

WILEY

20. JAHRGANG
NOVEMBER
2019

6

inspect

WORLD OF VISION

www.inspect-online.com

76 963



TITELSTORY

Künstliche Intelligenz

Die Fakten zwischen Hype
und Horror

Märkte & Management

Die Gewinner des
inspect award 2020
S. 8

Vision

Weniger Blendung
durch Polarisationsfilter
S. 28

Vision

Optische Sensoren
bewerten Produktqualität
S. 34

WILEY

Gute Produkte werden
aus guten Ideen gemacht!

© Alexandr Mitnac / Hein Nouwens - stockadobe.com



inspect – WORLD of VISION steht für die im Markt führende Fachzeitschrift inspect, die Online-Plattform inspect-online.com sowie die zweimal jährlich erscheinende Ausgabe inspect international in Englisch.

Wir berichten über alle Facetten der industriellen Bildverarbeitung, darunter

neben den Basics auch Trend- und Zukunftsthemen wie Deep Learning, KI, Embedded Vision oder Robotik. Wir informieren über die WORLD of VISION.

Ein kostenfreies Probe-Exemplar erhalten Sie unter: contact@inspect-online.com.

inspect

www.inspect-online.com

Zu große Labels verdecken die Sicht



Vor einigen Jahren habe ich einmal in einem Artikel zum Thema Industrie 4.0 angemerkt, dass vor lauter Marketinggeklingel die Techniker kaum mehr zu hören sind. Denn zu Beginn dieses Jahrzehnts kam der Hype gerade richtig ins Rollen und jeder wollte dabei sein. Die logischerweise dürftigen Anwendungsbeispiele wurden durch sich gegenseitig übertrumpfende Nutzenversprechen ausgeglichen. Kein Beratungsunternehmen, das nicht einen Milliarden- und Abermilliardenmarkt voraussagte – und damit kräftig verdiente. Zudem gab es kaum ein Unternehmen, das kein Industrie-4.0-fähiges

und -nötiges Produkt im Portfolio hatte. Und falls nicht, musste es eben eine Smartphone-App richten. Hauptsache, man hatte irgendetwas vorzuweisen.

Zum Glück ist es hier mittlerweile deutlich ruhiger geworden. Seit ein paar Jahren schreitet die industrielle Vernetzung in den Unternehmen spürbar und stetig voran, und zwar über die Ebenen innerhalb der Automatisierungspyramide hinweg. Zudem kommen nun die Marketingprofis häufig auch ohne das Label Industrie 4.0 aus. Wunderbar.

Dieselbe Entwicklung erhoffe ich mir von der Künstlichen Intelligenz und Techniken wie Deep Learning. Denn spannend ist es natürlich, wenn sich Geräte quasi von selbst auf eine geänderte Situation einstellen – etwa bei Greifaufgaben von Schüttgütern. Auch in der Qualitätssicherung klingt es verständlicherweise verlockend, Gut- von Schlechtheiten zu unterscheiden, ohne zuvor jedes Merkmal von Hand markiert zu haben.

Aber auch hier ist natürlich noch ein weiter Weg zu gehen. Doch es ist auf jeden Fall Musik drin, wie man so schön sagt. Und ich freue mich, der Melodie weiter zu lauschen.

Viel Spaß beim Lesen dieser Ausgabe!

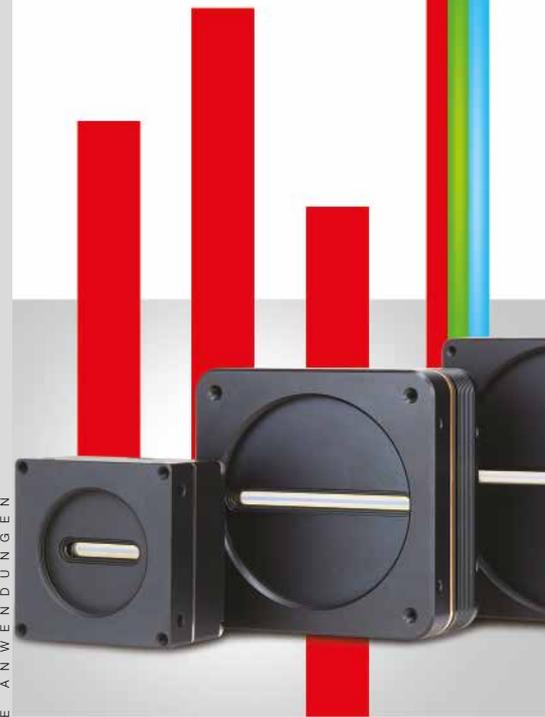
David Löh

Stv. Chefredakteur der inspect



Seit ein paar Jahren schreitet die industrielle Vernetzung in den Unternehmen spürbar und stetig voran«

VIEWWORKS



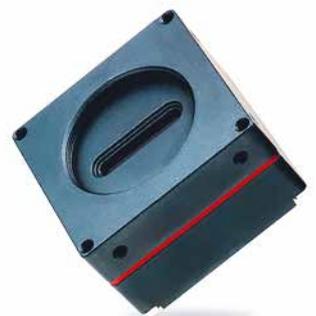
Zeilenkameras schnell & hochempfindlich

Vieworks Hybrid-Sensoren vereinen CCD & CMOS Technologie für optimale Bildqualität & Performance

Auflösungen von 2k bis 23k
GigE Vision, Camera Link, CoaXPress

monochrom und RGB color
Sonderversion 16k Multispektral

Vieworks eigene VTDI Sensortechnologie und modernes Kameradesign für alle anspruchsvollen Anwendungen





14 Titelstory: Die KI entwirren
Kleine Geschichte der Künstlichen Intelligenz

32 Meister der Codes



30 Parallel und strukturiert

Inhalt

Topics

- 3 Editorial**
Zu große Labels verdecken die Sicht
David Löh
- 59 Index/Impressum**

Titelstory

- 14 Die KI entwirren**
Kleine Geschichte der Künstlichen Intelligenz
Bruno Ménard

Märkte & Management

- 8 Und die Gewinner sind...**
inspect award 2020
- 10 Technologietag für die industrielle Qualitätssicherung**
Nachbericht 12. Technologietag der Fraunhofer Allianz Vision
David Löh
- 11 Einmaliger Branchentreff**
Nachbericht Embedded Vision Europe 2019
David Löh
- 12 Dynamischer Markt Industrielle Bildverarbeitung**
Marktentwicklungen und Trends zur Vision 2020
Amelie Brübach

Basics

- 18 20 Jahre Bildverarbeitungstechnologie**
Die wesentlichen Technologien sortiert nach Kategorien
Bernd Jähne
- 22 Einstieg in die Bildverarbeitung**
Vision-Sensoren: entscheidungsfreudige Kameras in kompaktem Gehäuse
Michael Steinicke
- 24 Sensorübersicht Monokameras Teil 1**
- 27 Produkte**

Vision

- 28 Weniger Blendung**
Blendung lässt sich mithilfe von Polarisationsfiltern beseitigen
Stephane Clauss
- 30 Parallel und strukturiert**
Parallel Structured Light-Technologie übertrifft 3D
Andrea Pufflerová, Marcel Švec, Ivan Zatkuliak
- 32 Meister der Codes**
Ein Einblick in den Markt von 2D-Code-Lesegeräten
David Löh
- 34 Imaging Module und AI**
Optische Sensoren zur automatischen Bewertung der Produktqualität
Markus Riedi

- 36 Lückenlose Beweisführung**
Smart-Kamera als modularer Nachrüstatz zur Nachweisbarkeit von Sendungen
Ulli Lansche
- 38 Zuverlässige Erkennung bei kürzeren Zykluszeiten**
Embedded-Sensoren der neuesten Generation steigern die Prozesseffizienz beim „Griff in die Kiste“
Nicole Ruffer
- 40 Interview mit Tolga Sarraf, Vertriebsleiter für 3D-Produkte bei Isra Vision**
Nicole Ruffer
- 41 Produkte**
- 42 Bildverarbeitung als Motor für Industrie 4.0**
Unternehmen entwickelt Standardprüfzelle für die industrielle Bildverarbeitung
Linda Rosenbaum

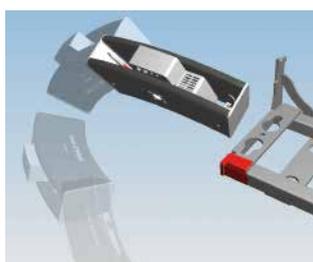
Control

- 44 Analyse eines Meisterwerks**
Wie ein Röntgenfluoreszenz-Spektrometer die Geheimnisse der *Nachtwache* aufdeckt
Daniela Habel, Roald Tagle Berdan, Falk Reinhardt
- 46 Kein Griff zur Flasche nötig**
Automatisierte Leergutkontrolle
Christian Kämmerer

46 Kein Griff zur Flasche nötig



54 Übereinandergelegt



48 Bestandsaufnahme
Zerstörungsfreie Prüf-
lösung kombiniert 3D-
Scanner und Bewertungs-
Software für die Inspektion
von Rohrleitungen
Jerôme-Alexandre Lavoie

51 Produkte

Future

52 Machine Vision
lernt denken
Deep Learning in der
industriellen Bildver-
arbeitung
Teil 1
Johannes Hiltner

ROBOTIK

54 Übereinandergelegt
Digitale Modelle ermög-
lichen Montageassistenz
und -prüfung bei kleinen
Losgrößen und hoher
Variantenvielfalt
Dirk Berndt, Steffen Sauer,
Thomas Dunker

AR/VR

57 VR/AR-Clusterbildung
Networking im Umfeld
Virtueller und Erweiterter
Realität
Christoph Runde

Partner von:



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

WILEY



Konfokale Sensorsysteme für Weg, Abstand und Dicke

Mehr Präzision: Höchste Genauigkeit und Dynamik für alle Oberflächen

- Hochpräzise Weg- und Abstandsmessung
- Dickenmessung von Glas und transparenten Objekten
- Unübertroffenes Sensorportfolio
- Extrem kleiner Messfleck zur Erfassung kleinster Teile
- Schnellste Messrate weltweit: 70 kHz
- Einfache Bedienung über Webbrowser



sps Besuchen Sie uns
SPS / Nürnberg
Halle 7A / Stand 130

Tel. +49 8542 1680
www.micro-epsilon.de/konfokal

Basler und Drag & Bot starten gemeinsames Integrationsprojekt

In einem gemeinsamen Projekt von Basler mit Drag & Bot wurden Baslers 2D-Kameras in die grafische Roboterprogrammiersoftware Drag&Bot integriert. Durch die Einbindung der pylon Camera Software Suite von Basler in die Drag&bot-Software ist es nun möglich, Basler 2D-Kameras in Roboterapplikationen intuitiv zu bedienen. Ein zweites Ergebnis der Kooperation ist ein verbesserter Treiber für 2D-Kameras von Basler für das Open Source Framework ROS. www.baslerweb.com



Polytec übernimmt Vertrieb von Micron Optics

Polytec übernimmt den Vertrieb der Produkte von Micron Optics, einem US-amerikanischen Hersteller optischer Sensorik auf Basis der Faser-Bragg-Technologie. Das Unternehmen wurde kürzlich vom US-Unternehmen Luna übernommen. Da Polytec bereits seit dem Jahr 2006 den Deutschlandvertrieb für Luna übernimmt, lag es nahe, die Zusammenarbeit auch auf Micron Optics auszuweiten.

Die optischen Messgeräte von Micron Optics kommen unter anderem in den Branchen Infrastruktur, Energie, Transport, Medizin und Industrie zum Einsatz. Polytec bietet nun Anwendungsberatung, Machbarkeitsstudien, Vertrieb und Service für Luna- und Micron-Optics-Produkte in Deutschland.

www.polytec.com



Mitutoyo Deutschland stellt neuen Geschäftsführer vor

Wolfgang Zeller wird neuer Geschäftsführer der Mitutoyo Deutschland GmbH. Der Wirtschaftsingenieur und Master of Business Administration (University of Michigan, USA) war zuletzt für das international tätige Großhandelsunternehmen Hoffmann GmbH Qualitätswerkzeuge tätig. Laut eines Unternehmenssprechers bringt er 25 Jahre Erfahrung in den globalen Märkten für Messtechnik und Werkzeuge mit.

www.mitutoyo.de

Events

WANN / WO	WAS / WER / INFO
19. November 2019 Schwäbisch Hall	Virtuelle Techniken im Sondermaschinenbau, 3D-Menschmodelle / Ergonomiebetrachtung Virtual Dimension Center (VDC) Fellbach https://www.xing.com/events/virtuelle-techniken-sondermaschinenbau-2131954
26.-27. November 2019 München	Licht- und Displaymesstechnik in Theorie und Praxis Instrument Systems Optische Messtechnik https://www.instrumentsystems.de/news-messen/seminar_lichtmesstechnik/
26.-28. November 2019 Nürnberg	SPS smart production solutions Mesago Messe Frankfurt Die SPS bildet das komplette Spektrum der smarten und digitalen Automation ab – vom einfachen Sensor bis hin zu intelligenten Lösungen, vom heute Machbaren bis hin zur Vision einer umfassend digitalisierten Industriewelt. Der Fokus liegt dabei auf praxisnahen Lösungen. www.sps.mesago.com
27. November 2019 Gießen	Werth-Techniktage: Taster – Optik – Röntgentomografie Werth Messtechnik www.werth.de/techniktage
04.-05. Dezember 2019 Karlsruhe	Seminar mit Praktikum: Inspektion und Charakterisierung von Oberflächen mit Bildverarbeitung Fraunhofer Vision Allianz https://www.vision.fraunhofer.de
10. Dezember 2019	Erscheinungstermin inspect Buyers Guide 2020 www.inspect-online.com

Kompetenzzentrum für Sensorik und Messtechnik auf der SPS

Der AMA Verband für Sensorik und Messtechnik präsentiert sich mit seinen Mitgliedern auf der SPS smart production solutions im AMA Zentrum vom 26. bis 28. November in Nürnberg. Das AMA Zentrum in Halle 4A ist das Kompetenzzentrum für Sensorik und Messtechnik und bietet Messebesuchern neben einem Überblick auch einen fachlichen Austausch über die Basiselemente der Automatisierung an. Im AMA-Zentrum finden Interessenten neun Aussteller mit breiter Angebotspalette, von der einzelnen Komponente bis hin



zu schlüsselfertigen Mess- und Prüfsystemen.

Der Verband rundet das Angebot mit dem Branchenführer ab, der die 1.000 Produkt- und Dienstleistungskategorien seiner 450 Mitglieder aus Industrie und Wissenschaft abbildet. Als Broschüre ist er im Zentrum in Halle 4A und online kostenfrei erhältlich.

www.sensor-test.de

Erfolgreiche Europatournee des Technologieforums Bildverarbeitung

Bereits zum vierten Mal veranstaltete Stemmer Imaging sein Technologieforum Bildverarbeitung. Bildverarbeitungsexperten und -interessierte konnten sich dabei europaweit über aktuelle Branchentrends austauschen und informieren. Mit mehr als 1.000 Besuchern in Deutschland, den Niederlanden und Frankreich war der Veranstalter mit dem Tour-Auftakt zufrieden. Weitere Stopps waren Schweden und Großbritannien.

Experten informierten die Teilnehmer in sechs parallelen Vortragsblöcken zu Trendthemen wie Industrie 4.0, Embedded Vision, Machine Learning, 3D-Bildverarbeitung oder die Möglichkeiten der spektralen Bildverarbeitung. Grundlagenvorträge zu verschiedenen Aspekten der Technologie ermöglichten Einsteigern, sich einen Überblick in kurzer Zeit zu verschaffen. Zwischen den Vorträgen hatten die Teilnehmer Gelegenheit, sich in der begleitenden Ausstellung über Neuentwicklungen zu informieren und Lösungsoptionen für diverse Aufgabenstellungen zu diskutieren.



www.stemmer-imaging.com

Neuer Leiter für Zeiss Research Microscopy Solutions

Am 1. Oktober 2019 hat Dr. Michael Albiez (43) bei Zeiss die Leitung des Strategischen Geschäftsbereichs Research Microscopy Solutions (RMS) übernommen. Zudem wurde er zum Vorsitzenden der Geschäftsführung der Carl Zeiss Microscopy GmbH berufen.

Albiez folgt damit auf Dr. Markus Weber (46), der am 1. Oktober 2019 zum Leiter der Sparte Semiconductor Manufacturing Technology und in den Vorstand der Carl Zeiss AG berufen wurde.

Albiez wurde im Jahr 2018 als Chief Operations Officer (COO) Mitglied des RMS-Führungsteams und Leiter des Standorts in Jena. Zuvor verantwortete er das Product Center Electron Microscopy. Unter seiner Führung haben sich das Ge-



schäftsvolumen sowie die Profitabilität der Zeiss-Elektronenmikroskopie sehr gut entwickelt. Seit März 2019 leitet Albiez derzeit auch das Product Center der Lichtmikroskopie.

www.zeiss.de

ÜBERFLIEGER



Smarte Industriekameras für mehr als nur Bilder – echter Mehrwert auch für Ihre Anwendung. Inspirieren lassen auf:
www.mv-ueberflieger.de

MATRIX VISION GmbH
Talstr. 16 · 71570 Oppenweiler
Tel.: 071 91/94 32-0



ERKENNEN ANALYSIEREN. ENTSCHEIDEN





inspect
award 2020

Und die Gewinner sind...

inspect award 2020

Das Bewerberfeld war stark, folglich blieb zwischen den Nominierten wenig Raum. Doch letztlich trafen die Leser der inspect eine Wahl und kürten je einen Gewinner aus den Kategorien „Vision“ und „Automation + Control“.

In beiden Kategorien war es ein heißes Kopf-an-Kopf-Rennen, sodass bis zum Schluss nicht klar war, wer letztlich den Sieg davontragen würde. Doch letztlich list die Auszählung

mit modernen technischen Mitteln in Sekunden erledigt. Daher bleibt der Redaktion der inspect nur noch eins, nämlich den Gewinnern herzlich zu gratulieren. Im Folgenden

werden die Preisträger kurz beschrieben. Eine ausführlichere Berichterstattung folgt in den kommenden Ausgaben zu jedem einzelnen Gewinner.

Die Gewinner der Kategorie Vision

Erster Platz: Vision Engineering



Digitales stereoskopisches 3D-Display: Deep Reality Viewer

Es ist das weltweit erste echte digitale Stereo-3D-Display mit integriertem Mikroskopmodul. Der Deep Reality Viewer (DRV) bietet dem Anwender neben zahlreichen ergonomischen Vorteilen den ersten Bildausschnitt auf einem digitalen 3D-Display im Breitbild-Format und gewährleistet gleichzeitig die vollständige Interaktion mit anderen Anwendern oder Remote-Usern in ortsentfernten Umgebungen (an einem zweiten DRV-System) oder komplementären Analysegeräten. DRV hat für Unternehmen mit mehreren Standorten somit den besonderen Vorteil, dass sie Echtzeit-Full-HD-3D-Stereobilder für mehrere Benutzer an verschiedenen Standorten gleichzeitig zur Verfügung stellen können. Dies wird zunehmend wertvoller für die Rückmeldung/Kommunikation entlang der gesamten Lieferkette.

Zweiter Platz: Imago Technologies



Linux-basierte Smartkamera mit Event-Based Sensor

Linux-basierte Smartkamera mit neuem Event-Based Sensor, Dual-Core ARM Cortex-A15 CPU, Accelerator, GBit/s Ethernet und digitalen IO.

Der neue Kamerasensor reagiert pixel-individuell nur auf Bewegungsänderungen und reduziert hierdurch massiv redundante Daten, z.B. vom Hintergrund. Jeder Pixel ist in der Lage, Bewegungsänderungen bis in den kHz-Bereich zu übermitteln. Schnellste Bewegungsanalysen und Klassifikationen sind damit möglich. Durch die hohe Datenreduktion ist in der Smartkamera schon ausreichend Rechenleistung vorhanden, um eine gesamte Anwendung auf dem integrierten Linuxrechner ablaufen zu lassen. Bewegungsinformationen werden auch zwischen sonst üblichen festen Abstraten von Highspeed-Kameras geliefert. Bisherige Highspeed-Anwendungen werden durch nur eine Smartkamera ersetzt.

Dritter Platz: Edmund Optics



Objektive für APS-C Sensoren: CA-Serie

Mit der CA-Serie entwickelte Edmund Optics eine Objektivreihe speziell für das neu aufkommende APS-C Sensorformat mit 28 mm Diagonale. Besonders hervorzuheben ist der verwendete TFL-Mount, der mit einem M35 x 0,75 Gewinde bei 17,526 mm Auflagemaß als großer Bruder des für kleinere Sensoren etablierten C-Mounts betrachtet werden kann. Verglichen mit den bereits etablierten Objektivanschlüssen bietet der TFL-Mount folgende Vorteile: Zunächst ist der TFL-Mount insbesondere im Vergleich mit dem weit verbreiteten F-Mount durch den Schraubverschluss deutlich stabiler und somit besser für industrielle Anwendungen geeignet. Weiterhin ermöglicht der TFL-Mount das Design von kompakteren Objektiven gegenüber den größeren F-Mount- oder M42-Objektiven, die auch für Vollformatsensoren mit 43,3 mm Diagonale eingesetzt werden. Außerdem ist der TFL-Mount von der Japan Industrial Imaging Association (JIIA) standardisiert.

Die Gewinner der Kategorie Automation + Control

Erster Platz: Keyence Deutschland



3D-Koordinatenmessgerät: XM-1200

Die Modellreihe XM ist ein mobiles 3D-Koordinatenmessgerät. Die Messung erfolgt über einen handgeführten Mess-taster, der per Infrarotsignal mit einer speziellen Kamera kommuniziert. Über die Infrarotmesspunkte auf dem Taster kann die Kamera die exakten Koordinaten ermitteln. Das breite Sichtbild und die freie Handhabung des Messtasters erlauben eine hohe Flexibilität bei 3D-Messungen. Die All-in-One-Bauweise ermöglicht es, das Gerät in den Prozess mit-einzubeziehen. Das XM kann auf einem mobilen Rollwagen in der Fertigung, auf einem Schreibtisch oder in einem Messraum eingesetzt werden. Ein klimatisierter Messraum ist nicht nötig. Softwareseitig nutzt das Gerät Augmented Reality und erhöht damit die Benutzerfreundlichkeit drastisch.

Zweiter Platz: GOM



Messtechnik-Computer-Tomograf: GOM CT

Um bei der Bauteildigitalisierung eine hohe Detailschärfe zu erreichen, wurden die Komponenten des GOM CT perfekt aufeinander abgestimmt: Ein kontraststarker 3k-Röntgen-detektor erzeugt ein Pixelraster von 3008 x 2512 Pixel und legt damit den Grundstein für das hochpräzise Erfassen des Bauteils. Eine 5-Achs-Kinematik mit integriertem Zen-triertisch erleichtert es dem Benutzer, das Bauteil optimal im Messvolumen zu positionieren, sodass die Messung immer in der bestmöglichen Auflösung durchgeführt wird. Praktisch dabei: Innerhalb des Messfelds mit einem Durch-messer von 240 mm und einer Höhe von 400 mm können auch mehrere Objekte gleichzeitig gemessen werden, was Durchlaufzeiten weiter reduziert.

Dritter Platz: Ametek, Division Creaform



Portabler 3D-Scanner: Handyscan Black

Der Handyscan Black ist ein handgeführter 3D-Scanner, für dessen Betrieb weder ein Stativ noch ein externes Tracking-gerät erforderlich ist. Er passt in einen kleinen Transport-koffer, sodass er überall problemlos hintransportiert werden kann und ist in weniger als zwei Minuten einsatzbereit. Dieses eigenständige Gerät verfügt über mehrere blaue Laser-kreuze und eine automatische Netzgenerierung, die einen schnelleren Arbeitsablauf vom Setup über den Scan bis hin zur Datei ermöglicht. Der Scanner ist vielseitig einsetzbar und kann alle Arten von Teilen messen, unabhängig von Grö-ße, Material, Komplexität und Oberflächengüte – von kleinen Zahnrädern bis zu kompletten Fahrzeugen. Er erreicht eine Genauigkeit von 0,025 mm.

sps
smart production solutions
26.-28.11.2019
Besuchen Sie uns in
Halle 4A, Stand 126.

Aktuelle!!!

Könnte es sein, dass Sie sich auch für besonders schnelle, robuste, leichte, individuelle und günstige Infrarot-Thermometer und Infrarotkameras zur be-rührungslosen Temperaturmessung von -50°C bis $+3000^{\circ}\text{C}$ interessieren? Schauen Sie doch mal rein: www.optris.de

Wie Sie es auch drehen und wenden:
Unsere flexiblen VGA-Infrarotkameras
mit USB ermöglichen das problemlose
Zusammenspiel mit Tablet-Computern.



Innovative Infrared
Technology

optris
infrared measurements



© David Löh/inspect

Technologietag für die industrielle Qualitätssicherung

Nachbericht 12. Technologietag der Fraunhofer Allianz Vision

Der 12. Technologietag der Fraunhofer-Allianz Vision fand in Fürth statt. Neben 22 Impulsvorträgen und 16 Ausstellern boten die zwei Veranstaltungstage auch eine Führung durch das Technikum des Entwicklungszentrums Röntgentechnik (EZRT) inklusive einem Blick auf das XXL-CT-System.

Am 23. und 24. Oktober 2019 drehte sich in Fürth alles um die industrielle Bildverarbeitung. Die Fraunhofer Allianz Vision lud zum 12. Mal zum Technologietag ein, der diesmal in den Hallen des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen (IIS) stattfand. Die Teilnehmer bekamen ein Programm, vollgepackt mit 22 Kurzvorträgen und eine begleitende Fachausstellung. Oben drauf gab es die seltene Gelegenheit, das Technikum des Entwicklungszentrums Röntgentechnik (EZRT) zu besuchen, das zum IIS gehört. Bestandteil der Tour war die 400 m² große Halle, in dem sich das sogenannte XXL-CT-System befindet. Dieser besteht im Wesentlichen aus zwei 8 m hohen Manipulationstürmen, einem Drehteller von 3 m Durchmesser sowie 3 t schweren Röntgenquellen und zwei Detektoren. Mit dem Gerät lassen sich beispielsweise Pkws an einem Stück durchleuchten.

Oberflächen schnell oder flexibel prüfen

Aber zurück zu den Vorträgen: Nach einer kurzen Einführung durch Michael Sackewitz, Koordinator der Fraunhofer-Allianz Vision und Leiter der Geschäftsstelle, ging es gleich los mit den fachlichen Inhalten. Den Anfang

machte Chia-Wei Chen mit dem Thema „Retroreflex-Ellipsometer zur Charakterisierung von Oberflächen. Das Spannende an dem Messgerät, das das Team entwickelte, ist, dass es auch gekrümmte Oberflächen vermessen und prüfen kann, ohne zuvor die exakte Position des Objekts zu bestimmen. Der reflektierte Laserpunkt wird in einem Bereich vom +/- 30° erfasst. Entsprechend sind Neigungsänderungen unkritisch, ebenso der Abstand zwischen Sensor und Objekt.

Ein anderer Beitrag stellte ein System für die lückenlose Oberflächenprüfung von Objekten im freien Fall vor. Daniel Carl vom Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik (IPM) erläuterte, wie sich beispielsweise Schüttgüter schnell inline prüfen lassen, wofür beispielsweise ein Roboter nicht infrage käme. Stattdessen kommt eine Ulbrich-Kugel zum Einsatz, in der sich 27 Kameras mit 5 MP und 80 LEDs mit jeweils 40 A befinden. Die zu vermessenden Bauteile fallen einfach durch die Kugel durch, mit einer Geschwindigkeit zwischen 2,8 und 3,5 m/s. Die dabei aufgenommenen Messdaten vergleicht das System mit hinterlegten CAD-Daten und kann so ohne vorheriges Einlernen etwa ein Teil pro Sekunde zum Beispiel auf Maßhaltigkeit oder Verschmutzungen prüfen.

Passgenaues Messsystem

Um Objekte multispektral zu vermessen, die sich in bekannter und stabiler Geschwindigkeit bewegen – etwa auf einem Förderband –, stellte Dr. Michael Schöberl vom Fraunhofer IIS ein sequenzielles Bildgebungsverfahren vor. Aus den durch die Bewegung verschobene Position und Wellenlängen muss das Bild zwar zunächst berechnet werden, jedoch lässt sich die Hardware zugleich leicht an die jeweilige Messaufgabe anpassen, ist vergleichsweise günstig und lässt sich auch bei hohen Bandgeschwindigkeiten einsetzen. Denn sowohl die Auswahl des Farbkanals als auch Beleuchtung und Kamera lassen sich spezifisch auf die Erfordernisse der Anwendungen ausrichten.

Weitere Vorträge der zweitägigen Veranstaltung drehten sich um Deep Learning, die Simulation optischer Sensoren oder die berührungslose Schichtdickenmessung sowie viele weitere spannende Themen. Und eines ist sicher: Bei den nächsten Technologietagen der Fraunhofer-Allianz Vision wird das Themenspektrum ähnlich breit und inhaltlich gehaltvoll sein. ■

AUTOR
David Löh

Stv. Chefredakteur der inspect

Die Fachkonferenz Embedded Vision Europe Ende Oktober in Stuttgart lässt sich als vollen Erfolg bezeichnen. Das Who-is-who der Branche war anwesend und nutzte die Gelegenheit der einzigen reinen Embedded-Vision-Konferenz für das Netzwerken und den fachlichen Austausch.



© EMVA

Einmaliger Branchentreff

Nachbericht Embedded Vision Europe 2019

Am 24. und 25. Oktober 2019 fand zum zweiten Mal die internationale Konferenz Embedded Vision Europe (EVE) statt. Organisiert von der European Machine Vision Association (EMVA), trafen sich 133 Teilnehmer auf dem Stuttgarter Messegelände, um sich zwei Tage lang fachlichen Input in Form von Vorträgen abzuholen sowie sich mit den anderen Teilnehmern zu vernetzen. Letzteres unterstützte der Veranstalter durch das Format der B2B-Meetings, zu denen sich die Teilnehmer via Webseite oder App gezielt verabreden konnten. Offenbar fanden diese Anklang, denn der dafür reservierte Bereich war stets gut gefüllt.

Vorträge mit fachlichem Tiefgang bei hoher Bandbreite

Aber auch die Vorträge und die Fachausstellung – wo unter anderem Baumer und SVS-Vistek anwesend waren – stießen auf großes Interesse seitens der Teilnehmer. Kein Wunder, ist die EVE doch laut EMVA die einzige Konferenz in Europa, die sich ausschließlich um die Embedded Vision dreht. Entsprechend waren in den Vorträgen namhafte Unternehmen zu finden. Darunter Intel, Micron oder Nvidia. Auf Seiten der Kamerahersteller waren unter anderem IDS, Vision Components und Allied Vision mit Vorträgen dabei. Die Bandbreite der Referate erstreckte sich von grundsätzlicheren Themen über Techno-

logiepräsentationen bis hin zu Software-Tools. So wurde geklärt, wie sich Künstliche Intelligenz in der Produktentwicklung einsetzen lässt, wie sich die Bildauswertung direkt in der Kamera beschleunigen lässt oder welche Hindernisse auftreten können beim Einsatz von Deep Learning in der Bauteilprüfung. ■

AUTOR
David Löh
Stv. Chefredakteur der inspect



Überträgt's?
WWW.EMTRON.DE

SICHERE STROMVERSORGUNG FÜR DIE VERLÄSSLICHE BILDÜBERTRAGUNG.

Wir verstehen Branchen und Anforderungen anwendungsbezogen und beraten unsere Kunden bei der spezifischen Auswahl von Stromversorgungen herstellerunabhängig.

KOMPETENZ, DIE ELEKTRISIERT.



Dynamischer Markt Industrielle Bildverarbeitung

Marktentwicklungen und Trends zur Vision 2020

Die Bildverarbeitung erobert immer mehr Anwendungsgebiete – im ständigen Einsatz für Qualität, Effizienz und Produktsicherheit – auch außerhalb der Fabriken. Laut aktuellen VDMA-Zahlen meldet die Bildverarbeitungsindustrie in Deutschland und Europa seit Jahren Umsatz- und Wachstumsrekorde. Zwischen 2013 und 2017 legte der Umsatz durchschnittlich um 13 Prozent pro Jahr zu.

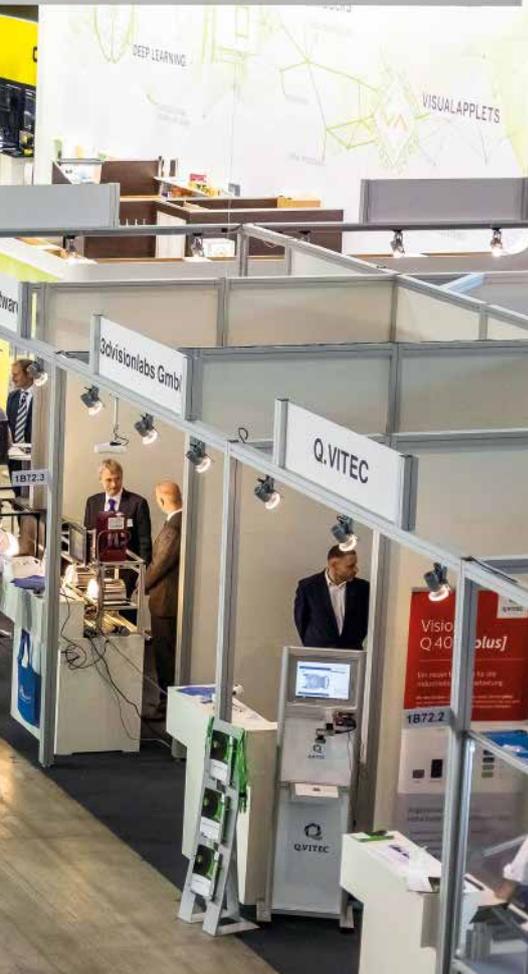
Innerhalb von nur 10 Jahren (2008 bis 2017) hat sich der Umsatz der Branche verdoppelt. Allein die deutsche Bildverarbeitungsindustrie verzeichnete 2017 einen neuen Rekordumsatz von 2,6 Mrd. Euro, das entspricht einem Plus von 18 Prozent. 2018 konnte die Branche noch einmal zulegen und erzielte ein Plus von 4 Prozent.

Mit Bildverarbeitungssystemen lernen Maschinen und Roboter das „Sehen“. Damit wird Bildverarbeitung zur Schlüsseltechnologie der Zukunft, die nicht nur im weltweiten

Automationswettbewerb der klassischen Industriezweige verstärkt zum Einsatz kommt, sondern auch außerhalb der Fabrikautomation zunehmend neue Branchen erobert. Verbesserte Qualität, höhere Zuverlässigkeit, mehr Sicherheit und Wirtschaftlichkeit sind Eigenschaften, die in den nicht-industriellen Einsatzfeldern ebenso gefragt sind wie in der Smart Factory der Zukunft.

Gleichzeitig ist der globale Bildverarbeitungsmarkt von einer enormen Dynamik gekennzeichnet: Ausgeprägte Mergers &

Acquisitions-Aktivitäten wurden seit Jahren für die Branche prognostiziert und in den vergangenen Wochen und Monaten scheinen diese zusehends in der Realität anzukommen. Waren zunächst insbesondere Image Sensorhersteller Veränderungen unterzogen, betrifft dies nun zunehmend auch Kamerahersteller. Die Branche ist permanent im Wandel und Unternehmen werden mit einem sich stetig veränderten Wettbewerbsumfeld konfrontiert. Zahlreiche Firmen bündeln Synergien und schließen sich



zusammen, um so auf neue Marktteilnehmer zu reagieren oder gemeinsam neue Systemlösungen anbieten zu können, über die einzelnen Komponenten hinaus.

Investitionen in die Bildverarbeitung

Des Weiteren haben Investorengruppen die strategische Bedeutung der Branche erkannt und investieren zunehmend in Bildverarbeitungsunternehmen. Zu den neuen Playern gehören zum Beispiel Kamera-Anbieter aus Asien, aber auch Automatisierungsfirmen, die nicht ursprünglich aus dem Bereich der Bildverarbeitung kommen. Diese Firmen haben die Attraktivität und Schlüsselrolle der Bildverarbeitungsbranche, etwa als Datenlieferant im Kontext von Industrie 4.0, erkannt und verfügen über die notwendige Unter-



Der globale Bildverarbeitungsmarkt ist von einer enormen Dynamik gekennzeichnet.«

www.inspect-online.com

nehmensgröße bzw. die R&D-Ressourcen. Kleine und mittelständische Bildverarbeitungsfirmen stehen hier vor großen Herausforderungen, die durch den anstehenden Generationenwechsel in vielen Unternehmen und fehlende Unternehmensnachfolger zusätzlich verschärft werden. Neben den aktuellen Markttendenzen sehen wir neue technologische Trendthemen, welche die Bildverarbeitung derzeit vorantreiben und mit denen ebenfalls ganz neue Player die Bühne der Bildverarbeitung betreten.

Wachstum für Vision 2020 in vielerlei Hinsicht erwartet

Diese Entwicklungen werden sich auch auf der kommenden Vision, der Weltleitmesse für Bildverarbeitung, vom 10. bis 12. November 2020 in Stuttgart widerspiegeln. Die Messe Stuttgart geht aktuell davon aus, das die Fachmesse sowohl in den Ausstellerzahlen, als auch in den Besucherzahlen weiteres Wachstum verzeichnen wird. Neue strategische Unternehmens-Allianzen werden sich in Stuttgart ebenso präsentieren wie Erstaussteller aus dem Bereich Smart Factory, die das Thema Bildverarbeitung nahtlos in die Automatisierung und die Welt der Maschinen-Steuerungen integrieren. Durch den Trend zu Embedded Vision ist es neuen Ausstellern, die sich mit Embedded-Systemen beschäftigen, möglich, ihr Portfolio und Know-how auf der Messe zu zeigen. Bildverarbeitung im nicht-sichtbaren Bereich, d.h. SWIR, Hyperspectral Imaging, Polarisationskameras und Thermografie, steht als weiteres Trendthema im Fokus. Darüber hinaus werden Start-Ups und Neugründungen aus Bereichen wie der Künstlichen Intelligenz und Deep Learning auf der Vision 2020 in noch größerem Umfang erlebbar. Ein weiterer spannender Themenkomplex ist das Thema Datensicherheit. Last but not least werden sich auf der Vision 2020 neben allen weltweiten Key-Playern aus dem Feld der Bildverarbeitungs-komponenten, erneut eine Vielzahl an Systemintegratoren und Lösungsanbietern präsentieren, die aus den Komponenten Systeme bauen und diese im Rahmen von Applikationslösungen in spezifischen Branchen implementieren. ■

AUTORIN

Amelie Brübach,
Kommunikationsleiterin

KONTAKT

Landesmesse Stuttgart GmbH, Stuttgart
Tel.: +49 711 185 60 0
info@messe-stuttgart.de
www.messe-stuttgart.de



Mehr Messvolumen und höhere Auflösung auf kleinem Raum:

Werth TomoScope® XS Plus



Lange Lebensdauer und geringe Betriebskosten
durch Röntgenröhre im Monoblock-Design

Höchste Auflösung bei hoher Leistung
durch Transmissionstarget

Zuverlässige und rückführbare Messergebnisse
durch normenkonforme Kalibrierung

Aufstellung nahezu überall möglich
durch kompakte Bauweise und geringes Gewicht

Mehr Informationen?
Kontaktieren Sie uns.
Wir beraten Sie gerne.

Telefon +49 641 7938-519

www.werth.de





Die KI entwirren

Kleine Geschichte der Künstlichen Intelligenz

Der am meisten verwendete und am wenigsten verstandene Begriff unserer technologischen Kultur braucht ein paar erklärende Worte.

Hatten Sie schon einmal das Gefühl, dass Sie das Thema Künstliche Intelligenz (KI) überwältigt; dass Sie dessen weitläufige Terminologie nicht vollständig erfassen; und dass Sie die falschen Begriffe verwenden, wenn Sie über KI sprechen? Und hatten Sie auch schon einmal den Verdacht, dass es anderen ebenso geht?

Falls Sie diese Fragen mit „Ja“ beantworten, sind Sie nicht allein. KI ist derzeit der wahrscheinlich beliebteste Begriff der technologischen Agenda und es umgibt ihn, wie häufig bei beliebten Begriffen, einen Schleier der Zweideutigkeit. Zumal sich die Bandbreite an Anwendungen vom freundlichen digitalen Assistenten auf dem Handy bis hin zur Genomikforschung im Labor erstreckt. Sie alle haben den praktischen Wert von KI bereits bestätigt. Ausgestattet mit Deep-Learning-Fähigkeiten haben KI-fähige Systeme verschiedene Möglichkeiten, um mit ihrer Umgebung zu interagieren:

- Die Verarbeitung natürlicher Sprache nutzt virtuelle Assistenten und Chat-

bots, um die menschliche Stimme und geschriebenen Text zu analysieren und darauf zu reagieren.

- Bildverarbeitung ermöglicht das Analysieren großer Bilderarchive durch Klassifizierungssystemen, zum Beispiel Google Fotos, sowie die Echtzeitinteraktion autonomer Fahrzeuge und Roboterassistenten mit ihrer Umgebung.
- Im Bereich Mensch-Roboter-Interaktion werden Lösungen für die Zusammenarbeit mit KI erforscht und entwickelt, und zwar in Form ausgefeilter, vom Gehirn inspirierter Gehirn-Computer-Schnittstellen oder mit physischen Teilen ausgestatteter Roboter.

Dennoch sind sich vermeintliche oder tatsächliche Experten, wie Forscher, Stellenvermittler und KI-Praktiker, bis heute bei vielen KI-bezogenen Fragen uneins. Dies ist einer der Gründe, warum das Thema für so viel Verwirrung sorgt. Um die Einzelheiten zu

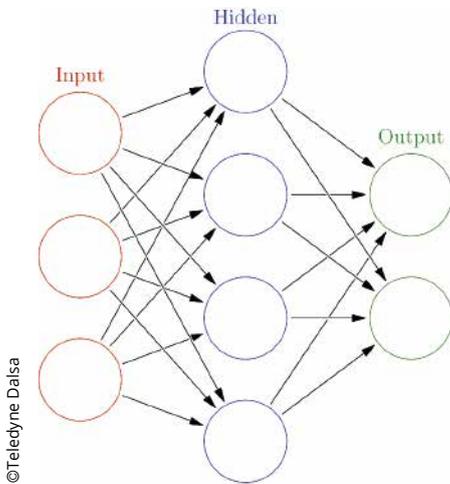
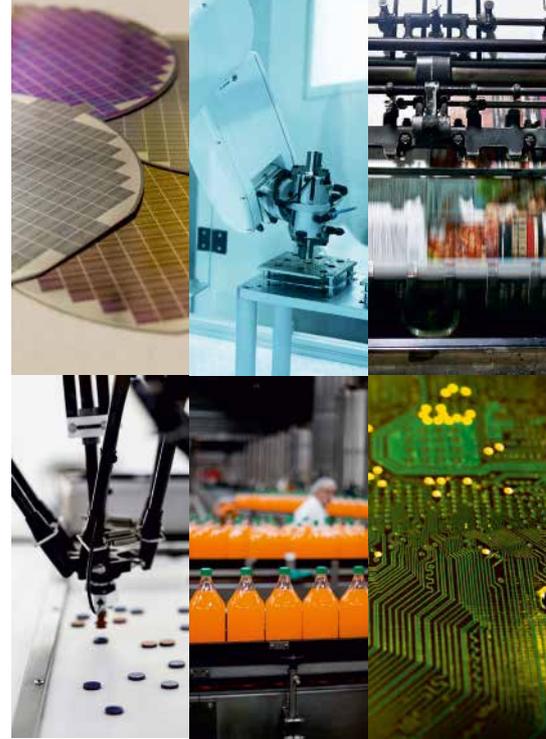
verstehen, müssen wir zuerst einen Schritt zurückgehen ...

Eine ganz kurze Geschichte der Künstlichen Intelligenz

Obwohl KI-Anwendungen erst seit Kurzem so viel von sich reden machen, erhalte man durch das alleinige Betrachten der neuesten Trends beim maschinellen Lernen ein unvollständiges Bild und würde diese Wissenschaft nur teilweise verstehen. Um zu begreifen, wie ein Computer zu seinen Ergebnissen kommt, müssen wir uns ein wenig in die Geschichte der Mensch-Maschine-Beziehung vertiefen.

Die Fähigkeit, uns künstliches Leben vorzustellen, ist viele tausend Jahre älter als die Fähigkeit, es herzustellen. Antike Mythen wie Talos, ein von den Göttern hergestellter Mann aus Bronze, der die Insel Kreta schützen sollte, deutet darauf hin, dass das Konzept des Roboters den Menschen schon seit Langem inspiriert und oft erschreckt hat.

Doch bevor wir uns mit der Umsetzung dieser Ideen befassen, drängt uns die Erfahrung mit dem eigenen menschlichen Intellekt



©Teledyne Dalsa

Ein künstliches neuronales Netz (KNN) ist, angelehnt an eine vereinfachte Anordnung der Neuronen im Gehirn, eine untereinander verknüpfte Gruppe von Knoten. Jeder kreisförmige Knoten stellt ein künstliches Neuron dar und ein Pfeil steht stellvertretend für eine Verbindung vom Ausgang des einen künstlichen Neurons zum Eingang eines anderen.

wahrscheinlich zu der Frage: Wenn Maschinen tatsächlich denken, welche Art Sprache verwenden sie dann?

Die Mathematik war schon lange die Sprache für logische Formeln, doch im 20. Jahrhundert ging es richtig zur Sache: Menschliche Sprachen hielt man für unvollständig und verwirrend. Mathematiker und Philosophen wie David Hilbert und Bernard Russell glaubten, dass eine mathematikbasierte Sprache notwendig war, um alle rationalen menschlichen Gedanken zu erfassen.

Erst im 20. Jahrhundert und mit dem Einzug von Alan Turing in die mathematische Logik führte die Suche nach dieser Sprache zum Bau einer theoretischen Maschine, die jedes ihr vorgestellte Logikproblem lösen konnte. Es war die Geburtsstunde der Informatik, deren Teilbereich die KI ist. Auf einem soliden mathematischen Fundament gegründet, das gelegentlich erschüttert wurde, gedieh die KI auch weiterhin und entwickelte sich dabei langsam weg von ihren rein mathematischen Wurzeln hin zu angewandten Ansätzen.

Die „künstliche Intelligenz“ als Begriff und Wissenschaft entstand 1956 im Dartmouth-Workshop. In einer wegweisenden Abhandlung definierten die Gründungsväter der KI sie als Streben nach dem Bau von Maschinen, die so intelligent sind wie wir: Sie „verwenden Sprache, bilden Abstraktionen und Konzepte, lösen alle Arten von Problemen,

die derzeit noch dem Menschen vorbehalten sind, und verbessern sich selbst.“

Industrie und Wissenschaft waren von dieser vielversprechenden Technologie zunächst begeistert. Doch weil die praktischen Schwierigkeiten mit der KI unterschätzt wurden, kam es zu einer unrealistischen Erwartungshaltung. Beispielsweise stellte 1966 einer der Gründer, Marvin Minsky vom MIT, zusammen mit Seymour Papert, ein paar Studierende im Grundstudium die Aufgabe eines „Sommervisionsprojekts“, bei dem eine Kamera mit einem Computer verbunden werden sollte, um Muster zu erkennen und sogar Objekte in einer Szenerie zu identifizieren. Auch 56 Jahre später ist diese Aufgabe noch lange nicht gelöst. Diese Ungleichheit zwischen Möglichkeit und Realität führte manchmal zu Enttäuschung und zur im Nachhinein als „KI-Winter“ bezeichnete Phase stark gekürzter Finanzmittel für dieses Forschungsgebiet.

Heutzutage floriert die KI-Forschung. Doch es gibt noch immer erhebliche Einschränkungen, die die Wissenschaftler überwinden müssen. Diese Einschränkungen zeigen sich primär, wenn die KI mit der physischen Welt interagiert, da Roboter blamabel schlecht bei einfachen Aufgaben abschneiden, wie beim Öffnen einer Tür. Obwohl wir die Geschichte nur im Nachhinein beurteilen können, bedeutet die Tatsache, dass der Turing-Preis vor Kurzem drei bekannten KI-Forschern verliehen wurde, dass die Wissenschaftswelt die KI als ausgereiften, etablierten Teilbereich der Informatik ansieht.

Was man unter „KI“ verstehen kann

Heutzutage hat sich die Definition der KI in zwei verwandte, jedoch deutlich abgegrenzte Konzepte entwickelt. „Starke KI“ ist ein eher philosophisches und anhaltendes Streben nach der Entwicklung von Maschinen mit einem Bewusstsein. „Schwache KI“ andererseits stellt einen praktischeren Ansatz dar. Hier sollen Computerprogramme dazu gebracht werden, ohne menschliche Anleitung eine Aufgabe gut zu erledigen, von der angenommen wird, dass sie eine gewisse Intelligenz voraussetzt.

Obwohl wir sagen können, dass moderne Anwendungen des maschinellen Lernens das Stadium der schwachen KI erreicht haben, ist dies bei starker KI noch lange nicht so weit. Dies liegt an einem Phänomen namens „KI-Effekt“: Tragen wir einer Maschine eine Aufgabe auf, die Denken erfordert, beispielsweise Schach, und die Maschine löst diese Aufgabe, nimmt man ihr die magische

VIEWWORKS NEW CAMERA

✓ 25 Megapixels
✓ 91.3 fps

- Latest CMOS global shutter image sensor (GMAX0505)
- Monochrome & Color models
- Compact size:
50 mm x 50 mm x 57 mm
- Cost-effective solution

CAMERA **Link** **CoaPress**



VC-25M

Aura, die sie zuvor umgeben hat, und erachtet das Ganze später als reine Mechanik. Rodney Brooks, der frühere Leiter des MIT Artificial Intelligence Laboratory: „Jedes Mal, wenn wir eine weitere Lösung gefunden haben, ist es nicht mehr magisch. Wir sagen, „Ach, es ist nur eine Berechnung.“ Oder Larry Tesler, der im Stanford Artificial Intelligence Laboratory sowie bei Xerox PARC, Apple und Amazon gearbeitet hat: „Intelligenz ist all das, was Maschinen noch nicht getan haben“.

Gibt es einen Unterschied zwischen maschinellem Lernen und Statistik?

Das könnte eine kontroverse Frage sein, wie man sie in Online-Frage-Antwort-Foren findet, wo Definition und Inhalte des jungen und immer größer werdenden Bereichs des maschinellen Lernens (ML) heiß diskutiert werden. Statistiker charakterisieren ML häufig als glorifizierte Statistik, während ML-Praktiker die Statistik als veraltete Wissenschaft der Unbrauchbarkeiten bezeichnen. Die Wahrheit liegt, wie immer, irgendwo in der Mitte.

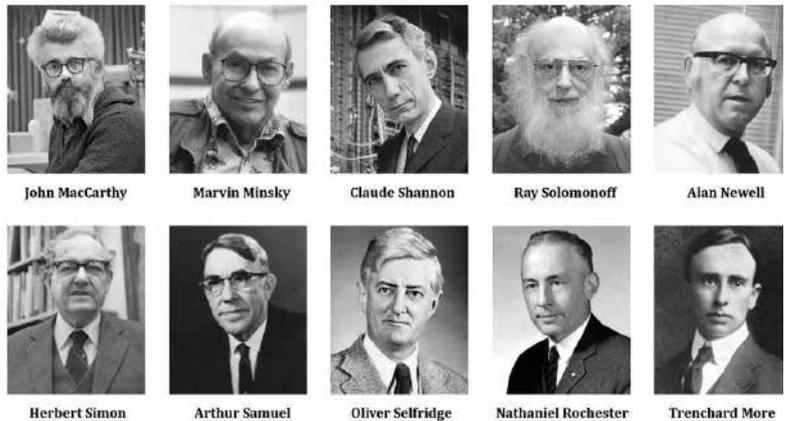
Maschinelles Lernen beruht auf der Statistik und verwendet bislang noch viele ihrer Werkzeuge. Das ist nur natürlich, da es das Ziel des ML ist, große Datenmengen zu analysieren, ihre statistischen Eigenschaften abzuleiten und daraus zu lernen, wie ähnliche Probleme im Zukunft gelöst werden könnten.

Nichtsdestotrotz hat sich die Forschung zum maschinellen Lernen weiter spezialisiert, da sich das Problem, einer Maschine das Lösen von Problemen beizubringen, in vielerlei Hinsicht von klassischen Fragestellungen in der Statistik unterscheidet. Während in der Statistik für gewöhnlich theoretische Probleme unter unrealistischen Annahmen gelöst werden, legt maschinelles Lernen den Fokus auf die Anwendung. Daher sind Aspekte wie Rechenaufwand, eine endliche Größe der verfügbaren Daten und Techniken für mehr Effizienz bei der Ausführungszeit, wie Parallelisierung anhand von GPUs (Graphical Processing Units) und



Von einem künstlichen Neuronalen Netz erzeugte künstliche Katzenbilder

1956 Dartmouth Conference: The Founding Fathers of AI



©scienceabc.com

spezialisierte Softwarebibliotheken, die Eckpfeiler der heutigen Forschung zum maschinellen Lernen.

Wann wurde aus maschinellem Lernen Deep Learning?

Der Übergang vom maschinellen Lernen zum Deep Learning fand 2006 statt, wie die Heilige Schrift des Deep Learning berichtet. Obwohl der Begriff Deep Learning schon in den 40er-Jahren verwendet wurde, begannen das immense wissenschaftliche Interesse und industrielle Anwenden erst vor Kurzem – und die Revolution ist noch immer im Gange.

Beim maschinellen Lernen kommen verschiedene mathematische Modelle zum Einsatz, um die Lernaufgabe durchzuführen, doch beim Deep Learning setzt man hauptsächlich auf künstliche neuronale Netze (KNN). Der Grund, warum man diese Modelle heute als „deep“ bezeichnet, liegt darin, dass sie aufgrund verschiedener Verständnisebenen, die nach und nach zu einem tieferen Verständnis der beteiligten Konzepte führen, schwierige Probleme lösen können.

Früher mussten Datenwissenschaftler ihre Daten mit riesigem Aufwand verarbeiten, bevor sie sie dem Programm übergaben. Doch moderne KI-Systeme können mit Echtzeitdaten arbeiten. Virtuelle Assistenten verstehen menschliche Stimmen, autonome Fahrzeuge beobachten ihre Umgebung und reagieren schnell auf Unfälle, während Google Translate überraschend gut mit Ihren Texten umgeht – und das alles dank des angewandten Deep Learning.

Künstliche neuronale Netze und Katzen

Da sie im Kern jedes Deep-Learning-Systems stehen, verdienen künstliche neuronale Netze (KNN) einen genaueren Blick, um die interne Funktionsweise der KI zu verstehen. Obwohl ihre Struktur an biologische neuronale Netze angelehnt ist, kann es ein wenig irreführend sein, sie sich als künstliches Gehirn vorzustellen.

KNN verkörpern die langjährige KI-Idee des Konnektionismus: Es ist möglich, fortschrittlich intelligentes Verhalten rein anhand einer großen Anzahl einfacher Recheneinheiten zu simulieren. Diese Einheiten nennt man künstliche Neuronen. Man kann sie sich als einfaches Neuron vorstellen, das eine Eingabe akzeptiert und damit eine mathematische Operation ausführt, um eine Ausgabe zu generieren. Verbindet man Neuronen miteinander, erhält man das neuronale Netz. Es ist normalerweise in mehreren aufeinanderfolgenden Ebenen angeordnet, sodass der Eingang einer Ebene der Ausgang der folgenden ist. In dieser Hinsicht ist ein KNN ein komplexes mathematische Modell in Form eines Graphen.

Die KI-Forschung hat sich schon lange von der Neurobiologie getrennt. Die heutigen Erfolge verdanken wir weniger einem besseren Verständnis des menschlichen Gehirns, sondern vielmehr der Hardwarebeschleunigung und Entdeckungen der Informatik. Doch trotz seiner einfachen Struktur und Funktionsweise kann sich ein modernes KNN Bilder ansehen, alle darin enthaltenen Katzen finden und sogar Bilder von Katzen erzeugen, ohne je eine echte Katze gesehen zu haben. Das ist keine schwarze Magie, sondern Deep Learning.

Die Grundidee ist, dass wir vielleicht nicht verstehen, wie sich eine Aufgabe vollständig lösen lässt, doch wir können sie in Einzelschritte aufschlüsseln und hangeln uns so nach und nach in Richtung Ziel. Wenn wir ein Foto analysieren, denken wir anders als Maschinen. Wo wir Gegenstände und Farben sehen, nehmen Maschinen nur zweidimensionale Anordnungen von Pixelwerten wahr, die die Lichtintensität in anderen Teilen des Bildes quantifizieren. In Anwendungen mit Bildverarbeitung, dem Bereich der KI, in dem es um das Verstehen visueller Informationen geht, hat Deep Learning nicht nur Verbesserungen gebracht, sondern sie erst ermöglicht.

Bereits in den 50er-Jahren deckten Biologieexperimente auf, dass Neuronen im

Tiergehirn auf einfache geometrische Muster reagieren. Die moderne Anwendung des Deep Learning bestätigt dieses Prinzip: Ein Deep-Learning-KNN verwendet seine erste Ebene, um Punkte und Linien zu erkennen, die nächsten Ebenen dann zum Auffinden komplexerer geometrischer Formen und die tieferen Ebenen zur Kategorisierung dieser Formen in Konzepte, beispielsweise Katzen. Durch das Trainieren des Netzes mit Millionen von Bildern verschiedener Inhalte kann das Netz das Konzept der Katze erlernen und damit eigene, manchmal ungewöhnliche Katzenbilder erzeugen.

Es ist eine Daten-essen-Daten-Welt

Trotz der immensen Weiterentwicklungen bei KI-Techniken, Softwarebibliotheken und Hardware gibt es bei jedem KI-Projekt einen schwer zu steuernden Parameter: Daten. Je tiefer die verwendeten Netze sind, desto mehr Daten werden nötig, damit das System die statistischen Eigenschaften des Problems richtig erkennt.

Da Daten normalerweise vom Onlineverhalten der Anwender generiert werden, beispielsweise ihrer Präsenz in sozialen Medien und ihrer in die Cloud hochgeladenen, privaten Bilder, kann man sich leicht vorstellen, warum technologische Giganten wie Amazon, Google und IBM verschiedene Produkte mit personalisiertem Nutzungskomfort eingeführt haben. Das ungebrochene Wachstum dieser Unternehmen lässt sich durch ein Phänomen erklären, das Marktexperten als Erfolgsspirale bezeichnen: Je mehr Daten einem Unternehmen zur Verfügung stehen, desto besser sind die angebotenen KI-Dienste, wodurch die Anwender eher bereit sind, diese Dienste zu nutzen, und daher mehr Daten generieren, die das Unternehmen zur Verbesserung der Dienste nutzen kann.

Als riesiger und äußerst beliebter Bereich ist es nur natürlich, dass es bei der KI zu etlichen Missverständnissen kommt. Dies wiederum kann zu einem gewissen Unbehagen, ja sogar zu Angst vor ihrer möglichen Macht

und Wirkung auf die Gesellschaft führen, was Aussagen erklärt wie Stephen Hawkings prophetische Äußerung, dass „die Entwicklung umfassender künstlicher Intelligenz das Ende der menschlichen Rasse bedeuten könnte“. Während Hawking über starke KI sprach, näherte sich Steve Jobs der Technologie eher mit einer angewandten, am Menschen orientierten Haltung. Er sagte, dass

„Computer Fahrräder für das menschliche Gedächtnis sind“.

Position zu beziehen, ist nicht einfach. Eines jedoch ist sicher: KI ist eine Technologie, die die Gesellschaft verändern wird – beziehungsweise es bereits tut. Wie bei allen gesellschaftlichen Phänomenen muss man auch beim Entwickeln einer verantwortungsbewussten Haltung zur KI hinter den Schleier der Ver-

wirrung blicken und die Hintergründe und Eigenheiten dieses spannenden Bereichs in ihrer Gesamtheit verstehen. ■

AUTOR

Bruno Ménard
Softwareleiter

KONTAKT

Teledyne Dalsa, Krailling
Tel.: +89 895 457 30
sales.europe@teledynedalsa.com
www.teledynedalsa.com

Bei Conrad bekomme ich jedes Ersatzteil über Nacht.

- ✔ Zuverlässige und schnelle Lieferung inklusive Sendungsverfolgung
- ✔ Eine große Auswahl hochwertiger Ersatzteile
- ✔ Persönliche Ansprechpartner und Kundenservice

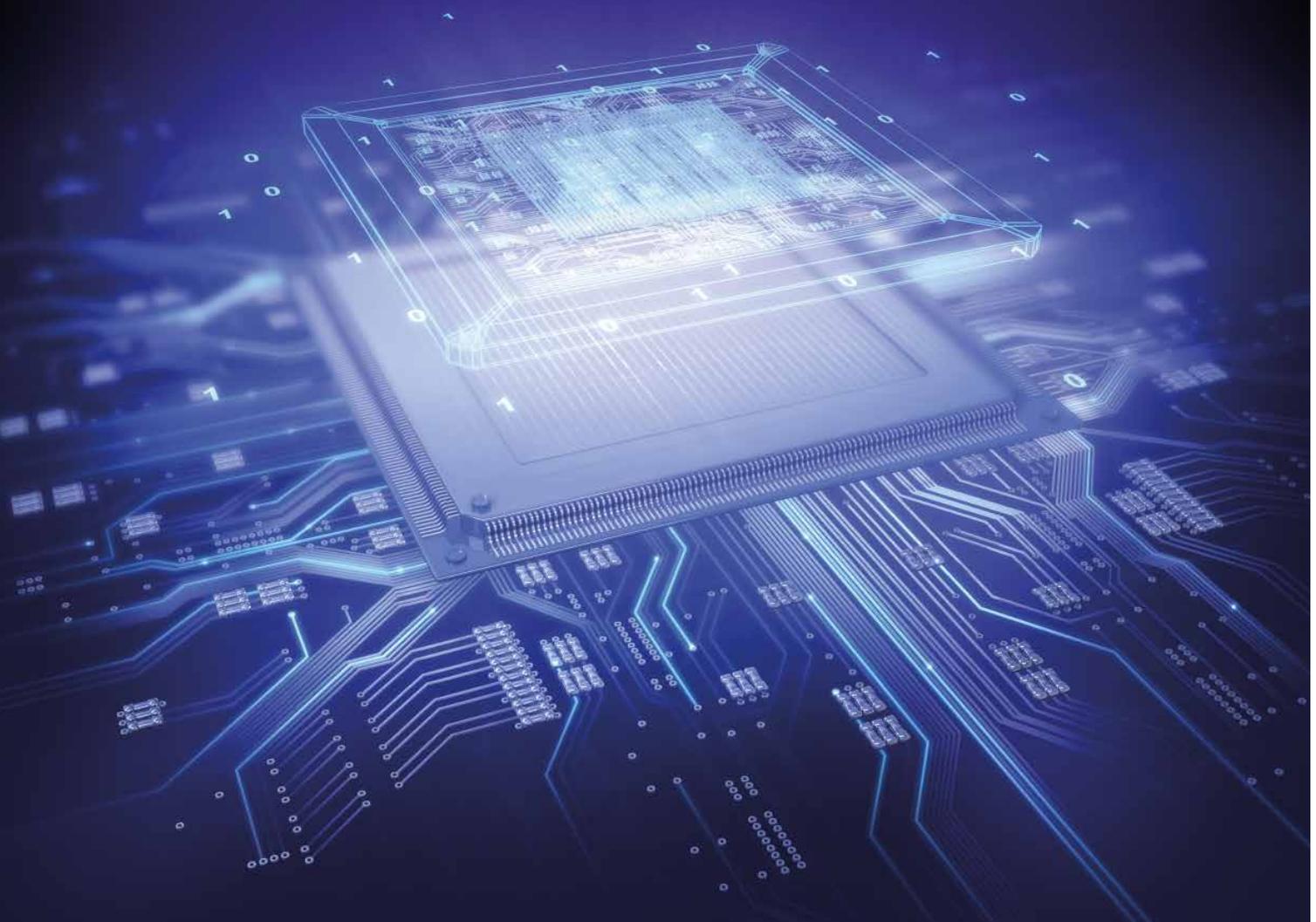
Erleben Sie Conrad!

**SPS - Messe Nürnberg
Halle 3, Stand 3-226
26. - 28. November 2019**

Sebastian S., Industriemechaniker

Entdecken Sie die Plattform für Ihr Business unter conrad.de/mro

CONRAD



20 Jahre Bildverarbeitungstechnologie

Die wesentlichen Technologien sortiert nach Kategorien

Die Bildverarbeitungstechnologie machte in den letzten 20 Jahren mehrere maßgebliche Entwicklungssprünge. Zu den jüngsten gehört der Fortschritt der CMOS-Sensoren auf Kosten der CCDs. Gerade mitten in der heißen Entwicklungsphase befinden sich Kommunikations-Schnittstellen wie das Embedded Vision Interface des EMVA. Doch die Geschichte der Bildverarbeitung bietet noch viel mehr Höhepunkte und spannende Details.

Bildsensor- und Bildakquisitionstechnologie

Bildsensoren sind das Herzstück der Bildverarbeitung. In den letzten 20 Jahren haben wir den allmählichen Übergang von der CCD-Sensortechnologie zur CMOS-Technologie erlebt mit immer größeren, schnelleren, preisgünstigeren Bildsensoren und gleichzeitig neuen Aufnahme-modalitäten. Es ist noch kein Ende der stürmischen Entwicklung abzusehen.

1983

Beginn der Massenproduktion von CCD-Bildsensoren durch Sony. Die Technologie wurde 1969 erfunden und im Jahr 2009 mit dem Nobelpreis gewürdigt.

1994

Erfindung des CMOS-Active-Pixel-Sensors durch Eric Fossum

Ca. 1995

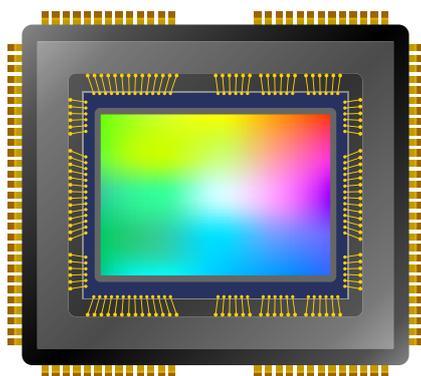
Die Entwicklung industrietauglicher ungekühlter Wärmebildkameras auf Basis von Mikrobolometer-Arrays beginnt.

Vor 1997

Telezentrische Objektive zur präzisen optischen Vermessung kommen auf den Markt.

2000

Erste verfügbare Laufzeit-Bildsensoren: Technologie zur Tiefenbildgewinnung mit nur einer Kamera, 1996 von Prof. Schwarte, Uni Siegen, erfunden.



2003

Erste industrielle CMOS-Kameras sind verfügbar.

2005

Flüssigkeitslinsen: Vorstellung von durch Elektrobenetzung einstellbaren Flüssigkeitslinsen, genannt „Varioptic“, auf der CeBit

2008

Gründung von Optotune: Flüssigkeitslinsen bringen schnelle Fokuseinstellung und Autofocus in industrielle Bildaufnahmesysteme.

2011

sCMOS-Bildsensoren: Vorreiter hochwertiger CMOS-Bildsensoren, entwickelt von Fairchild, PCO und Andor. Sie begründeten die Entwicklungslinie, die bis heute die Weiterentwicklung von High-End-CMOS-Bildsensoren bestimmt.

2012

Erste stacked Bildsensoren: Die Entwicklung von Embedded-Systemen erreicht die Wafer-Ebene.

2014

Event-basierte Bildsensoren: Das Auslesen nur bei Änderung war ein völlig neues Konzept für Bildsensorik, entwickelt von Prophee.

2014

Multispektrale Bildsensoren mit integrierten Fabry-Perot-Interferenzfiltern, entwickelt von Imec

2015

Sony kündigt CCD-Sensoren ab: Ein klares Zeichen, dass der CMOS-Technologie die Zukunft gehört und in Bildqualität, Pixelzahl und Auslesegeschwindigkeit CCD-Technologie übertrifft. Der erste Sony-CMOS-Bildsensor mit Global Shutter (Pregius-Linie) wird vorgestellt.

2018

Polarisationsbildsensoren mit in den Bildsensor integrierten Polarisationsfiltern kommen auf den Markt. Erstmals wurden sie im Jahr 2016 öffentlich präsentiert.

Internationale Standards der Bildverarbeitungsindustrie

Ohne Standards wäre die rasante Entwicklung der Bildverarbeitungstechnologie nicht denkbar gewesen. So konnten sich nach mehreren Jahrzehnten der Dominanz analoger Videotechnologie basierend auf Fernsehstandards erst mit der Einführung von Standards für die digitale Bildsignalübertragung Digitalkameras durchsetzen. Dabei wurden Standard-Schnittstellen für periphere Geräte an Rechnern und bildsignalspezifische digitale Schnittstellen benutzt. Die Bildübertragungsraten haben sich in 25 Jahren von ca. 30 MB/s (Firewire) bis heute mehr als verhundertfacht (CoaXPress 2.0 über vier Koaxialkabel) und Kameras lassen sich heute unabhängig von der Hardware-Schnittstelle über die gleiche Software betreiben.

1994

Firewire oder IEEE 1394: Serielles Bussystem mit Stromversorgung mit bis zu 400 Mbps über bis zu 4,5 m langen Kabeln. Damals ein echter Pionier der Standard-Rechnerschnittstellen, über die auch Bildsignale übertragen werden konnten. Es wurde aber von USB3-Vision überholt und ist schon seit einigen Jahren tot.

2000

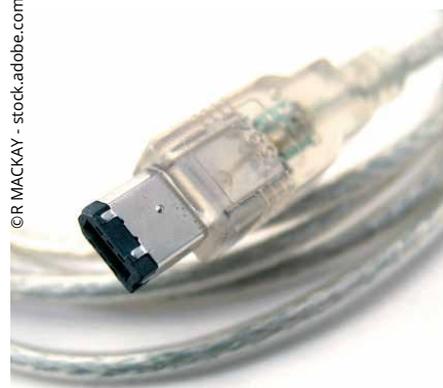
Camera Link: Erster bildsignalspezifischer Standard zur digitalen Signalübertragung in Hochgeschwindigkeit von 2 Gbps (base) bis 5,4 Gbps (full). Leider wurde versäumt, auch die Kommunikation mit der Kamera zu standardisieren.

2005

EMVA 1288: Standard, um die Qualität von Bildsensoren und Kameras möglichst objektiv zu vergleichen. Trägt entscheidend zur schnelleren Entwicklung besserer Kameras bei und erleichtert die Kameraauswahl. 2016 kam die derzeit aktuelle Version 3.1 heraus.

2006

GenICam: Generische, von der Hardware-schnittstelle unabhängige Programmierschnittstelle, die die Nutzung von industriellen Kameras entscheidend vereinfachte. Alle Schnittstellenstandards seit 2006 nutzen





©sandsun - stock.adobe.com

GeniCam. Camera Link wurde nachträglich integriert.

2006

GigE Vision: Bildsignalübertragung über Standard-Cat-5-Ethernetkabel mit bis zu 1 Gbps über große Entfernungen. Erweiterung 2011 auf 10 GigE mit bis zu 10 Gbps über ein Kabel, allerdings bei hohem Energieverbrauch

2011

CoaXpress: Schnelle Bildübertragung über ein Standard-75-Ohm-Koaxialkabel mit bis zu 6,25 Gbps (CXP-6). Der Standard wurde im Jahr 2019 auf Version 2 erweitert, wodurch sich die Geschwindigkeit verdoppelte (CXP-12, 12,5 Gbps).

2012

Camera Link HS: Setzte von Beginn an auf faseroptische Übertragungsmedien mit 10,3 Gbps und einer effektiven Kanalcodierung mit Forward Error Correction. Im Jahr 2019 wurde mit der Version 1.1 der Standard um 12,5, 14 und 16 Gbps erweitert, 25 Gbps sind für 2020 in Planung. Technologisch bessere Variante im Vergleich zu CoaXpress. Unglücklicherweise wurden zwei Hochgeschwindigkeitsschnittstellen gleichzeitig entwickelt.

2013

USB3 Vision: Schnelle Bildübertragung (5GB/s) über eine Standard-Rechnerschnittstelle mit bis zu ca. 360 MB/s.

2019

Open Optics Camera Interface (OOCI): EMVA-Standard, der sich noch in Entwicklung befindet. Er eignet sich zur bidirektionalen Kommunikation zwischen optischen Elementen und Kameras, lässt sich in GeniCam integrieren.

2019

Embedded Vision Interface (emVision): EMVA-Standard, der sich noch in Entwicklung befindet. Schnittstelle zwischen Bildsensoren und Prozessoren in Embedded-Vision-Systemen.

Rechnerarchitekturen für die Bildverarbeitung

Die Entwicklung der letzten 20 Jahre führte von einer PC-dominierten Rechnerarchitektur zu mobilen Embedded-Systemen. Das wiederum stellt die Anwender vor die Herausforderung, aus einer Fülle diverser Rechnerarchitekturen für Bildverarbeitungssysteme die passende auszuwählen. Das Angebot reicht von ASICs, FPGAs bis hin zu GPUs. Die zum Teil heterogenen Architekturen machen das portable und nachhaltige Programmieren von Bildverarbeitungsalgorithmen aufwendig.

1986

ARMv2: Effektives 32-bit-RISC-Mikroprozessor Design von Acorn. Basis für die heute meistverkauften Mikroprozessoren für mobile Geräte.

1997

MMX-Instruktionsatz im Intel Pentium: Single Instruction Multiple Data zur schnellen Verarbeitung von Multimediadaten ermöglichte erste Echtzeit-Bilddatenverarbeitung ohne Spezialhardware auf PCs.

1999

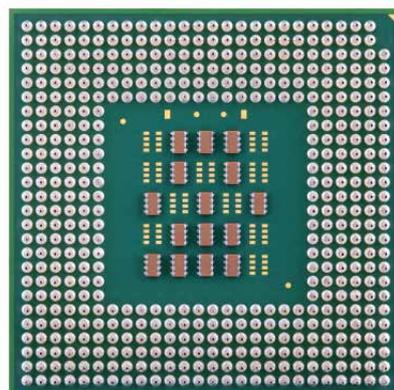
Nvidia GeForce-256 Serie: Grafikprozessoren (GPUs) starten durch.

2003/2004

64-bit-Prozessoren: AMD64 und Intel IA-64 ermöglichen das einfache Handhaben großer Bilddatenmengen.

2006

Visual Applets ermöglichen das grafische Programmieren von FPGAs. 2006 erhielt Firma Silicon Software dafür den Vision Award.



© ID1974 - stock.adobe.com



© morganimation - stock.adobe.com

2013

Erste 64-bit-ARM-Prozessoren: 64-bit Rechner (ARMv8) erreichen Embedded-Architekturen.

2015

SoC-Systeme mit heterogenen Architekturen (CPUs, FPGAs & GPUs) werden bildverarbeitungstauglich (Beispiel: Xilinx Zynq).

2017

Intel Movidius Myriad Chip: Neural Compute Engine

2019

Alvium-Kameraserie mit in die Kamera integriertem ASIC werden verfügbar.

Software und Algorithmen

Diese Entwicklung wird oft übersehen und hier lohnt es sich, zeitlich weiter zurückzugehen. Schnelle Algorithmen sind mindestens so wichtig wie die Rechnerarchitektur. Denn damit lassen sich oft deutlich größere Geschwindigkeitszuwächse erreichen als mit schnelleren Rechnern („Supercomputing versus Supercomputers“). Hier zeichnen sich markante Umbrüche ab: Während zu Beginn der Bildverarbeitung Methoden benutzt wurden, die teilweise mehr als 100 Jahre zuvor entwickelt wurden, entwickeln heute Informatiker und Mathematiker neue Methoden spezifisch für die Bildverarbeitung. Diese Umkehr macht es der Bildverarbeitungsindustrie schwer, die zum Teil rasante Entwicklung zu verfolgen und rechtzeitig aufzugreifen.



Bernd Jähne

Seit 1994 ist Bernd Jähne Professor am Interdisziplinären Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen (IWR) der Universität Heidelberg, seit 2018 in der Position eines Seniorprofessors. 1995 gründete er das „Heidelberger Bildverarbeitungsforum“, eine Weiterbildungsveranstaltung und ein Kontaktforum zwischen Forschung und Industrie mit drei Tagesveranstaltungen pro Jahr (www.bv-forum.de) und 2016 das European Machine Vision Forum (www.emva-forum.org). Seit 2008 ist er Vorsitzender der EMVA 1288 Standardisierungsgruppe und seit 2015 einer der Direktoren des EMVA.

AUTOR

Prof. Dr. Bernd Jähne
Seniorprofessor

KONTAKT

Heidelberg Collaboratory
for Image Processing (HCI),
Universität Heidelberg
Tel.: +49 6221 541 48 60
<https://hci.iwr.uni-heidelberg.de>

1965

Schnelle Fouriertransformation von Cooley und Tukey: Damit kann die Berechnung der Fouriertransformierten eines 1.024×1.024 Bildes 100.000 Mal schneller berechnet werden als direkt nach der Formel für die Fouriertransformation.

1983

Multiskalenalgorithmen (wie Pyramidenalgorithmen von Burt) sind die Basis vieler moderner schneller Algorithmen. Sie führten zu einem ähnlich hohen Geschwindigkeitszuwachs der Berechnungen wie bei der schnellen Fouriertransformation.

2011

Beginn der „Deep Learning“-Revolution in der Bildverarbeitung in Zusammenhang mit GPU-Architekturen: Diese Lernverfahren übertreffen etablierte Klassifizierungsverfahren um Längen.

2016

Bandbreitenlimitierung durch verlustfreie Bilddatenkompression, zum Beispiel die Quad- und DoubleRate-Technologie von Photonfocus.

2018

Bildoptimierungsverfahren integriert in industrielle Kameras, zum Beispiel die PGI von Basler.

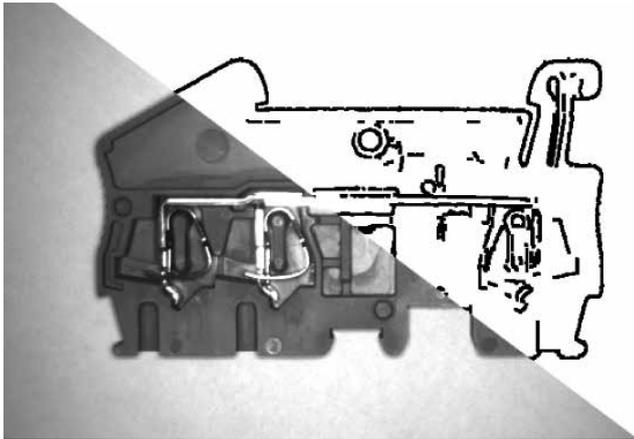


Präzision bei hohen Geschwindigkeiten.

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

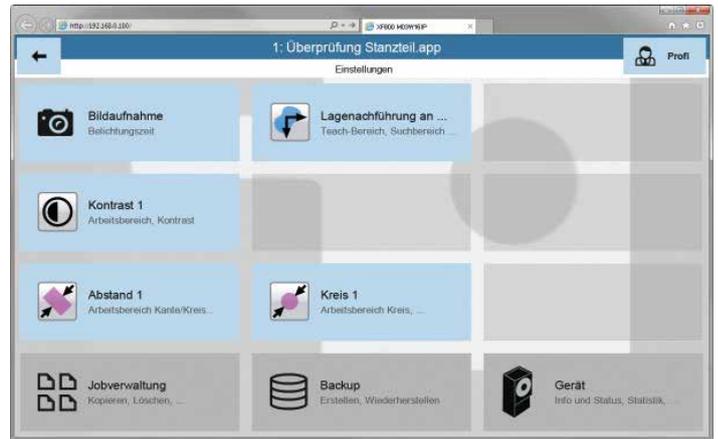
Erfahren Sie mehr:
www.baumer.com/cameras/LXT

 **Baumer**
Passion for Sensors



In Echtzeit berechnete subpixelgenaue Objektkonturen mit dem FEX-Bildprozessor ermöglichen eine stabile Bildauswertung für die Vision-Sensoren.

© Baumer



Das Web-Interface erlaubt die direkte Anpassung des Vision-Sensors im Browser der Maschinensteuerung.

© Baumer

Einstieg in die Bildverarbeitung

Vision-Sensoren: entscheidungsfreudige Kameras in kompaktem Gehäuse

Die Zusammenstellung eines PC-basierten Bildverarbeitungssystems kann komplex sein und umfasst neben der passenden Hardware auch die Entscheidung für spezifische Software und deren Programmierung. Als komplettes Bildverarbeitungssystem im Sensorformat reduzieren Vision-Sensoren diese Herausforderungen für den Anwender. Die Basis dafür bildet eine intuitive Parametrierbarkeit für eine möglichst einfache Anwendung bei hoher Funktionalität.

Der Vision-Sensor, der Name verrät es, ist ein Sensor, der sehen kann. Als Sensor zählt er zu den smarten und kompakten Komponenten, die Zustände erfassen und daraus Signale generieren – als "sehende" Komponente eröffnet er den Zugang zu den vielfältigen Möglichkeiten moderner Bildverarbeitung. Umgangssprachlich werden Vision-Sensoren oft als Kamera bezeichnet, was vermutlich am Ehesten der Wahrnehmung des Produktes durch den Menschen entspricht. Die Suche im Internet führt dagegen schnell zu Begriffen wie Smartkamera oder intelligente Kamera, da derzeit keine allgemeingültige Definition existiert. Die AIA zählt Vision-Sensoren zum Beispiel zur Teilmenge von Smartkameras: „A low-end smart camera. A smart camera with less flexibility and programmability that is usually intended for less demanding applications.“ [1] Der VDMA grenzt sie zu intelligenten Kameras aufgrund ihrer Bestimmung ab: „Vision-Sensoren bieten ebenfalls ein komplettes System im kompakten Gehäuse. Im Unterschied zur intelligenten Kamera sind sie aber für eine bestimmte Applikation gemacht, zum Beispiel das Lesen von Codes.“ [2] Ein verbreitetes Verständnis ist auch die Unterscheidung zwischen programmierbarer Smartkamera und parametrierbarem Vision-Sensor wie dem Verisens von Baumer.

Vision-Sensoren vereinen in einem kompakten, industrietauglichen Gehäuse den bildgebenden Sensor, die Beleuchtung oder den Beleuchtungsanschluss, die Optik, die Hard- und Software sowie die Schnittstellen, zum Beispiel zur Parametrierung und SPS-Anbindung. In der Regel werden sie einmalig am PC parametriert und erfüllen dann, ähnlich einem herkömmlichen Sensor, eine spezifische Aufgabe. Sie sind als Inline-Lösung konzipiert und prüfen Produkte bildbasiert anhand verschiedener Merkmale. Vision-Sensoren wie Verisens können sogar bis zu 32 Merkmalsprüfungen gleichzeitig durchführen:

- Anwesenheits- und Vollständigkeitskontrolle,
- Ermittlung oder Überprüfung von Objektposition und -lage, auch mehrere Objekte gleichzeitig,
- Lesen und Bewerten von Aufdrucken in Klarschrift (OCR/OCV),
- Lesen und Prüfen von Matrix- und Barcodes.

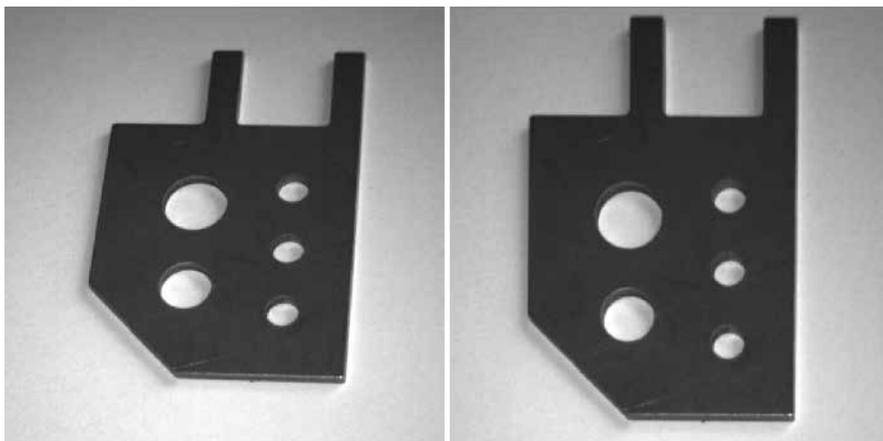
Die Bildaufnahme erfolgt kontinuierlich oder ausgelöst via Trigger-Signal. Mittels Drehgeberauswertung wird die Bewegung zwischen Lichtschranke und Bildaufnahme mitgeführt. Entscheidend für zuverlässige Ergebnisse ist eine stabile Bildauswertung. Verisens nutzt

hierfür beispielweise in Echtzeit errechnete Konturen. So wird die Bildauswertung tolerant gegenüber Einflüssen wie Fremdlicht, variierende Hintergründe oder schwankende Oberflächenqualität.

Bildverarbeitung für Jedermann

Vision-Sensoren sollen Bildverarbeitung für Jedermann ermöglichen, um breiten Anwendergruppen die Vorteile der Technik zu eröffnen. So kann das Prüfen mehrerer Merkmale auf einmal das Anlagendesign vereinfachen, die Flexibilität erhöhen und die Systemkosten reduzieren. Arbeiten Vision-Sensoren zusätzlich noch lageunabhängig, kann – wie bei Verisens – auf eine mechanische Objektausrichtung verzichtet werden. Der hohe Anteil an Software ermöglicht das Weiteren eine schnelle Anpassung an spezifische Fertigungslose durch einfache Umschaltung auf den passenden Prüfjob.

Im Vergleich zur PC-basierten Bildverarbeitung zeichnen sich Vision-Sensoren dadurch aus, dass sich Anwender mit den vielen Details und der Kompatibilität bei der Zusammenstellung eines Bildverarbeitungssystems kaum noch auseinandersetzen müssen. Beleuchtung, Brennweite, Funktionsumfang oder Anschlussmöglichkeiten müssen zwar noch definiert werden, sind aber beherrschbar. So ist die Auswahl der



Nach der automatischen Bildentzerrung steht für die anschließende Pick&Place-Inspektionsaufgabe ein komplett entzerrtes Bild zur Verfügung (links ohne Verzeichnungskorrektur, rechts nach Verzeichnungskorrektur).

passenden Brennweite mit einem Software-Tool schnell erledigt und zum Start eignet sich meist die integrierte weiße Beleuchtung. Bezüglich Funktionsumfang ist es durchaus sinnvoll, mit dem leistungsstärksten Gerät zu beginnen. Nur so kann realistisch erfasst werden, was wirklich zur Applikationslösung benötigt wird.

Einschränkungen?

Die Vorauswahl von Hard- und Software in Vision-Sensoren ist für den Anwender zwar bequem, bringt aber auch prinzipbedingte Einschränkungen hinsichtlich der Flexibilität mit sich. Geräte mit C-Mount-Interface, wie die Verisens-XC-Modelle bieten hier Abhilfe. Mit Auflösungen bis 2 MP und freier Objektivwahl erlauben sie trotz ihrer Einfachheit hinsichtlich Parametrierbarkeit zusätzliche Freiheitsgrade. Gleichzeitig stellt ein integrierter Blitzcontroller bis zu 4 A und 48 V zur Verfügung, um mit angeschlossenen Beleuchtungen effizient zu arbeiten. Kostenintensive externe Blitzcontroller und deren Programmierung entfallen so komplett.

Da zusätzlich zur Bildsensorik auch eine komplette Bildverarbeitung erforderlich ist, sind die Gehäuse leistungsstarker Vision-Sensoren im Vergleich zur Industriekamera größer – auch um die mit der Rechenleistung verbundene Wärmethematik zu lösen. Aufgrund der sensortypisch hohen Schutzart gegen Wasser und Staub kann dafür kein wie beim PC integrierter Lüfter verwendet werden. Die Wärme muss über das Gehäuse an Umgebung und metallische Anbindung abgegeben werden.

Für viele Bildverarbeitungseinsteiger ist die Parametrierung eines Vision-Sensors unbekanntes Territorium, womit die Software zum Schlüsselement wird. Kann bei PC-basierten Bildverarbeitungssystemen von der individuellen Merkmalsprüfung bis zur kundenspezifischen Benutzerschnittstelle alles programmiert werden, sind Vision-

Sensoren bewusst reduziert. Demzufolge sind auch die Merkmalsprüfungen, also die Bildwerkzeuge und deren Funktionen universell voreingestellt und mit einer möglichst überschaubaren Anzahl an Anpassungsmöglichkeiten versehen. Für viele Applikationen unterschiedlicher Branchen ist das vollkommen ausreichend, da oft ähnliche Aufgaben gelöst werden müssen. So können mit der Prüfung auf Anwesenheit und Vollständigkeit sowohl Sicherungsschalter in der Automobilindustrie als auch Sushi-Packungen in der Lebensmittelbranche inspiziert werden.

Freier Zugriff für Roboter

Der Funktionsumfang von Vision-Sensoren wird mit der Erfahrung im Feld und dem Feedback der Anwender auch für die Verisens-Vision-Sensoren immer weiterentwickelt. Für das Trendthema Pick&Place bzw. Robotik ergänzte Baumer zum Beispiel eine Merkmalsprüfung zum Finden mehrerer Objekte auf einmal, verbunden mit der Möglichkeit einer zusätzlicher Freiraumprüfung für Robotergreifer. Die zusätzliche Möglichkeit, aufgenommene Bilder selbst bei schräger Montage in Echtzeit zu entzerren, verdeutlicht die Leistungsstärke moderner Vision-Sensoren. Damit unterstützen sie Freiräume für Roboter genauso wie Applikationen im Packaging, in denen Geräte zur Vermeidung von Bildreflexionen geneigt montiert werden.

Konfigurierbares Web-Interface

Echtzeit-Ethernet wie Profinet oder Ethernet/IP ist heute längst ein Must-have der vernetzten Industrie. Zusätzlich müssen Vision-Sensoren, die zum Beispiel Robotik-Anwendungen adressieren, möglichst einfach an Roboter angeschlossen werden können. Da Bildverarbeitung in diesem Bereich oft noch Neuland ist, steht Einfachheit hier besonders im Vordergrund. Wie das gehen kann, zeigen die aktuellen Verisens-Modelle für Universal

Robots, die für Vision-Sensoren erstmals per Smart Grid automatisch kalibriert werden können. Die bisher manuelle Hand-Augen-Kalibrierung zum Abgleich von Roboter- und Sensorkoordinaten, bei der die Genauigkeit vom Geschick des Bedieners abhängt, entfällt damit komplett.

Ähnlich eines PC-basierten Bildverarbeitungssystems sind auch für Vision-Sensoren Anpassungsmöglichkeiten im späteren Einsatz gefragt. Baumer geht hier seit Jahren den erfolgreichen Weg eines konfigurierbaren Web-Interfaces. Sowohl Job-Anpassung als auch ausgewählte Gerätefunktionen sind über den in der Maschinensteuerung vorhandenen Browser, auch per Touchscreen, zugänglich.

Einfacher Zugang

Einige Hersteller erlauben den Vorab-Download der Parametriertsoftware für ihre Vision-Sensoren. Da die Software die Schlüsselkomponente zur Einrichtung und Lösung einer Bildverarbeitungsaufgabe ist, sollte diese bei einer Systemauswahl verglichen werden. Zum Test genügen bei Baumer dafür nach dem kostenfreien Software-Download [3] einfache Bilder vom Handy im JPG-Format. ■

Quellen

- [1] <https://www.visiononline.org/market-data.cfm?id=73> 26.08.2019
- [2] Industrielle Bildverarbeitung 2018/19 aus www.vdma.org/vision 26.08.2019
- [3] www.baumer.com/vs-sw

AUTOR

Michael Steinicke
Produktmanager im Baumer Vision
Competence Center

KONTAKT

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

Sensor- übersicht Monokameras

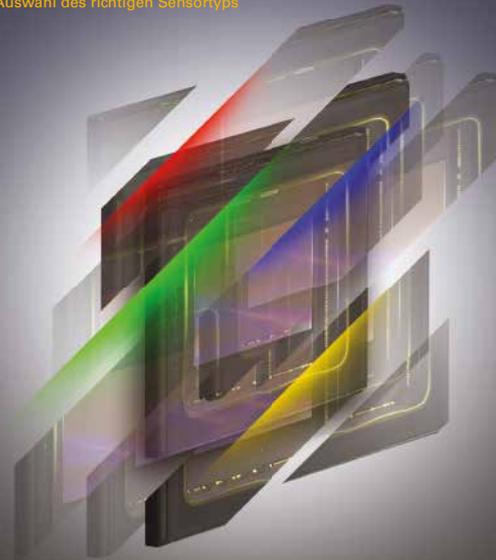
Teil 1

Flir hat gerade seine 2019er Ausgabe des Kamera-Sensor-Tests von 100+ Modellen abgeschlossen – nach EMVA1288 getestet und verglichen. In Teil 1 dieser Serie werfen wir einen Blick auf die Vergleichstabellen der EMVA1288-Spezifikationen und den Leitfaden zur Verwendung der EMVA1288-Spezifikationen. Teil 2 beschäftigt sich mit der Auswahl des richtigen Sensortyps.



SENSORVERGLEICH: FARBKAMERAS

- EMVA 1288-Spezifikationsvergleichstabellen
- Anleitung zur Verwendung der EMVA1288-Spezifikationen
- Auswahl des richtigen Sensortyps



1288
EMVA Standard Compliant

Die Messungen basieren auf den Richtlinien der Norm EMVA 1288. Die vollständige Definition findet Sie unter EMVA.com. Die Kennzeichnungen sind auf maximal 3 Stellen gerundet und können abgerundet, sofern nicht anders angegeben. Das Plattenformat ist Mono 1/8 für Monokameras und Full 1/2 für Fullframe. Die Ergebnisse werden bei Raumtemperatur (20°C) erfasst.

Ausgabe 2019

EMVA 1288-Spezifikations- vergleichstabellen

Quanteneffizienz (% bei 530 nm)

Die Quanteneffizienz (QE) ist die Fähigkeit des Sensors, Photonen in Elektronen umzuwandeln oder das einfallende Licht in ein elektrisches Signal für die Bildgebung umzuwandeln. Ein höherer QE-Prozentsatz bedeutet eine höhere Empfindlichkeit für die Erfassung von Licht. Ein Sensor mit einem Messwert von 79 % bedeutet, dass für jeweils 100 auf den Sensor treffende Photonen ein Durchschnitt von 79 erfasst wird. Zu beachten ist, dass die folgenden Ergebnisse bei einer Wellenlänge von 530 nm erfasst wurden.

Dynamikbereich (dB)

Der Dynamikbereich beschreibt die Fähigkeit des Kameramodells, die maximale und minimale Lichtintensität (Schatten und Licht) zu erkennen. Modelle mit höherem Dynamikbereich können bei Dunkelheit und Licht mehr Details erkennen.

Temporales Dunkelrauschen/ Ausleserauschen

Temporales Dunkelrauschen (auch als Ausleserauschen bezeichnet) entsteht durch Energie im Sensor und in der umgebenden Sensorelektronik. Mit der Zeit entstehen zufällige Elektronen, die in die Sensor-Wells fallen, dort erfasst und in ein Signal umgewandelt werden. Modelle mit geringerem Ausleserauschen führen zu saubereren Bildern.

Sättigungskapazität (Well-Tiefe)/(e-)

Die Sättigungskapazität (Well-Tiefe) ist die größte Ladung, die ein Pixel halten kann, bevor eine Übersättigung auftritt und eine Signalverschlechterung einsetzt. Eine Sättigung muss vermieden werden, da sie die quantitative Fähigkeit des Sensors verringert und bei CCDs aufgrund eines als Blooming bekannten Phänomens Bildverschmierungen erzeugt.

Absolute Empfindlichkeitsschwelle (γ)

Die absolute Empfindlichkeitsschwelle ist die minimale Anzahl von Photonen, die benötigt werden, um dem Rauschpegel zu entsprechen. Je niedriger die Zahl, desto weniger Licht wird benötigt, um nützliche Bilddaten zu erfassen.

Leitfaden zur Nutzung der EMVA1288- Spezifikationen

Was ist der EMVA1288-Standard?

Der EMVA1288-Standard zum Ermitteln und Berichten der Bildqualität von Bildsensoren ermöglicht den Vergleich der Sensoren auf Grundlage objektiver und gleichbleibender Messungen.

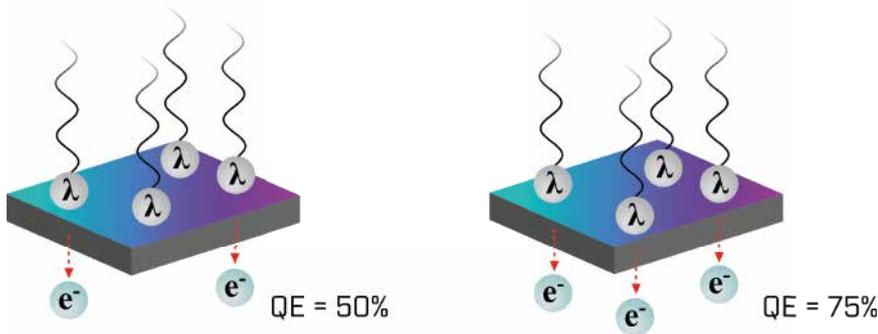
EMVA1288-Messungen lassen sich für eine einfache Bewertung der relativen Eignung eines Sensors für die jeweilige Anwendung kombinieren. Anwendungen in der Fluoreszenz-Mikroskopie, bei denen möglichst jedes Photon ermittelt werden soll, profitieren von einer geringen Grenzempfindlich-

keit, eine Kombination der Quanteneffizienz und des zeitlichen Dunkelrauschens. Kameras für den Einsatz im autonomen Fahren benötigen eine hohe Sättigungskapazität und einen hohen Dynamikbereich für gute Ergebnisse im Freien bei unkontrollierter Beleuchtung.

Beim Vergleich von Sensoren müssen mehrere Leistungskriterien betrachtet werden. Bildsensoren sind dazu entwickelt, Kompromisse auszugleichen. Die Berücksichtigung von nur einer einzigen Messung kann zu einer schlechten Gesamtleistung führen, wenn andere wichtige Kriterien vernachlässigt werden.

Quanteneffizienz

Diese Einheit wird häufig als Indikator für die Empfindlichkeit bei Schwachlicht verwendet. CMOS- und CCD-Bildsensoren konvertieren Licht mithilfe des fotoelektrischen Effekts in elektrische Signale. Wenn Photonen in einem Pixel in die Fotodiode eindringen, entsteht eine Ladung, indem Elektronen von Siliziumatomen gelöst werden. Je effizienter der Sensor einfallende Photonen in elektrische Ladung umwandeln kann, desto höher ist die Quanteneffizienz. Während kein Sensor eine Effizienz von 100 % erreicht, können die CMOS-Sensoren von Sony eine Quanteneffizienz von bis zu 77 % im Vergleich zu den 50 % gängiger Vorgängermodelle von CCD-Sensoren erreichen. Die Quanteneffizienz hängt von der Wellenlänge ab. Silizium ist am empfindlichsten für grünes Licht mit ei-



Wenn mehr einfallende Photonen erfolgreich in elektrische Ladung verwandelt werden, erhöht sich die Quanteneffizienz proportional.

ner Wellenlänge von 530 nm, während die Quanteneffizienz bei Wellenlängen unter 1050 nm allgemein auf 0 % sinkt. Monochromsensoren haben allgemein eine höhere Quanteneffizienz als Farbsensoren, da die RGB-Farbfiler den Wellenlängenbereich einschränken, der in den Pixel eindringen kann. Das beschränkt die Anzahl der Photonen, welche die Fotodiode erreichen können. Polarisationsfilter reduzieren bei den Sensoren ebenfalls die Lichtmenge, die in die Pixel eines Sensors eindringen können, und verringern somit die Quanteneffizienz.

Zeitliches Dunkelrauschen (Ausleserauschen)

Zum Lesen der Informationen, die von einem CMOS-Bildsensor erfasst wurden, wird die Ladung der einfallenden Photonen in eine Spannung umgewandelt und dieser Spannungswert digitalisiert. Kleine Unterschiede bei jedem Schritt dieses Prozesses können sich summieren und ein Signal anzeigen, selbst wenn keine Photonen in den Sensor eingedrungen sind. Die Belichtungszeit hat keine Auswirkung auf das Ausleserauschen. Typische Werte für das Ausleserauschen aktueller CMOS-Sensoren liegen bei ca. 2,5 e⁻, während sich CCD-Sensoren normalerweise im Bereich von 8–10 e⁻ befinden.

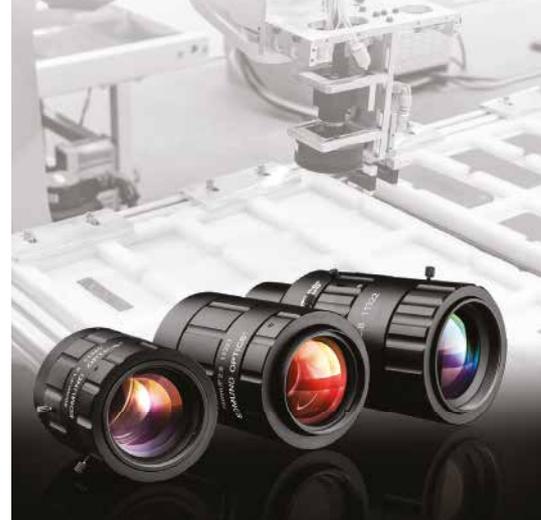
Grenzeempfindlichkeit

Die Grenzeempfindlichkeit kombiniert die Quanteneffizienz und das Ausleserauschen und bietet dadurch ein deutlich leistungsfähigeres Maß der tatsächlichen Sensorempfindlichkeit als die beiden Messungen für sich alleine. Die Grenzeempfindlichkeit ist das schwächste Signal, das vom Ausleserauschen unterschieden werden kann. Die Grenzeempfindlichkeit ist auch eine wichtige Kennzahl für Anwendungen, bei denen die Bildqualität bei schwachen Lichtverhältnissen entscheidend ist. Sie ist auch sehr hilfreich beim Vergleich von Sensoren mit unterschiedlichen Pixelarchitekturen, da eine hohe Quanteneffizienz nicht zwangsläufig eine gute Leistung bei schwachen Lichtverhältnissen bedeutet.



EMVA1288-Messungen lassen sich für eine einfache Bewertung der relativen Eignung eines Sensors für die jeweilige Anwendung einsetzen.«

OPTIK IST UNSERE ZUKUNFT™



NEU **TECHSPEC®**

Objektive mit Festbrennweite der CA-Serie

Die Objektive der **TECHSPEC® CA (Compact APS) Serie** sind für hochauflösende Großformat-Sensoren konzipiert. Diese Objektive decken APS-C Sensoren bis 28 mm Bildkreis ab und verfügen über einen TFL-Anschluss. TFL-Anschlüsse haben ein M35 x 0,75 Gewinde und 17,5 mm Aufmaß. Sie bieten das gleiche Aufmaß und die gleiche Stabilität wie C-Mount Anschlüsse.

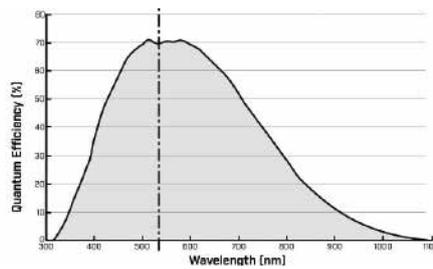
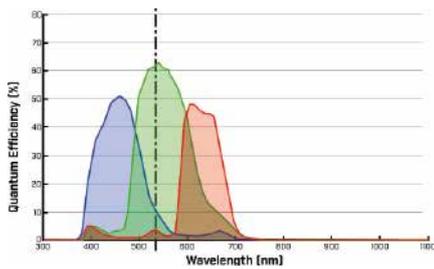
Erfahren Sie mehr unter:

www.edmundoptics.de/CAseries



inspect
award 2020
winner

+49 (0) 6131 5700-0
sales@edmundoptics.de



Beispielkurven für die Quanteneffizienz von IMX428 Farb- und Monochromsensoren

Signal-zu-Rausch-Verhältnis (SNR)

Je höher das Signal-zu-Rausch-Verhältnis ist, desto stärker ist das Signal im relativen Vergleich zum Rauschen. Ein höheres Signal-zu-Rausch-Verhältnis verbessert Kontrast und Klarheit sowie zudem die Leistung bei schwachen Lichtverhältnissen. Das Signal-zu-Rausch-Verhältnis eines typischen CMOS beträgt ungefähr 40 dB, bestimmte Sensoren erreichen ein SNR von 44 dB bei niedriger Umwandlungsverstärkung.

Sättigungskapazität

Die Photodiode in einem Pixel kann lediglich eine begrenzte Ladungsmenge aufnehmen. Die Sättigungskapazität ist die maximale Anzahl an Elektronen, die ein einzelnes Pixel aufnehmen kann. Allgemein steigt mit der Fläche eines Pixels auch die Höhe der Sättigungskapazität. Bei der Sättigung führen zusätzliche Photonen, die in einen Pixel eindringen, nicht zu einem Anstieg des Helligkeitswertes, der von einem Pixel aufgezeichnet wird. Eine geringe Sättigungskapazität kann den Dynamikbereich einschränken. Allerdings hängt der Dynamikbereich auch von weiteren Faktoren ab. Deshalb garantiert eine hohe Sättigungskapazität nicht automatisch einen höheren Dynamikbereich.

Dynamikbereich

Dynamikbereich ist der Unterschied zwischen der maximalen und minimalen Lichtstärke, die ein Sensor erkennen kann. Durch einen hohen Dynamikbereich kann ein Sensor Einzelheiten sowohl in dunklen Schatten als auch in hell erleuchteten Bereichen erfassen. Der Dynamikbereich ist für viele verschiedene Anwendungen wichtig, unter anderem die automatisierte optische Überprüfung. Hierbei ist die Erkennung von Defekten an dunklen IC-Gehäusen und reflektierenden Lötverbindungen in einem einzigen Durchgang erwünscht. Autonome Fahrzeuge müssen Hindernisse in stark variierbaren und unkontrollierten Lichtverhältnissen erkennen und umfahren können.

Der Dynamikbereich der von der Kamera erfassten Bilder kann durch Reduzierung der Bit-Tiefe des Analog-Digital-Konverters (ADC) der Kamera und durch die Bit-Tiefe des ausgewählten Pixelformats eingeschränkt sein. Beachten Sie beim Betrachten von Bildern auf dem Display, dass bestimmte LCD-Anzeigen auf eine Farbtiefe von 8 Bit und HDR-Monitore auf 10 Bit beschränkt sind. Bei der Komprimierung des Dynamikbereichs von Bildern mit höherer Bit-Tiefe, um diese auf

dB	Power Ratio
40	10000
30	1000
20	100
10	10
6	4
3	2
0	1

dB wird auf einer logarithmischen Skala gemessen. Mit jeder Erhöhung um 10 dB steigt die Leistung um den Faktor 10.

Anzeigen mit geringerer Bit-Tiefe darzustellen, ist zur Nachbearbeitung Tonemapping erforderlich.

Gain

EMVA Gain ist die Anzahl der Elektronen, die erforderlich ist, um den Pixelwert von einem 16-Bit-Graustufenwert um einen Wert zu erhöhen. Sensoren mit höherem Gain-Wert erscheinen bei weniger Elektronen heller. Hohe Gain-Werte können unter schwachen Beleuchtungsbedingungen nützlich beim Erkennen sehr schwacher Signale sein. ■



Ein verringerter Dynamikbereich führt bei starker Beleuchtung und im Schatten zu Detailverlusten.

KONTAKT

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

WEITERE INFORMATIONEN

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

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



DIC-System für kompakte Messfelder

Polytec stellt das Dehnungs- und Deformations-Messsystem Strain-Master Compact des deutschen Herstellers LaVision vor. Der Messkopf des digitalen 3D-Bildkorrelationsystems besteht aus zwei fest integrierten USB3-Kameras und einer hellen LED-Lichtquelle in einem kompakten Gehäuse. Der Vorteil des Systems liegt in seinem integrierten Aufbau, der einfachen und schnell überschaubaren Bedienbarkeit sowie im einsteigerfreundlichen Preis.

Das System ermöglicht ein Sichtfeld bis 180 x 280 mm bei einem Arbeitsabstand von 250 mm. Dabei sind Messraten bis 150 Hz möglich. Um Reflexionen auf spiegelnden Messobjekten zu vermeiden, sind lineare Polarisationsfilter im Lieferumfang enthalten. Vier Gerätevarianten mit unterschiedlichen Auflösungen und Sichtfeldern ermöglichen vorab eine optimale Auslegung auf die jeweilige Anwendung. Ein Komplettsystem besteht aus Messkopf, Controller mit Display, Maus und Keyboard sowie der Strainmaster-Compact-Software.

www.polytec.de



Beleuchtung für jedes Prüfszenario

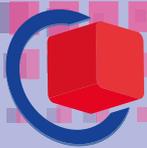
Der Erfolg industrieller Bildverarbeitung steht und fällt mit der passenden Beleuchtung. Vision&Control bietet für jeden Anwendungsfall ein breites Spektrum an leistungsfähigen LED-Beleuchtungen an. Durch ihre modulare Bauweise und vielseitige Montagemöglichkeiten sind die Leuchten sowohl untereinander als auch mit Optiken und Systemen vielfältig kombinierbar.

Das Sortiment ist aktuell in sieben Produktkategorien unterteilt. Darunter finden sich Flächen- und Linienleuchten zur planaren Ausleuchtung im Auf- oder Durchlichtbetrieb, aber auch Ringleuchten als universelle

Auflichtleuchten. Kombiniert mit einer Strahlteilereinheit lassen sich diese Leuchten sogar in den Strahlengang von Objektiv und Kamera einspiegeln. Der Anwender kann dadurch die Ausleuchtung an die gegebene Prüfsituation anpassen. Damit lässt sich zum Beispiel der Arbeitsabstand reduzieren oder die optische Achse des Bildverarbeitungssystems parallel verschieben. Mit Spotleuchten werden Prüfobjekte punktgenau erhellt, während Dome-Beleuchtungen für eine schattenfreie Ausleuchtung von unebenen und reflektierenden Oberflächen sorgen.

www.vision-control.com

Nürnberg, Germany
25.–27.2.2020



embeddedworld

Exhibition & Conference

... it's a smarter world

INNOVATIONEN ENTDECKEN

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

Seien Sie mit dabei! Jetzt kostenloses Ticket sichern!

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

embedded-world.de/gutschein

[@embedded_world](https://twitter.com/embedded_world)

[in](https://www.linkedin.com/company/embedded-world) #ew20 #futurestartshere

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

Veranstalter Fachmesse

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

Veranstalter Konferenzen

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

Medienpartner

Markt&Technik
Die unabhängige Wochenzeitung für Elektronik

Elektronik
Fachmedium für industrielle Anwender und Entwickler

SmarterWorld
Solutions for a Smarter World

medical-design

DESIGN & ELEKTRONIK
KNOW-HOW FÜR ENTWICKLER

Elektronik automotive
Fachmedium für professionelle Automobilelektronik

Computer & AUTOMATION
Fachmedium der Automatisierungstechnik

elektroniknet.de

NÜRNBERG MESSE



© Sony

Weniger Blendung

Blendung lässt sich mithilfe von Polarisationsfiltern beseitigen

Neuartige Bildsensoren integrieren einen vierseitig ausgerichteten Drahtgitter-Polarisationsfilter unter der On-Chip-Linse. Dadurch verringern sie die Blendung und verbessern die Erfassung in intelligenten Verkehrssystemen.

Die Auswirkungen von Blendung auf die Sicherheit beim Fahren sind gut dokumentiert. Eine britische Studie des dort größten Automobilvereins AA aus dem Jahr 2013 zählt bei der Blendung durch Sonneneinstrahlung allein im Jahr 2012 fast 3.000 Verkehrsunfälle. Dies entspricht 1/33 aller Unfälle auf britischen Straßen – 420 waren schwer und fast 40 mit tödlichen Folgen. Blendung ist auch ein erhebliches Problem bei automatisierten Maut- und Verkehrsüberwachungskameras, wobei letztere für Rotlicht- und Geschwindigkeitsverstöße zum Einsatz kommen.

Die Fahreridentifikation ist ein Problem
Mehrere wissenschaftliche Veröffentlichungen belegen die Wirksamkeit automatisierter Kameras für Geschwindigkeitsüberschreitungen und Rotlichtverstöße – nicht nur in Bezug auf die Kosten, sondern auch im Hinblick auf

die Verkehrssicherheit und den Betrieb. Eine Studie der Qatar University und der California Polytechnic State University aus dem Jahr 2017, in der Rotlichtverstöße untersucht wurden, ergab, dass an Kreuzungen mit hohem Verkehrsaufkommen (mehr als 535 Fahrzeuge pro Stunde) in Katar die Verstöße ohne Kameraeinsatz über 250 % höher lagen als an Kreuzungen, die mit Bußgeldern von bis zu 13.699 US-\$ belegt waren. Wie relevant dies für die Sicherheit ist, hat eine Studie des US Insurance Institute for Highway Safety aus dem Jahr 2015 aufgezeigt, die Rotlichtverstöße im Jahr 2013 allein in den USA auf 697 Todesfälle und 127.000 Verletzte zurückführt.

Die technischen Fähigkeiten von Kameras haben sich zwar dahingehend verbessert, dass sie nicht nur Kennzeichen (Automatic Number Plate Recognition; ANPR), sondern auch Farbe, Marke und Typ des Fahrzeugs automatisch erkennen und anhand von Fahrzeug- und Verkehrsregister-Datenbanken vergleichen können. Eine Blendung kann dennoch die Identifizierung des Fahrers erschweren, was die Strafverfolgung einschränkt. In einer Präsentation, die ein niederländisches Team 2013 auf der Four Continents Conference in Peking zum Thema Verkehrssicherheit abgehalten hat, heißt es: „Aufgrund der Lichtverhältnisse, Blendung, Tönung von Autoscheiben oder von



Das industrielle Kameramodul XCG-CP510 verwendet den Sensor mit Polarisationsfilter für intelligente Verkehrssysteme

absichtlichen Behinderungen, kann die Gesichtserkennung des Fahrers auf einem Beweisfoto schwierig sein. Dies verringert den Erfolg bei der Strafverfolgung registrierter Verstöße. Die Bearbeitung von Einsprüchen, wenn der Fahrzeugeigentümer nicht gefahren ist, trägt ebenfalls zu einer höheren Arbeitsbelastung bei.“

Die Studie belegt auch, dass der Nachweis der Fahrerhaftung arbeits- und kostenintensiv ist, sodass Strafverfolgungsmaßnahmen nicht immer durchgesetzt werden können. Nach Angaben des Landes Baden-Württemberg wurden in der Region die Verfahren zweier von drei mit einem automatisierten



Polarisationsfilter beseitigen die Blendung der Windschutzscheibe von PKW, damit der Fahrer identifiziert werden kann.

Kamerasystem erfassten Verstöße eingestellt – aufgrund der Unfähigkeit, den Fahrer zu identifizieren. Dieser Datensatz umfasst sowohl ausländische Fahrzeuge als auch Motorradfahrer und hebt das Ausmaß des Problems hervor.

Der Anreiz, falsche Angaben zu machen, wer gefahren ist oder plötzliche Wissenslücken vorzutäuschen, ist groß, da in Internet-Foren Tipps zum Verhalten gegeben werden, um Strafen zu vermeiden. Dies wurde insbesondere im Jahr 2013 deutlich, als der britische Abgeordnete Chris Huhne und seine Frau zehn Jahre zuvor Punkte für Geschwindigkeitsüberschreitungen übertragen haben, um ein Fahrverbot zu vermeiden. Beide wurden inhaftiert, die Lüge wurde erst nach dem Zusammenbruch ihrer Ehe bekannt.

Kameras überall

Ungeachtet dessen haben die erheblichen wirtschaftlichen, betrieblichen und verkehrssicherheitstechnischen Vorteile automatisierter Kamerasysteme gegenüber manuell betriebenen Systemen zu einem deutlichen Anstieg der Akzeptanz von Maut- und Vollstreckungsanwendungen per Kamera geführt, sowohl in Industrie- als auch in Schwellenländern.

Hinzu kommt die jüngste Zunahme von Dashcams sowohl bei Privatpersonen als auch bei Versicherungen, die ihre Haftung minimieren wollen. Viele Versicherungsunternehmen bieten heute sogar Rabatte dafür an.

Wieder ist die Blendung hier ein Problem, wie es mehrere Videos auf YouTube belegen, die riesige blinde Flecken zeigen. Das Problem der Blendung tritt vor allem im Herbst und Frühling auf, wenn die Sonne während der Hauptverkehrszeiten tief steht und laut AA Unfälle aufgrund von Blendung am wahrscheinlichsten sind. Deren Zahlen belegen, dass sich in dieser Zeit Frontalzusammen-

stöße mit Lastkraftwagen in der Dämmerung fast vervierfachen.

Einsatz von Polarisationsfiltern bisher eingeschränkt

Blendung lässt sich mithilfe von Polarisationsfiltern beseitigen. Dabei werden schmale Schlitze in einem Filter ausgerichtet, wobei Licht nur parallel zum Winkel dieser Schlitze durchgelassen wird.

Dieses Prinzip kommt in verschiedenen industriellen Anwendungen zum Einsatz, wobei ein Paar von Polarisationsfiltern zum Einsatz kommt: ein Filter zur Erzeugung polarisierten Lichts und einer, der eine bestimmte Ausrichtung aufweist. Eine Forschungskoooperation zwischen den Universitäten York und Ryerson aus dem Jahr 2000 ergab, dass „Kameras mit einem Polarisationsfilter ausgestattet werden könnten, um die Blendung der Windschutzscheibe zu beseitigen und den Fahrer zu identifizieren“. Dieser Ansatz kann allerdings nur in stark kontrollierten Umgebungen angewendet werden. Die Natur intelligenter Verkehrssysteme mit wechselnden Lichtverhältnissen, Sonnenständen und Windschutzscheibenwinkeln macht es daher unerlässlich, mehrere Filter/ Kameras einzusetzen, was die Kosten allerdings stark erhöht.

Bildsensor inklusive Polarisationsfilter

2018 stellte Sony mit dem IMX250MZR/MYR einen Bildsensor vor, der den Filter direkt auf dem Chip enthält. Durch die Integration eines vierseitig ausgerichteten Drahtgitter-Polarisationsfilters (45, 90, 135 und 0°) unter der On-Chip-Linse kann jedem Pixel ein Lichtwinkel zugeordnet werden, der in einer 2x2-Berechnungseinheit angeordnet ist. Damit entsteht ein Bild mit 5,07 MP (vier 1,27MP-Bilder werden in jeder Ebene erstellt). Der Sensor kann dann aus der Intensität jeder Richtungspolarisation die Pola-

risationsrichtung und den Polarisationsgrad berechnen.

Zu den ersten industriellen Kameramodulen, die diesen Sensor für intelligente Verkehrssysteme verwenden, zählt das XCG-CP510 von Sony Europe's Image Sensing Solutions Division. Dabei kommt der GigE-Übertragungsstandard zum Einsatz, der vorwiegend in diesen Anwendungen verwendet wird, um die Monochrombilder mit 4 x 1,27 MP und 23 fps zu liefern.

Fazit

Die Sicherheitsvorteile von Verkehrsüberwachungskameras sind bewiesen. Die Auswirkungen auf das Fahrerverhalten bleiben jedoch nur dann hoch, wenn die Fahrer glauben, dass sie erwischt und angemessenen bestraft werden. Die Wirkung einer Blendung auf die Fähigkeit, den Fahrer zu identifizieren, bedeutet – insbesondere in Jahreszeiten, in denen die Sonne niedrig steht –, dass das wahrgenommene Bewusstsein abnimmt, bei einem Verkehrsverstoß erwischt und bestraft zu werden. Die Entwicklung neuer Bildsensoren und Kameras kann dies ändern. ■

AUTOR
Stephane Claus

Sony Europe Image Sensing Solutions

KONTAKT

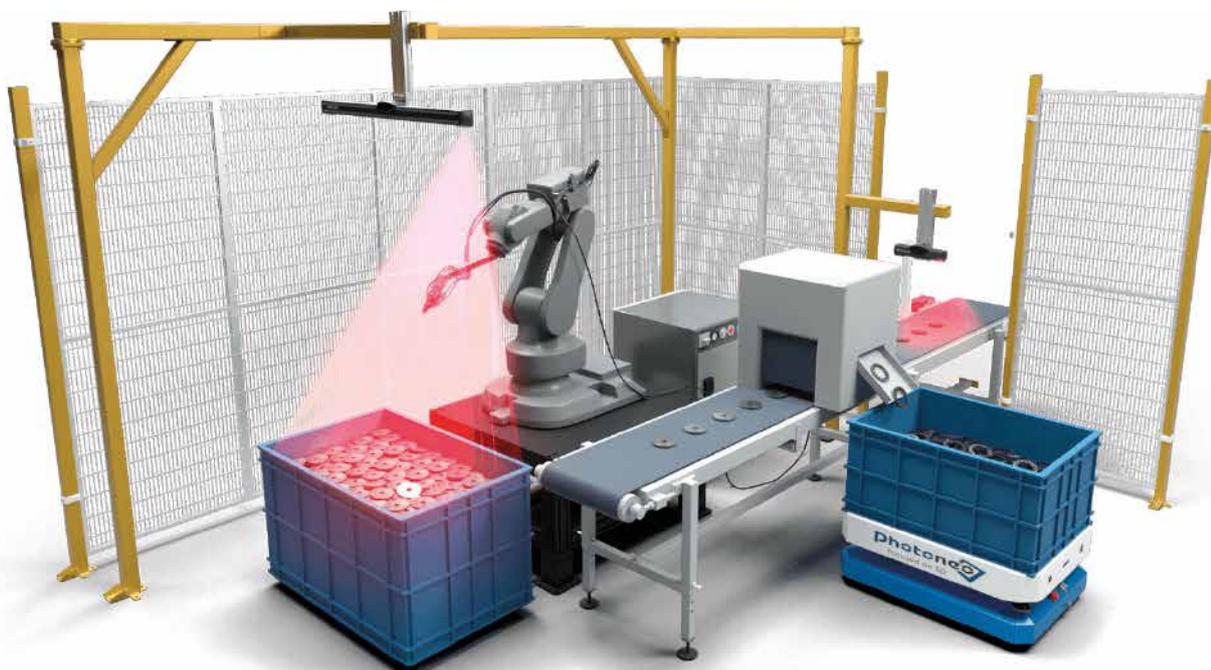
Sony Imaging Solutions,
Puteaux, France

www.image-sensing-solutions.eu

Tel.: +33 155 90 35 12

Link zu Youtube Film
mit blinden Flecken:
[https://www.youtube.com/
watch?v=pTSnGy9ISos](https://www.youtube.com/watch?v=pTSnGy9ISos)





Parallel und strukturiert

Parallel Structured Light-Technologie übertrifft 3D

Eine Technologie als Grundlage einer 3D-Kamera gibt Robotern Augen und Intelligenz.

Die wachsende Bedeutung einer hochwertigen Bildaufnahme von 3D-Szenen ist eng mit dem Aufkommen der industriellen Automatisierung und dem Einsatz von Robotern verbunden. Gewöhnliche Roboter müssen für die genaue Bewegung von A nach B programmiert werden und können nicht auf die Umgebung reagieren. Tomáš Kovačovský, Mitbegründer und CTO von Photoneo, erklärt, dass Industrieroboter nicht sehen und denken und daher nicht reagieren können. Das Unternehmen entschied sich daher, den Robotern „Augen und Intelligenz“ zu geben, um nicht nur sehen, sondern auch verstehen und so auf verschiedene Situationen reagieren zu können. Kovačovský, Ján Žižka und Michal Malý gründeten darum Photoneo und entwickelten eine Technologie, die die Grundlage für ihre 3D-Kamera MotionCam-3D bildet.

3D-Sensorik – wie funktioniert das alles?

Der Markt bietet eine breite Palette von Produkten, die es ermöglichen, 3D-Informationen zu erfassen. Die meisten sind jedoch nur in der Lage, statische Szenen aufzunehmen (3D-Scanner). 3D-Kameras, die eine 3D-Darstellung von Objekten in Bewegung ermöglichen, liefern eine Ausgabe von deutlich geringerer Qualität. Dies kann sich sowohl

auf die Genauigkeit als auch auf die Auflösung beziehen. Während diese Kameras für die Spiele-Industrie völlig ausreichend sind (z. B. wenn man den Xbox-Kinect-Sensor betrachtet, der ziemlich genau, intuitiv und schnell ist), haben sie Einschränkungen, die in industriellen Anwendungen zu einem Problem werden.

Alle auf dem Markt erhältlichen 3D-Kameras und -Scanner basieren auf Technologien, die sich in drei Hauptkategorien unterteilen lassen: Time-of-Flight, Stereosehen und Technologien, die auf der Ausgabe eines strukturierten Lichtmusters basieren. Wie unterscheiden sich diese und welche ist am effektivsten?

Die Time-of-Flight-Technologie basiert auf der Messung der Zeit, in der ein von der Lichtquelle abgegebenes Lichtsignal auf das gescannte Objekt trifft und zum Sensor zurückkehrt. Während die Abtastgeschwindigkeit relativ hoch ist, ist die Begrenzung die Lichtgeschwindigkeit selbst. Schon ein kleiner Fehler bei der Berechnung des Lichteinfallsmoments kann zu einem Messfehler von Millimetern bis Zentimetern führen. Eine weitere Einschränkung ist, dass diese Sensoren eine relativ geringe Auflösung aufweisen. Die Time-of-Flight-Technologie wird von Unternehmen wie Sony, Microsoft, Panasonic oder Espros eingesetzt.

Im Gegensatz dazu basiert die Technologie der aktiven Stereoabbildung (die in die Kategorie der Triangulationssysteme fällt) auf der Berechnung des Dreiecks: Kamera – gescanntes Objekt – Kamera. Die Standard-Stereoanlage sucht nach Korrelationen zwischen zwei Bildern (sie müssen eine Textur/identische Details haben) und identifiziert aufgrund der Disparität den Abstand (die Tiefe) vom Objekt. Dieser Ansatz funktioniert jedoch nicht bei weißen Wänden, bei denen es grundsätzlich unmöglich ist, gemeinsame Details zu identifizieren. Um dieses Problem zu vermeiden, wurde ein Verfahren entwickelt, bei dem ein Lichtmuster auf die Ober-



Dank der Fortschritte im Bereich Robot-Vision ist die Automatisierung von Fertigungsprozessen in eine neue Dimension vorgedrungen.«



3D-Kamera Motioncam-3D



PhoXi 3D-Scanner

fläche projiziert wird, das Korrespondenzen in der Szene erzeugt. Aber auch diese Technik hat ihre Grenzen. Die Identifizierung von Entsprechungen und die Messung eines einzelnen Tiefenpunktes erfordert mehrere Pixel, was zu einer geringen Anzahl von Messpunkten bei allgemein geringerer Robustheit führt. Diese Technologie bildet die Grundlage für 3D-Kameras von Intel, ZED oder Intel RealSense.

Ein weiteres Verfahren, das ebenfalls zu den Triangulationssystemen gehört, ist die Beleuchtung des gescannten Objekts durch ein sogenanntes strukturiertes Licht. Die Technologie basiert auf der Projektion eines Lichtmusters von einem Projektor, wobei die Verformung des Musters von einer 2D-Kamera aufgezeichnet wird. In diesem Fall besteht das Dreieck aus einem Projektor - gescanntes Objekt - Kamera. Der große Vorteil gegenüber der aktiven Stereoanlage liegt in der einfacheren Berechnung. Andererseits ist das Lichtmuster eher spärlich, was einen Kompromiss zwischen der Qualität der Rekonstruktion (Genauigkeit) und der Anzahl der Messpunkte erfordert. Diese Technologie wird häufig von Unternehmen wie Apple oder Orbbec eingesetzt.

Interessanterweise ermöglicht es keines der oben genannten Verfahren, bewegte Objekte in hoher Auflösung und gleichzeitig mit Submillimetergenauigkeit zu scannen. Photoneo stellte ein Verfahren zur 3D-Bildgebung von Objekten in Bewegung vor. Die patentierte Parallel-Structured-Light-Technologie basiert auf einem speziellen CMOS-Bildsensor mit Mosaikverschluss. Die Ausgabe des Sensors wird direkt in der Kamera berechnet und die Daten werden anschließend an eine spezielle Software zur Darstellung einer Punktwolke gesendet. Diese Technologie ermöglicht der MotionCam-3D von Photoneo, eine 10-fach höhere Auflösung als andere 3D-Kameras zu liefern und Objekte mit einer Geschwindigkeit von bis zu 40 m/s aufzunehmen.

Den Robotern „Augen und Gehirn“ geben

Dank der Fortschritte im Bereich Robot-Vision ist die Automatisierung von Fertigungsprozessen in eine neue Dimension vorgedrungen. Die Idee und wichtigste Vision ist es, Menschen effektiver arbeiten zu lassen und sie von monotonen und gefährlichen Aufgaben zu entlasten, die von Robotern ausgeführt werden können.

Diese Systeme finden sich in Anwendungen mit Bin-Picking-Lösungen, also der robotergestützten Kommissionierung von zufällig platzierten Objekten aus einem Behälter und deren anschließender Platzierung an einem gewünschten Ort. Die Kamera erfasst die Szene, die Software lokalisiert das gescannte Objekt anhand eines CAD-Modells und sendet die Informationen an den Roboter. 3D-Sensorik in Bewegung wird häufig in Produktionslinien eingesetzt, wo sich verschiedene Arten von Objekten auf einem Förderband bewegen und der Roboter mit ihnen mithilfe eines 3D-Vision-Systems manipuliert. Photoneo hat auch eine KI-basierte Anwendung entwickelt, die es Robotern ermöglicht, Objekte verschiedener Formen und Größen zu lokalisieren und zu greifen. Die Anwendung benötigt keine CAD-Modelle, da sie auf maschinellem Lernen basiert.

Auf den ersten Blick kann das Konzept eines Roboterarms, der Objekte von einem Behälter zum anderen platziert, recht einfach klingen. Für einen Roboter bedeutet die Fähigkeit zu sehen jedoch eine immense Anzahl von Ziffern, die die Entfernung zu den einzelnen Punkten in der Szene darstellen. Die Verarbeitung dieser Zahlen, um die Position von Objekten im Raum zu verstehen, erfordert sehr fortschrittliche Algorithmen. Die Fähigkeit, Objekte zu erkennen, die teilweise von anderen Objekten verdeckt oder zufällig gedreht sind, ist eine absolute Notwendigkeit. Der Roboter muss auch zum richtigen Greifpunkt navigiert werden, wobei der

Schwerpunkt des Objekts und die umgebenden Objekte berücksichtigt werden, um Kollisionen zu vermeiden. Jede Bewegung ist einzigartig und reagiert auf die auftretenden Situationen.

Neben der industriellen Produktion, der Palettierung, der Depalettierung und der Roboter-Manipulation hat Maschinelles Sehen auch in der Qualitätskontrolle und Messtechnik einen Quantensprung bewirkt. Allmählich überschreitet die 3D-Bildverarbeitung die Grenzen der industriellen Produktion und dringt in Bereiche wie Medizin oder Lebensmittelindustrie vor. Die Anwendung in Drohnen wird wohl auch in der nahen Zukunft realisiert.

Die Zukunft leben

Trotz der beeindruckenden Fortschritte, die wir in den letzten Jahren gemacht haben, steht die Entwicklung von 3D-Bildgebungstechniken noch am Anfang. Das Anwendungsspektrum, in dem 3D-Kameras und 3D-Scanner eingesetzt werden können oder sogar notwendig sind, wächst immer weiter. Die Bedeutung der 3D-Bildaufnahme in der Industrie nimmt rasant zu, aber auch in der Konsumwelt. Es gibt viel, worauf man sich freuen kann. ■

AUTOREN

Andrea Pufflerová, PR Specialist
Marcel Švec, Director of 3D Sensing
Ivan Začkuliak, Delivery Specialist

KONTAKT

Photoneo s.r.o., Bratislava, Slowakei
 Tel.: +421 948 766 528
 www.photoneo.com

Meister der Codes

Ein Einblick in den Markt von 2D-Code-Lesegeräten

2D-Code-Lesegeräte erfreuen sich trotz Digitalisierung und Vernetzung nach wie vor großer Beliebtheit. Man könnte auch sagen, WEGEN der Digitalisierung und Vernetzung. Denn als kostengünstige, schnell auszulesende und robuste Codes sind Datamatrix-Codes kaum zu ersetzen. Und mit der stetigen Weiterentwicklung der Lesegeräte behauptet sich diese Technik ohne Weiteres gegenüber der jüngeren RFID-Konkurrenz.

Data-Matrix- und Barcodes ermöglichen bereits seit Jahrzehnten ein eindeutiges Identifizieren sowie Rückverfolgen der Prozesskette von Produkten. Und trotz dieser langen Historie und starker Konkurrenz, beispielsweise durch RFID, nimmt deren Relevanz weiter zu. Gründe hierfür sind einerseits Anforderungen der Kunden, die eine hohe Transparenz der Prozesskette erwarten und zugleich Druck auf ihre Zulieferer ausüben, jederzeit genau nachverfolgen zu können, welche Stationen etwa ein schadhaftes Bauteil durchlaufen hat. Andererseits erfordert die zunehmende Digitalisierung und digitale Verknüpfung eigentlich getrennter Produktionsabläufe auch eine lückenlose Informationsübertragung hinsichtlich Position, Status und individueller Eigenschaften eines bestimmten Bauteils. Diese Informationen können 1D- oder 2D-Codes nicht besser transportieren wie etwa RFID-Chips. Allerdings übertrumpfen die gedruckten oder aufgelasteten Codes die komplexeren RFID-Codes hinsichtlich der Kosteneffizienz bei weitem. Deshalb haben jene in viele Bereichen, etwa in der Verpackungsanwendungen in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie, nach wie vor ein wesentliches Einsatzgebiet.

Auch in Sachen Geschwindigkeit beim Auslesen der Codes spielen 1D- und 2D-Labels ihre Stärken aus. Ein Beispiel hierfür ist der Hochleistungs-Imager Matrix 300N 2 MP von Datalogic. Neben der hohen Lesegeschwindigkeit bietet er zahlreiche Beleuchtungsoptionen, darunter polarisiert oder diffus mit roter und weißer Lichtquelle.

Ebenfalls auf schnelles Auslesen ist die Smartkamera mit Intel-basierten Movidius VPU-Chip von Hikvision ausgelegt, die 210 Bilder pro Sekunde erfasst und mit Hikvisions unabhängigem Barcode-Erkennungsalgorithmus arbeitet. Dieser erreicht Bildverarbeitungsleistung von 60 fps bei einer Leserate von bis zu 99 %. Die optische Mehrfachschnittstelle eignet sich für M12- und C-Mount-Linsen, und die Gigabit Ether-

net-Schnittstelle erreicht 1 Gbps Bandbreite bei maximal 100 m Übertragungsweg.

Weniger auf die Geschwindigkeit als auf geringe Größen fokussiert sich der Microhawk-UHD-Autofokus von Microscan. Er liest und dekodiert Codes, einschließlich Data Matrix-Symbole mit einer X-Modul Größe von 2 mil (0,05 mm). Dazu greift es auf die integrierte UHD-Optik zurück, benötigt also kein

Zubehör zum Vergrößern der Codes. Dies funktioniert bei Abständen zwischen 40 und 150 mm.

Klein und doch alles dran

Ebenfalls mit kleinen Größen hat die Data-man Serie 70 von Cognex zu tun – nämlich mit seiner eigenen Kompaktheit: Er hat die Maße 22,2 x 35,8 x 42,4 mm. Geeignet ist





© Cognex

das Gerät für Fertigungs- und Logistikunternehmen, die 1D- und 2D-Codes mit einer höheren Leistung als mit Zeilen- oder Raster-scannern lesen, einen Kostensprung aber vermeiden wollen. Durch die vielen Konfigurationsmöglichkeiten und die geringe Größe eignet sich der

Codeleser auch für den Einbau auf engem Raum an Fertigungslinien und in Maschinen. „Der neue Dataman 70 bietet eine modernere Bilderzeugung, sodass selbst beschädigte oder verzerrte Codes auf Etiketten gelesen werden können. Er enthält keine beweglichen Teile und

ist daher wartungsfrei“, fügt Carl Gerst, Senior Vice President, ID-Produkte von Cognex, hinzu.

Eine Kamera für viele Zwecke

Die Kameraserien ID100 und ID105 von Baumer basieren auf dem Verisens-Bildverarbeitungssystem. Dieses beinhaltet im Gehäuse der Kamera den bildgebenden Sensor, die Beleuchtung (oder den Beleuchtungsanschluss), die Optik sowie Ethernet- und digitale Schnittstellen, um die Kamera beispielsweise an eine SPS anzubinden. Das Besondere an diesem System ist die Vielseitigkeit: Bis zu 32 Merkmalsprüfungen lassen sich damit gleichzeitig durchführen. Darunter ist das Codelesen, aber auch die Anwesenheitskontrolle und die Lageprüfung. Daher eignet es sich vor allem für komplexe Anwendungen, etwa in der Lebensmittelindustrie, bei denen der 1D- oder 2D-Code sowie die Anwesenheit und Lage, etwa eines Trinkhalms oder der Füllstand, auf einmal geprüft werden soll.

Eine eingebaute Qualitätssicherung für Datamatrix-Codes beinhaltet der Visor Code Reader von Sensopart. Er hält sich dabei an die Qualitätsparameter nach ISO- und AIM-Standard. Zudem liest er bei Bedarf mehrere 1D- und 2D-Codes zugleich aus. Darüber hinaus verfügt das Gerät über mehrere Funktionen, die die Erkennungsrate in schwierigen Anwendungen deutlich erhöhen können: „Autotune“ ermöglicht es etwa, auch verschmutzte oder schlecht einsehbare Codes zu lesen, ohne dass der Anwender händisch parametrieren muss. Die zweite Funktion namens „Multitrigger“ erleichtert das Codelesen auf Teilen mit schwankenden Oberflächeneigenschaften. Dabei nimmt der Codeleser bis zu 100 Bilder mit unterschiedlichen Belichtungszeiten auf, bis er den Code einwandfrei gelesen hat. ■

AUTOR
David Löh

Stv. Chefredakteur der inspect

TECHNIK IM DETAIL

2D-Codes

2D-Codes enthalten in horizontaler und vertikaler Richtung Informationen, das heißt, es können deutlich mehr Daten gespeichert werden. Ein einzelner 2D-Code kann z. B. aus bis zu 3.116 numerischen Zeichen oder 2.335 alphanumerischen Zeichen bestehen. Zum Vergleich: Ein Code 39 kann nur 39 Zeichen umfassen.

Anders als 1D-Barcodes verwenden alle 2D-Codes eine integrierte Fehlererkennung, ähnlich den Prüfziffern in manchen 1D-Codes, wodurch es zu deutlich weniger Lesefehlern kommt. Bei einem einzelnen Datamatrix-Code werden die Daten üblicherweise dreimal kodiert, wodurch die Wahrscheinlichkeit, dass der Code richtig gelesen wird, deutlich zunimmt. Bildverarbeitungsgeführte Barcode-Lesegeräte können 10,5 Millionen Codes lesen mit einer Fehlerrate eines falsch gelesenen Codes von einem einzigen 2D-Barcode. Laserscanner, die keine 2D-Codes lesen können, erreichen diese Genauigkeit bei weitem nicht.

Während 1D-Codes zur Erkennung von Anfang und Ende des Codes Ruhezone und Start-/Stoppsymbole verwenden, basiert ein 2D-Code auf einer Ruhezone, einem Suchmuster, und einem Taktmuster. Der Sucher ist ein L-förmiges Muster, das sich entlang von zwei äußeren Kanten des 2D-Codes erstreckt. Es unterstützt die korrekte Ausrichtung während des Dekodierens. Gegenüber dem Suchmuster befindet sich das Taktmuster. Es besteht aus einer Reihe von abwechselnden schwarzen und weißen Modulen (oder Zellen), die für die Dekodierung die Größe der einzelnen Zellen und die Größe des Codes (Anzahl von Zeilen und Spalten) festlegt. Die Ruhezone ist ähnlich der Ruhezone von 1D-Barcodes. Bei 2D-Codes muss sich diese jedoch um den gesamten Code erstrecken.

Der vollständige Text und weitere Verweise sind zu finden unter www.cognex.com/de-de/what-is/industrial-barcode-reading/2-d-matrix-codes



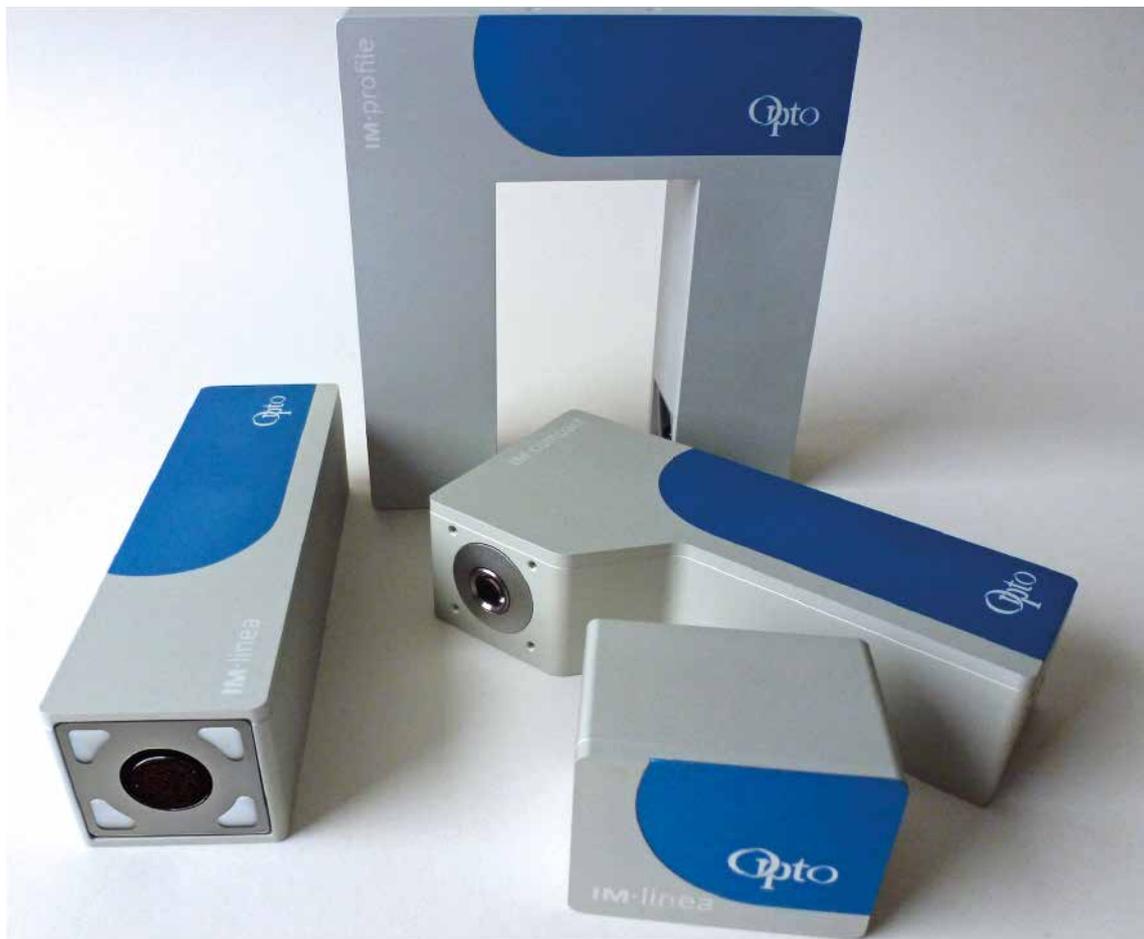
Verifikation direktmarkierter Codes

Zuverlässige Qualitätsbewertung mit den Systemen der IOSS GmbH - offline und inline

- Erhöhung der Produktivität und Kosteneinsparung durch sichere Verifikation der Codequalität
- Normgerechte Beleuchtung
- Qualitätsnachweis im PDF-Format

www.ioSS.de





Imaging Module und KI

Optische Sensoren zur automatischen Bewertung der Produktqualität

Die 4. Industrielle Revolution zeichnet sich durch Disruption in allen Geschäftsbereichen und eine Beschleunigung der Innovationszyklen aus. Wird das die Art und Weise, wie wir Qualitätssicherung heute betreiben, verändern? Wird künstliche Intelligenz existierende Messverfahren infrage stellen?

Mit neuen Methoden der Big-Data-Analyse und dem Einsatz von Deep Learning Tools sowie fortschrittlicher Datenanalyse werden wir immer intelligentere Lösungen sehen. Es ist ebenfalls möglich, mit strukturierter Beleuchtung und weiteren Verfahren die tatsächliche Auflösung stark zu verbessern, was es ermöglicht, zum gleichen Preis größere Bildfelder oder bessere Ergebnisse zu erzielen. Photometric Stereo Imaging ermöglicht es, die Positionsgenauigkeiten von Strukturen oder Kanten viel genauer und unabhängiger von Streulicht zu bestimmen und somit Form und Lagemessungen im Bild genauer und verlässlicher durchzuführen.

Maschinen Augen geben

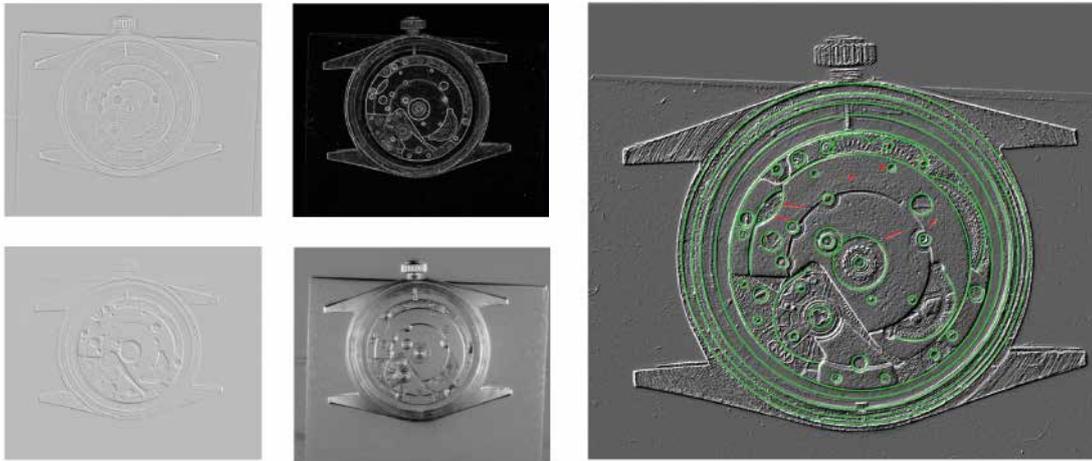
Opto hat begonnen Plug-and-Play Vision-Sensoren zu liefern, um Maschinen Augen zu geben. Diese Imaging Module kommen

mit Kamera, Optik und abgestimmter Beleuchtung sowie Steuerelektronik in einem abgestimmten und vorkalibrierten Paket. In dem Wissen, dass es, wenn man sich zum Ziel gesetzt hat, für jede Applikation ein Modul mit dem bestmöglichen Bild zu liefern, mehrere tausend Module geben muss. Als eine der ersten Lösungen wurde ein kompaktes All-in-One-Digitalmikroskop entwickelt. Dies verfügt über ein Koaxial- und Ringlicht, um mit einer Einheit viele verschiedene Aufgaben zu erledigen. Für das Hellfeld mit integrierter koaxialer EPI-Beleuchtung zur Kontrolle von Strukturen auf spiegelnden Oberflächen und einem integrierten Ringlicht für die Dunkel-feld-Bildgebung zur Darstellung von Verunreinigungen und Kratzern. Gemeinsam mit dem Profilprojektor, der wie das Mikroskop mit einem 5MP-Sony-Sensor ausgestattet ist und über einen integrierten telezentrischen Abbildungs- und Beleuchtungsstrahlen-

gang verfügt, ist es hier möglich, Profile von Nadeln, Netzen, Schrauben oder anderen Proben im perfekten Kontrast für hochpräzise Messungen zu präsentieren.



Mit Deep Learning kann man jetzt sogar sehr gut Vorhersagen über die Qualitätsentwicklung des Produktes erarbeiten – alles zeitnah da bildbasiert.«



Auswertung mittels künstlicher Intelligenz

Zum Lernen bestens geeignet

Diese Lösungsansätze eignen sich für die Weiterverarbeitung mit traditioneller Bildverarbeitung, da sie einen optimierten Kontrast und eine hohe Auflösung, optimiert für die jeweilige Anwendung liefern. Die Imaging Module sind aber auch für Learning-Applikationen geeignet, da der komplette Aufbau in einem kompakten Aluminiumgehäuse verbaut ist und sich nachträglich nicht mehr verändern lässt. Das ermöglicht eine stabile Bildgebung und auch bei mehreren Stationen eine garantiert gleiche Bildqualität mit gleicher Kalibrierung. Um die Anforderungen der Fabrikautomatisierung im Zuge von IoT und Industrie 4.0 zu erfüllen, wird es in Zukunft Embedded-Module geben. Diese werden intelligente Auftragsmodule sein, die echte Ergebnisse liefern und Maschinen antreiben oder direkte Messergebnisse liefern. Wie intelligent sie sein werden, wird sich zeigen. Ein Weg wird der Einsatz von struktu-

rierter Beleuchtung und die Rückführung der Beleuchtungsgeometrien sein. Die Vorteile, wie eine bessere Kantenerkennung, eine bessere Oberflächendarstellung von Fehlern und die Super-Resolution-Auswertung, ermöglichen schnelle Komplettaussagen über Form und Lage, Struktur und einer integrierten, hochauflösenden Defekterkennung auf Oberflächen.

Qualitätsvorhersagen mittels Deep Learning

All diese Information in einem Bild ermöglichen nun über Vergleiche und Klassifizierungen eine Qualitätsaussage über das Produkt mit hoher Genauigkeit und Wiederholbarkeit. Mit Deep Learning kann man sogar Vorhersagen über die Qualitätsentwicklung des Produktes erarbeiten – alles zeitnah da bildbasiert. Diese Optionen mit den applikationsspezifischen Imaging Modulen gekoppelt, könnten die Disruption sein, die in

der Messtechnik ansteht. Trotzdem wird es noch dauern, bis sich diese neuen digitalen Wege in der Qualitätskontrolle durchsetzen werden, da eine Rückführbarkeit der Messwerte und viele existierende Normen dem noch entgegenstehen. Aber wie bereits in nicht industriellen Märkten gezeigt, etwa in der Pathologie, werden hier schon digital Aussagen getroffen, die nachweislich der menschlichen Einschätzung überlegen sind. Hier ist es dann nicht mehr weit von einer KI für die Qualitätskontrolle entfernt. ■

AUTOR
Markus Riedi, CEO

KONTAKT
Opto GmbH, Gräfelfing
Tel.: +49 89 898 05 50
info@opto.de
www.opto.de

LED-Beleuchtungen made in Germany

IMAGING LIGHT TECHNOLOGY

BÜCHNER

www.buechner-lichtsysteme.de/inspect



Kameraschutzgehäuse

Montagelösungen

Zubehör



www.autoVimation.com



Lückenlose Beweisführung

Smart-Kamera als modularer Nachrüstsetz zur Nachweisbarkeit von Sendungen



Auch wenn sich durch 1D- und 2D-Codes vieles im Bereich von Warensendungen nachverfolgen und automatisieren lässt, geben die Codes keinerlei Auskunft beispielsweise über den Zustand der Warensendungen. Um die letzte Lücke in der Beweisführung zu schließen, bietet eine Firma aus Graz nun ein nachrüstbares, auf einer Smartkamera basierendes Bilderfassungssystem an.

Das Internet hat das Konsumverhalten grundlegend verändert. Nicht nur Konsumenten, sondern auch Unternehmen bestellen immer mehr Waren online. Folglich ist seit dem Jahr 2000 und mit Ausnahme des Finanzkrisenjahrs 2009 die Zahl der Kurier-, Express- und Paketsendungen (KEP) kontinuierlich gestiegen und hat mit 3,35 Milliarden Sendungen im Jahr 2017 einen Höchststand in Deutschland erreicht. Zwar gibt es noch keine aktuelleren Zah-

len vom Bundesverband Paket und Expresslogistik (BIEK), doch zeichnet es sich ab, dass diese Zahl wohl 2018 nochmal übertroffen wurde.

Da sich jedoch die Anzahl der Zusteller bzw. der Paketdienste nicht erhöht, steigt der Zeitdruck, um das Pensum der annähernd 11 Millionen Warensendungen pro Sendungstag zu schaffen. Es liegt auf der Hand, dass der Umgang mit den Warensendungen darunter leidet, was freilich durch gutes Verpacken teilweise aufgefangen werden kann. Sobald aber zerbrechliche Ware oder Lebensmittel versendet werden, gelangt auch das beste Verpackungskonzept an seine Grenzen. Beschädigte Waren sind für den Versender dreifach ärgerlich. Erstens leidet seine Reputation. Zweitens schickt er,

◀ **Das optische Bilderfassungssystem ivii.photostation erstellt ein Foto des Ladehilfsmittels, wie dem Karton oder des Kunststoffbehälters, verknüpft dieses mit einem Zeitstempel und Routing-Label und legt diese Informationen auf einem Server ab.**



Die Kamera wird mithilfe der Smart-Vision-Software zur Smart-Kamera.

um seinen Ruf zu retten, meist aus Kulanz die Ware auf eigene Kosten erneut. Drittens stehen noch die Streitigkeiten aus, die er mit dem Zusteller hat, um die Ursache und die damit Kostenfrage zu klären.

Rücksendung von 280 Millionen Paketen

Dass es sich bei den Kosten nicht um Peanuts handelt, zeigt die Statistik der Forschungsgruppe Retourenmanagement für das Jahr 2018. Letztes Jahr wurden rund 280 Millionen Pakete zurückgesandt, was Gesamtkosten in Höhe von schätzungsweise 5,46 Milliarden Euro verursachte. Eine Retoursendung allein kostete somit im Durchschnitt 19,51 Euro, die Hälfte davon für den Transport. Gewiss handelt es sich bei vielen Fällen um B2C-Sendungen, bei denen beispielsweise Waren ausprobiert wurden, die Größe nicht passte und die Sendungen dann zurück gingen. Aber auch fälsch kommissionierte sowie beschädigte Ware machen einen erheblichen Teil der Retouren aus.

Die fehlende Nachweismöglichkeit des Versenders hinsichtlich Sendungszustands und Kommissionierung hat das Unternehmen ivii erkannt und sich entschlossen, eine praktikable Lösung zu finden. Praktisch heißt, dass die Lösung kompakt und modular sein soll, sodass es problemlos als zusätzliche Einheit beispielsweise an einem Förderband nachgerüstet werden kann. Das Produkt ivii.photostation erstellt ein Foto des Ladehilfsmittels, wie dem Karton oder Kunststoffbehälter, verknüpft dieses mit einem Zeitstempel und Routing-Label des Ladehilfsmittels und legt diese Informationen auf einem Server ab.

Intelligente Kamera ≠ intelligente Kamera

Bei geschätzten 1.600 Behältern in der Stunde, von denen ivii ausging, war relativ schnell klar, dass ein klassisches System aus

Industrie-PC und -Kamera für eine modulare Lösung zu überdimensioniert ist, zu viel Strom verbraucht und den Aufbau zu komplex macht, was sich wiederum auch auf die Gesamtkosten auswirken würde. Daher begann ivii im Bildverarbeitungsmarkt zu recherchieren.

Dabei stieß das Unternehmen auf das Konzept der intelligenten Kamera. Das sind kleine, optimierte All-in-one-Lösungen, das heißt, Kamera, Schnittstellen und PC sind in einem Gehäuse vereint, was im Verhältnis zur geringen Größe und Stromverbrauch eine hohe Leistung ermöglicht. Doch intelligente Kamera ist nicht gleich intelligente Kamera. Die einen Kameras bieten nur ein Linux OS an, wobei sich der Anwender komplett von Einrichten bis Programmieren selbst um die Bildverarbeitung kümmern muss. Die anderen geben eine Bildverarbeitungssoftware vor, deren Syntax gelernt und deren Anwendungen passend parametrisiert werden müssen und die keine zu weit abweichenden Werte verzeihen.

Technische Basis

Beides wäre für ivii zwar keine Herausforderung gewesen. Aber warum sich abmühen, wenn es für die eigenen Anforderungen entsprechende Lösungen auf den Markt gibt. Die mvBlueGemini von Matrix Vision ist nicht nur eine intelligente Kamera, sondern wird mit der Smart-Vision-Software mvImpact Configuration Studio zur Smartkamera. Sie bietet alles, was ivii suchte. Von Haus aus besitzt die Hardware die passenden Schnittstellen, um getriggert Bilder aufzunehmen, eine Beleuchtung zu steuern und einen Netzwerkanschluss, um Bilddaten auf einen Server laden zu können. Nach einem Trigger-Ereignis kann die Software die Beleuchtung schalten und ein Bild aufnehmen sowie die Bilddaten gemeinsam mit Zeitstempel und Routing-Label auf einem FTP-Server ablegen.

Damit war die technische Basis für die ivii.photostation gefunden. Das Konfigurieren der vorhandenen Tools reichte aus, um ans Ziel zu gelangen. Mit einer elegant konstruierten Mechanik, die neben der Smart-Kamera auch die Beleuchtung beinhaltet, erreichte ivii das selbstgesteckte Ziel von einem Gesamtgewicht der nachrüstbaren Lösung von rund 50 kg und einem Platzbedarf von 1.200 x 1.200 x 1.140–2.040 mm (L x B x H). Die ivii.photostation kann in Förderanlagen integriert werden, deren Fördertechnik eine minimale Oberkante von 300 mm, eine maximale Oberkante von 1.000 mm und eine Nennbreite von 270 bis 450 mm aufweisen. Unterstützt werden Ladehilfsmittel mit einer Länge von 250 bis 650 mm, einer Breite von 180 bis 430 mm und einer Höhe von 50 bis 310 mm.

Durchgängige Dokumentation

Mit der ivii.photostation schließt das österreichische Unternehmen eine Dokumentationslücke im Bereich der Warensendungen. Hierbei eignet sich die Software sowohl zur Protokollierung des Warenausganges (bevor das Paket verschlossen wird) und des äußeren Zustandes des verschlossenen Paketes, um nach Versandschäden gegenüber Paketdiensten besser argumentieren zu können, als auch zum Erfassen, wie die Pakete im Wareneingang angekommen sind und welche Artikel enthalten waren. Zudem können auch weitere Kontrollen in der Intralogistik bewerkstelligt werden. ■

AUTOR

Ulli Lansche

Technischer Redakteur

KONTAKT

Matrix Vision GmbH,

Oppenweiler

Tel.: +49 7191 943 20

www.matrix-vision.com

Zuverlässige Erkennung bei kürzeren Zykluszeiten

Embedded-Sensoren der neuesten Generation steigern die Prozesseffizienz beim „Griff in die Kiste“

Robotik und Sensortechnologie sichern einen effizienten Ressourceneinsatz bei verschiedenen Aufgaben der industriellen Produktion und verkürzen vor allem Durchlauf- und Taktzeiten. So ermöglicht der robotergeführte „Griff in die Kiste“ oder auch „Bin Picking“ genannt an kritischen Stellen eine konstante und taktgenaue Versorgung der Linie.

Bin-Picking-Anwendungen werden immer optimaler auf die Produktionsumgebung und die spezifischen Anforderungen des jeweiligen Nutzers zugeschnitten. Integratoren wie Bewa Automatisierung, ein mittelständisches Familienunternehmen im Bereich Sondermaschinen- und Anlagenbau, arbeiten daran, neue Dimensionen des Bin Picking zu erreichen. Ihre Zellen bieten dem Kunden eine präzise 3D-Lageerkennung in Verbindung mit einer hohen Bildrate. Bewa verlässt sich hier auf Komponenten von Isra Vision aus Darmstadt, deren leistungsstarke optische Sensortechnologie

den vollautomatischen „Griff in die Kiste“ und ein wirkungsvolles Zusammenspiel von Robotik und Greifertechnik ermöglicht.

Zahlreiche Installationen am Markt

Bewas Entscheidung für Isra geht auf mehrere Gründe zurück. Das Unternehmen war ehemaliger Systempartner eines namhaften Komponenten-Lieferanten. Jedoch kam es aufgrund mangelnder Flexibilität zu Schwierigkeiten. Auch das technische Verständnis einzelner Ansprechpartner und lange Reaktionszeiten in der Zusammenarbeit ließen bei Bewa Gedanken reifen, neue Wege zu





Modularität trifft Flexibilität.
Die Pixcell von Bewa bietet eine
standardisierte Lösung zum
Griff in die Kiste.

gehen. „Mit Isra haben wir gute Erfahrungen gemacht: Das Team ist proaktiver und hat im Umgang mit uns abteilungsübergreifend Synergien geschaffen: Technik, Vertrieb und Marketing arbeiten Hand in Hand. Für uns ist das Unternehmen auch ein Beschleuniger zum Entwickeln neuer und einschlägiger Geschäftsbeziehungen. Da Isra bereits seit vielen Jahren mit über 200 Installationen in Deutschland und weiteren Systemen weltweit erfolgreich am Markt etabliert ist, haben wir uns für eine Zusammenarbeit entschieden“, sagt Christopher Wagner, Geschäftsführer von Bewa. Isras Erfahrung helfe außerdem bei der effizienten Bearbeitung von Kundenanfragen. Der Service des Darmstädter Unternehmens sei jederzeit verfügbar und kümmere sich effizient sowohl um die Belange des Integrators, als auch um jene der Endkunden. „Man fühlt sich immer gut eingebunden und betreut. Der vitale Informationsaustausch hilft uns auch bei der Planung unserer langfristigen strategischen Ausrichtung“, sagt Wagner.

Seit einiger Zeit integriert Bewa mit Erfolg verschiedene Komponenten von Isra in seinen Zellen. Das Darmstädter Unternehmen bietet ein ganzes Portfolio aus verschiedenen Produkten der Familie „Griff in die Kiste“, die beispielsweise extrem kurze Taktzeiten ermöglichen, kleinste Bauteile erkennen oder besonders auf anspruchsvolle Umgebungen ausgelegt sind. Für einen erfolgreichen Greifprozess ist auch die Geometrie der Teile von Bedeutung: Besteht die Gefahr, dass sich Teile verkeilen, ist der automatisierte Prozess anfällig. Zusätzlich stellen die, je nach Bauteil, verschiedenen Kistengrößen unterschiedliche Anforderungen hinsichtlich Messvolumen und Genauigkeit an die Sensoren. Bewa-Geschäftsführer Wagner zeigt sich hier sehr zufrieden mit den Lösungen aus

Darmstadt: „Von klein und präzise bis groß und robust – Isra kann uns den passenden Sensor für alle Teilespektren liefern.“

Bin-Picking-Anwendungen einfacher gemacht

Dank neuester Sensortechnologie ist Bin Picking heute sehr praktikabel, ausdifferenziert für unterschiedlichste Anwendungen und auf technisch hohem Niveau verfügbar. Dabei scannen mehrere Kameras die Objekte und erzeugen eine dichte Punktwolke. Im Abgleich mit der CAD-Vorlage detektieren die Systeme die zu greifenden Bauteile und erstellen selbstständig die optimale Greifabfolge. Die Vielfalt der erkennbaren Objektgeometrien ist dadurch nahezu unbegrenzt. Eine intelligente Greifplanung und die präzise Zuführung von Bauteilen in den Produktionsprozessen sorgen für sichere Abläufe. Embedded-PCs ermöglichen eine sehr schnelle Datenverarbeitung; der Verzicht auf externe PCs erleichtert gleichzeitig Montage

und Inbetriebnahme. Die Produkte von Isra sind dabei zu allen gängigen Robotertypen und Standard-Kommunikationsschnittstellen kompatibel.

Jüngst implementierte Bewa den Sensor PowerPick3D von Isra erfolgreich für ein wichtiges Kundenprojekt. „So erreichen wir eine leichtere und vor allem flexiblere Einbindung des Bildverarbeitungssystems in unser modulares Automationskonzept Pixcell“, sagt Christopher Wagner. Die Zelle könne nunmehr auch eine höhere Verfügbarkeit und einen gestiegenen Flexibilisierungsgrad vorweisen. Die Hauptanwendungen liegen dabei im Bereich der Montage, der automatisierten Vereinzelung, der Verpackung, sowie der Bestückung von Bearbeitungszentren. Die modulare Bauweise der Isra-Systeme erlaubt es Bewa, beispielsweise für die Oberflächeninspektion mehrere Sensoriken einzubinden. Mittlerweile sei man im Hause sogar noch selbstbewusster geworden, wenn Kunden mit dem Wunsch nach Bin-Picking-Anwendungen an das Unternehmen herantreten, ergänzt Wagner. „Dank der intensiven Partnerschaft und Unterstützung durch Isra können wir wertvolle und gezielte Informationen für unsere Kunden zusammentragen, die zum Projekterfolg beitragen.“ Bewa falle es zudem leichter, sich auf die wesentlichen Aspekte seiner Automationskonzepte zu konzentrieren, ohne weitere Ressourcen im Bereich Machine Vision aufbauen zu müssen. Auch die Nutzerfreundlichkeit komme Bewa selbst sowie seinen Kunden zugute: „Eine hervorragende und logisch gestaltete User Experience reduziert den Schulungsaufwand für unser Personal und für unsere Kunden drastisch.“

Für die Zukunft gerüstet

Durch den automatisierten „Griff in die Kiste“ ist die Branche für die Vision Industrie 4.0 gerüstet. Mit Bewas und Isras Unterstützung können die Kunden des Integrators aus dessen Kernsegmenten Automotive, Montage und allgemein der industriellen Fertigung

creating machine vision



Bildverarbeitung
Kamera · Optik · Beleuchtung · Systemintegration
Alles – aus einer Hand!



VISION & CONTROL
www.vision-control.com

VISION

besser auf die Anforderungen von morgen vorbereitet werden. In der jüngsten Generation verfügen PowerPick3D, MiniPick3D und IntelliPick3D bereits über das OPC-UA-Kommunikationsprotokoll und sind damit auch für die Zukunft der industriellen Produktion gerüstet. Konzipiert als „Ready-to-use“-Systeme bieten die drei Sensortypen zudem eine einfache und zügige Einrichtung. „Schnell und zuverlässig, einfache Bedienung, hohe Verfügbarkeit, flexible Einbindungsmöglich-

keiten“, fasst Bewa-Geschäftsführer Wagner zusammen.

Für die Kunden seines Unternehmens stehen besonders eine Senkung der Lohnstückkosten und eine schnellere und präzisere Projektierung im Mittelpunkt. Zudem schaffe der Einsatz von Automatisierungslösungen auch in Zeiten wirtschaftlicher Abkühlung unternehmerische Sicherheiten: „Durch die hohe Bandbreite an Isra-Produkten für verschiedene Applikationen kommen neue Zielmärkte in

den Fokus, was uns wiederum bei der aktuell vorliegenden volatilen Marktlage hilft, unsere Diversifizierung weiter voranzubringen“, sagt Wagner. Beispielhaft nennt er neue Zielmärkte wie z.B. die Branchen Pharma oder Medizintechnik, in denen ebenso daran gearbeitet wird, die Wertschöpfungskette der Kunden effizient zu optimieren. „Durch die Kooperation mit Isra können wir einen höheren Digitalisierungsgrad erreichen und die Sensorik in unsere Industrie-4.0-Plattformen einbinden.“

Interview mit Tolga Sarraf, Vertriebsleiter für 3D-Produkte bei Isra Vision

inspect: Die Zahl der Bin-Picking-Anwendungen scheint stetig zuzunehmen. Wann und in welchem Zusammenhang ist Ihnen dieses Thema zum ersten Mal begegnet?

T. Sarraf: Vor ca. 17 Jahren habe ich das erste Mal auf einer Messe eine sehr vereinfachte Bin-Picking-Anwendung gesehen. Dort wurde gezeigt, wie einfache zylindrische Bauteile aus einer Kiste entnommen werden. Die Taktzeiten damals waren natürlich meilenweit von den Zeiten entfernt, die heute mit den modernen Systemen möglich sind. Anstatt eines 6-Achs-Roboters wurde ein Linearsystem eingesetzt. Damals schon hat mich diese Möglichkeit der automatischen Schüttgutzuführung sehr beeindruckt.

inspect: Wo liegen die größten Herausforderungen bei Bin-Picking-Anwendungen?

T. Sarraf: Kürzeste Taktzeiten, höchste Genauigkeiten und einfachste Inbetriebnahmen. Das sind meiner Meinung nach die größten Herausforderungen, an denen alle Hersteller von Bin-Picking-Lösungen arbeiten. Der vollautomatische „Griff in die Kiste“ benötigt ein perfektes Zusammenspiel von Robotik, Greifertechnik und leistungsstarker optischer Sensortechnologie. Dabei stellen die von Applikation zu Applikation sehr unterschiedlichen und teils rauen Produktionsumgebungen, wie einfallendes Umgebungslicht oder Staub, die Sensorik vor Herausforderungen. Hinzu kommt: Je nachdem, ob das zu greifende Bauteil z.B. glänzende oder matte Oberflächeneigenschaften besitzt, hat dies unmittelbaren Einfluss auf die Qualität der Bauteilerkennung. Für einen erfolgreichen Greifprozess ist auch die Geometrie der Teile von Bedeutung.

inspect: Isra Vision hat sich in diesem Bereich einen Namen gemacht. Was zeichnet Bin-Picking-Lösungen Ihres Unternehmens aus?

T. Sarraf: Isra beschäftigt sich schon fast seit 10 Jahren mit der robotergeführten Schüttgutvereinzelung. In dieser Zeit konnten wir

unser System stetig verbessern und auf die Wünsche unserer Industriekunden anpassen. Ein immer wieder aufkommender Wunsch war es, dass die Handhabung einer solchen Applikation sehr einfach sein muss, damit sie von den Endkunden und von den Mitarbeitern an den Produktionsanlagen angenommen wird. Diesem Wunsch hat Isra Vision sehr große Beachtung geschenkt. Herausgekommen ist ein Softwarepaket, das keine Wünsche hinsichtlich Bedienbarkeit offenlässt. Im neuen Kachel-Design ist es nun auch Mitarbeitern, die wenig bis keine Erfahrung in der industriellen Bildverarbeitung haben, möglich, selbstständig neue Bauteile einzulernen und einzurichten. Die Einrichtparameter wurden auf ein Minimum reduziert und sind somit übersichtlich und einfach zu handhaben. Auch bei der Hardware haben wir viel Geld investiert und ein breites Portfolio an Sensoren entwickelt, welche den unterschiedlichen Anforderungen unserer Kunden Rechnung tragen. Angefangen bei einem Sensor, welcher laserbasiert auch bei schwierigsten Umgebungsbedingungen, z.B. Schmiederein, eingesetzt werden kann, bis hin zu Sensoren für kürzeste Scanzeiten einem Sensor, der gerade bei Kleinstteilen höchste Auflösungen garantiert.

inspect: Welche Rolle spielen KI-Technologien beim „Griff in die Kiste“?

T. Sarraf: Der „Griff in die Kiste“ zählt zu den herausforderndsten Aufgabenstellungen in der Robotik. Künstliche Intelligenz und Softwarelösungen sind das Rückgrat dieser Technologie, weswegen sie heute in aller Munde sind. Bin Picking wird seinen Beitrag dazu leisten, dass schwierige, sprich komplexere, Bauteile immer besser und automatisch erkannt werden, ohne dass es eines CAD-Modells bedarf. Die Benutzer müssen sich auch keine Gedanken mehr hinsichtlich der Greifpunktplanung machen, da die KI die bestmöglichen Greifpunkte selber vorschlägt. Auch die Parameter werden automatisch auf die jeweiligen



Randbedingungen angepasst. Der Roboter kann so wesentlich effektiver, zeitsparender und produktiver arbeiten.

inspect: Wo sehen Sie das Thema Bin Picking in fünf Jahren?

T. Sarraf: Die Entwicklung beim Bin Picking geht hin zu immer kürzeren Taktzeiten und zu immer höheren Genauigkeiten. Wir stellen aber auch fest, dass Kunden die Bauteile nicht nur vereinzeln möchten, sondern während der Vereinzelung auch gleichzeitig die Qualität überprüfen möchten. Somit geht das Thema Automatisierung und Qualitätssicherung Hand in Hand. Hinzu kommen SW-Entwicklungen, bei denen Kunden bereits vorab in einer Simulation testen können, ob ihre Bauteile für das Bin Picking geeignet sind, noch bevor es reale Bauteile gibt. Durch den automatischen „Griff in die Kiste“ ist die Branche für die Vision Industrie 4.0 gerüstet: Ein mögliches Szenario – gerade mit Blick auf das Produktportfolio von Isra Vision – ist, dass ein 3D-Sensor die gewünschten Objekte zunächst digitalisiert und selbstständig einen CAD-Datensatz an einen Bin Picking-Sensor verschickt. ■

AUTORIN

Nicole Rüffer

Vice President Marketing
Communications & Services

KONTAKT

Isra Vision AG, Darmstadt
Tel.: +49 6151 948 0
info@isravision.com
www.isravision.com



Intelligente Kameras mit Hochleistungssensor

Präzision und Geschwindigkeit bieten die kompakten Kameras der Pictor-N432-Serie von Vision & Control. Ihr Herzstück ist Sonys leistungsstarker und hochempfindlicher CMOS-Sensor Sony IMX252 Pregius. Die pictor N432M-ETH macht damit monochrome Aufnahmen, während die pictor N432C-ETH farbige Bilder erzeugt. Beide verfügen über IR-Sperrfilter. Ihr 1/1,8"-CMOS-Sensor hat eine Diagonale von 8,83 mm, bei einer Auflösung von 3,2 Megapixel (2.048 x 1.536). Seine quadratischen Pixel besitzen eine Kantenlänge von 3,45 µm. Die minimale Belichtungszeit der Kameras beträgt 5 µs, womit eine Bildrate bis zu 88 fps realisierbar ist. Sie sind damit rund 2,5 Mal schneller als Modelle der vergleichbaren Pictor-M-Serie.

Da die Kameras nur 175 g wiegen und mit den Maßen 80 mm x 45 mm x 20 mm kompakt gebaut sind, lassen sie sich direkt in der Maschinenumgebung platzieren, etwa auf einem Roboterarm. Objektive mit CS-Mount werden direkt angeflanscht, für solche mit C-Mount ist ein Adapter nötig. Die Versorgungsspannung darf zwischen 12 V bis 30 V Gleichstrom liegen. Sie kann per 12-Pin-Hirose-Stecker oder einem separaten Steckernetzteil zugeführt werden. Die Einsatztemperatur der lüfterlosen Kameras liegt zwischen 0 und 50° C.

www.vision-control.com



Farbglas-Diffusoren und Ultrakurzpulsspiegel

Edmund Optics hat neue Farbglas-Diffusoren und die Techspec Ultrakurzpulsspiegel mit geringer Gruppenverzögerungsdispersion (GDD) vorgestellt. Edmund Optics Farbglas-Diffusoren bestehen aus Schott-Farbglasfilter die einseitig sandgestrahlt sind (Korngröße 120) und dadurch über eine diffuse, lichtstreuende Oberfläche verfügen. Diese Diffusoren weisen die gleichen Transmissions- und Sperrbänder auf wie die Farbfilter. Farbglas-Diffusoren sind ideal für Anwendungen, bei denen eine einzige weiße Lichtquelle verwendet wird, um eine diffuse, farbige Beleuchtung bei verschiedenen Wellenlängen zu erzeugen, anstatt mehrere LEDs zu verwenden.

Edmund Optics Techspec Ultrakurzpulsspiegel mit geringer GDD bieten eine hohe Reflexion bei einem Einfallswinkel von 45° und eignen sich für Ultrakurz-puls-Strahlenkungsanwendungen. Die hochreflektierende, dispersionskompensierende Beschichtung, die durch einen präzisen Ionenstrahl-Sputter-Prozess (IBS) erreicht wird, weist eine geringere Streuung und Absorption als bei herkömmlichen dielektrischen Laserspiegeln auf. Die Ultrakurzpulsspiegel haben eine GDD von nahezu Null bei ihrem Designwellenlängenbereich, wodurch die Dispersion des reflektierten Strahls minimiert wird. Sie eignen sich für das Umlenken von Femtosekunden-Laserpulsen.

www.edmundoptics.de



Embedded-Vision-Einsatz mit MIPI-Bildsensoren

Halcon, die Machine-Vision-Software von MVTec, ist gerüstet für neue Entwicklungen im Embedded-Vision-Umfeld. So hat der Hersteller nachgewiesen, dass seine Software standardmäßig Bilder von MIPI-Kameramodulen (Mobile Industry Processor Interface) einziehen und verarbeiten kann. Dazu können vorhandene Halcon-Schnittstellen wie etwa Video4Linux, GenTL oder auch der direkte Speicherzugriff (Shared Memory) verwendet werden.

Hierfür haben die MVTec-Experten für Hardware Interfaces das Kameramodul VC MIPI OV 9281 der Firma Vision Components in Verbindung mit Raspberry Pi 3 und 4 mit Halcon 19.05 erfolgreich getestet. Mit der gleichen Halcon-Version wurde ebenso erfolgreich das Sensormodul MIPI IMX290 von The Imaging Source per FPD-Link III (bis zu 15 m Kabellänge) auf einem Nvidia-Jetson-Nano getestet. Dies belegt erstmalig die volle Kompatibilität der Bildverarbeitungssoftware mit den speziell für den Embedded-Bereich entwickelten Kameramodulen, die hohen industriellen Ansprüchen entsprechen und ihren Fokus auf hochvolumige Applikationen setzen.

www.mvtec.com

Bildverarbeitung als Motor für Industrie 4.0

Standardprüfzelle für die industrielle Bildverarbeitung

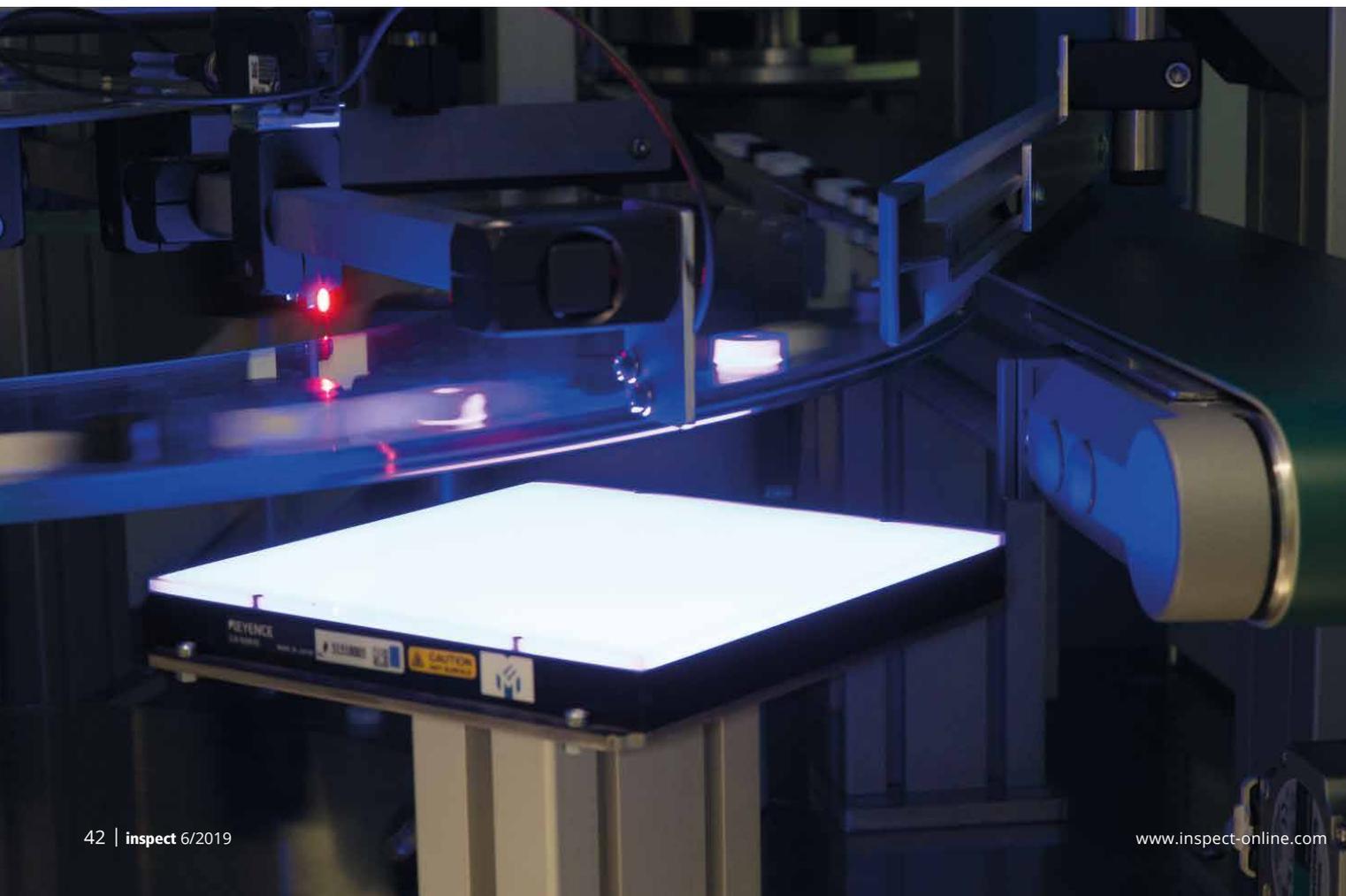
Ob teure Rückrufaktionen oder steigende Anforderungen der Kunden an die Qualität der Produkte – die industrielle Bildverarbeitung wird immer wichtiger. Vor allem im Hinblick auf die Industrie 4.0 nimmt sie eine Schlüsselrolle ein, da sie eine Lücke im Produktionsprozess schließt und mit ihr neue Standards etabliert werden. Ein Unternehmen der Bildverarbeitung aus Trier hat eine Prüfanlage entwickelt, deren Kerngedanke in der Nutzung von Standardkomponenten wurzelt und mit der bis zu 800 Teile in der Minute geprüft werden können.

Immer wieder sorgen spektakuläre Rückrufaktionen für Schlagzeilen. Für Unternehmen verursachen sie unter anderem immense Kosten. Neben den direkt anfallenden Kosten sinkt die Reputation des Herstellers, das erarbeitete Vertrauen der Kunden geht verloren und letztlich kommt es zu einem Rückgang des Absatzes. Ein besonders bekanntes Ereignis war der Rückruf des Autoherstellers General Motors im Jahr 2014, der 1,6 Millionen Autos wegen defekter Zündschlösser zurückrufen musste. Ein anderes, viel beachtetes Beispiel: Der Rückruf des Samsung Galaxy Note 7 aufgrund fehlerhafter Akkus, dessen

Produktion anschließend komplett eingestellt wurde. Diese Fälle machen deutlich, dass eine einwandfreie Produktqualität der Kern des Unternehmenserfolges ist. Systeme zur industriellen Bildverarbeitung helfen dabei, Fehler frühzeitig zu erkennen und schon kleinste Mängel zu identifizieren. Sie lassen sich reibungslos in den Produktionsablauf integrieren und treffen innerhalb von Millisekunden die Entscheidung, ob ein Bauteil einen Fehler aufweist oder nicht. Fehlerhafte Teile werden automatisch ausgeschleust. Darüber hinaus können bislang unbekannte Fertigungsprobleme aufgedeckt werden.

Standardisierung als Grundgedanke von Industrie 4.0

Neben Effizienz- und Kostenvorteilen gegenüber der manuellen Sichtprüfung ist die industrielle Bildverarbeitung aber auch ein starker Motor in Richtung Industrie 4.0, die zurzeit unter produzierenden Unternehmen viel diskutiert wird. Die Industrie 4.0 sorgt für Vernetzung, Digitalisierung und das intelligente Verarbeiten von Informationen im Produktionsprozess. Komponenten werden untereinander vernetzt, gewonnene Informationen digital verarbeitet und zugänglich gemacht. Das Ziel: ein einwandfreies Endprodukt durch das Zusammenspiel aller Kompo-





Die standardisierte Prüfanlage kommt bei schnellen Taktzeiten und einer hohen Teilevielfalt zum Einsatz.

nenen zu schaffen und Informationslücken im Produktionsprozess zu schließen. Der Anspruch auf Perfektion und Vernetzung ist ein treibender Parameter in diesem Zusammenhang. Systeme sollen skalierbar sein, um sie kosteneffizient einsetzen zu können. Dabei ist die Standardisierung einer der Grundgedanken der Industrie 4.0. Diese macht es möglich, Prozesse zu skalieren und zu parametrisieren und in Folge neue Industriestandards definieren zu können. Vergleichbar mit einem Legestein, der zu unendlich vielen Formen zusammengesetzt werden kann, geht auch in der Industrie der Trend hin zu Standardlösungen. Es sollen Bausteine entwickelt werden, mit denen nach Bedarf immer neue Lösungen geschaffen werden können.

Industrie 4.0 als gelebte Praxis

Mesolt Engineering geht mit einer starken Vision in Richtung Industrie 4.0. Der Spezialist für industrielle Bildverarbeitung entwickelt Bildverarbeitungslösungen, die bereits kleine Fehler zuverlässig erkennen. Das in Trier ansässige Unternehmen bietet seit 2013 Lösungen im Bereich Machine Vision an. Projekte werden nach Kundenanforderungen entwickelt, geplant und realisiert – von der Machbarkeitsstudie bis zur Integration in den Produktionsablauf. Das Spektrum der automatisierten Sichtkontrolle ist groß. Es konnten unter anderem bereits Bauteile aus den Bereichen Automotive, Medical, der Lebensmittelindustrie und dem Energiesektor geprüft werden. Darüber hinaus unterstützt Mesolt seine Kunden bei der Frühentwicklung von Elektromobilität. Hier zeigt sich das große Innovationsspektrum des Unternehmens.

Um den Herausforderungen gerecht zu werden, hat Mesolt eine Maschinenplattform entwickelt, die aus unterschiedlichen Prüf- und Inspektionsanlagen besteht. Zum Einsatz kommen beispielsweise Roboterzellen und Glastelleranlagen, die sich bei den Kunden inzwischen sehr bewährt haben. Diese Lösungen sind auch bei Produktwechseln schnell umzuprogrammieren und bieten



Das Zuführmodul transportiert die Prüfteile in das Prüf- und Sortiermodul.

daher eine hohe Flexibilität. Die Industrie 4.0 ist für Mesolt mehr als nur eine Vision, sondern bereits gelebte Praxis. Dies zeigt das neueste Produkt: Die GTP-Serie ist eine standardisierte Prüfanlage, die über eine bereits integrierte Zuführung verfügt und bis zu 800 Teile in der Minute prüft. Auch hier wurde durch eine geschickte Kombination von Standardbauteilen, z. B. Steigförderer,

» Der Anspruch auf Perfektion und Vernetzung ist ein treibender Faktor.«

Förderbänder, Weichen und Bürsten, ein Produkt entwickelt, das vielfältig einsetzbar ist. So kommt es zu kurzen Lieferzeiten und die Prü fzelle lässt sich mit wenigen Handgriffen auf neue Produkte umstellen. Besonders bei schnellen Taktzeiten und einer hohen Teilevielfalt bietet sie den Kunden einen großen Mehrwert. Sie kann entweder in die Gesamtanlage integriert oder teilautonom zum Einsatz kommen. Die Maschinen sind untereinander kombinierbar, sodass ganze Produktionslinien damit kreierte werden können.

Dass produzierende Unternehmen immer mehr Wert auf die industrielle Bildverarbeitung legen, zeigt auch die Tatsache, dass Mesolt immer früher um Rat gefragt wird. „Wir werden von einigen unserer Kunden bereits in die Entwicklung von neuen Produktionstechnologien einbezogen und können mit ihnen gemeinsam neue Ansätze entwickeln, um auch im Hinblick auf die Bildverarbeitung immer reibungsloser und effi-

zienter zu werden“, erklärt Michael Schwenk, Geschäftsführer des Unternehmens.

Standardisierung weltweiter Produktionsstätten

Mesolt arbeitet mit skalierbaren Plattformlösungen, mit denen eine höhere Standardisierung erreicht werden kann. Durch die Globalisierung haben viele Unternehmen Fertigungen in verschiedenen Ländern. Nach und nach werden alte Anlagen ersetzt und unter Verwendung von Standardkomponenten identisch ausgestattet. Dies bringt für die weltweit agierenden Unternehmen viele Vorteile mit sich. Um den bisherigen Erfolgskurs weiter fortzusetzen, setzt das Unternehmen auf die Zusammenarbeit mit starken Partnern, die ebenfalls den Weg in Richtung Industrie 4.0 gehen. „Besonders wichtig bei der Auswahl der richtigen Partner ist, dass sie eine ähnliche strategische Ausrichtung haben und mit innovativen Ideen in die gleiche Richtung ziehen wie wir. So können wir gemeinsam etwas richtig Großes schaffen“, so Schwenk. Der Weg zur Industrie 4.0 erfordert Beharrlichkeit und eine klare Vision. Sich mit Partnern und Unternehmen zu verbinden, die die gleiche Vision verfolgen, sei Gold wert. ■

AUTORIN

Linda Rosenbaum, Marketing

KONTAKT

Mesolt Engineering GmbH, Trier
Tel.: +49 651 998 582 77
info@mesolt.com
www.mesolt.com/gtp-serie/



Analyse eines Meisterwerks

Wie ein Röntgenfluoreszenz-Spektrometer die Geheimnisse der *Nachtwache* aufdeckt

Im Rijksmuseum Amsterdam wird gegenwärtig das größte Forschungs- und Restaurierungsprojekt eines Gemäldes durchgeführt. Rembrandts *Die Nachtwache*, eines der berühmtesten Kunstwerke der Welt, wird öffentlich analysiert und restauriert. Ein Mikro-RFA-Spektrometer ist eines der Analysengeräte, das die Experten bei der Untersuchung des Gemäldes nutzen. Das Projekt *Operation Night Watch* kann live im Internet verfolgt werden.

Mit einer Größe von 17 Quadratmetern ist Rembrandts Gemälde *Die Nachtwache* recht imposant und gehört zudem zu den bekanntesten Exponaten des Amsterdamer Rijksmuseums, das jedes Jahr mehr als zwei Millionen Besucher zählt. Nach der letzten Restaurierung im Jahr 1975 geht es bei der am 8. Juli 2019 gestarteten und ein Jahr dauernden *Operation Night Watch* darum, Rembrandts Malprozess zu verstehen und herauszufinden, welche Pigmente er verwendet hat. Das Forschungsteam nutzt moderne bildgebende Verfahren wie die Röntgenfluoreszenz-Spektrometrie, um das Gemälde zunächst genau zu untersuchen. Die Untersuchungsergebnisse helfen bei der aktuellen 26. Restaurierung des Gemäldes aus dem 17. Jahrhundert, um es langfristig für die Museumsbesucher zu erhalten.

Gemälde können im Laufe der Zeit nachdunkeln. Für Kunsthistoriker und Restauratoren stellt sich die Frage, ob die dunklen Farben durch Verunreinigungen verursacht wurden oder ob sie auf chemische Veränderungen der verwendeten Pigmente zurückzu-

führen sind. Wie alle Materialien verändern sich auch Malfarben, so dass das ursprüngliche Erscheinungsbild eines Gemäldes nicht nur heller, sondern auch farblich anders gewesen sein kann.

Die Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) ist eine Methode aus der Materialanalytik, die unter anderem auch im Bereich Kunst & Kulturgutanalyse zur Untersuchung von Gemälden verwendet wird, da sie zerstörungsfrei arbeitet und keine Probenvorbereitung erfordert. Mithilfe fokussierter Röntgenstrahlen wird ein Objekt dazu angeregt, Fluoreszenzstrahlung abzugeben. Diese vom Objekt emittierte Fluoreszenzstrahlung ist elementspezifisch und ermöglicht so die Identifizierung und Quantifizierung der vorhandenen chemischen Elemente.

Zerstörungsfreie Vor-Ort-Untersuchung von großformatigen Objekten

Die chemische Analyse von Rembrandts Meisterwerk *Die Nachtwache* wird mit dem M6 Jetstream Mikro-Röntgenfluoreszenz-Spektrometer von Bruker Nano Analytics durchgeführt. Dieses Gerät wurde in Zusam-

menarbeit mit der Technischen Universität Delft (Niederlande) speziell für die schnelle und zerstörungsfreie Vor-Ort-Untersuchung von großformatigen Objekten, wie Gemälden in Museen, entwickelt. Wenn ein Gemälde direkt am Ausstellungsort analysiert wird, muss es nicht transportiert werden, so dass damit einhergehende Sicherheitsrisiken und Kosten entfallen. Ein weiterer Vorteil der Mikro-Röntgenfluoreszenz-Spektrometrie ist die kleine Spotgröße des Röntgenstrahls. Mit dem M6 Jetstream kann die Spotgröße schrittweise eingestellt und für die gewünschte räumliche Auflösung einer Messung angepasst werden.

Die einzigartige Kinematik zur Positionierung des Messkopfes, die Polykapillarlinse zur Fokussierung der Röntgenstrahlen auf einen kleinen Punkt sowie zwei Hochleistungsdetektoren und eine umfassende Datenerfassungs-Software machen das M6 Jetstream zu einem hochspezialisierten Messinstrument für den Forschungsbereich Kunst & Kulturgutanalyse. Die hohe Anregungsintensität und Detektionseffizienz in Kombination mit der maximalen Messkopfgeschwindigkeit von



Das M6 Jetstream Mikro-RFA-Spektrometer wurde in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Delft (Niederlande) speziell für die schnelle und zerstörungsfreie Vor-Ort-Untersuchung von großformatigen Objekten, wie Gemälden in Museen, entwickelt.

100 Millimeter pro Sekunde ermöglichen kurze Messzeiten. In der Praxis bedeutet dies, dass je nach Objektgröße und gewünschter räumlicher Auflösung qualitativ hochwertige Messungen in relativ kurzen Zeiten durchgeführt werden können.

Scan offenbart Farbzusammensetzung vor 377 Jahren

Während der *Operation Night Watch* ist das M6 Jetstream Mikro-RFA-Spektrometer auf einer mobilen Arbeitsbühne direkt vor dem Gemälde montiert. So kann die derzeit ungerahmte Leinwand in ihrer gesamten Breite und Höhe gescannt werden. Durch zusätzlich aufgestellte transparente Wände entsteht ein gläsernes Labor mitten im Amsterdamer Rijksmuseum. Das Gemälde muss für die Untersuchungen nicht abgehängt werden und bleibt der Öffentlichkeit weiter zugänglich. Nicht nur die Museumsbesucher vor Ort, sondern praktisch die ganze Welt kann zusehen, wie *Die Nachtwache* mit einem Röntgenstrahl Millimeter für Millimeter gescannt wird. Insgesamt werden 56 Scans durchgeführt, von denen jeder einzelne aufgrund der enormen Abmessungen des Bildes 24 Stunden dauert. Diese Scans zeigen im Ergebnis die chemischen Elemente, die Rembrandt vor 377 Jahren in seinen Farben verwendete.

Für jedes Element werden zweidimensionale Elementverteilungsbilder erstellt. Sie zeigen die Elementvariationen in diesem komplexen Kunstobjekt und erlauben es, Rembrandts Malprozess nachzuvollziehen. Die Röntgenstrahlung dringt tief in die Oberfläche des Gemäldes ein und ermöglicht so die Untersuchung von verschiedenen Farbschichten, wodurch auch von Rembrandt vorgenommene Korrekturen nachgewiesen werden können. Es ist bereits bekannt, dass Rembrandt zum Beispiel Lanzen verlängert und Figuren umgestellt hat.

Multidisziplinäre Datenauswertung

Die Visualisierung der Elementzusammensetzung und -verteilung in Form von Elementverteilungsbildern ermöglicht zudem eine multidisziplinäre Datenauswertung. Obwohl Kunsthistoriker, Restauratoren und Materialwissenschaftler verschiedene Fragestellungen und unterschiedliche Fachkenntnisse haben, verfolgen sie in diesem Projekt einen gemeinsamen Ansatz, um herauszufinden, welche Art von Pigmenten verwendet wurden, wie diese gealtert sind und welche Veränderungen während oder nach der Entstehung des Gemäldes vorgenommen wurden.

Dieser Ansatz kann auch bei der Klärung der Frage helfen, ob es sich bei einem Objekt um ein Original oder eine Fälschung handelt. Bereits in der Vergangenheit konnten durch Mikro-RFA-Untersuchungen sogar verloren geglaubte und vom Künstler übermalte Gemälde wiederentdeckt werden. Derzeit werden mit dem M6 Jetstream viele weitere anspruchsvolle wissenschaftliche Fragestellungen in Museen und Forschungseinrichtungen auf der ganzen Welt behandelt: vom Palastmuseum in der Verbotenen Stadt in Peking bis zur National Gallery in London, vom Metropolitan Museum of Art in New York bis zum Vatikan in Rom. ■

AUTOREN

Dr. Daniela Habel

Marketing Communications Manager

Dr. Roald Tagle Berdan und Falk Reinhardt

Application Scientists for Micro-XRF

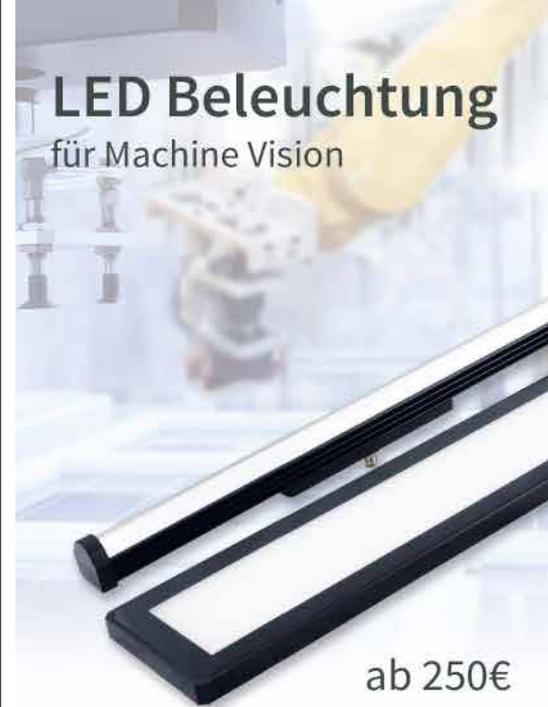
KONTAKT

Bruker Nano GmbH, Berlin

Tel.: +49 30 670 990 0

www.bruker.com/m6jetstream

LED Beleuchtung für Machine Vision



ab 250€

Flexible Längen

Flex Serie

Wählen Sie einfach die Länge Ihrer Beleuchtung. Unsere neuen flexiblen Balken- und diffusen Hintergrundlichter erfüllen genau die Längenanforderungen Ihrer Anwendung. Ab 300mm können die Beleuchtungen in Schritten von 100mm skaliert werden, bis zu einer Länge von 1,6 Metern.

all about automation
hamburg
15.-16. januar 2020
Stand EG 411

MBJ Beleuchtung



Made in Germany



MBJ

www.mbj-imaging.com



Kein Griff zur Flasche nötig

Automatisierte Leergutkontrolle

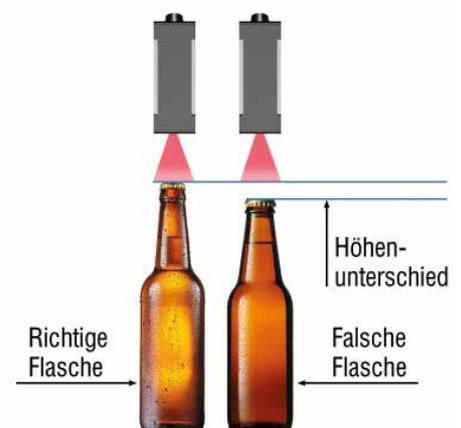
In einer Brauerei kontrollieren Laserscanner vollautomatisch leere Bierkästen. Sie erkennen schnell und einfach, ob sich alle Flaschen im Kasten befinden und darüber hinaus auch, ob es sich dabei um die richtigen Flaschentypen handelt. Dabei sind sie schneller und genauer als menschliche Prüfer.

Deutsche Verbraucher trinken gerne Bier. Der Gerstensaft zählt zu den beliebtesten Getränken. In Deutschland wurden 2018 etwa 8,7 Milliarden Liter Bier hergestellt. Der Pro-Kopf-Verbrauch lag im selben Jahr bei rund 102 Litern. Zieht man den Vergleich mit anderen Ländern, so kommen nur Tschechien und Österreich auf einen höheren Pro-Kopf-Verbrauch. Als Feierabendbier oder für die nächste Geburtstagsfeier ist ein Bierkasten ein praktisches Gebinde. Er lässt sich leicht tragen und gut lagern, die Flaschen stehen sicher und wer mehr Bier braucht, der kann die Kästen bequem übereinander packen.

Herkömmliche Flaschenprüfung

Bierflaschen, die aus der Abfüllanlage oder der Brauerei zum Kunden kommen, nehmen in der Regel auch wieder den Weg zurück.

Denn Glasflaschen sind Pfandflaschen, die 40 bis 50 Mal wiederbefüllt werden können. Sie kommen millionenfach in den einzelnen Brauereien oder bei den Abfüllbetrieben an, die sie erneut befüllen. Für einen reibungslosen Ablauf der weiteren maschinellen Verarbeitungsschritte, wie das Entfernen der Deckel und Etiketten, das Waschen und Wiederbefüllen, ist es notwendig, die Kästen direkt am Wareneingang sorgfältig zu prüfen. Zum einen spielt die Vollständigkeit eine große Rolle, zum anderen ist wichtig, ob sich die richtigen Flaschentypen im zugehörigen Kasten befinden. Unterschiedliche Flaschentypen machen den Brauereien dabei zu schaffen. Häufig ist das Logo der Brauerei ins Glas eingelassen oder die Flaschen wurden in einer bestimmten Form hergestellt, die nur ein bestimmter Hersteller vertreibt. Schätzungen zufolge gehören mehr als ein



Die Laserscanner prüfen auch die Höhe der Flaschen. Daraus wird ermittelt, ob sich der richtige Flaschentyp im Kasten befindet.



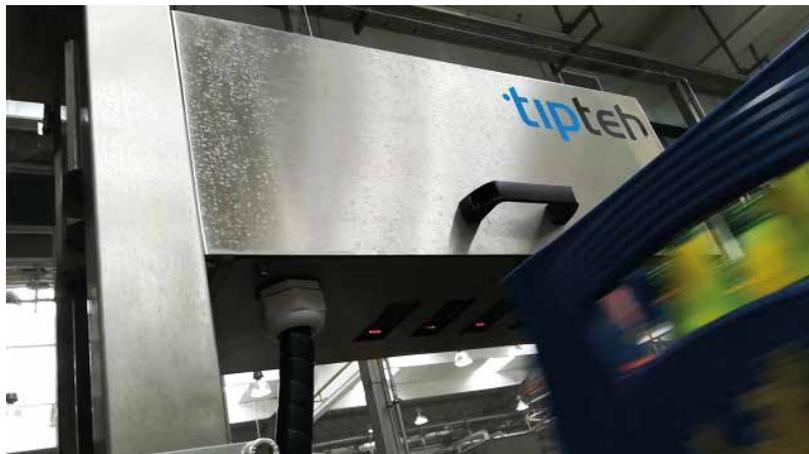
In Deutschland wurden 2018 etwa 8,7 Milliarden Liter Bier hergestellt. Der Pro-Kopf-Verbrauch lag im selben Jahr bei rund 102 Litern.«

Drittel der angelieferten Flaschen nicht zur jeweiligen Brauerei. Daher muss diese mehr Personal zum Prüfen der Kästen einsetzen. Denn häufig wird dies noch manuell von Mitarbeitern geprüft. Dies ist ein ebenso anstrengender wie auch fehlerbehafteter Prozess. Die Kästen laufen am Fließband durch, was dem Mitarbeiter viel Konzentration abverlangt. Lässt diese nach, werden häufig nicht mehr alle fehlerhaften Flaschen erkannt oder es fehlen trotz Kontrolle Flaschen in den Kästen.

MESSPRINZIP IM DETAIL

Laser-Triangulation

Der Laserscanner setzt auf das Triangulationsprinzip zur zweidimensionalen Profilerfassung. Dazu sendet er einen Laserstrahl aus, der zu einer Laserlinie aufgeweitet wird. Diese trifft auf das Messobjekt. Das Laserlicht wird von der Oberfläche des Messobjekts reflektiert und auf einer hochempfindlichen Empfangsmatrix im Sensor abgebildet. Der Controller berechnet aus diesem Matrixbild neben den Abstandsinformationen (z-Achse) auch die Position entlang der Laserlinie (x-Achse). Diese Messwerte werden dann in einem sensorfesten, zweidimensionalen Koordinatensystem ausgegeben. Bei bewegten Objekten oder bei Traversierung des Sensors können somit auch 3D-Messwerte ermittelt werden.



©Micro-Epsilon

Das slowenische Unternehmen Tipteh hat für die schnelle und vollautomatisierte Prüfung von Leergut eine Prüfanlage mit Laser-Linien-Triangulatoren entwickelt, die zur Eingangskontrolle der Kästen eingesetzt wird.

Automatisierte Leergutkontrolle mit Laserscannern

Eine schonendere, effizientere und gleichzeitig zuverlässige Prüfmethode ermöglichen die Laserscanner von Micro-Epsilon. Zum Einsatz kommen sie beispielsweise bei dem slowenischen Unternehmen Tipteh, das für das schnelle und vollautomatisierte Prüfen von Leergut eine Prüfanlage mit Laser-Linien-Triangulatoren entwickelt hat, die Eingangskontrolle der Kästen durchführt. Diese Inline-Konstruktion ist mit fünf Laserscannern der Reihe Scancontrol 2900-50 ausgestattet. Diese messen in der Produktionslinie von oben auf die Getränkeketten, die auf einem Förderband geführt werden. Jeder Scanner vermisst dabei eine Flaschenreihe im Kasten. Die Anwesenheitskontrolle erfolgt bei Durchlaufgeschwindigkeiten von bis zu 850 mm/s. Gegenüber einer Lösung mit herkömmlichen Bildverarbeitungssystemen prüfen die Laserscanner nicht nur die Anwesenheit, sondern auch die Höhe der Flaschen. Aus der jeweiligen Flaschenhöhe ermittelt der Sensor, ob sich der richtige Flaschentyp im Kasten befindet. Die Höhe der Flaschen darf bei dieser Anwendung maximal 3 mm von der Sollhöhe des jeweiligen Typs abweichen.

Die SPS empfängt das Ergebnis der Bewertung als „OK“ oder „not OK“, wodurch fehlerhafte Kästen direkt ausgeschleust werden. Für den Anwender lassen sich die Messergebnisse zusätzlich über einen integrierten Bildschirm an der Kontrolleinheit ausgegeben.

Fazit

Mit Abmessungen von 96 x 85 x 33 mm und einem integrierten Controller bieten die Laserscanner der Reihe Scancontrol 2900-50

eine platzsparende, automatisierte Lösung zur Leergut-Kontrolle bei Abfüllern oder Brauereien. Der Sensor arbeitet mit bis zu 2.000 Messwerten pro Sekunde und eignet sich daher sowohl für statische als auch für dynamische Prozesse. Die Herausforderungen liegen bei dieser Messaufgabe vor allem in den unterschiedlichen Reflexionseigenschaften der Flaschen. Diese variieren mit der Glasfarbe. Meist handelt es sich dabei um Grün- und Brauntöne. Zudem befinden sich am Wareneingang Flaschen mit oder ohne Deckel im Kasten, was der Scanner mittels hinterlegten Algorithmen erkennt. Erschütterungen durch den Transport auf dem durchlaufenden Förderband führen außerdem dazu, dass die Flaschen ständigen Vibrationen ausgesetzt sind. Die Laserscanner von Micro-Epsilon sind aufgrund des Messprinzips der Laser-Triangulation gegen diese unempfindlich. Sie können in großem Abstand zum Messobjekt platziert werden und nehmen über die Laserlinie 1.280 Messpunkte pro Profil auf. Ausgewertet werden die Messwerte direkt in der Produktionslinie. Über eine GigE-Vision-Anbindung werden die Rohdaten in eine Bildverarbeitungssoftware eingebunden und bewertet. Die Daten lassen sich für nachfolgende Statistiken, Auswertungen oder Prozessoptimierungen protokollieren. ■

AUTOR

Dipl.-Ing. Christian Kämmerer, MBA
Leiter Vertrieb 2D/3D Optische Messtechnik

KONTAKT

Micro-Epsilon Messtechnik, Ortenburg
Tel.: +49 8542 168 0
info@micro-epsilon.de
www.micro-epsilon.de



Bestandsaufnahme

Zerstörungsfreie Prüflösung kombiniert 3D-Scanner und Bewertungs-Software für die Inspektion von Rohrleitungen

Betreiber von Rohrleitungen müssen sich bislang bei der Beurteilung von Korrosion und mechanischen Beschädigungen an Rohrleitungen mit verschiedenen Technologien von mehreren Anbietern mit jeweils eigenen Tools, Terminologien, Software und Berichten auseinandersetzen. Glücklicherweise verspricht eine zerstörungsfreie Prüflösung (ZfP), die einen 3D-Scanner und eine Rohrleitungsbewertungssoftware kombiniert, die Lösung dieser Probleme.

In der heutigen Zeit dominieren Umweltaspekte das öffentliche Interesse. Regierungen sehen sich zunehmend gezwungen, Vorschriften zu erlassen, die die Integrität alternder Rohrleitungsnetze gewährleisten. Daher stehen deren Besitzer unter dem ständigen Druck von Aufsichtsbehörden und Umweltschützern, ihr Rohrleitungsnetz nach den höchsten Standards zu bewerten und zu erhalten, um Umweltkatastrophen vorzubeugen und die öffentliche Sicherheit zu gewährleisten. Betreibern von Rohrleitungen und Anbietern von zerstörungsfreien Prüfungen (ZfP) stehen verschiedene Technologien und neu entstehende Methoden zur Verfügung, mit denen der Verfall von Rohrleitungen besser überwacht und bewertet werden kann. Doch auch sie haben mit dem Druck zur Minimierung der Wartungskosten zu kämpfen.

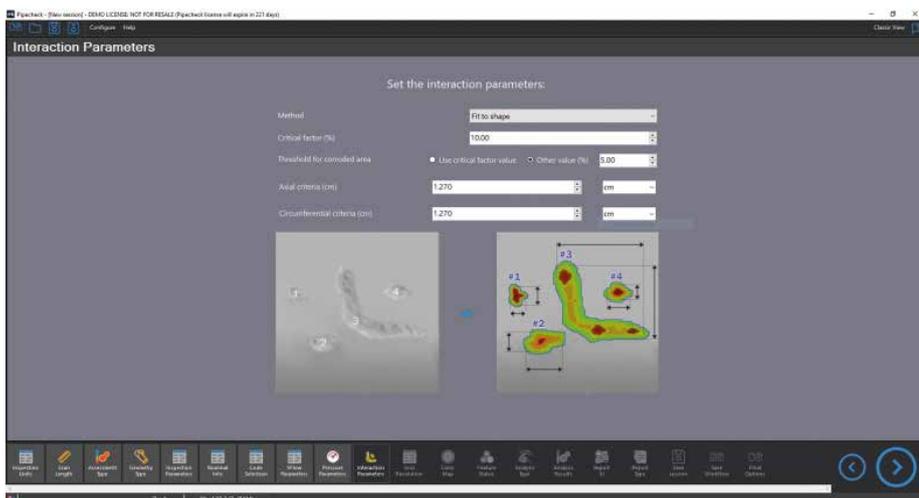
In diesem Artikel sollen die Herausforderungen veranschaulicht werden, mit denen Betreiber bei der Beurteilung von Korrosion und mechanischen Beschädigungen in Rohrleitungen konfrontiert sind. Inkonsistente Berichte, Messungen, die in hohem Maße von den Fähigkeiten des

Technikers abhängen, und zahlreiche Tools und Technologien gehören zu den Herausforderungen, mit denen Anwender täglich konfrontiert sind. Mit einer ZfP, die einen 3D-Scanner und eine Rohrleitungsbewertungssoftware kombiniert, können Betreiber von Rohrleitungen Probleme lösen, die bei Inspektionen auftreten. Zusätzlich bietet diese Lösung viele Vorteile wie einfache und standardisierte Berichte, eine schnelle Datenerfassung und Analyse sowie wiederholbare Ergebnisse.

Vier Herausforderungen bei Rohrleitungsinspektionen

1. Zahlreiche Technologien, Anbieter, Tools, Software, Terminologien und Berichte

Um die Integrität ihrer Netzwerke zu gewährleisten, müssen Anlageneigentümer ihre Rohrleitungen direkt oder über ZfP-Serviceunternehmen überprüfen lassen. Eine vollständige Beurteilung der Integrität von Rohrleitungen erfordert zur Charakterisierung der Materialintegrität und für eine zuverlässige Diagnose den Einsatz einer brei-



Interaktionsregeln Parameterdefinition

ten Palette an ZfP-Techniken. Zu diesen gehören unter anderem folgende: Magnetische Kraftlinienstreuung (MFL) und Ultraschall (UT) werden verwendet, um kritische Bereiche äußerer Korrosion und mechanische Beschädigungen zu ermitteln. Mit dem Phased-Array-Ultraschalltest (PAUT-Test) wird interne Korrosion festgestellt. Manuelle Messgeräte wie die Lochnarbenlehre werden zur Prüfung auf Oberflächenkorrosion verwendet, obwohl herkömmliche Methoden mehr und mehr durch moderne Technologien wie 3D-Scannen ersetzt werden.

Kurz gesagt, von ZfP-Technikern wird erwartet, dass sie während des gesamten Inspektionsprozesses verschiedene Technologien von verschiedenen Anbietern mit jeweils eigenen Tools, Terminologien, Software und Berichten einsetzen. Während sie sich mit einem Gerät vertraut machen, das sie in einem Rohrleitungsabschnitt verwenden und sich damit auskennen, muss für die Inspektion eines neuen Abschnitts möglicherweise eine andere Technologie mit einer anderen Terminologie, Software und Berichten verwendet werden.

Fragestellung: Könnten Techniker nicht ein einfaches Verfahren anwenden, das ihnen bei der Nutzung eines Geräts und einer Software hilft, die eine Zeitlang nicht mehr eingesetzt wurden? Wie könnte ein schrittweises Verfahren aussehen, mit dem wiederholbare und exakte Ergebnisse unabhängig von der Kenntnis der Geräte erzielt werden können?

2. Unabhängigkeit von Technikern und Umgebungsbedingungen

Manuelle Techniken haben den Nachteil, dass die Inspektion von den Fähigkeiten des Technikers abhängt. Angesichts der Tatsache, dass die Messungen in einer instabilen Umgebung durchgeführt werden, in der Vibrationen vorherrschen, kann diese Abhängigkeit zu ungenauen Messungen und abweichenden Ergebnissen führen, die

sich auf die Berichtsqualität, die Dauer des Inspektionsprozesses (aufgrund der möglicherweise zu messenden hohen Anzahl von Datenpunkten) und auf die Wartungskosten auswirken.

Fragestellung: Wie können Inspektionen unabhängig vom Techniker und den Umgebungsbedingungen durchgeführt werden?

Wie kann das mit dem Techniker und den Umgebungsbedingungen zusammenhängende Risiko verringert werden?

3. Inspektionen unter Druck

Die Integritätsprüfung von Rohrleitungen ist für Anlageneigentümer ein teurer Prozess, da die Aushubarbeiten während der Inspektion der Rohrleitungen durch ZfP-Techniker ruhen, die Wartezeiten aber trotzdem berechnet werden. Folglich führen die Techniker die Tests und Messungen unter Druck durch. Sie wollen Fehler in dem Bewusstsein vermeiden, dass die Inspektionen eventuell erneut durchgeführt werden müssen und dann noch höhere Kosten verursachen.

Fragestellung: Wie können sich Techniker bei der Durchführung einer Inspektion sicherer fühlen?

4. Inkonsistente Analysen und Berichte

Eigentümer von Anlagen arbeiten häufig mit vielen ZfP-Serviceunternehmen zusammen, die alle unterschiedliche Technologien verschiedener Hersteller einsetzen und mehrere Techniker mit unterschiedlichen Fähigkeits- und Erfahrungsniveaus beschäf-

tigen. Alle diese Variablen wirken sich auf den Messprozess aus und spiegeln sich in den Ergebnissen wider. Zwischen den verschiedenen Serviceunternehmen und zwischen den Technikern desselben Unternehmens sind die Parameter unterschiedlich und die Analyseberichte sind inkonsistent. Somit werden Datenanalyse und Berichtskonsistenz zu einem ernsthaften Problem und zu einer potenziellen Quelle für Fragen und Fehler.

Fragestellung: Wie kann ein konsistenter Analysebericht erreicht werden, wenn die Berichte unter verschiedenen Benutzeroberflächen erstellt werden? Wie kann die korrekte Diagnose gestellt werden, wenn von verschiedenen Technikern und verschiedenen Serviceunternehmen unterschiedliche Parameter gemessen und analysiert werden?

Drei Lösungsansätze für Rohrleitungsinspektionen

Im vergangenen Jahrzehnt hat sich die 3D-Scantechnologie – vor allem in Verbindung mit einer leistungsfähigen Spezial-Software – als zuverlässiges Werkzeug für die Bewertung von Korrosion und mechanischen Beschädigungen an Rohrleitungen erwiesen. Viele Eigentümer von Rohrleitungen verlangen heute von ihren Serviceanbietern den Einsatz einer ZfP-3D-Technologie zur Durchführung von Rohrleitungsinspektionen.

1. 3D-Scannen und Rohrleitungsbewertungssoftware

Eine ZfP-3D-Technologielösung besteht aus einem 3D-Scanner und einer Rohrleitungsintegritäts-Software. 3D-Scanner wie der Handyscan Black von Creaform gelten als sehr genaue Messgeräte für instabile Umgebungen wie Baustellen. Sie sind einfach zu bedienen, unabhängig vom Fachwissen und der Erfahrung des Technikers. In der Tat sind bei zwei Scans derselben Rohroberfläche die Ergebnisse identisch und unabhängig von den Fähigkeiten des Technikers. Zusätzlich zum Mehrwert des Einsatzes von Scannern mit Messtechnik-Qualität als ZfP-3D-Technologielösung bietet eine Rohrleitungsbewertungs-Software wie Pipecheck-Inspektionen sowie Erkennung und Charakterisierung von Rohrleitungsfehlern vor Ort. Durch die Kombination von Hardware und Software werden exakte und wiederholbare Ergebnisse erzielt, die für zukünftige Analysen der Rohrleitungsintegrität nachverfolgbar sind.



NEU

PRAKTISCHE MONTAGE- & PLUG-AND-PLAY-LÖSUNGEN

» FÜR KEYENCE-CODELESER SR-1000 UND SR-2000

www.lumimax.de

2. Vorkonfigurierte Parameter

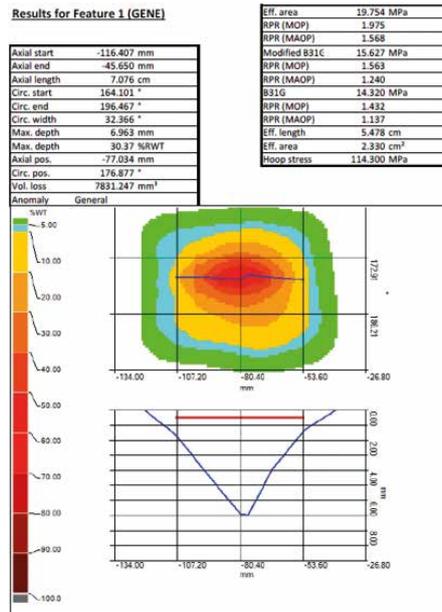
Zur Erleichterung der Kommunikation zwischen Rohrleitungseigentümern (die an die gleiche Benutzeroberfläche und Parameter gewöhnt sind) und ZfP-Serviceunternehmen (die häufig für mehrere Eigentümer arbeiten) muss die Software Technikern Vorlagen bieten, in denen Parameter vorkonfiguriert und gespeichert sind. Dann können Parameter wie Materialgüte, Formeln für die Fließspannung, Betriebsdruck oder Interaktionsregeln definiert und aus einer vorhandenen Vorlage geladen werden, an die der Anlageneigentümer gewöhnt ist. Auf diese Weise können Techniker Daten von ihrem 3D-Scanner (oder anderen Bewertungstools) importieren und Diagnosen auf Grundlage der Normen ASME B31G (Korrosion) und B31.8 (mechanische Beschädigung) durchführen, wobei immer dieselbe Benutzeroberfläche und dieselben Parameter zum Einsatz kommen.

So können Serviceunternehmen für den jeweiligen Kunden, für den eine Diagnose erstellt werden soll, eine bestimmte Vorlage auswählen. Alle erforderlichen Parameter, die ein Techniker zu messen hat, können von einem ZfP-Experten vorkonfiguriert, gespeichert und gesichert werden. Durch diese in Pipecheck einmaligen Funktion können alle erforderlichen Parameter vorkonfiguriert, gespeichert und in bestimmten Vorlagen gesichert werden, um konsistente Analyseberichte auf Grundlage der Normen B31G und B31.8 zu erstellen. Dieser Ansatz verringert das mit dem Messprozess und dem Techniker verbundene Risiko.

3. Vordefinierte Arbeitsabläufe

Rein der Definition nach ist ein ZfP-Techniker kein Experte für Messtechnik oder 3D-Scannen. Es sind geschulte Fachleute für die Integritätsbewertung von Rohrleitungen, die in der Lage sein müssen, zahlreiche Geräte und Software verschiedener Anbieter zu bedienen. Zur Führung durch den Inspektionsprozess mit 3D-Scannern wurden Arbeitsabläufe eingerichtet.

Die Arbeitsabläufe in Pipecheck bestehen aus einer Reihe einfacher und detaillierter Schritte, mit denen Techniker wiederholbare und exakte Ergebnisse erzielen können. Arbeitsabläufe beinhalten häufig Kalibrierungsschritte und Berechnungsparameter, wie zum Beispiel Rohrleitungsmaterial und Legierung, die die Wandstärke und andere Daten, die die mechanischen und strukturellen Eigenschaften der Rohrleitung beeinflussen. Mithilfe von Arbeitsabläufen können Techniker nicht nur bei Messungen mit dem 3D-Scanner keinen Schritt vergessen, sondern auch mit klarer visueller Unterstützung die Auswirkungen der einzelnen Parameter auf den Bericht verstehen. Auf diese Weise helfen Arbeitsabläufe auch nach längeren Arbeitspausen an einem 3D-Scanner, den



Detaillierter Korrosionsschadensbericht

Prozess zu befolgen und sichere und zuverlässige Ergebnisse zu erzielen.

Vier Vorteile

Konventionelle Methoden werden durch neue Technologien wie das 3D-Scannen ersetzt, das in Hinblick auf die Integritätsbewertung von Rohrleitungen nachweisbare Vorteile bringt. Durch Systeme mit Messtechnikqualität lassen sich Korrosion und mechanische Beschädigungen jetzt mit sehr hoher Genauigkeit und Wiederholbarkeit charakterisieren.

Durch die Verbindung des Handyscan Black mit Pipecheck (exakte Maßhaltigkeitsmessungen mit einfachen und standardisierten Berichten) können Techniker vorher manuell ausgeführte Inspektionsverfahren nun am Computer durchführen und eine virtuelle Lochnarbenlehre verwenden. Diese von Creaform angebotene Lösung liefert wiederholbare Ergebnisse, reduziert das mit den Fähigkeiten des Technikers verbundene Risiko und bietet durch schnelle Datenerfassung und Datenanalyse eine klare Visualisierung und ein umfassendes Verständnis der Abläufe.

1. Einfache und standardisierte Berichte

Pipecheck bietet einfache und standardisierte Berichte für die Korrosionsbewertung. Dieser Vorteil gewinnt dann an Bedeutung, wenn die Berichte von mehreren ZfP-Serviceanbietern stammen, die unter unterschiedlichen Gerichtsbarkeiten und verpflichtenden Verfahren arbeiten. Der Techniker kann beispielsweise einen Diagnosecode nach der ASME B31G oder der geänderten B31G auswählen, einen effektiven Bereichscode auswählen, oder einfach eine Analyse der tiefsten Punkte und anderer Standardpara-

meter durchführen. Auf diese Weise werden, unabhängig von der Auswahl des Technikers, alle Informationen der Korrosionsinspektion in den Bericht aufgenommen.

2. Klare Visualisierung und umfassendes Verständnis

Pipecheck bietet sowohl 2D- als auch 3D-Darstellungen der korrodierten oder mechanisch beschädigten Rohre, die eine klare Visualisierung und ein umfassendes Verständnis des Zustands der Rohrleitung über den gesamten Scanbereich gewährleisten. Die Analysesoftware findet beispielsweise bei einer Korrosionskartierung automatisch die tiefsten Punkte, um den wahrscheinlichsten Fehlerpfad in der Korrosionszone zu ermitteln und eine Überlagerung in der 3D-Ansicht vorzunehmen. Jede Korrosionszone wird separat und gemäß den gewählten Interaktionsregeln analysiert, um ihre Position, die maximale Tiefe und den Berstdruck zu ermitteln.

3. Schnelle Datenerfassung und Analyse

Mit einer Erfassungsrate von 1.300.000 Punkten pro Sekunde wird eine gescannte Oberfläche in Echtzeit zu einer 3D-Netzdatei (.stl) rekonstruiert. Dank der unmittelbaren Netzerzeugung können Techniker die Oberflächenerfassung sofort auf dem Laptop oder dem Tablet überprüfen. Darüber hinaus lässt sich eine vollständige Datenanalyse innerhalb von 30 Sekunden ausführen. Schließlich kann der 3D-Scanner von nur einem Techniker transportiert und vor Ort für Datenerfassung und Analyse eingesetzt werden, wodurch der mit der Inspektion verbundene Zeit- und Kostenaufwand verringert wird.

4. Wiederholbare Ergebnisse

Zur Gewährleistung wiederholbarer Ergebnisse müssen die Messungen von den Umgebungsbedingungen oder dem Techniker unabhängig sein. 3D-Scanner verwenden reflektierende Targets, die zufällig auf der Rohrleitung angeordnet werden. Auf diese Weise kann sich der Scanner mit seiner räumlichen Arbeitsweise durch Triangulation selbst referenzieren und Punkte erfassen, die von Instabilitäten in den Umgebungsbedingungen sowie von den Fähigkeiten des Technikers unabhängig sind. ■

AUTOR
Jerôme-Alexandre Lavoie
 Product Manager

KONTAKT
 Ametek GmbH – Creaform Deutschland,
 Leinfelden-Echterdingen
 Tel.: +49 711 185 680 30
 www.creaform3d.com



Wärmebildkamera für hohe Temperaturen

Flir hat die industrielle Wärmebildkamera Flir TG297 vorgestellt, die eine berührungslose Temperaturmessung und Wärmebildgebung für Fachkräfte in einem einzigen Gerät vereint. Diese vielseitige Kamera für die Fehlerbehebung in Industrieanlagen verfügt über einen Filter, mit dem Wartungs-, Reparatur- und Betriebstechniker die Ursache häufiger Störungen in Hochtemperaturanwendungen wie Brennöfen, Schmelzöfen, Gussanlagen und Fertigungsmaschinen visuell darstellen können.

Die Wärmebildkamera geht über einfache Infrarot-Thermometer hinaus, da sie dem Benutzer heiße und kalte Bereiche anzeigt, die auf mögliche Probleme hindeuten, damit dieser deren Ursachen nachgehen kann. Benutzer können in einem Temperaturbereich von 25 bis 1.030 °C Stromanschlüsse ebenso schnell und genau untersuchen wie mechanische Störungen. In der Regel werden hohe Temperaturen in Wärmebildern weiß dargestellt. Die Kamera verfügt jedoch über einen verstellbaren Hochtemperaturfilter, der den dynamischen Wärmebildbereich verbessert. Sobald der Filter aktiviert ist, können Benutzer die Farbveränderungen sehen, die Unterschiede am oberen Ende des Temperaturbereichs der Kamera anzeigen.

www.flir.com

Weißlicht-Scanner mit höherer Auflösung

Smartscan R12, die 12-Megapixel-Version des bekannten Weißlicht-Scanner-Systems von Hexagon, ist ab sofort erhältlich. Dank schnell und einfach zu wechselnden Messfeldern (FOV – Fields of View) ist der SmartScan ein für zahlreiche Anwendungen einsetzbares Streifenprojektionssystem. Der Scanner eignet sich somit auch für Drittanbieter von Messdienstleistungen, die ihre Ausrüstung mit einem breiten Anwendungsspektrum auf dem neuesten Stand halten müssen. Wie alle anderen Scanner der Aicon-Rei-



he von Hexagon ist auch dieser kompatibel mit Drehtischen und Drehschwenk-Einheiten für hochproduktive halbautomatische Messprozesse, die zu einer deutlichen Produktivitätssteigerung führen. Darüber hinaus ist der Scanner mit den Photogrammetrie-Lösungen der DPA-Serie kompatibel und ermöglicht damit Messungen auch größerer Teile und Komponenten.

www.hexagon.com



Echtzeit-Stereovision-System

Scenescan Pro ist ein dediziertes Bildverarbeitungssystem zur Berechnung von Tiefeninformationen aus stereoskopischen Bilddaten. Stereovision bietet als Technologie zur Tiefenwahrnehmung Vorteile, da es keine Lichtprojektion benötigt und somit nicht durch helles Umgebungslicht oder lange Messstrecken gestört wird.

Das System verwendet ein FPGA, um die rechnerisch anspruchsvollen Bildverarbeitungsalgorithmen auszuführen. Durch die weitere Optimierung der Algorithmen konnte Nerian die maximale Bildauflösung von bisher 3 Megapixel auf nun 6 Megapixel verdoppeln. Diese Leistungssteigerung ist ohne Hardware-Upgrade möglich, nur durch die Verwendung der neuesten Firmware-Version von Nerian.

Das Gerät verarbeitet 40 Millionen Pixel pro Sekunde von einem Stereokamerapaar bei voller Tiefenauflösung, oder bis zu 60 Millionen Pixel bei reduzierter Auflösung. Das bedeutet, dass bei einer Auflösung von 6 Megapixeln eine Bildrate von 5 fps erreicht werden kann, während bei einer Auflösung von 0,3 Megapixeln 100 fps erreicht werden.

www.rauscher.de

Deep
Learning in der
industriellen Bild-
verarbeitung
TEIL 1

Machine Vision lernt denken

Deep Learning in der industriellen Bildverarbeitung



© MVTec

Verfahren auf Basis von künstlicher Intelligenz (KI), wie etwa Deep Learning, gewinnen im Kontext von Industrie 4.0 und Smart Factory zunehmend an Bedeutung. So kommen moderne Machine-Vision-Lösungen heute nicht mehr ohne entsprechende Funktionen aus. Mit diesen lassen sich die industriellen Wertschöpfungsprozesse hinsichtlich Identifikation und Inspektion von Objekten in unterschiedlichen Branchen optimieren und automatisieren.

KI-basierte Technologien halten bereits heute in vielen Bereichen von Industrie und Wirtschaft Einzug. Überall dort, wo Prozesse hochgradig automatisiert werden, sind selbstlernende Algorithmen nahezu unabdingbar. Dies gilt beispielsweise für die Robotik und die Qualitätskontrolle, die insbesondere in modernen Industrie-4.0- und Smart-Factory-Szenarien eine wichtige Rolle spielen. Gerade hier sind die Produktionsabläufe komplett digitalisiert und durchgängig vernetzt. Maschinen und Roboter dominieren das Geschehen in den Werkhallen. Menschen greifen häufig nur noch steuernd ein oder arbeiten direkt mit Collaborative Robots (Cobots), einer neuen Generation von smarten, kompakten und mobilen Robotern, zusammen. Alle Komponenten der digitalen Fertigung wie Maschi-

nen, Roboter, Handling- und Transfersysteme kollaborieren eigenständig und kommunizieren über einheitliche Netzwerke miteinander.

Auch Technologien, die gerade im Industrie-4.0-Kontext von entscheidender Bedeutung sind, verfügen mittlerweile über ein hohes Maß an künstlicher Intelligenz. Dazu zählt etwa die industrielle Bildverarbeitung (Machine Vision). Als „Auge der Produktion“ hat sie die Fertigungs- und Inspektionsprozesse stets im Blick. Diese werden mit Bildeinzugsgeräten wie Kameras oder Scannern und einer integrierten Bildverarbeitungssoftware lückenlos überwacht, automatisiert und optimiert. Die Abläufe gestalten sich zudem effizienter und sicherer. Und durch die verlässliche Erkennung von Produktfehlern und -mängeln ist die Technologie ideal für die Qualitätssicherung geeignet.

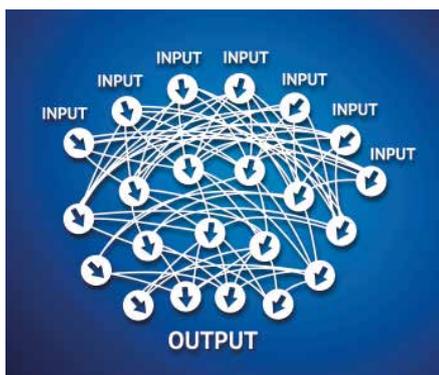


Die Software kann auch verschiedene Schriftarten problemlos lesen.

Große Mengen an Bilddaten fundiert analysieren

Als KI-Verfahren spielen in der industriellen Bildverarbeitung insbesondere Deep-Learning-Technologien, die auf Convolutional Neural Networks (CNNs) basieren, eine wichtige Rolle. Das Besondere an Deep Learning ist, dass damit große Mengen an digitalen Bilddaten mittels selbstlernender Algorithmen analysiert und ausgewertet werden können. Durch die Erfassung durch Bildeingangsgeräte stehen diese Bildinformationen nahezu unbegrenzt zur Verfügung. Sie werden aus mehreren Blickwinkeln aufgenommen und zeigen dadurch die verschiedenen optischen Facetten von Objekten. Um diese grundsätzlich zielsicher und automatisiert mittels Deep Learning zu überprüfen, ist zunächst ein umfassender Trainingsprozess erforderlich. Anhand dessen werden äußere Merkmale und Besonderheiten wie beispielsweise Texturen, Formen und Farben der Gegenstände gelernt. Diese werden dabei in spezifische Objektklassen eingeteilt. Daraufhin lassen sich Bilddaten und die darauf abgebildeten Objekte richtig interpretieren, indem sie exakt einer bestimmten Klasse zugeordnet werden.

Ein Beispiel: Wird das Objekt in die Klasse „Apfel“ eingereiht, berücksichtigt die Bildverarbeitungssoftware dabei alle typischen Merkmale der Frucht wie etwa die runde Form oder die Ausbuchtung an der Oberseite. Durch die Auswertung möglichst vieler Bilddaten steigt die Wahrscheinlichkeit, auch verschiedene Ausprägungen der Bildinhalte wie etwa andere Apfelsorten mit abweichender Farbe oder Form ebenso zielsicher zu erkennen. So muss dem System nicht für



Deep-Learning-Algorithmen ermöglichen besonders robuste Erkennungsraten.

jedes Objekt der gleichen Klasse explizit ein Beispielbild zur Verfügung gestellt werden. Die Technologie ist zudem in der Lage, mit jedem neuen Bild eigenständig dazuzulernen. Hat der Trainingsprozess ein bestimmtes Ausmaß erreicht, führt dies zu äußerst verlässlichen und robusten Erkennungsraten. Dabei werden Objekte mittels Deep-Learning-Algorithmen nicht nur eindeutig identifiziert, sondern auch präzise lokalisiert. Ebenso lassen sich alle Arten von optisch sichtbaren Defekten zielsicher detektieren. Für zusätzliche Analysen, wie etwa metrische Vermessungen von Defekten, dienen nach wie vor herkömmliche, regelbasierte Verfahren der industriellen Bildverarbeitung. Durch die Kombination aus beidem können Anwendungen mit nie dagewesener Effizienz realisiert werden.

Eine weitere Besonderheit der Deep-Learning-Technologie ist, dass sie aus Fehlern lernt: Identifiziert die Software während des Trainingsprozesses ein nicht korrektes Ergebnis, passt sie entsprechende Parameter automatisch an und optimiert dadurch das Resultat. Dieser iterative Prozess wird so lange wiederholt, bis falsche Erkennungsergebnisse möglichst eliminiert sind – sobald also das Objekt optimal erlernt ist. Dieses Prinzip verdeutlicht den Hauptunterschied zwischen klassischem maschinellen Lernen und Deep Learning: Bei Letzterem muss der Entwickler nicht aufwendig bestimmte Merkmale manuell definieren und verifizieren. Vielmehr kann er selbstlernende Algorithmen nutzen, die eindeutige Muster zur Unterscheidung der Objektklassen automatisiert identifizieren und extrahieren.

Buchstaben- und Zahlenkombinationen verlässlich lesen

Der Erkennungsprozess mittels Deep-Learning-Algorithmen funktioniert nicht nur bei physischen Gegenständen, sondern auch bei Buchstaben oder Zahlen. Eine Objektklasse könnte dabei beispielsweise als „Buchstabe A“ definiert sein. Entsprechend lernt die Software, welche Darstellungsformen typisch für das Zeichen sind. Auf diese Weise lassen sich auch ganze Buchstaben- und Zahlenkombinationen verlässlich lesen. Dies ist grundsätzlich auch mit herkömmlicher Software für die optische Zeichenerkennung (Optical Character Recognition – OCR) möglich. Allerdings ist diese eher für Anwendungen in der

Bürokommunikation geeignet. Im industriellen Umfeld hingegen herrschen wesentlich rauere Bedingungen. Hier sind Machine-Vision-Lösungen eine sinnvolle Alternative, da sie spezifische Funktionen für die besonderen Industrie-Anforderungen bieten. Enthalten sie zudem auch Deep-Learning-Technologien. Damit lassen sich besonders hohe Erkennungsraten bei Buchstaben- und Zahlenkombinationen erreichen. Sind diese auf Produkten aufgedruckt oder eingestanzt, werden die Artikel im logistischen Warenfluss eindeutig erkannt und zugeordnet.

Möglich ist dies beispielsweise mit der Machine-Vision-Standardsoftware MVTec Halcon. Diese bietet Deep-Learning-basierte Klassifikationstechniken, die auch mit schwierigen Bedingungen zurecht kommen. So lässt sich damit auch unscharfer oder schräg gestellter Text zielsicher erkennen und lesen – auch mit verzerrten Buchstaben oder Zahlen, die auf reflektierenden Oberflächen oder stark strukturierten Farbhintergründen gedruckt, gestanzt oder geätzt wurden. Zudem kann über den in Halcon integrierten OCR-Klassifikator auf zahlreiche vortrainierte Schriften zugegriffen werden, was wesentlich höhere Leseraten als mit herkömmlichen Klassifikationsmethoden ermöglicht. Auch Dot-Print-, Semi-, industrielle und dokumentenbasierte Schriftarten erkennt die Software mit einem universellen, vortrainierten Font.

Fazit

Der Einsatz von künstlicher Intelligenz wie etwa Deep Learning ist heute bereits in vielen Industriebereichen, wie etwa der industriellen Bildverarbeitung, Realität. Am besten entfaltet die Technologie hier ihre Vorteile, wenn sie mit klassischen Machine-Vision-Verfahren kombiniert wird. So lassen sich Objekte mit äußerst hoher Genauigkeit identifizieren, lokalisieren und inspizieren. Zudem werden Buchstaben- und Zahlenkombinationen auch unter rauen Industrie-Bedingungen präzise erkannt und gelesen. ■

AUTOR

Johannes Hiltner
Produktmanager Halcon

KONTAKT

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

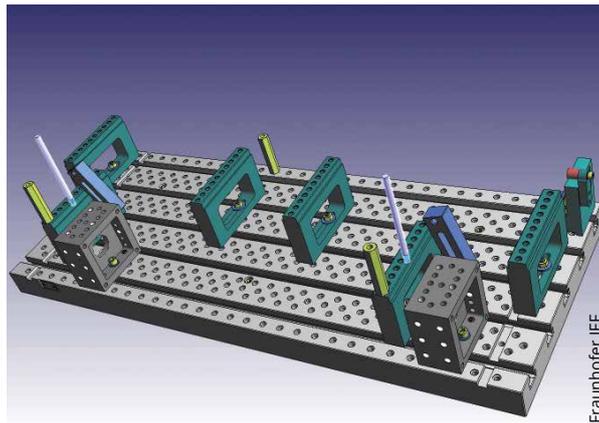


Abb. 1: Ein mit Augmented-Reality ausgestatteter Montagearbeitsplatz, CAD-Modell der zu montierenden Baugruppe, lagekorrekte Visualisierung der Bauteile eines Arbeitsschritts

Übereinandergelegt

Digitale Modelle ermöglichen Montageassistenz und -prüfung bei kleinen Losgrößen und hoher Variantenvielfalt

Ein wichtiger Aspekt der Entwicklung von Industrie 4.0 ist die zunehmende Verfügbarkeit digitaler Modelle der Produktionsanlagen und Produkte und deren Nutzung für die Simulation technischer Teilprozesse zu Zwecken der Planung, Instandhaltung und Qualitätssicherung. Dies ermöglicht es zum Beispiel, neue Prozesse parallel zur laufenden Produktion offline zu planen und damit die Verfügbarkeit der physischen Produktionsanlagen zu erhalten. Vor allem für die Produktion variantenreicher Produkte in kleinen Losgrößen spielen diese Ansätze eine wichtige Rolle für eine wirtschaftliche Fertigung.

Neben dem Beherrschen der einzelnen Fertigungsprozesse ist für eine hohe Prozesssicherheit auch deren Beherrschung beim Wechsel zwischen Produktvarianten notwendig. Durch Qualitätssicherung von Teilprozessen wird vermieden, dass unerwünschte Prozessschwankungen Folgeprozesse stören und damit verbunden Kosten verursachen. Im Bereich der automatisierten Qualitätssicherung geometrischer Produktmerkmale

ergeben sich durch die Verfügbarkeit von 3D-Modellen neue Möglichkeiten.

Nutzung digitaler Modelle für automatisierte Prüfung und Assistenz

Traditionelle geometrische Prüfsysteme – ob mechanisch mit Messuhren oder mit industrieller Bildverarbeitung – benötigen zur Einrichtung häufig ein Gut- oder Meisterteil oder einen vom Prüfplaner erstellten Parametersatz. Dieser Ansatz stößt an Grenzen, wenn sehr viele Meisterteile notwendig oder Parametersätze zu erstellen sind. Bei variantenreichen Produkten, die z. B. durch die Konfiguration weniger Teilkomponenten mit einheitlichen mechanischen Schnittstellen entstehen, ist dies oft der Fall.

In vielen Fällen stehen die Informationen zu den Produktvarianten inzwischen als strukturierte CAD-Modelle zur Verfügung. Diese bereits erbrachte Arbeit durch die Konstruktion kann durch die maschinenlesbare Form für weitere Zwecke genutzt werden. Zur Vermeidung von Montagefehlern können die 3D-Modelle genutzt werden, um dem Monteur kontextabhängig visuelle Hinweise zu geben. Hier bieten sich Augmented-Reality-Lösungen an, die beispielsweise lagekorrekt die CAD-Modelle in Kamerabilder einblenden und so die Konstruktionsvorgaben direkt an den Monteur weitergeben. Weiterhin besteht für Prüfsysteme mit industrieller Bildverarbeitung die Möglichkeit, die Aufnahme eines Gutteils durch eine simulierte Ansicht des 3D-Modells zu ersetzen. Ebenso kann durch

Algorithmen, die ebenfalls die 3D-Modelle verwenden, die manuelle Erstellung von Prüfprogrammen automatisiert und beschleunigt werden.

Anwendungsszenario Sondermaschinenbau

Am Beispiel zweier gemeinsamer Entwicklungen des Fraunhofer IFF mit Kolbus soll gezeigt werden, wie Montageassistenz und Bauteilprüfung auf Basis von 3D-Modellen die Prozesssicherheit verbessern können. Bei Kolbus wird eine große Vielfalt an Bauteilen in Bearbeitungszentren verschiedener Größe gefertigt. Wegen der Vielzahl an verschiedenen Bauteilen wird ein modulares Spannsystem verwendet, um für jeden Bauteiltyp bei Bedarf eine passende Spannvorrichtung montieren zu können. Bauteil, Spannvorrichtung und Bearbeitung werden digital konstruiert und geplant, sodass eine optimale kollisionsfreie Fertigung an den digitalen Modellen abgesichert ist.

Ungewollte Kollisionen des Werkzeugs mit Spannmitteln oder Bauteil verursachen hohe Kosten durch Werkzeugbruch und Ausfallzeiten. Deshalb war die erste Maßnahme, die korrekte Montage der Spannvorrichtungen sicherzustellen. Statt einer komplizierten Endprüfung hat sich eine Montageassistenz basierend auf Augmented Reality als eine leistungsfähige Lösung herausgestellt. Dabei wird der Arbeitsbereich, in dem die Vorrichtung montiert wird, von mehreren Kameras aufgenommen und deren Bilder



Abb. 2: Eine Portalprüfanlage mit einem kombinierten 2D/3D-Sensor, CAD-Modell eines zu prüfenden Großbauteils, Augmented Reality für Großbauteile



Zur Vermeidung von Montagefehlern können die 3D-Modelle genutzt werden, um dem Monteur kontextabhängig visuelle Hinweise zu geben.«

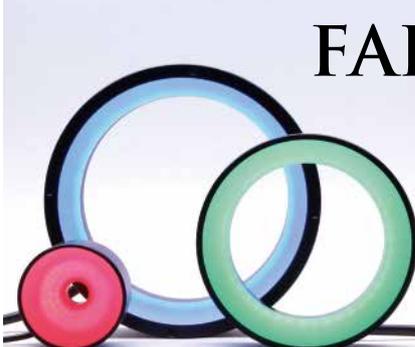
werden live auf Touch-Screens am Arbeitsplatz dargestellt. Dabei werden dem Werker die nächsten zu montierenden Bauteile als Drahtmodelle eingeblendet. Die Einblendung erfolgt lagekorrekt und zeigt die Zielkontur der zu montierenden Teile. Entscheidend ist hierbei, dass die Zielkonturen der Teile direkt aus dem CAD-Modell abgeleitet werden und kein manueller Aufwand in der Arbeitsvorbereitung erforderlich ist. Durch diesen Ansatz fallen Fehler direkt während der Montage auf, da dann Zielkontur und Bauteilkontur nicht übereinstimmen (s. Abb. 1).

Bearbeitet werden unter anderem größere Schweißkonstruktionen aus Profilelementen sowie Gussteile. Die NC-Bearbeitungsprogramme basieren auf den Soll-Geometrien und berücksichtigen technologiebedingte Bauteilabweichungen, beispielsweise Verzug an Schweißkonstruktionen durch den Wärmeeintrag beim Schweißen, nicht. Um diese Bauteilabwei-

chungen der unbearbeiteten Bauteile, die die Bearbeitung gefährden, sicher zu erkennen, wird ein Prüfsystem entwickelt, das die aktuelle Sichtprüfung verbessern soll. Ein bewegliches Portalsystem ermöglicht es dem Prüfer, das auf einer Palette liegende Bauteil aus verschiedenen Richtungen mit einem Streifenlichtsensor und einer Kamera zu erfassen. Nach dem Einmessen des Bauteils im Koordinatensystem des Portals kann das Livebild der Kamera wiederum mit den Konturen der Soll-Geometrie überlagert werden, um fehlende oder falsche Elemente schnell visuell zu erkennen (s. Abb. 2).

Mit dem Streifenlichtsensor können Daten für geometrische Messungen erfasst werden. Dazu arretiert der Prüfer den Sensor mit einem MRK-fähigen Roboter (MRK

= Mensch-Roboter-Kollaboration) an einer beliebigen Position und löst eine Messdatenaufnahme und -auswertung aus. Über eine modellbasierte Planung von Prüfansichten, verbunden mit einer Roboterbahnplanung, werden automatisiert die Voraussetzungen geschaffen, dass relevante Bauteilbereiche aus optimalen Ansichten gemessen werden können. Dabei werden die Abstände der Messdaten zum CAD-Modell gemessen und in einer typischen Falschfarbendarstellung visualisiert. Abweichungen in der Geometrie lassen sich somit messen und Bauteile, die außerhalb der Toleranz liegen, vor der Bearbeitung aussortieren, bzw. die NC-Bearbeitungsprogramme anpassen. Um dem Prüfer auch eine einfache Bedienung dieses Sensors ohne Trial-And-Error zu ermöglichen,



FALCON

KERNKOMPETENZ
LED Beleuchtungen
für die Bildverarbeitung

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

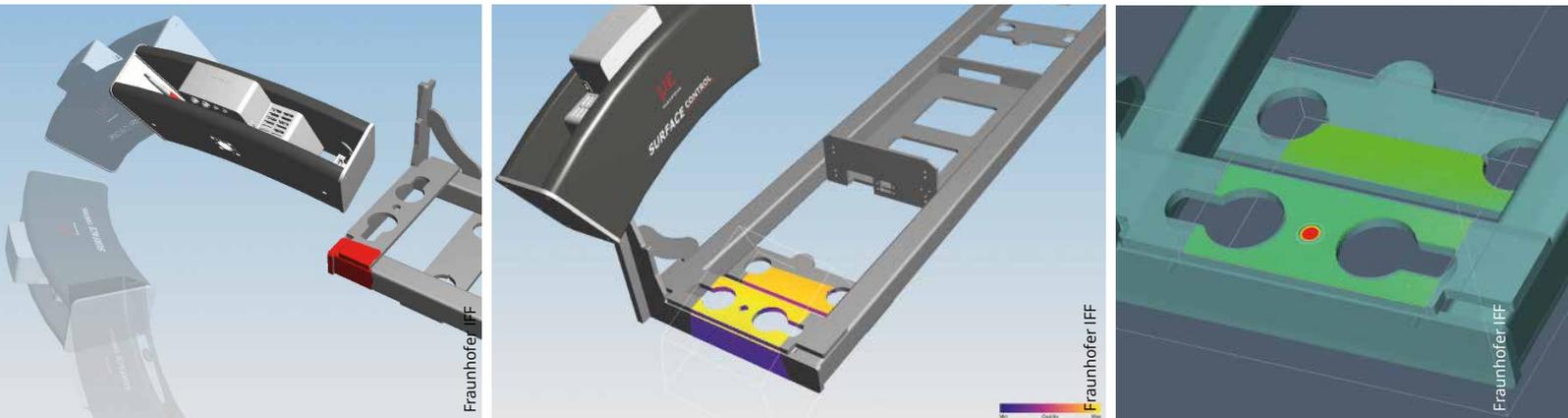


Abb. 3: Automatisch berechnete Prüfposition zur optimalen Erfassung einer Oberfläche, live Messdatensimulation während der Anwender den 3D-Sensor bewegt, Prüfergebnis der 3D-Prüfung



Bereits anhand der CAD-Modelle und schon bevor ein Bauteil produziert wurde, kann der Prüfplaner zu prüfende Bereiche festlegen.«

wird eine Messdatensimulation live visualisiert. Dabei wird in Echtzeit berechnet, welche Messdaten der Sensor am idealen Bauteil aufnehmen würde. Zusätzlich zum Ort wird auch die zu erwartende Qualität der Messdaten in Bezug auf die Ausrichtung zur Bauteiloberfläche und mögliche Totalreflexionen dargestellt. Somit wird der Prüfer in die Lage versetzt, den Sensor recht intuitiv in vorgegebene Aufnahmepositionen zu bewegen, die ein Prüfplaner in der Arbeitsvorbereitung zuvor festgelegt hat (s. Abb. 3).

Optimierte Prüfplanung

Der Prüfplaner profitiert ebenfalls von der Nutzung der digitalen Daten. Bereits anhand der CAD-Modelle und schon bevor ein Bauteil produziert wurde, kann er zu prüfende Bereiche festlegen. Dazu steht ihm eine Software zur Verfügung, mit der er interaktiv auf der Bauteiloberfläche kritische Bereiche markiert. Dies erfolgt dabei mit einem virtuel-

len 3D-Pinsel, mit dem die zu inspizierenden Bereiche auf das Bauteil gezeichnet werden. Eine Messdatensimulation berechnet dann für jeden dieser Bereiche eine geeignete Sensorposition, aus der die markierten Oberflächen optimal erfasst werden können. Neben der Auswahl der Prüfpositionen kann der Prüfplaner auch die Erreichbarkeit dieser Positionen mit dem Portal und dem robotergeführten Sensor analysieren und eine günstige Reihenfolge festlegen.

Die Anleitung des Prüfvorgangs durch eine Folge von Messpositionen sichert eine wiederholbare Qualität der Prüfung und verhindert, dass eventuelle Bauteilabweichungen übersehen werden.

Ein wichtiger Vorteil dieses manuell bedienten Prüfprozesses für Kolbus ist die einfache Integration in den Materialfluss mit einem relativ geringen Flächenverbrauch. In einem anderen Fertigungsumfeld könnte eine automatisierte Lösung vorgezogen werden. Auch für eine Prüfung mit robotergeführten Kameras und Streifenlichtsensoren können die oben beschriebenen Technologien vor allem für die Prüfplanung eingesetzt werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Digitale Modelle der Produkte und Produktionsanlagen ermöglichen Assistenz- und Prüffunktionalitäten, die auch bei häufig wechselnden Produkten wirtschaftlich realisiert werden können, da außer dem Laden eines neuen CAD-Modells kein weiterer Anpassungsaufwand notwendig ist. Die hier vor-

gestellten Assistenz- und Prüftechnologien eignen sich auch für den Einsatz in anderen Produktionszweigen für die Anleitung und Prüfung manueller Montageprozesse oder die Wareneingangsprüfung mechanischer Baugruppen. Neben manuell bedienten Prüfprozessen werden auch Planungsprozesse für die Prüfung mit robotergeführten Kameras und Streifenlichtsensoren unterstützt. ■

AUTOREN

Dr.-Ing. Dirk Berndt,
Dipl.-Inf. Steffen Sauer,
Dr. Thomas Dunker

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

KONTAKT

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg
Tel.: +49 391 4090 224
dirk.berndt@iff.fraunhofer.de
www.iff.fraunhofer.de/mpt

Das Fraunhofer IFF ist Mitglied in der Fraunhofer-Allianz Vision, einem Zusammenschluss von Fraunhofer-Instituten im Bereich der Bildverarbeitung und der optischen Mess- und Prüftechnik.



© VDC

VR/AR-Clusterbildung

Networking im Umfeld Virtueller und Erweiterter Realität

Mit dem Virtual Dimension Center (VDC) werden in Fellbach seit 17 Jahren die Themen Virtuelle Realität (VR) und Erweiterte Realität (engl. Augmented Reality – AR) im Rahmen eines Unternehmensnetzwerkes bearbeitet.

Bereits seit den 90er-Jahren hat sich in der Region Stuttgart viel 3D-Know-how konzentriert. Befördert durch Spitzenforschung beim Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation, beim Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung und am Höchstleistungsrechenzentrum der Universität Stuttgart, nachgefragt von der Automobilindustrie als Erstanwender, fand sich in der Region schnell die höchste Dichte an VR-Installationen in Europa. Auch VR/AR-Start-ups wie Ic:ido, Vircinity oder Imsys beackerten seit den 90er-Jahren ihre Märkte von Stuttgart aus. 2002 schlossen sich in der Folge 13 Gründungsmitglieder zum Virtual Dimension Center w.V. (wirtschaftlicher Verein) zusammen, um zu kooperieren und Synergien in diesem Hochtechnologiefeld zu bündeln.

Gemeinsam stärker

Die Motivation zur Gründung solch eines Netzwerkes mit eigener Geschäftsstelle basiert auf der wirtschaftswissenschaftlichen Idee der Clusterbildung: Cluster (engl. Traube, Schwarm) können aus ökonomischer Sicht als Netzwerke von Produzenten, Zulieferern,

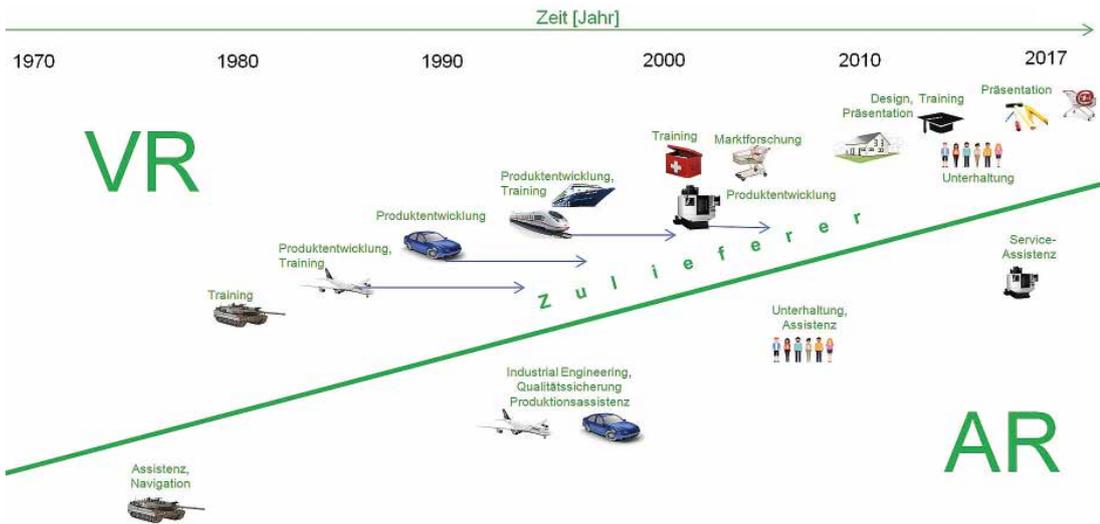
Forschungseinrichtungen (z. B. Hochschulen), Dienstleistern (z. B. Design- und Ingenieurbüros), Handwerkern und verbundenen Institutionen (z. B. Handelskammern) mit einer gewissen regionalen Nähe zueinander definiert werden, die über gemeinsame Austauschbeziehungen entlang einer Wertschöpfungskette entstehen oder die sich aufgrund gemeinsamer günstiger Standortfaktoren regional ballen. Die Mitglieder stehen dabei über Liefer- oder Wettbewerbsbeziehungen oder gemeinsame Interessen miteinander in Beziehung. Cluster ziehen demnach eine Reihe positiver Effekte nach sich, die sich durch die Kooperation auf geografisch engem Raum ergeben: Firmen können effizient und schnell kooperieren, es entstehen vermehrt Firmen und Arbeitsplätze im spezifischen Sektor oder in Zulieferindustrien. Es gibt neue Qualifikationsangebote, das Know-how wächst an nahen Forschungseinrichtungen und in wissensintensiven Bereichen beteiligter Unternehmen. Der Austausch von Know-how wird begünstigt, auch bedingt durch einen einfachen Wechsel von Arbeitskräften. Die positiven Effekte der Clusterbildung werden aktiv durch die Einrichtung von Clusterinitiativen wie dem VDC unterstützt.

Unternehmen, Hochschulen und Institute ziehen an einem Strang

Heute zählt das VDC rund 120 Mitglieder und Partner. Diese rekrutieren sich entlang der Wertschöpfungskette Virtual Reality/ Virtual Engineering. In der ersten Stufe sind das zwei Banken, die bei der Finanzierung von Innovationen unterstützen. Die zweite Stufe der Wertschöpfungskette wird von Forschungseinrichtungen und Hochschulen ausgemacht: Rund 30 Organisationen, darunter fünf Fraunhofer-Institute, das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), etliche Universitäten



Die XR Expo – eine der größten VR-Messen in Deutschland – ist eine der Veranstaltungen, die das VDC organisiert. Mit von der Partie ist ebenso VDC-Mitglied Lightshape.



Die Diffusion von Virtual Reality und Augmented Reality in die Branchen

und Hochschulen sind hier zu finden. In der nächsten Stufe der Wertschöpfungskette stehen die Technologie-Provider. Über 40 Firmen, die Hardware herstellen oder integrieren, die VR/AR-Software implementieren, seien es Lizenzlösungen oder kundenspezifische Auftragsarbeiten, tummeln sich im VDC. Zu dieser Wertschöpfungsstufe werden auch die Firmen gezählt, die digitale Inhalte erzeugen, wie beispielsweise Simulationsszenarien oder 3D-Modelle. Die VR/AR-Anwender und -Dienstleister bilden die nächste Wertschöpfungsstufe. Hier finden sich Endanwender wie BSH, Daimler, Festo, Hugo Boss, John Deere, Kaufland, Miele, Trumpf und viele mehr. Die fünfte und damit letzte Stufe in der Wertschöpfungskette wird am VDC durch die Multiplikatoren und Transferpartner (wie weitere Verbände, Vereinigungen, Netzwerke) gebildet. Diese sind wichtig, um den Transfer der Methoden und Technologien, in denen am VDC gearbeitet wird, in die Anwendungsfelder und Nutzerbranchen zu transferieren.

Verbriefte Qualität

Das VDC unterzieht sich regelmäßigen Qualitätsaudits des European Secretariat for Cluster Analysis (ESCA). Das VDC hält seit vielen Jahren die Bestbewertung „Gold“ und zählt damit zu den 50 besten Netzwerken Europas. Heute bietet das VDC Leistungen in insgesamt sieben Geschäftsfeldern an. Diese sind die Fachinformationsbeschaffung, die Kontaktvermittlung, die Außendarstellung (der Mitglieder), der Technologietransfer, die Projektentwicklung mit Fördermitteln, die VR/AR-Hardware-Bewertung und die VR/AR-Bildung.

- Das VDC beobachtet den VR/AR-Markt und zugehörige Technologien. Strategische Marktinformationen werden ebenso wie eine Produktdatenbank den Mitgliedern über das Intranet zur Verfügung gestellt. Der monatliche E-Mail-Newsletter informiert rund 4.000 Adressaten.

- Das VDC verfügt über ein sehr großes formelles und auch informelles Netzwerk. Experten können so schnell identifiziert und vermittelt werden.
- Das VDC organisiert knapp 50 Veranstaltungen pro Jahr, darunter sehr große wie die XR Expo in Stuttgart mit Dutzenden Ausstellern und vielen Hunderten von Besuchern. Aber auch zahlreiche kleinere Workshops finden unter VDC-Regie statt. Die Mitglieder können ihre Angebote unter anderem bei diesen Gelegenheiten zur Diskussion stellen.
- Über die Veranstaltungen, das haus-eigene Demo-Center, das tagesaktuelle VDC-Webportal (mit News und Terminen) sowie über eigene Veröffentlichungen (v.a. der VDC-Whitepaper) wird der Technologietransfer maßgeblich bewerkstelligt. Die VDC-Whitepaper behandeln entweder spezifische Brancheneinsätze von VR/AR (z.B. Luftfahrt, Textil, Handel, Medizin, Anlagenbau, Sondermaschinenbau) oder Anwendungsgebiete (z.B. Montage, Service, Abnahme, Fabrikplanung, Design) oder Technologien (z.B. Head Mounted Displays, Haptik, Eye Tracking, Kollaborative Systeme) und sind auf der VDC-Website für alle frei herunterladbar.
- Das VDC beobachtet permanent die Forschungs- und Förderausschreibungen von EU, Bund, Land und Region. Diese Angebote werden den Mitgliedern zugänglich gemacht. Ebenso unterstützt das VDC bei der Konsortialbildung und Antragsstellung.
- In seinem Demo-Center betreibt und untersucht das VDC Projektionssysteme, Trackingsysteme, Head Mounted Displays, Smart Glasses und Eingabesysteme. Parallel wird permanent nach Tests von VR/AR-Hardware recherchiert. Die Mitglieder haben die Möglichkeit,

sich zur Eignung gewisser VR/AR-Hardware zu informieren oder aber diese auszuleihen, um sich selbst ein Urteil zu bilden.

- Gemeinsam mit der VHS4business, einer Initiative von vier Volkshochschulen zur Etablierung von berufsbegleitenden Bildungsangeboten, bietet das VDC heute eine ganze Reihe an Kursen an, um Methoden, Hardware oder Software (wie z. B. Programmierumgebungen) kennenzulernen.

Durch die Arbeit des VDCs sind in den vergangenen Jahren etliche gemeinsame Initiativen zwischen den Mitgliedern entstanden, die über die zuvor genannten Veranstaltungen oder gemeinsamen Whitepaper hinausgingen. So gelang es mittels VR-Workshops am VDC, Bugatti von neuen Fertigungsverfahren zu überzeugen, welche durch das VDC-Mitglied Bernd Kußmaul erarbeitet wurden. Das Fraunhofer IAO und das Architekturbüro KOP entwickelten gemeinsam neue Ansätze im parametrischen Design und im semantischen Skizzieren für die Gebäudeentwicklung. Software(SW)- und Hardware(HW)-Hersteller im VDC bieten heute SW-HW-Bundles an. ESI und Scantec 3D arbeiteten zusammen an der immersiven 3D-Darstellung von Punktwolken aus 3D-Laser-Scans. Die so entwickelte Lösung hilft heute enorm im Anlagenbau, wo an vielen Stellen im Bestand (um-)gebaut werden muss. Neben der genannten ESCA-Zertifizierung waren diese Erfolgsgeschichten für das VDC immer ein wichtiger Gradmesser der Qualität seiner Arbeit. ■

AUTOR

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Kfm. Christoph Runde
Geschäftsführer

KONTAKT

Virtual Dimension Center (VDC) w.V., Fellbach
Tel.: +49 711 585 309 0
christoph.runde@vdc-fellbach.de
www.vdc-fellbach.de

Index

FIRMA	SEITE	FIRMA	SEITE	FIRMA	SEITE
AMA	6	Fraunhofer IFF	54	Nürnberg Messe	27
Ametek	48	HCI Universität Heidelberg	18	Opto	34
AutoVimation	35	Hexagon Metrology	51	Optris	9
Basler	6	IIM	49	Photoneo	30
Baumer	21, 22	loss	33	Polytec	6, 27
Bruker Nano	44	Isra Vision	38	Rauscher	3, 51
Büchner Lichtsysteme	35	Landesmesse Stuttgart	12	Sony	28
Carl Zeiss	7	Matrix Vision	7, 36	Stemmer Imaging	7
Conrad Electronic	17	MBJ Imaging	45	Teledyne Dalsa	14
Edmund Optics	25, 41	Mesolt	42	Vieworks	15
Emtron	11	Micro-Epsilon	5, 46	Virtual Dimension Center (VDC)	57
Falcon Illumination	55	Mitutoyo	6	Vision & Control	27, 39, 41
Flir Systems	24, 51	MVTec Software	41, 52	Werth	13

Impressum

Herausgeber

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

Geschäftsführer

Dr. Guido F. Herrmann
Sabine Steinbach

Publishing Director

Steffen Ebert

**Product Management/
Chefredaktion**

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

Stellvertretender Chefredakteur

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

Redaktion

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

Redaktionsbüro Frankfurt

Sonja Schleif
Tel.: +49/69/40951741
Sonja.Schleif@2beecomm.de

Redaktionsassistentz

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

Beirat

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

Dipl.-Ing. Gerhard Kleinpeter,
BMW Group

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

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

Anzeigenleitung

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

Anzeigenvertretungen

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

Dr. Michael Leising

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

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

Herstellung

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

Wiley GIT Leserservice

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

Sonderdrucke

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

Bankkonto

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

Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste
vom 1. Oktober 2019

2019 erscheinen 9 Ausgaben
„inspect“
Druckauflage: 20.000 (2. Quartal 2019)

Abonnement 2019

9 Ausgaben EUR 51,00 zzgl. 7 % MwSt
Einzelheft EUR 16,30 zzgl. MWSt+Porto

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

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

Originalarbeiten

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

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

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

Druck

Pva, Druck und Medien, Landau

Printed in Germany
ISSN 1616-5284



WILEY

sps

smart production solutions

30. Internationale Fachmesse
der industriellen Automation

Nürnberg, 26. – 28.11.2019
sps-messe.de

Wir sind da.
Und Sie?

Standnummer: 4-112

**GIT
SICHERHEIT
AWARD
2020
WINNER**



Am ersten Messe-Abend
verleihen wir um 17:30 Uhr
unseren GIT SICHERHEIT-
Award. Wir laden Sie herz-
lich dazu ein, mit den
Gewinnern anzustoßen.

GIT SICHERHEIT
MAGAZIN FÜR SAFETY UND SECURITY
+ MANAGEMENT

www.GIT-SICHERHEIT.de

messtec drives
Automation

www.md-Automation.de