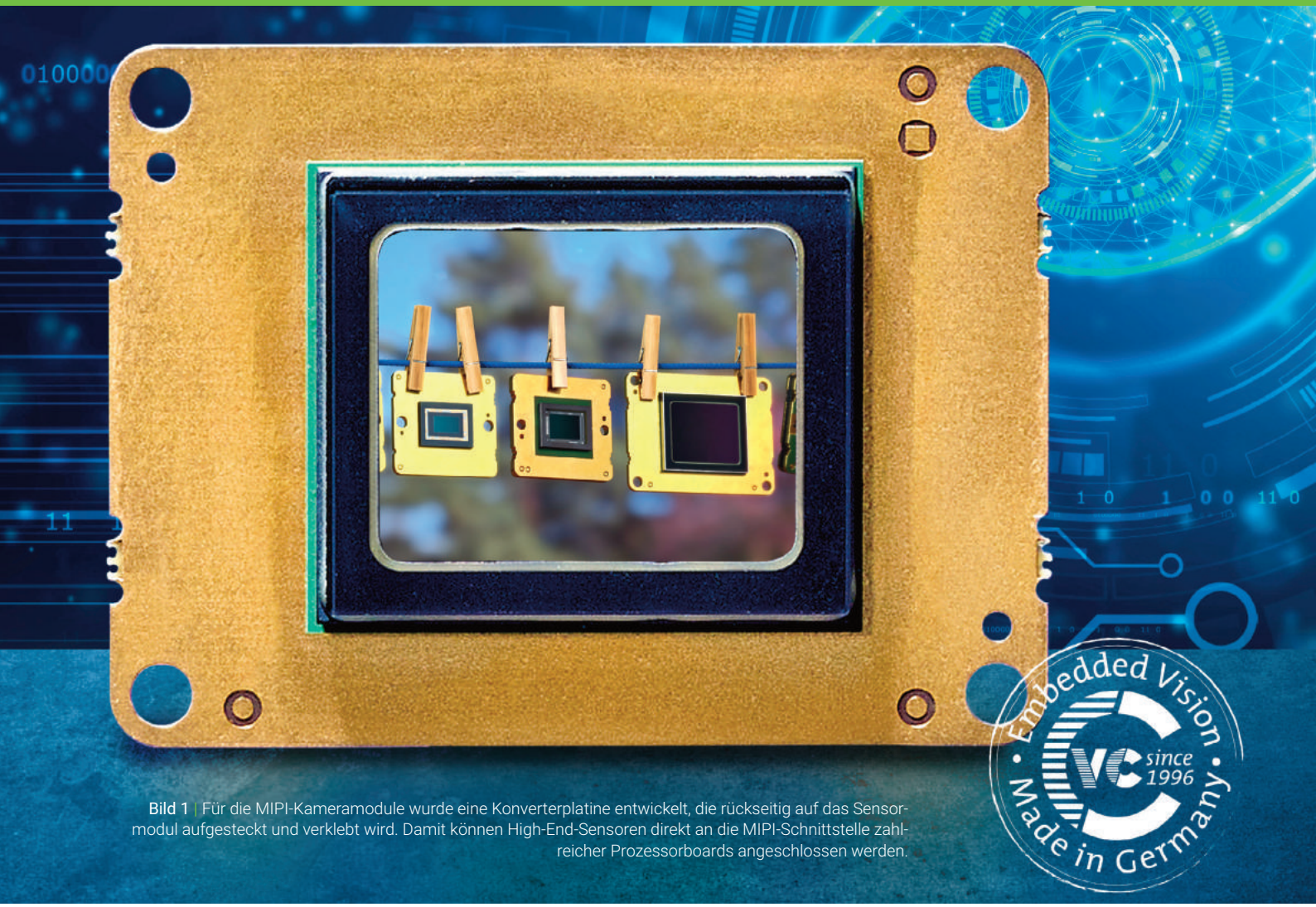


Bild 1 | Für die MIPI-Kameramodule wurde eine Konverterplatine entwickelt, die rückseitig auf das Sensormodul aufgesteckt und verklebt wird. Damit können High-End-Sensoren direkt an die MIPI-Schnittstelle zahlreicher Prozessorboards angeschlossen werden.

Let's go MIPI

Neue High-End-Sensoren für MIPI-Kameramodule

AUTOR: JAN-ERIK SCHMITT, GESCHÄFTSFÜHRER VERTRIEB, VISION COMPONENTS GMBH
BILDER: ©BLACKBOARD/SHUTTERSTOCK.COM / VISION COMPONENTS GMBH

Vision Components stellt eine Reihe neuer Kameramodule vor, die hohe Auflösung und schnelle Bildraten mit der MIPI-CSI2-Schnittstelle kombinieren. Dabei kommen High-End-Sensoren der Pregius- und Starvis-Serie von Sony zum Einsatz, die nativ keine MIPI-Schnittstelle unterstützen. Ein integrierter Konverter macht das möglich.

Für die neuen MIPI-Module hat das Unternehmen eigens eine Konverterplatine entwickelt, die für hohe Robustheit und Langlebigkeit in das Design des Sensormoduls integriert ist. Mit ihrer Hilfe können die High-End-Sensoren direkt an die MIPI-Schnittstelle zahlreicher Prozessorboards angeschlossen werden. Anwender haben dadurch maximale Freiheit bei der Auswahl ihrer Plattform, profitieren vom vielfältigen Sensorangebot und nutzen dennoch neueste und leistungsstärkste Sensortechnologie. Wie alle Sensormodule von Vision Components sind die Kameramodule industrietauglich und langzeitverfügbar.

Bis zu 20MP Auflösung für MIPI

20MP Auflösung, 4K-Video und ein Rolling Shutter mit Global Reset machen das MIPI IMX183 zum perfekten Modul für alle Anwendungen mit sehr hohen Anforderungen an Bildqualität und Geschwindigkeit. Dabei sorgt die Backside-Illuminated-Technologie (BSI) des Sony Starvis-Sensors für eine hohe Lichtempfindlichkeit und einen großen Kontrastumfang. Mit den gleichen Technologien ausgestattet ist auch das Modul MIPI IMX226, das rauscharme und kontraststarke Bilder auch bei schwierigen Lichtverhältnissen liefert und eine Auflösung von 12MP bie-

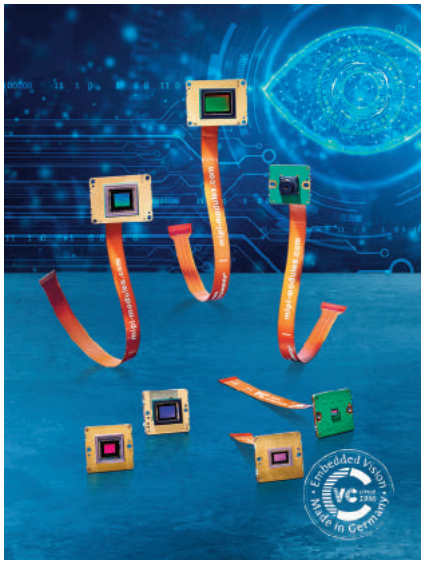


Bild 2 | Die Kameramodule verbinden hohe Aufnahmequalität, Lichtempfindlichkeit und schnelle Bildraten mit den Vorteilen der MIPI-CSI2-Schnittstelle.

tet. Das dritte neue Modul mit dem Starvis-Sensor ist das MIPI IMX178 mit 6,4MP Bildauflösung, das ebenfalls mit Global-Reset-Funktionalität und BSI-Technologie ausgestattet ist. Alle MIPI Module sind mit Monochrome- und Farbsensoren erhältlich.

Hohe Bildraten oder preisoptimiertes Design

Für Anwendungen in der intelligenten Verkehrsüberwachung, Anwesenheits- und Zugangskontrollen sowie zahlreiche weitere Anwendungen hat Sony die Sensoren der Pregius-Serie IMX250, IMX 264, IMX252 und IMX 265 entwickelt, die ebenfalls als MIPI Module erhältlich sind. Während der IMX250/IMX252 eine Auflösung von 5 bzw. 3,2MP liefern und bei voller Auflösung mit einer Bildrate von 103,5fps bzw. 151,4fps arbeiten, sind die Modelle IMX 264 (35,7fps) und IMX 265 (55,6fps) für preissensible Anwendungen mit geringeren Ansprüchen an die Geschwindigkeit konzipiert. Trotzdem bieten sie eine identische Pixelstruktur und Größe sowie dasselbe Sensorformat wie die anderen Pregius-Sensoren. Auf Wunsch sind die Sensoren auch als IMX250mZR und IMX264mZR mit On-Chip-Polarizer erhältlich. Ebenfalls in diese Reihe gehören MIPI-Module mit den Sensoren IMX273 und IMX392. Das MIPI IMX273 ist ein Global-Shutter-Kameramodul mit 1/2.9"-Sensor und 1,58MP Bildauflösung. Es eignet sich ebenso wie das MIPI IMX392 mit 2,3MP Auflösung und einer Bildrate von 201fps bei 8Bit für zahlreiche industrielle Anwendungen.

Weitere Sensoren geplant

Zusätzlich zu den bereits erhältlichen Sensoren baut Vision Components sein Portfolio an MIPI Modulen kontinuierlich aus. Bereits geplant und auf Anfrage verfügbar sind Modulvarianten mit dem IMX253 Sensor und 12,37MP Auflösung sowie mit dem IMX255. Die Sensoren von Sony mit 1" bzw. 1,1" Sensorgröße bieten eine hohe Auflösung von bis zu 4K. Module mit weiteren Sensoren entwickelt Vision Components auf Anfrage. ■

www.mipi-modules.com

Join now!

Bild: ©Olivier Le Moal/stock.adobe.com

inVISION TechTalks

One Topic – Three Companies – One Hour

Topic

Machine Vision – Trends 2021

Date

15. December
2 PM (CET)

- inVISION • Trends in Machine Vision & 3D Metrology
- emva • AI & Machine Vision – An Overview
- VDMA • OPC UA for Machine Vision & Robotics

Language: English
Host: Dr.-Ing. Peter Ebert, Editor in Chief inVISION

Free Registration at
invision-news.com/techtalks

Unempfindlich gegen Störeinflüsse

Robuste Oberflächenmesstechnik für die Produktion

Ein neues Verfahren zur Auswertung interferometrischer Messdaten ermöglicht es, die Auswirkungen externer Störeinflüsse deutlich zu reduzieren. Im Gegensatz zu anderen Methoden, die teilweise Artefakte erzeugen, deren Amplitude größer als die der Störungen sind, ist es robuster und erfordert keine explizite Identifizierung der externen Störeinflüsse.

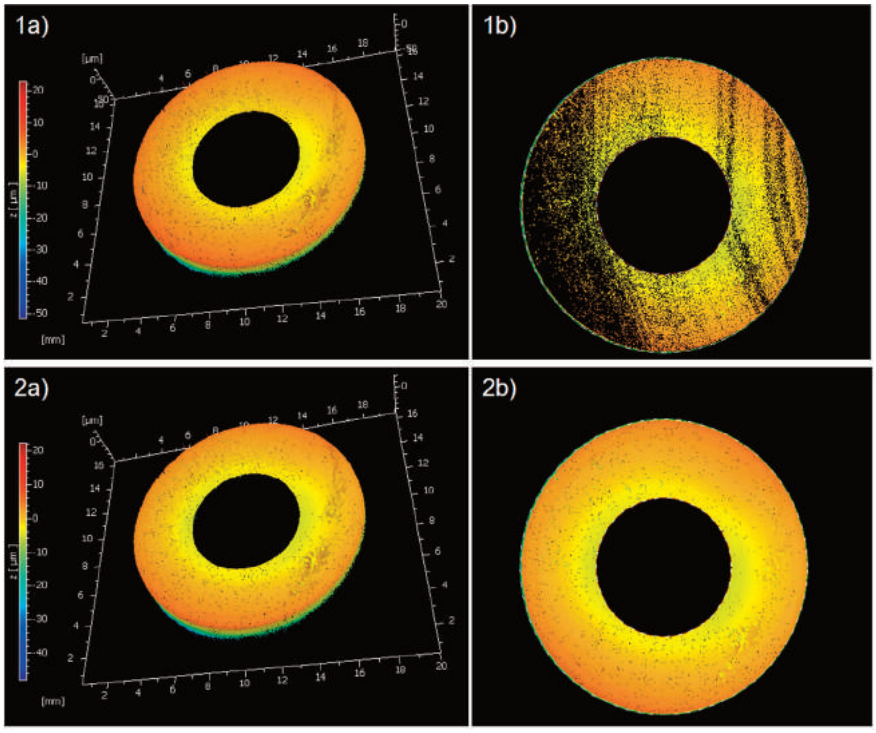


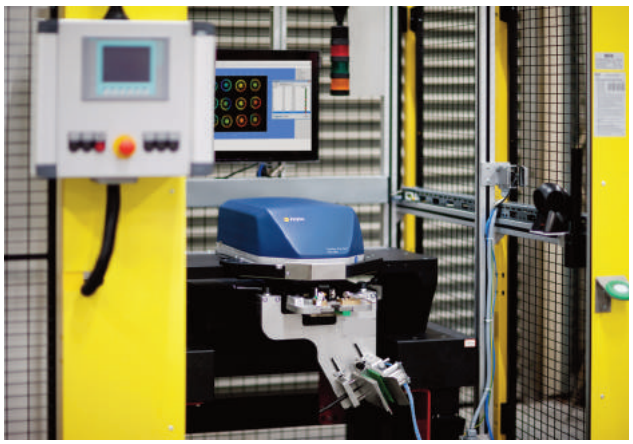
Bild 1 | Unter anspruchsvollen Bedingungen erfasste Oberflächendaten eines Metallrings: Daten ohne Filter (1a.), Kontrastschwelle: 0 (1b.); Die selben Daten mit erhöhter Kontrastschwelle genau wie 1a nach Anwendung von ECT (2a) sowie 3D-Daten von 2a mit derselben Kontrastschwelle wie 1b

AUTOR: DR.-ING. ÖZGÜR TAN, PRODUKT MANAGER, POLYTEC GMBH | BILDER: POLYTEC GMBH

Typische Anwendungen der Oberflächenmesstechnik lassen sich nach den Einsatzorten klassifizieren: Während im Qualitätslabor recht stabile Umgebungsbedingungen herrschen, muss die Oberflächenmesstechnik im produktionsnahen oder im In-line-Einsatz automatisierte Messungen unter rauen Bedingungen und bei hoher Auslastung ermöglichen. Störfaktoren sind z.B. Vibrationen durch unkontrollierte Bewegungen oder Temperaturschwankungen, welche die Messergebnisse beeinflussen können. Die Herausforderung bestand darin, dass die Messsysteme im Rahmen von unveränderlichen Produktionsbedingungen eingesetzt werden müssen.

Environmental Compensation Technology

Auch wenn Weißlicht-Interferometer (WLI) Oberflächendaten mit Details im Mikro- und Nanometerbereich liefern und als wichtige Werkzeuge der modernen Fertigungsmesstechnik gelten, sollte man bedenken, dass externe Faktoren wie z.B. Vibrationen eventuell signifikante Beiträge zur Messunsicherheit liefern können, sofern keine entsprechenden Vorkehrungen getroffen werden. Bisweilen sind die äußeren Produktionsbedingungen, unter denen solche Systeme zum Einsatz kommen, alles andere als ideal und erfordern zusätzliche Schutzmaßnahmen. Der Auf-



bau des Geräts in einer Einhausung sowie der Einsatz passiver oder aktiver Schwingungsisolationssysteme sind typische Beispiele für hardwaretechnische Kompensationen zur Minimierung von solchen Auswirkungen. Werden die Bedingungen noch schwieriger, beispielsweise bei starken Temperaturschwankungen, sind Maßnahmen auf der Hardware-Ebene nicht uneingeschränkt wirksam. Daneben gibt es verschiedene Verfahren, die auf Software-Kompensationen basieren.

Im Gegensatz zu anderen Methoden zur Auswertung weißlicht-interferometrischer Messdaten, welche die Tendenz haben, Artefakte zu erzeugen, deren Amplitude größer als die der Störungen sein kann, ist das von Polytec entwickelte ECT-Verfahren (Environmental Compensation Technology) robuster und erfordert keine explizite Identifizierung der externen Störeinflüsse. Durch geschickte Auswertung und Verknüpfung der Korrelogrammdaten (Rohsignale) an den verschiedenen Messorten werden die Auswirkungen der zur Zeit der Datenerfassung vorhandenen Umgebungsbedingungen auf das Ergebnis minimiert. Das Verfahren minimiert nicht nur die Einflüsse von Vibrationen auf das Messergebnis, sondern auch die Einflüsse anderer Störungen wie z.B. Veränderungen im Brechungsindex des die Oberfläche umgebenden Mediums bei starken Turbulenzen oder Temperaturschwankungen. Im Kern des neuen Konzepts geht es um die Verringerung der Auswirkungen von Störeinflüssen.

In-line-Messung einer Dichtfläche

Zur Darstellung der Wirkungsweise des neuen Verfahrens wurde eine ringförmige metallische Dichtfläche mit einem Polytec WLI (Pro.Surf) ohne zusätzliche aktive Hardware-Kompensation unter extrem schwierigen Fertigungsbedingungen (z.B. beschleunigte Maschinenbewegungen) vermessen. Anders als bei einem Standardprodukt wurde der Messkopf des Geräts von seinem Standardstativ entfernt und in der Fertigungslinie installiert. Die Qualität des Korrelogramms wurde als Indikator für die weitere Analyse verwendet, um die Auswirkungen von Umgebungsfaktoren zu ermitteln. Nach Definition eines Schwellenwerts können Punkte, die externe Faktoren signifikant beeinflussen, entfernt werden (als ungültig angegeben). Die Abbildungen 1.1a und 1b zeigen die Topografie einer Dichtfläche, die stark von Störfaktoren beeinflusst wird. In Abbildung 1.1a ist das Vorhandensein von Welligkeiten zu erkennen. Zur besseren Veranschaulichung wurde die Kontrastschwelle erhöht, um ungültige Punkte zu entfernen (1b). Die meisten der Punkte, welche die neuen Anforderungen nicht erfüllen, werden aus der Topografie entfernt. Dieselben Daten wurden mit ECT ausgewertet, und die auf Umgebungseinflüsse zurückzuführenden Effekte wurden nach Anwendung des neuen Verfahrens entfernt (2a). Dies hat keine Auswirkungen auf die Daten, auch nicht bei einem höheren Schwellenwert (1.2b). Es gilt zu beachten, dass der anfängliche Schwellenwert für die Anwendung ausreichend war. Hier ging es darum, das Verhalten von ECT unter anspruchsvolleren Bedingungen zu beobachten, daher wurde ein neuer Schwellenwert gewählt. ■

www.polytec.com

Anzeige

wenglor
the innovative family

Eine Software
für alle Visionanwendungen.

uniVision 2.2
all in one software

Software-Release 2.2
- PROFINET-Schnittstelle
- Webbasierte Visualisierung
- Plugin VisionApp 360
- Speichern von Daten via FTP

www.wenglor.com/uniVision

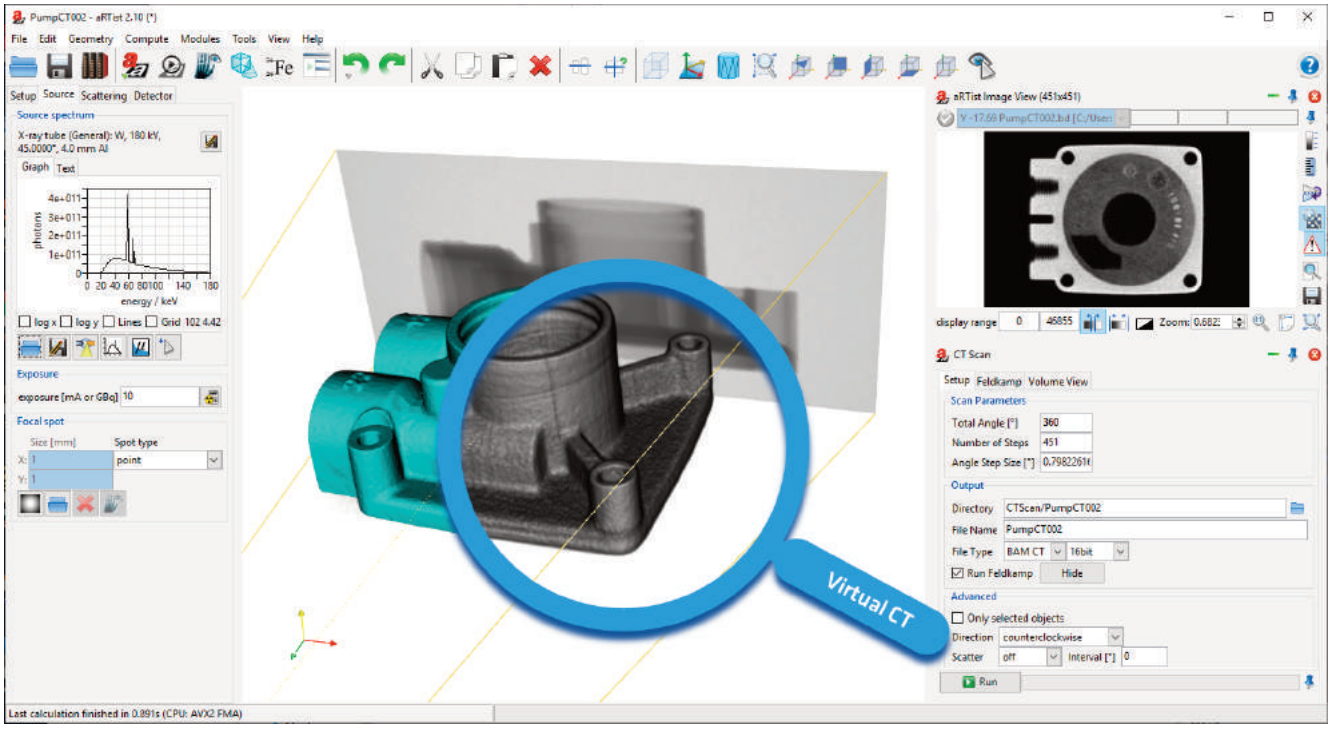


Bild 1 | Benutzeroberfläche der Software aRTist. Die Software dient zur Simulation realistischer Radiografien virtueller Durchstrahlungsaufbauten.

Virtuelle CT

Industrielle Computertomografie am Computer simuliert

AUTOR: CARSTEN BELLON, BUNDESANSTALT FÜR MATERIALFORSCHUNG UND -PRÜFUNG (BAM)
BILDER: BUNDESANSTALT FÜR MATERIALFORSCHUNG UND -PRÜFUNG (BAM)

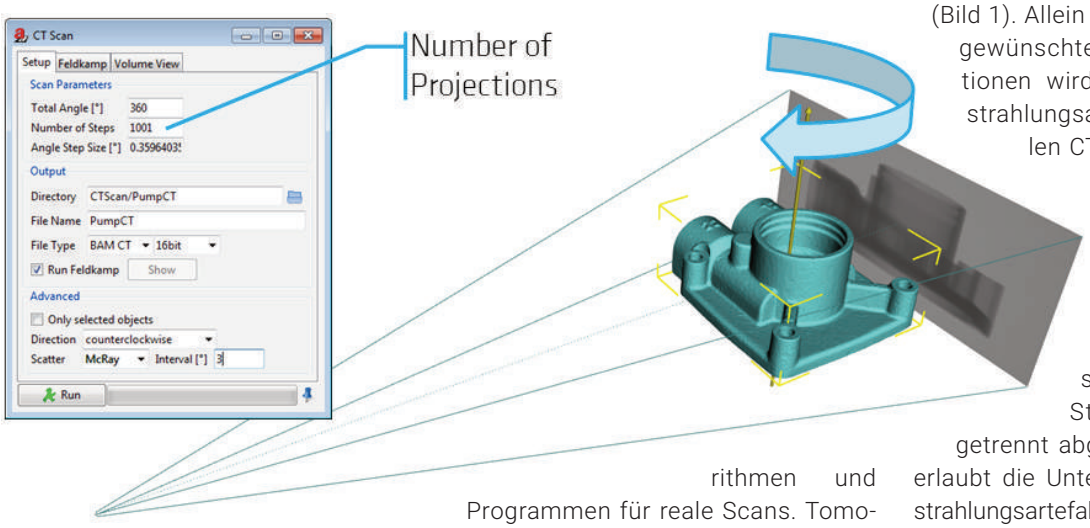
Die Software aRTist ist ein Simulationswerkzeug zur Erzeugung realistischer Radiografien virtueller Durchstrahlungsaufbauten. Mit Durchstrahlungssimulationen können virtuelle Bauteilmodelle wie in einem Computertomografen gescannt werden.

Die industrielle Computertomografie (CT) mittels Röntgenstrahlung ermöglicht die zerstörungsfreie Erfassung innerer und äußerer Oberflächen sowie Inhomogenitäten technischer Objekte. Die virtuelle CT bietet neue Möglichkeiten der Untersuchung von Parametereinflüssen dieser komplexen Prüf- und Messtechnik. Neben der Option physikalische Effekte an- und abzuschalten, können auch Scanbewegungen vor ihrer technischen Realisierung getestet werden.

Durchstrahlungssimulation

Die Modellierung des Durchstrahlungsprozesses erfordert die Berücksichtigung verschiedener theoretischer und praktischer Aspekte. Im Mittelpunkt steht die Auswahl geeigneter physikalischer Näherungen zur Implementierung schneller Simulationsprogramme bei gleichzeitig ausreichender, dem Problem angepasster Genauigkeit. Die Software aRTist nutzt dafür folgende Techniken: analytisches Prozessmodell, Strahlenverfolgungsalgorithmen, STL-Beschreibung von Prüfobjekten sowie eine grafische Benutzeroberfläche. Die physikalischen Modelle von der Erzeugung bis zur Detektion der Strahlung ermöglichen quantitative Simulationsergebnisse. Die Strahlenquelle wird durch Spektrum und Brennfleck beschrieben. Spektren von Röntgenröhren können in aRTist berechnet und der Brennfleck als begrenzte Fläche mit einer Intensitätsverteilung definiert werden. Das Detektormodell beinhaltet Übertragungsfunktionen für Intensität und Rauschen sowie Parameter für das Auflösungsvermögen. Eine Anpassung an reale Detektoren kann mit einer Referenzaufnahme erfolgen. Der Simu-

Bild 2 | Screenshot mit CT Scan Modul und virtueller Durchstrahlungsanordnung.



lator kombiniert analytische und Monte-Carlo-Methoden, um den Strahlungstransport effizient zu beschreiben. Mit der analytischen Berechnung der Strahlungsschwächung werden nahezu Echtzeitbildraten erreicht sowie eine Livebild-Vorschau gewährleistet. Streustrahlungsverteilungen werden in wenigen Sekunden bis Minuten an durchschnittlich leistungsfähigen Arbeitsplatzrechnern berechnet, indem die Monte-Carlo-Rechnungen auf ein Minimum begrenzt werden. Die geometrische Beschreibung der Prüfobjekte erfolgt durch triangulierte Oberflächen (STL-Geometrien), die homogene Materialbereiche abgrenzen. Die Materialien werden vom Nutzer über Dichte und Zusammensetzung definiert. Es können mehrere Geometrien in der virtuellen Szene angeordnet werden, die sich teilweise oder ganz überlappen können. Das ermöglicht, nachträglich innere Strukturen in Bauteile einzubringen und deren Lage unabhängig zu verändern.

Virtuelle CT mit aRTist

Die virtuelle CT generiert Projektionsbilder aus verschiedenen Richtungen für die anschließende Rekonstruktion eines Volumenmodells des untersuchten Objektes. Die Rekonstruktion der simulierten Scans erfolgt mit den Algorithmen und Programmen für reale Scans. Tomografische Scans bestehen aus einer großen Anzahl von Projektionen, die vom Anwender einer Simulation praktisch nicht einzeln erzeugt werden können. Die Software bietet verschiedene Möglichkeiten zur automatisierten Simulation tomografischer Scans. Diese reichen von der Standard-CT bis zu Scans auf frei wählbaren Bahnen oder mit individuellen Projektionsmatrizen. Die Simulation der Standardmethode, das Drehen des Objekts im Strahlengang zwischen Röntgenquelle und Detektor, wird in aRTist durch ein spezielles Programmmodul unterstützt. Dieses umfasst zusätzlich die Rekonstruktion und kann das Ergebnis zum direkten Vergleich in die Szene einblenden (Bild 1). Allein durch die Angabe der gewünschten Anzahl von Projektionen wird die aktuelle Durchstrahlungsanordnung zur virtuellen CT (Bild 2). Zusätzliche Parameter dienen der detaillierten Steuerung der Scans. Anders als in der Realität können bei der Simulation Primärstrahlungsanteil und Streustrahlungsanteil getrennt abgebildet werden. Dies erlaubt die Untersuchung von Streustrahlungsartefakten bei der Computertomografie. Beim Vergleich der Simulationsergebnisse mit und ohne Streustrahlungsanteil werden diese Grauwertschwankungen in homogenen Materialbereichen quantifizierbar (Bild 3). Weitere Programmmodule ermöglichen zusätzliche Freiheitsgrade bei der Parametrisierung der virtuellen Scans bis hin zur Variation von Parametern während eines Scans. Die Übereinstimmung der Ergebnisse der Simulation mit der Realität ist bei genauer Abbildung des Messprozesses sehr hoch. Mit der virtuellen CT wird aRTist zum digitalen Zwilling einer CT-Anlage. ■

www.bam.de/artist

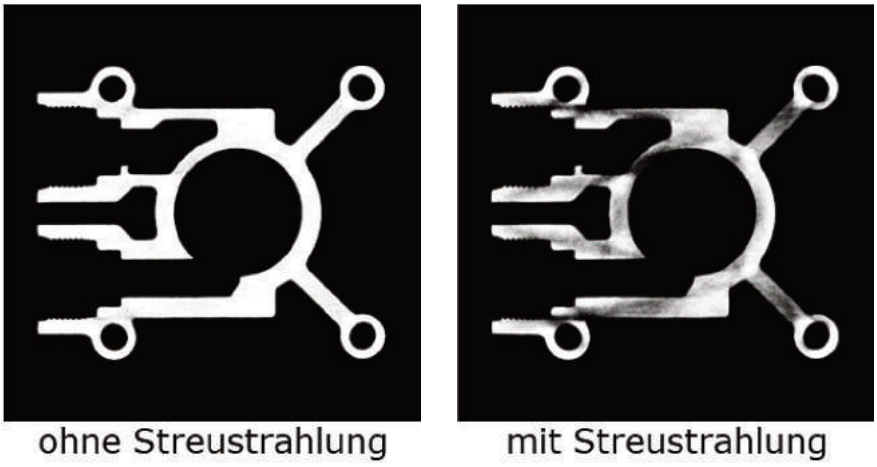


Bild 3 | Virtuelle CT mit und ohne Streustrahlung: Streustrahlungsartefakte werden als Grauwertschwankungen in homogenen Materialbereichen des rekonstruierten Schnittbildes sichtbar.

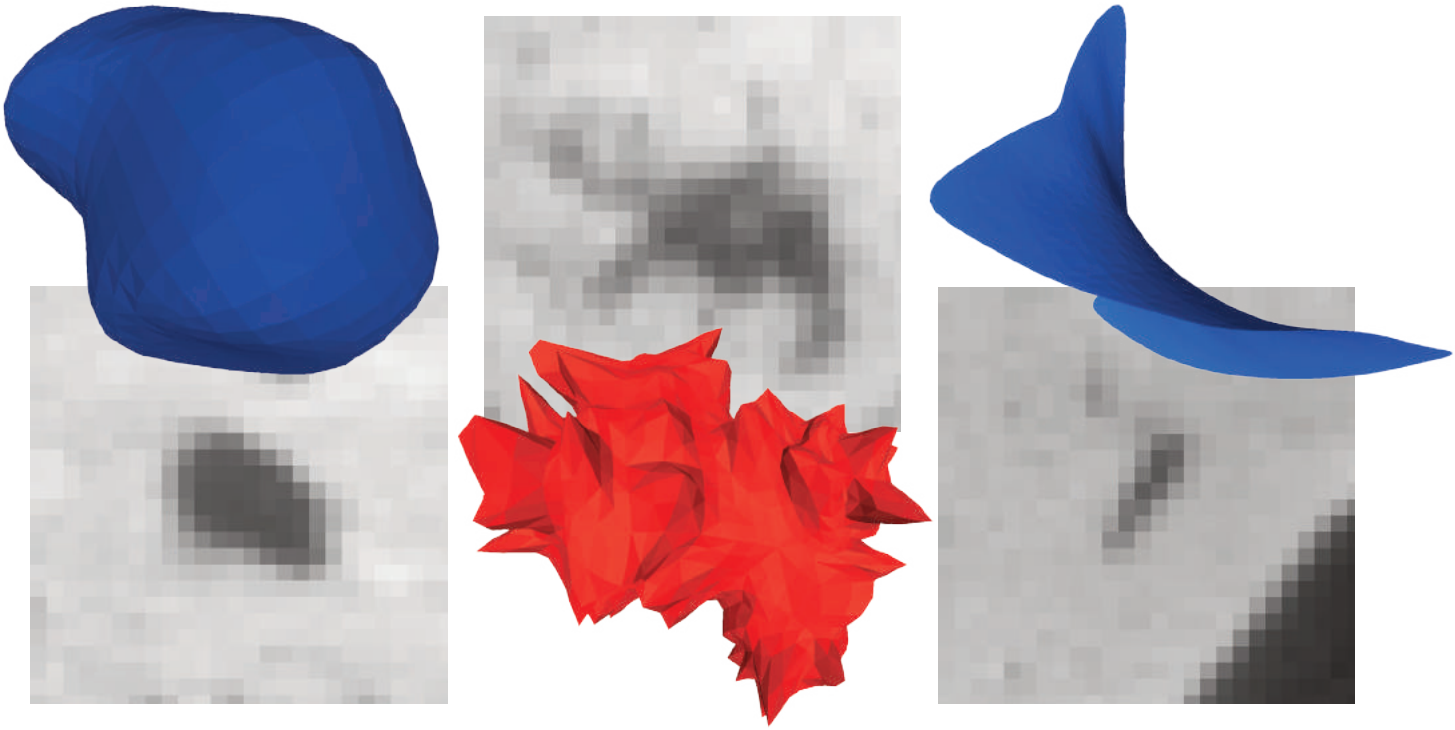


Bild 1 | Drei Beispiele simulierter Defekte in Aluminiumgussbauteilen als Polygonnetze und CT-Grauwertbilder: Gasporen (l.) sind eher rund, Lunker (m.) eher zackig mit vielen Ecken, andere Hohlräume (r.) oft flach und gekrümmt. In das Training des künstlichen neuronalen Netzes gehen diese Merkmale mit ein.

Simulierte Fehler

Deep Learning für die industrielle Computertomographie

AUTOR: RICHARD LAEPPLE, FREIER JOURNALIST | BILDER: VOLUME GRAPHICS GMBH

Die künstliche Intelligenz ist derzeit in aller Munde. Inwiefern sich ihre Methoden auch in der industriellen Computertomographie (CT) einsetzen lassen, ist derzeit Gegenstand eines Entwicklungsprojekts bei Volume Graphics. Der Hersteller von CT-Analysesoftware lässt sich dabei weit über die Schulter schauen.

Es ist bisweilen eine Herausforderung, Defekte in einem mittels CT erstellten 3D-Volumen-Modell eines Bauteils zuverlässig zu erkennen und zu bewerten. Der Computertomograph blickt zwar tief, aber was er sieht, ist nicht immer klar. Das gilt insbesondere für komplexere Metall- und Mehrkomponentenbauteile. Auch erfahrene Qualitätstechniker kommen in kniffligen Fällen zu unterschiedlichen Einschätzungen. Was sind Unregelmäßigkeiten im Gefüge, was Artefakte oder wirkliche Materialdefekte? Gewiss, es lassen sich einige Parameter beim Scannen und bei der Auswertung feinjustieren, wobei das Augenmerk häufig auf bestimmte Regions of Interest (ROI) des untersuchten Objekts zu richten ist. Das ist die klassische Herangehensweise. Auch lässt sich die Qualität mit Hilfe der Auflösung und der Scanzeit steuern - je hochauflösender und länger die Scans, desto klarer bilden sich Defekte ab. Doch diese Maßnahmen, wie auch häufige Justageprozeduren, nehmen viel Zeit in Anspruch und verursachen Kosten. Gerade in der produktionsnahen Anwendung, wo vollautomatische Auswertungen verlangt werden, hat die Qualitätssicherung eines nicht: Zeit. Der Produktionstakt steht über allem. Dr. Sven Gondrom-Linke, Head of Technical Consulting bei Volume Graphics: „Die klassische Methode in der Defekterkennung ist innerhalb vollautomatischer Szenarien limitiert. Sie verlangt von den CT-Daten eine Mindestqualität, manuelle Auswertungen führen außerdem zu subjektiv gefärbten Ergebnissen. Die Konsequenz ist, wir benötigen eine Methode, die auch bei geringerer Bildqualität Bauteilfehler zuverlässig findet, unabhängig von äußeren Einflüssen."

Deep Learning für CT

Ein Seitenblick auf andere Bereiche der Technik mit ähnlichen Ausgangslagen führt zum Thema Deep Learning. Das autonome Fahren, die Sprach- oder Bilderkennung, um nur drei Beispiele zu nen-

nen, bedienen sich dieser Methode schon seit längerem. Sie ist eine Variante des Machine Learnings. Beides fällt unter den Oberbegriff der künstlichen Intelligenz, wobei die Deep-Learning-Methode auf künstlichen neuronalen Netzen (KNN) fußt. Das Vorbild dieser Netze, die im Übrigen bereits seit den 1940er Jahren bekannt sind, ist das Gehirn. Was in der Biologie die Neuronen bzw. Nervenzellen sind, sind in der künstlichen Welt miteinander verknüpfte mathematische Funktionen, die je nach Input einen bestimmten Output berechnen. Bei einer Anwendung in der CT-basierten Defekterkennung hätte so ein Netz die Aufgabe, Materialfehler zu finden und zu kennzeichnen. Intern arbeitet ein KNN mit Gewichtungen, d.h. nach Überschreiten eines bestimmten Schwellenwertes, wird ein entsprechender Output weitergegeben. Das Gebilde benötigt dafür so etwas wie ein Gedächtnis. Auf eine Anwendung in der CT bezogen bedeutet dies: das KNN ist mit Defektdaten zu trainieren. „Als Hauptarbeit beim Aufbau eines KNN für unsere Zwecke hat sich die Aufbereitung der Trainingsdaten erwiesen", sagt Dr. Sven Gondrom-Linke. „Es macht bei der Erstellung eines speziellen neuronalen Netzes daher Sinn, das zu untersuchende Bauteilespektrum einzugrenzen. Wir entschieden uns, den Fokus zunächst einmal auf Bauteile aus Leichtmetallguss mit typischen Materialfehlern wie Gasporen, Lunker etc. zu richten."

Defekte aus der Simulation

Im grauwertbasierten CT-Bild zeichnen sich Gussfehler als dunkle Bereiche ab. Die Frage, die sich der Qualitätstechniker dabei stellt, ist stets: Welche Voxel gehören zum Defekt und welche nicht? (Voxel=kleinstes 3D-Element im CT-Modell, ähnlich Pixel im 2D-Bild.) Überlässt man die Annotation, d.h. die Markierung der Voxel entweder als Defektvoxel oder kein Defektvoxel einer Reihe von Labortechnikern, so stehen sich am Ende, meist unterschiedliche Detaileinschätzungen gegenüber. „Für das Training des KNN schied diese Herangehensweise daher aus", erklärt Patrick Fuchs, Software Engineer bei Volume Graphics. „Wir entwickelten stattdessen eine vollautomatische Annotation mit Hilfe einer Simulations-Pipeline." Dafür entwarfen die Heidelberger CT-Spezialisten verschiedene CAD-Modelle von realistischen Aluminiumwerkstücken, gespickt mit typischen Details wie Bohrungen, Gewinden, Nuten usw. Ein nächster Arbeitsschritt bestand darin, reale Defekte, wie sie in Aluminiumbauteilen vorkommen, genau zu analysieren. „Mit diesen Erkenntnissen", so Fuchs weiter, „entwickelten wir einen Algorithmus, der nach realen Vorbildern ca. 700.000 Defekte generierte, die wir als Mesh-Modelle abgespeichert und in den CAD-Modellen platziert haben. Der Algorithmus erzeugte die Defekte mit zufälligen Formen, aber nach einheitlichen Mustern. Poren haben z.B. immer eine runde Form, Lunker sind aufgerissen und haben viele Ecken und Kanten." Im nächsten Schritt bediente sich Volume Graphics der Simulationssoftware aRTist der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), um aus den CAD-Modellen mit ihren Defekten realitätsgetreue CT-Projektionen zu erzeugen. Diese bilden die Ausgangsdaten, die auch der Computertomograph in der realen Welt ausgibt. Effekte wie Streustrahlungen oder Artefakte wurden von der Software ebenfalls simuliert. Die so erhaltenen CT-Rohdaten wurden schließlich mit VGinLine zu Voxelmodellen rekonstruiert.

Training mit präzisen Fehlerdaten

Die Ausgangsfrage – Welche Voxel gehören zum Defekt und welche nicht? – lässt sich für dieses Datenmaterial leicht beantworten: da es sich um simulierte Modelle handelt, sind die Defekte in Gestalt und Ausmaß bekannt. Wenn man das KNN mit diesen Daten trainiert, hat es die typischen Defektformen von Aluminiumbauteilen quasi intus. „Es ist elementar wichtig, das Netz mit präzisen Daten zu trainieren, um später genaue Ergebnisse zu erhalten", betont Patrick Fuchs, „denn das KNN soll Ähnlichkeiten zwischen den simulierten Defekten und den Defekten neuer, realer Bauteile feststellen." Anders gesagt: Ein KNN findet nur, womit es gefüttert wurde. Erstreckt sich das Training nur auf Daten von

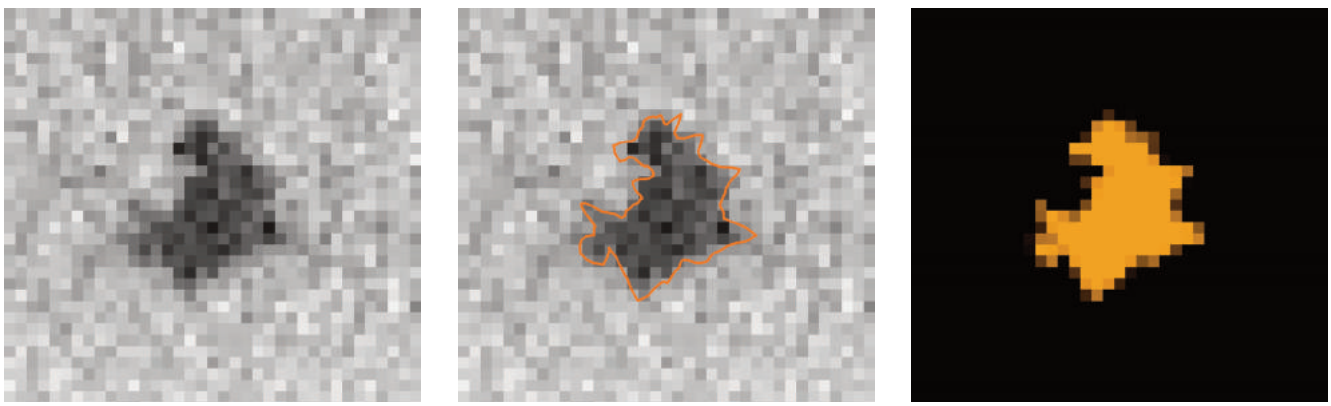
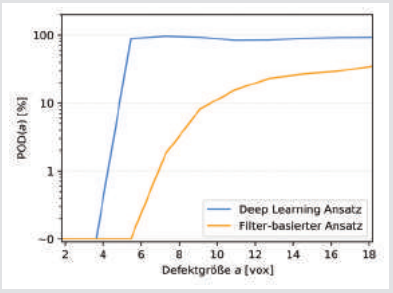


Bild 2 | Bei realistisch simulierten Defekten sind die Voxel, die zum Defekt gehören, bekannt. V.l.n.r.: Simulierte CT-Aufnahme, präzises Defekt-Polygonnetz, präzise Annotation für jedes Voxel.

Poren, wird es nur Poren finden. Die anschließende Evaluierung belegt, dass ein so trainiertes KNN sehr gut funktioniert und den klassischen Methoden in jeder Hinsicht überlegen ist, es findet sogar kleinere Defekte, und zwar problemlos. Zwei Qualitätskennzahlen quantifizieren den Sachverhalt anschaulich (s.Kasten): die Probability of Detection (PoD) und die Intersection over Union (IoU) . Die PoD kommt auch sonst in der Qualitätstechnik zu Anwendung. Sie ist ein Kriterium, ob Defekte überhaupt gefunden werden bzw. ab welcher Größe. Die IoU, auch als Jaccard-Index oder -koeffizient bezeichnet, kommt aus der Mengenlehre und wird häufig in der Bilderkennung verwendet. Im hier vorliegenden Anwendungsfall gibt die IoU voxelgenau Aufschluss über die Segmentierungsqualität. Wichtig dabei, die Ergebnisse gelten initial nur für Fehler in Aluminiumwerkstücken, worauf das KNN trainiert wurde. Patrick Fuchs dazu: „Hat man aber einmal ein trainiertes Netz vorliegen, ist der Aufwand, es auf andere ähnliche Anwendungen zu trainieren, überschaubar. Die Anwendung auf Kunststoffe oder andere Metallwerkstoffe ist also im Prinzip jederzeit möglich."

Probability of Detection (PoD)



Die Probability of Detection (PoD) zeigt, dass die Deep-Learning-Methode kleinere Defekte findet als der klassische filterbasierte Ansatz. Auf der X-Achse sind die Defektgrößen nach Anzahl der Voxel aufgetragen. Bereits bei weniger als 4 Voxeln steigt die Kurve schnell an. Ab einer Defektgröße von etwa 5 Voxeln findet das KNN so gut wie 100% aller Defekte. Die klassische Methode wird erst später fündig und kommt in keinem Falle auf 100%. Getestet wurde der Zusammenhang mit einem schwer zu detektierenden Datensatz mit geringen Kontrasten und hoher Artefaktbehaftung. Ein besseres Abschneiden des filterbasierten Ansatzes wäre möglich, aber nur mit entsprechendem Aufwand (hohe Auflösungen, lange Scanzeiten, lokale Filteranwendung auf Regions of Interest usw.).

Referenzmodelle nicht nötig

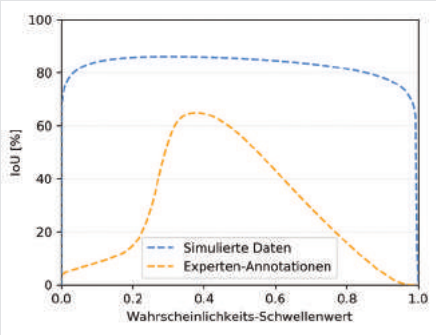
Erstes Fazit: Die Deep-Learning-Methode ist bei geringeren Auflösungen und schlechteren Datenqualitäten weit treffsicherer als herkömmliche Methoden und entlastet den Nutzer von der Abstimmung vieler Scan- und Analyseparameter. Sie liefert zuverlässigere Fehleranalysen und fördert generell kleinere Defekte zu Tage.

Zurück zur Inline-Situation mit ihren knappen Prüfzeiten. Die Anwender greifen häufig zu Referenzmodellen von Gutbauteilen für Soll-Ist-Vergleiche. Auf diese Weise lassen sich Abweichungen sicher erkennen. Wenn sich die Bauteile aber ändern, etwa durch Abweichungen im Gießprozess, durch Streuungen in der Werkstoffqualität oder bestimmter Prozessparameter, ist diese Vorgehensweise problematisch und macht Nachbewertungen notwendig. Nachbewertungen in einer Größenordnung von 20 bis 25% sind in der Praxis die Regel.

Zweites Fazit: Die Deep-Learning-Methode funktioniert referenzlos und damit zu jeder Zeit und mit allen Bauteilen in gleicher Weise effektiv. Sie macht Nachbewertungen weitgehend überflüssig. Volume Graphics plant bereits, die Methode in künftige Releases der Analysesoftware zu implementieren. Das Training des KNN werden die Heidelberger CT-Spezialisten vornehmen. Neben den beschriebenen Grundzügen des Ansatzes wird dann auch eine Klassifizierung der Defekte enthalten sein. Dem Anwender darf also ein leistungsstarkes Werkzeug erwarten, mit dem er viel Zeit und Kosten sparen kann. ■

www.volumegraphics.com

Intersection over Union (IoU)



Die Intersection over Union (IoU) zeigt in Prozent, inwieweit die Vorhersagen der KNN voxelgenau mit den realen Annotationen, der Ground Truth, übereinstimmen. Dem Diagramm oben liegt ein Evaluierungsdatensatz mit 54 Defekten zugrunde. Eine niedrige IoU, bedeutet, dass bei der Beantwortung der Ausgangsfrage („Welche Voxel gehören zum Defekt, welche nicht?"), viele Voxel falsch interpretiert wurden. Dies kommt auch bei der herkömmlichen Experten-Annotation sehr häufig vor. Der Wahrscheinlichkeits-Schwellenwert auf der X-Achse (0 = kein Defekt, 1 = Defekt) zeigt, stark vereinfacht gesprochen, dass die Deep-Learning-Methode die robusteren Ergebnisse liefert. Der Übergang Defekt/nicht Defekt ist schärfer. Die klassische Vorgehensweise zeigt im Vergleich dazu eine große Streuung.

Die CaliBreeze Technologie neutralisiert das schlechte Reflexionsvermögen transparenter und halbtransparenter Oberflächen. Diese werden für die Messung einen Augenblick lang mit mikroskopisch kleinen Wassertropfen 'angehaucht'.

Frischer Wind

Oberflächenunabhängige Spaltmessung dank kleiner Wassertropfen

AUTORIN: STEFANIE MURALTER, MARKETING SPECIALIST, NEXTSENSE GMBH | BILD: NEXTSENSE GMBH

Mit dem Calipri CB20 und der patentierten CaliBreeze Technologie sind mobile Profil- und Spaltmessungen sowie Oberflächeninspektionen im Automotive-Bereich oberflächenunabhängig möglich. Der Trick dabei sind mikroskopisch kleine Wassertropfen.

„CaliBreeze ist eine einzigartige Innovation im Bereich der optischen Messungen. Damit heben wir die Spalt- und Versatzmessung der Automobilindustrie auf ein neues Niveau", erklärt Harald Hopfgartner, Managing Director bei Nextsense. Der robotergeführte Calipri CB20 wird in der Endfertigungslinie eingesetzt und die CaliBreeze Technologie ermöglichen die Messung von Oberflächen, die zuvor nicht genau messbar waren. Dazu gehören unter anderem transparente Materialien wie Glas oder Kunststoff, lackierte Oberflächen, hochreflektierende Chromteile sowie schwierige Farb- oder Materialkombinationen, an denen konventionelle Technologien an ihre Grenzen stoßen. Die neue Technologie neutralisiert das schlechte Reflexionsvermögen transparenter und halbtransparenter Oberflächen. Diese werden für die Messung einen Augenblick lang mit mikroskopisch kleinen Wassertropfen 'angehaucht'. Dabei entsteht eine diffuse Reflexion, d.h. ein optischer Kontrast auf dem Messpunkt wird erzeugt, der die Messung ermöglicht. Nach der Messung verdunstet die Dampfschicht innerhalb weniger Sekunden rückstandslos. Peter Lehofer, Head of Product Management bei Nextsense, erläutert: „Mit dieser Innovation können wir sicherstellen, dass Messungen auf jeder Oberfläche präzise, zuverlässig und wiederholbar sind. Das wird die Spalt- und Versatzmessung in der Automobilindustrie nachhaltig verändern." Das neue Verfahren wurde speziell für die anspruchsvollen Anforderungen bei der Endmontage entwickelt und ist sowohl eine Weiterentwicklung in der optischen Messtechnik als auch des bekannten Calipri C12 Systems. „Mit CaliBreeze können wir die Anforderungen der Automobilhersteller jetzt noch besser erfüllen", ist Hopfgartner überzeugt. ■

www.nextsense-worldwide.com

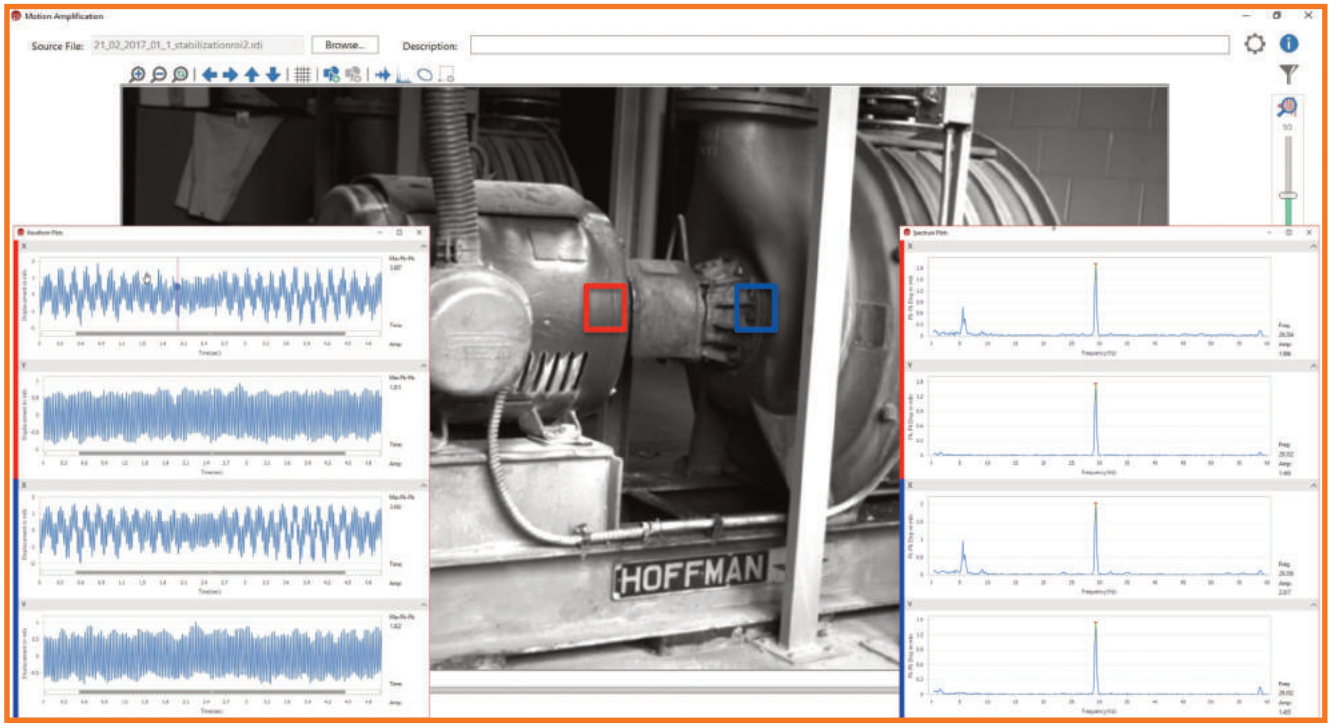


Bild 1 | Das Kamerasystem Iris M führt Millionen von Messungen im Bruchteil einer Sekunde durch. Unzulässige Schwingungen und Bewegungen werden dabei sichtbar gemacht.

Schwingungsmessung per Kamera

Dynamische Bewegungen und Schwingungen optisch messen

AUTOR: FRANK RINGSDORF, VERTRIEBSBEAUFTRAGTER VIMS SP. Z.O.O. | BILDER: VIMS SP. Z.O.O.

Viele Anwender sehen sich Messwerte von Beschleunigungssensoren, Dehnungsmessstreifen oder ODS-Analysen an, verstehen aber trotzdem nicht, worin das eigentliche Problem besteht. Könnten Sie 'sehen', was wirklich vorgeht, würde das helfen. Eine kamerabasierte Schwingungsmessung macht dies jetzt möglich.

RDI Technologies bietet mit dem Iris M bzw. Iris MX Kamerasystem die erste nicht-invasive Methode, um Schwingungen und dynamische Bewegungen zu visualisieren. Mit den Produkten, kann der Betrachter mikroskopische Bewegungen eines Objektes sichtbar machen. Die kamerabasierte Schwingungsmessung und -visualisierung wird in Deutschland von der polnischen Firma VIMS unter dem Namen Motion Amplification vermarktet. Iris M führt per Kamera Millionen von Messungen im Bruchteil einer Sekunde durch, ohne Kontakt mit der Maschine oder einer notwendigen Sensorverkabelung. Unzulässige Schwingungen und Bewegungen werden so sichtbar gemacht. Damit können alle beweglichen Aggregate, egal ob rotierende Maschinen, Anlagen, Rohre oder Fundamente, untersucht werden. Die Frequenzbereiche in denen Bewegungen sichtbar gemacht werden können, reichen je nach Kamera von sehr langsamen Vorgängen bis in den hohen kHz-Bereich.

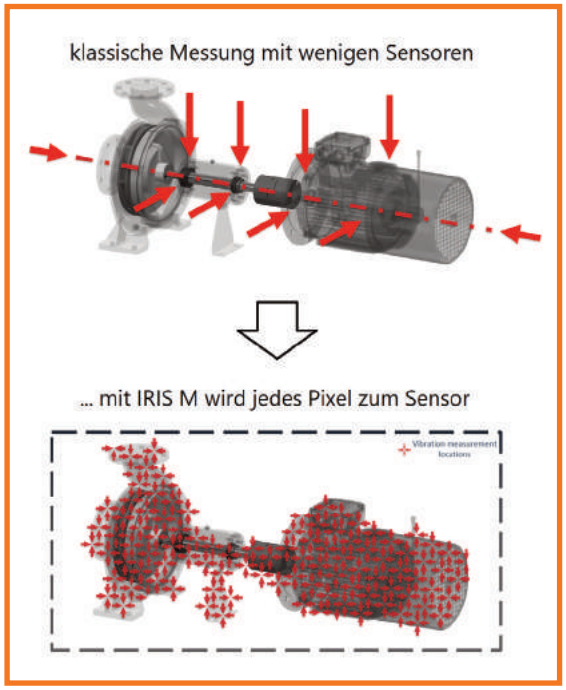


Bild 2 | Jedes Pixel der Kamera wird als Sensor genutzt und ein Bewegungsfilm erzeugt, der Schwingungsform und Amplitude von Bewegungen erkennen lässt.

Funktionsweise

Das patentierte Verfahren beruht auf der Messung von kleinsten s/w-Kontrasten, die das menschliche Auge nicht erkennt. Die Highspeed-Kamera erkennt diese minimalen Bewegungen und eine Software verstärkt sie derart, dass die mit dem Auge sichtbar werden. Jedes Pixel der Kamera wird dabei als Sensor genutzt und als Ergebnis ein Bewegungsfilm erzeugt, der Schwingungsform und Amplitude von langsamen und schnellen Bewegungen deutlich erkennen lässt. Für eine Messung wird die Kamera auf ein beleuchtetes Objekt gerichtet und nach einer kurzen Messzeit und anschließender on-the-fly Auswertung sieht der Nutzer die Bewegung. Der gewünschte Verstärkungsfaktor ist frei einstellbar. Messobjekte können nah (wenige cm) oder weit entfernt sein, d.h. von der einzelnen Schraube bis hin zur Windkraftanlage ist alles mit einem System messbar. Die Auflösung und Genauigkeit des Systems liegt – je nach Abstand zum Messobjekt – im µm-Bereich.

Analysefunktionen und Komponenten

Die Auswertung der Schwingungen erfolgt im Zeit- und Frequenzbereich mittels Rohsignal-Trend, FFT-Analyse, Orbit oder als farbige Motion-Map. Filterfunktionen ermöglichen es einzelne Frequenzen visuell zu isolieren und so deren Auswirkung und Fortpflanzung innerhalb einer Maschine zu erkennen. Iris M liefert ein Videobild in Echtzeit, und ermöglicht Entscheidungen die sich auf konkrete Analysen stützen. Die Software Iris M Motion Amplification erzeugt ein Video der Bewegung während des normalen Betriebes der Maschine. Die Kommunikation zwischen dem technischen und nichttechnischen Personal erfolgt effektiver, was den Entscheidungsprozess für mögliche Abhilfemaßnahmen deutlich vereinfacht. Ein Komplettsystem besteht aus einer Highspeed-Kamera mit verschiedenen Objektiven, einem Auswertungsrechner und einer proprietären Software, für Darstellung und Analyse. Alles wird in einem Transportkoffer mit dem notwendigen Zubehör geliefert. Um die Anwender für den Einsatz zu qualifizieren, besteht die Möglichkeit einer dreitägigen Schulung mit Theorie- und Praxisteil. Weltweit sind bereits viele Systeme im Einsatz und eine große Anzahl an Applikationsvideos auf YouTube verfügbar. ■

www.motionamplification.de

- Anzeige -

VISION im Fokus

inVISION Sonderhefte zu Schwerpunktthemen als eMagazin

Objektive & Beleuchtungen

AI & Embedded Vision

Vision-Sensoren & Intelligente Kameras

www.invision-news.de/downloadbereich

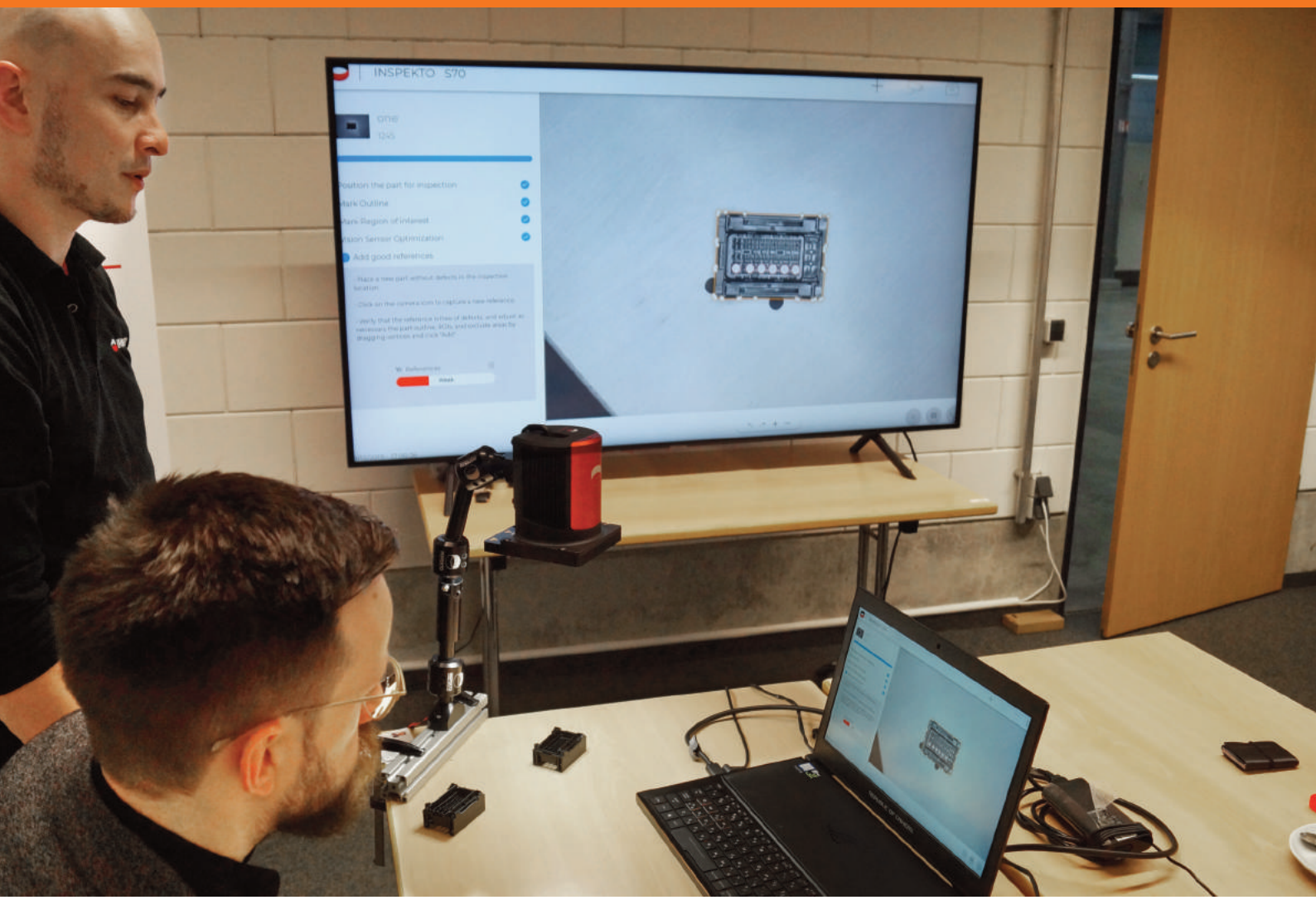


Bild 1 | Nach kurzer Einführung kann der technisch unbeflissene Redakteur das Vision-System selbstständig kalibrieren.

Kinderleicht

Autonomous Machine Vision im Selbstversuch

AUTOR: BASTIAN FITZ, REDAKTEUR INVISION | BILDER: TEDO VERLAG GMBH

Visuelle Inspektion in der Teilefertigung ist teuer, kompliziert und fehleranfällig – so der allgemeine Konsens. Inspekto aus Heilbronn hat es sich zur Aufgabe gemacht, dies zu ändern und verspricht ein Plug&Play-System, das in kürzester Zeit und mit geringem Installationsaufwand zuverlässige Ergebnisse liefert. Die inVISION hat dies im Selbstversuch getestet.

Das Autonomous-Machine-Vision-System Inspekto S70 des deutschen Herstellers mit israelischer DNA soll eigenständig funktionieren, sich selbst einrichten, autonom anpassen und selbstständig lernen. Zu diesem Zweck nutzt es mehrere KI-Module gleichzeitig und kann so die Gesamtfehlerkosten reduzieren. Das S70 kann sogar seine eigenen Einstellungen an Umgebungsveränderungen anpassen, wie z.B. bei Beleuchtung, Handling-Methoden und Vibrationen. Für die Konfiguration sind lediglich 20 bis 30 einwandfreie Muster erforderlich. Außerdem ist das Gerät in der Lage, mehrere Produkte oder verschiedene Modelle des gleichen Produkts am selben Inspektionsstandort zu untersuchen.

Der Versuchsaufbau

Um sicher zu stellen, dass es sich hierbei nicht nur um Werbeversprechungen handelt, hat Inspekto zwei Redakteure des Fachmagazins inVISION in die Innovationsfabrik Heilbronn eingeladen, um das System selbst in Betrieb zu nehmen und auf seine Plug&Play-Fähigkeit zu testen. Der Versuchsaufbau war denkbar einfach: ein Konferenztisch, ein handelsüblicher Laptop mit externem Monitor und natürlich das Bildverarbeitungssystem selbst. Nach kurzer Einweisung durch einen Techniker konnte der Selbstversuch beginnen. Das zufällig ausgewählte Bauteil wird über ein grafisches Interface in das System eingelesen. Per einfachem Mausklick können hierbei die zu überprüfenden Parameter definiert oder bestimmte Bereiche ausgeklammert werden. Darüber hinaus können auch spezielle Points of Interest markiert werden, die einer besonders gründlichen Inspektion bedürfen - und tatsächlich: All dies war für den Redakteur, der kein ingenieurwissenschaftliches Studium genossen hat, per simplem Point&Click problemlos möglich.

Plug&Play

Nach dem erfolgreichen Einlesen tat die künstliche Intelligenz des Inspekto S70 autonom seinen Dienst. Dem System wurden circa 20 bis 25 Muster des Werkstücks präsentiert um die Objekteigenschaften zu erlernen. Auch der Umstand, dass zielsicher ein besonders schwer zu überprüfendes Werkstück ausgewählt wurde – schwarz, quadratisch, klein – stellte das System vor keine größeren Hindernisse. Nach Beendigung dieses Vorgangs, der inklusive Einrichten des Testmusters circa 20 Minuten dauerte, konnten dem S70 bereits mehrere Vergleichsstücke vorgelegt werden. Trotz denkbar schlechter Lichtverhältnisse im Konferenzraum der zu einem Hub für Startups umgewandelten ehemaligen Maschinenfabrik konnte das Vision-System zuverlässig kleine Fehler in den Vergleichsstücken erkennen und auf dem Display gut sichtbar markieren. Ein durchaus überzeugendes Ergebnis.

Bild 2 | In diesem Test wurde zielsicher ein besonders undankbares Testobjekt ausgewählt – schwarz, klein und kompliziert aufgebaut.

Mission erfolgreich

Autonomous Machine Vision – mit dem S70 scheint das Plug&Play-fähige Inspektionssystem tatsächlich Realität zu werden. So ist es auch nicht verwunderlich, dass das junge Startup – die erste öffentliche Präsentation des Systems geschah auf der Vision 2018 – bereits jetzt eine beachtliche Liste von Partnern und Unterstützern aus vielen Industriebereichen vorweisen kann, darunter Bosch, BSH, Daimler, Mahle, Schneider Electric und BMW. Nicht verwunderlich, das Harel Boren, CEO von Inspekto, selbstbewusst erklärt: „Die Vorteile des S70 sind sogar dermaßen überzeugend, dass bisher noch jedes Unternehmen nach einer Live-Demonstration in seiner Fertigungsanlage eine Bestellung aufgegeben hat." Ähnlich überzeugend prangt es daher auch auf der Verpackung des Vision-Systems, die alles beinhaltet, was für die Installation vor Ort nötig ist: Our mission and passion is to make QA professionals love their jobs. ■

www.inspekto.com

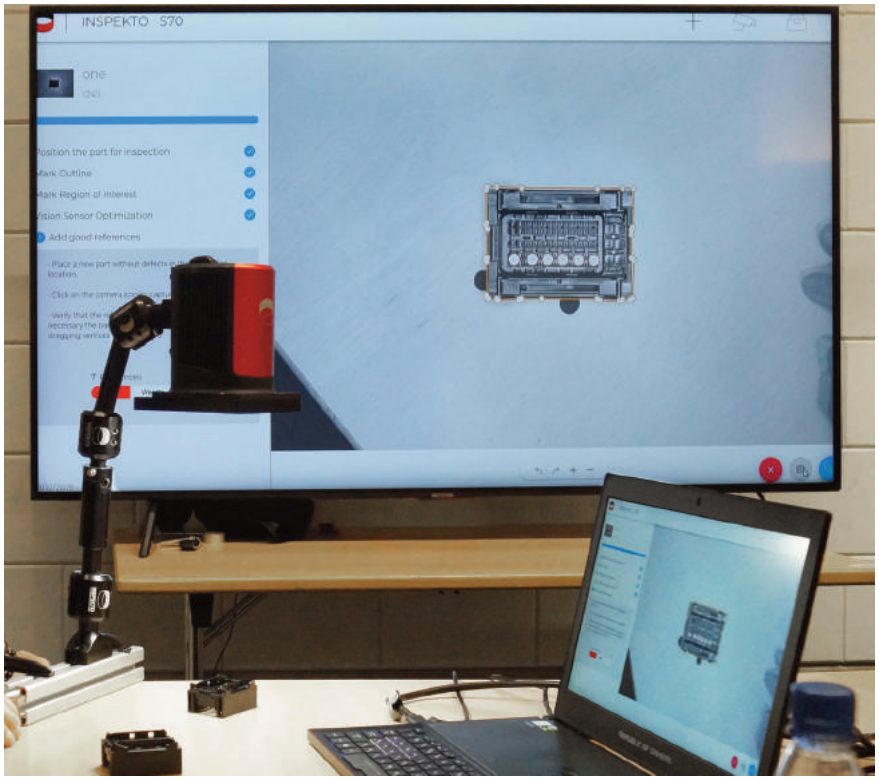


Bild 3 | Im Zuge der Kalibrierung werden Points of Interest festgelegt oder Bereiche ausgeschlossen.

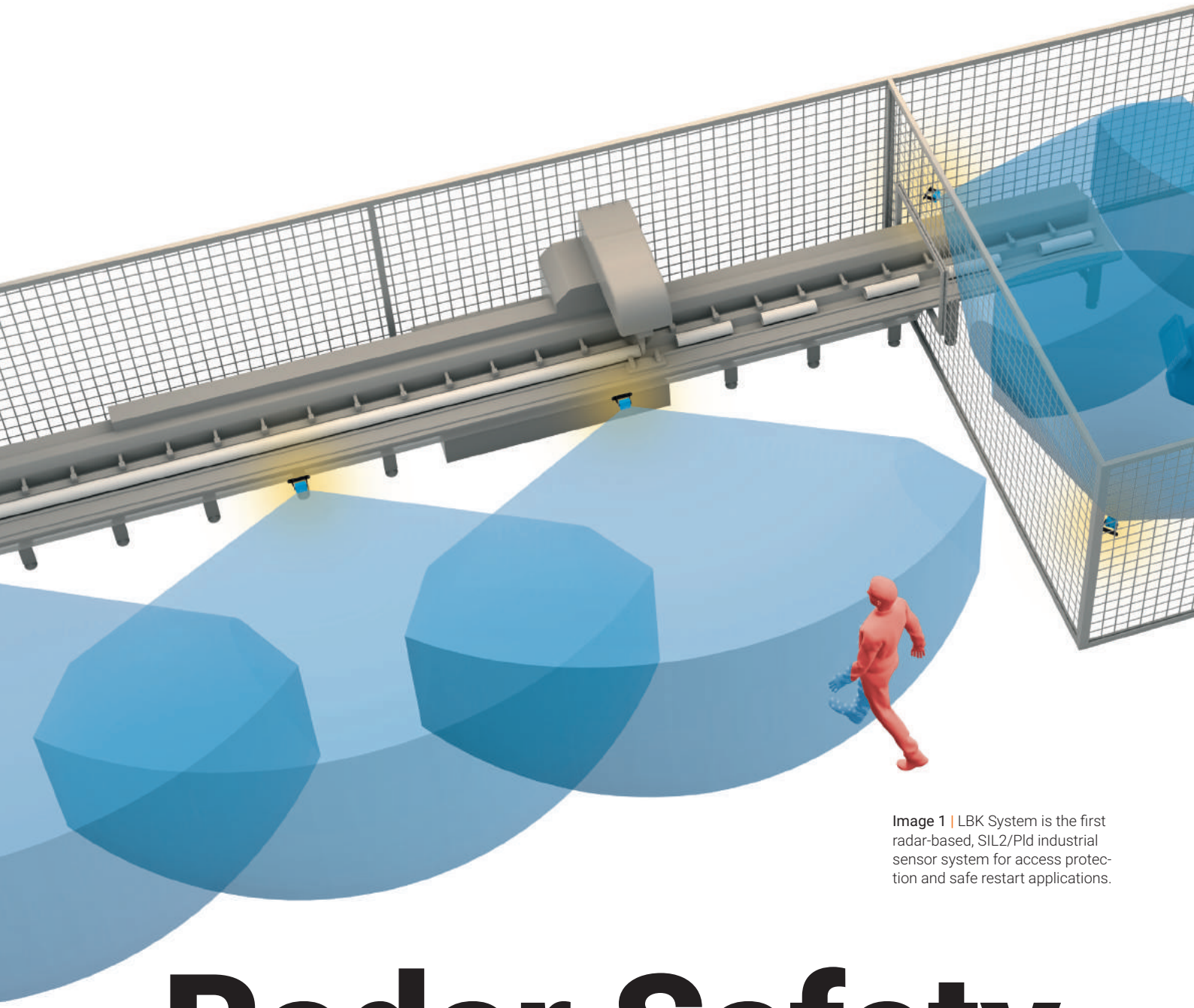


Image 1 | LBK System is the first radar-based, SIL2/Pld industrial sensor system for access protection and safe restart applications.

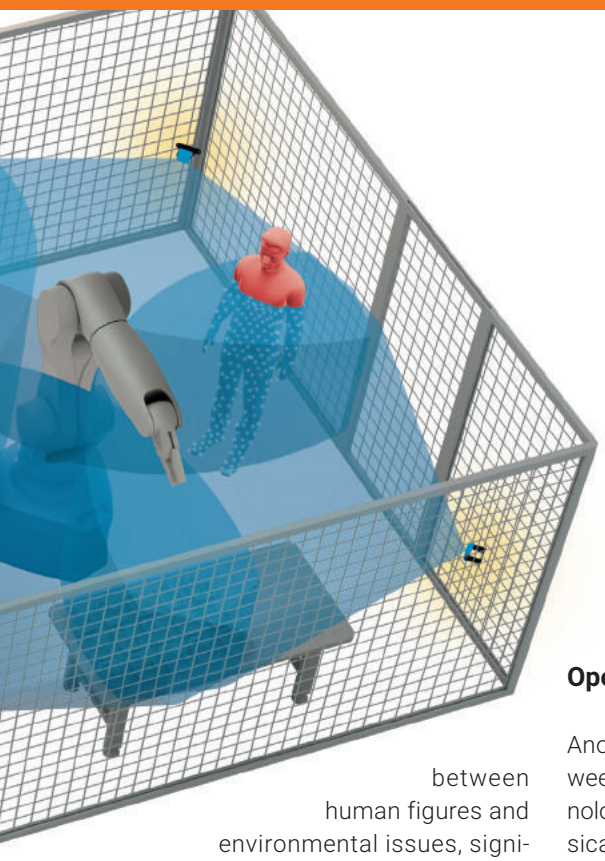
Radar Safety

SIL2/Pld Radar-based Sensor System for Access Protection

AUTHORS: ROBERTO PATRIGNANI, EXPORT MANAGER & LUCA SALGARELLI, CEO & FOUNDER, INXPECT S.P.A.
IMAGES: INXPECT S.P.A.

LBK System is the first radar-based, SIL2/Pld industrial sensor system for access protection and safe restart applications, capable of increasing safety without compromising productivity, even in harsh environments.

With its new radar system, Inxpect has introduced a new way to support safety applications that require detecting operators in hazardous areas without resorting to optical technologies, which results in a series of significant advantages. First of all, having no lenses automatically protects Inxpect sensors from scratches, deposits of dust or even paint on its surface, leading to a drastic cut on maintenance, cleaning and lens replacement activities. Moreover, even in harsh environments where dust, smoke, vapors, splashes, machining waste and iridescence can create disturbances to standard optical sensors, LBK System's radars will discriminate



between human figures and environmental issues, significantly cutting down on false alarms. All of this is possible thanks to the sophisticated and unique 24GHz radar signal processing architecture.

Image 2 | Even in harsh environments where dust, smoke, vapors or splashes can create disturbances the LBK System's radars will discriminate between human figures and environmental issues.

Operator Detection

Another foundational difference between the LBK System and optical technology lies in the very nature of the physical process at the base of all radars. By sending radio waves and analyzing their reflections, the system senses its surroundings in three dimensions. In other words, the radar sensors natively perceive the monitored area as a volume, and therefore increase the safety of any application since blind areas are significantly reduced. In restart prevention mode, the system detects operators even while they remain perfectly still: the micro-movements caused by breathing are enough so that the system will keep the area in alarm state as long as operators are present, and therefore prevent the machinery from restarting. This function is extremely useful for example during maintenance in robotic cells, making sure that all operators have left the hazardous area before reactivating the robot, even in cases where the machinery is positioned in such a way that the operator is barely visible. This feature is changing the state of the art in restart prevention, virtually eliminating the possibility of human error.

System Structure

The LBK System is composed of three elements. The LBK-S01 are smart FMWC (Frequency Modulated Continuous Wave) radar sensors that analyze the signals reflected by both static and moving object in their operative range. The LBK control unit powers up to six sensors via a proprietary safety CAN bus, and interfaces the entire system via programmable I/O ports safety relais. Finally, a user friendly computer application, the Inxpect Safety App, is used to configure the parameters of each of the sensors in a given system, allowing to set separate alarm and pre-alarm areas individually for each sensor, up to their maximum range of four meters. Guided validation procedures and the simple generation of the configuration report complete the installation.

Outlook

Inxpect, the Italian company behind the LBK System, is dedicated to bringing radar-based technology to the industrial automation and robotics markets. In the rest of 2020, Inxpect will introduce new sensors and new control units, continuing to simplify safety installations, improve productivity while enhancing the level of protection for both operators and machines. ■

www.inxpect.com

Bild: ©chesky/stock.adobe.com / 3dvisionlabs GmbH

Bild 1 | Die 3D-Kamera-Technik HemiStereo ermöglicht es, den gesamten Halbraum vor der Kamera dreidimensional zu vermessen, was einem Öffnungswinkel von 180x180° (HxV) entspricht.

Alles im Blick

Neuartige 3D-Kamera mit 180°-Öffnungswinkel

AUTORIN: LUCY SCHULZE, MARKETING, 3DVISIONLABS GMBH

Die 3D-Kamera-Technik HemiStereo ermöglicht erstmals eine hemisphärische Tiefenerfassung. Dabei wird der gesamte Halbraum vor der Kamera dreidimensional vermessen, was einem Öffnungswinkel von 180x180° (HxV) entspricht.

Im Vergleich dazu haben bisher erhältliche 3D-Flächenkameras prinzipbedingt sehr begrenzte Blickwinkel von maximal etwa 110x70°. Erreicht wird diese Steigerung durch die Erweiterung der konventionellen Stereo-Vision-Technik. Drei Bildsensoren, spezielle Fischaugen-Objektive und vor allem ein neues, echtzeitfähiges Berechnungsverfahren zur Stereokorrespondenz heben die Grenzen konventioneller, perspektivisch abbildender 3D-Kameras auf. 3dvisionlabs integriert zudem KI-Prozessoren direkt in die Kamera. Mithilfe von KI können die Daten zudem vor Ort und in Echtzeit in einem kompakten Edge-Computing-Device ausgewertet werden. Mit dieser intelligenten Tiefenkamera-Technologie entstehen zahlreiche Applikationen in den Bereichen Einzelhandel, öffentliche

Sicherheit und Smart Home, aber auch in der Industrie z.B. für Roboter-Navigation und Autonomes Fahren.

Analyse von Innenräumen

Smarte Kameras kommen bereits für viele Aufgaben der Personenanalyse zum Einsatz, wie z.B. Personenzählung an Eingängen von Geschäften oder zur Besucherstromanalyse in Museen. Ob in öffentlichen Gebäuden, im Einzelhandel oder im privaten Umfeld, die Lebensräume der Menschen sind häufig komplex. Viele innovative Lösungen können bisher noch nicht angeboten werden, da die Analyse mit Kameras nur durch den Einsatz sehr vieler Geräte möglich war. HemiStereo ermöglicht erstmals die Echtzeit-Vermessung eines hemisphärischen Blickfeldes (180°x180°) mit nur einem einzigen 3D-Sensor. Für automatische Analyse-Aufgaben in Innenräumen bietet dies erhebliche Vorteile. Bei der Installation an der Decke eines Raums können Bereiche bis zu einer Größe von 10x10m pro Sensor erfasst werden, selbst bei sehr geringen Deckenhöhen von 2 bis 3m. In Applikationen mit kleinen bis mittelgroßen Innenräumen, wie z.B. in der Gebäudeautomatisierung genügt damit ein Sensor pro Raum um z.B. Bewegungsströme von Menschen zu erfassen, Gesten und Körperhaltungen zu erkennen oder sogar Notfallereignisse, wie Stürze zu detektieren. Letzteres ist vor allem für die wachsende Branche der Hilfssysteme für ältere Menschen von großem Interesse. In Applikationen mit weit ausgedehnten Innenräumen, z.B. im Einzelhandel oder in öffentlichen Gebäuden kann dank des hohen Erfassungsbereichs der hemisphärischen Technik die Anzahl benötigter Sensoren minimiert werden. Das senkt Installationskosten und verringert die Anforderungen an eine Datenfusion und die Netzwerkinfrastruktur.

Alternative zu Lidar

Derzeit nimmt der Einsatz von Fahrerlosen Transportfahrzeugen (FTF) sowie mobiler und stationärer Robotik kontinuierlich zu.

Bild: 3dvisionlabs GmbH,

Bild 2 | Eine industrielle Variante des HemiStereo Developer Kits für den Einsatz in der Navigation von Industrierobotern ist im Herbst vorgestellt worden.

Durch den erhöhten Bedarf an Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) rücken Arbeiter und Roboter zunehmend näher zusammen, was die Anforderungen an Sensoren zur Umfelderkennung weiter erhöht. Verwendung finden hier vor allem Laserscanner. Die hohe Robustheit, Reichweite und Zuverlässigkeit derartiger Systeme geht allerdings mit dem Nachteil eines 2D-Scan-Raumes einher. So ist es z.B. möglich, dass ein FTF mit einem Gabelstapler kollidiert, weil dessen Transportgabel außerhalb der Messebene des Sensors liegt. Ein 3D-Kamera-System kann hier durch detailliertere Informationen zusätzliche Sicherheit bieten, aber wegen ihrer begrenzten Blickbereiche waren konventionelle Systeme bisher keine adäquate Ergänzung zum Laserscanner. HemiStereo dagegen liefert durch den horizontalen Messbereich von 180° die notwendigen Daten um FTF-Navigation und Umfelderfassung in MRK-Anwendungen zu ermöglichen. Die Echtzeitfähigkeit des Sensors mit 30 Vollbildern pro Sekunde sowie ein dynamisch konfigurierbares Blickfeld erlauben die Erfassung von Objekten, welche sich im Schutz- bzw. Arbeitsbereich befinden. Sie erweitern damit die Möglichkeiten eines Laserscanners wesentlich. In der intelligenten Fabrik von morgen wird neben der Umfelderfassung auch das Umfeldverstehen in den Fokus rücken. Durch die Integration leistungsfähiger KI-Datenverarbeitung in die Kamera wird dem Roboter ermöglicht, Objekte zu klassifizieren oder Personen zu erkennen. Zum Einsatz kommen hierfür Verfahren des maschinellen Lernens. Eine spezielle Panoramaprojektion erlaubt es Kunden, bestehende Algorithmen zur Bildauswertung einzusetzen, welche für konventionelle Kameras entwickelt wurden.

Ausblick

Die HemiStereo-Kamera ist aktuell als Developer Kit über den Online-Shop von 3dvisionlabs verfügbar. Sie richtet sich vor allem an Firmen und Forschungseinrichtungen, die an Produkten z.B. im Bereich kassenlose Geschäfte oder automatische Sicherheitslösungen arbeiten. Eine für den Serieneinsatz optimierte Version ist auf Anfrage ebenfalls erhältlich und wird an die jeweiligen spezifischen Kundenwünsche angepasst. Eine industrielle Variante der Kamera für den Einsatz in der Navigation von Industrierobotern ist im Herbst vorgestellt worden. ■

www.3dvisionlabs.com

Vorschau inVISION 2021

	Messen	Schwerpunkt	Themen	Marktübersichten
Sonderheft 1 ET: 17.02.2021 AS: 03.02.2021	• Embedded World • Tire Technology	• inVISION eMagazin 'Embedded Vision & AI'	• Deep Learning & AI • Board-Level-(inkl. MIPI) & Smart Kameras • Industrie-PCs, Boards & Prozessoren	• Board-Level-Kameras
Ausgabe 1/21 ET: 17.03.2021 AS: 03.03.2021	• Hannover Messe • Drupa	• Kameras & Framegrabber	• Intelligente Kameras & Vision-Sensoren • Vision at the Edge (IPCs, Deep Learning, Embedded Vision,...) • inVISION Top Innovationen 2020	• Zeilenkameras • CoaXPress-Framegrabber
Ausgabe 2/21 ET: 21.04.2021 AS: 07.04.2021	• Control • Sensor+Test	• Inline & Shop-Floor Messtechnik (2D/3D, Oberfläche, CT, Topographie...)	• Objektive & Beleuchtungen • 3D: Sensoren, Scanner & Kameras • CAQ	• Software
Ausgabe 3/21 ET: 09.06.2021 AS: 26.05.2021	• LASER World of PHOTONICS • ACHEMA • Logimat	• Objektive & Beleuchtungen	• High-End-Kameras & Interfaces (CXP, 10GigE, CLHS, USB,...) • Spectral Imaging (Thermografie, Hyperspectral, Polarisation, SWIR...) • Inline & Shop-Floor Messtechnik (inkl. CT)	• Beleuchtungen
Ausgabe 4/21 ET: 08.09.2021 AS: 25.08.2021	• Schweissen & Schneiden • FachPack • VISION	• Kameras & Framegrabber	• Embedded Vision • Software & Deep Learning • Robotik (Bildverarbeitung & Messtechnik)	• Thermografie
Ausgabe 5/21 ET: 27.09.2021 AS: 13.09.2021	• Motek • VISION	• VISION 2021	• Kameras & Framegrabber • Spectral Imaging (Thermografie, Hyperspectral, Polarisation, SWIR,...) • Objektive & Beleuchtungen	• Objektive
Ausgabe 6/21 ET: 10.11.2021 AS: 27.10.2020	• SPS – smart production solutions • Productronica • Formnext	• VISION 2021 Nachlese	• Intelligente Kameras & Vision Sensoren • Vision at the Edge (IPCs, Deep Learning, Embedded Vision,...) • Inline & Shop-Floor Messtechnik (inkl. CT)	• Vision-Sensoren

ET: Erscheinungstermin / AS: Anzeigenschluss

Anzeigenindex

Euresys SA 33
Kowa Optimed Deutschland GmbH 15
Landesmesse Stuttgart GmbH 11
Lucid Vision Labs Inc 2
Matrix Vision GmbH 19
MVTec Software GmbH ..... Titel
Opto GmbH 21
Rauscher GmbH 3
Vision Ventures GmbH 25
wenglor sensoric GmbH 41

Impressum

VERLAG/POSTANSCHRIFT:
Technik-Dokumentations-Verlag
TeDo Verlag GmbH®
Postfach 2140, 35009 Marburg
Tel.: 06421/3086-0, Fax: -180

info@invision-news.de
www.invision-news.de

LIEFERANSCHRIFT:
TeDo Verlag GmbH
Zu den Sandbeeten 2
35043 Marburg

VERLEGER & HERAUSGEBER:
Dipl.-Ing. Jamil Al-Badri †
Dipl.-Statist. B. Al-Scheikly (V.i.S.d.P.)

REDAKTION:
Dr.-Ing. Peter Ebert (peb),
Georg Hildebrand (Marktübersichten, ghl)

WEITERE MITARBEITER:
Tamara Gerlach, Lukas Liebig,
Lena Krieger, Kristine Meier, Melanie Novak,
Florian Streitenberger, Natalie Weigel,
Melanie Völk, Sabrina Werking

ANZEIGENLEITUNG:
Markus Lehnert

ANZEIGENDISPOSITION:
Christina Jilg
Tel. 06421/3086-0
Es gilt die Preisliste der Mediadaten 2020

GRAFIK & SATZ:
Julia Marie Dietrich, Tobias Götze,
Torben Klein, Kathrin Hoß,
Patrick Kraicker, Ann-Christin Lölkes,
Nadin Rühl, Thies-Bennet Naujoks

DRUCK:
Offset vierfarbig
Dierichs Druck+Media GmbH & Co. KG
Frankfurter Straße 168, 34121 Kassel

ERSCHEINUNGSWEISE:
6 Druckausgaben + 3 ePaper für das Jahr 2020

BANKVERBINDUNG:
Sparkasse Marburg/Biedenkopf
BLZ: 53350000 Konto: 1037305320
IBAN: DE 83 5335 0000 1037 3053 20
SWIFT-BIC: HELADEF1MAR

GESCHÄFTSZEITEN:
Mo.-Do. von 8.00 bis 18.00 Uhr
Fr. von 8.00 bis 16.00 Uhr

JAHRESABONNEMENT: (6 Ausgaben)
Inland: 36,00€ (inkl. MwSt. + Porto)
Ausland: 48,00€ (inkl. Porto)

EINZELBEZUG:
7,00€ pro Einzelheft (inkl. MwSt., zzgl. Porto)

ISSN 2199-8299
Vertriebskennzeichen 88742

Hinweise: Applikationsberichte, Praxisbeispiele, Schaltungen, Listings und Manuskripte werden von der Redaktion gerne angenommen. Sämtliche Veröffentlichungen in inVISION erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt. Alle in inVISION erschienenen Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Reproduktionen, gleich welcher Art, sind nur mit schriftlicher Genehmigung des TeDo Verlages erlaubt. Für unverlangt eingesandte Manuskripte u.ä. übernehmen wir keine Haftung. Namentlich nicht gekennzeichnete Beiträge sind Veröffentlichungen der Redaktion. Haftungsausschluss: Für die Richtigkeit und Brauchbarkeit der veröffentlichten Beiträge übernimmt der Verlag keine Haftung.

© Copyright by TeDo Verlag GmbH, Marburg.

Join now!

Bild: ©MicroOne/stock.adobe.com

inVISION TechTalks

One Topic – Three Companies – One Hour

2021

Date	Topic
09. February, 2 PM (CET)	Deep Learning
16. February, 2 PM (CET)	Robot Vision
23. February, 2 PM (CET)	Embedded Vision
02. March, 2 PM (CET)	Bin Picking
09. March, 2 PM (CET)	Machine Vision Cameras
16. March, 2 PM (CET)	Optics & Lenses
23. March, 2 PM (CET)	High-Speed-Vision
30. March, 2 PM (CET)	Code Reader
06. April, 2 PM (CET)	Surface Metrology
13. April, 2 PM (CET)	Profile Sensors
...	

Find more Topics on our Homepage!

Language: English
Host: Dr.-Ing. Peter Ebert, Editor in Chief inVISION

Free Registration at **invision-news.com/techtalks**