

Trends in der Bildverarbeitung

Treiber des digitalen Wandels in der Fertigung



Die NIR-Bildgebung übernimmt wichtige Qualitätssicherungsaufgaben in der Halbleiterproduktion,

© IDS Imaging Development Systems GmbH / KI-generiert

Die industrielle Bildverarbeitung gilt als Eckpfeiler der modernen Fertigung und Automatisierung und entwickelt sich in rasantem Tempo weiter. Fortschritte in Hardware und Software sowie neuartige Anwendungen verändern Bereiche wie die Qualitätssicherung und Prozessverbesserung. Dieser Artikel zeigt dazu die aktuellen Trends in der industriellen Bildverarbeitung.

Neue Möglichkeiten

durch industrielle Monitoring-Kameras, bahnbrechende Innovationen wie die ereignisbasierte Bildgebung sowie die nahtlose Integration von KI setzen neue Maßstäbe für Effizienz und Präzision. Bildverarbeitungstechnologien werden damit zu einem elementaren Bestandteil zukunftsgerichteter Automatisierungslösungen.

Event-basierte Bildgebung

Eine neue Sensortechnologie, inspiriert von der Natur und insbesondere dem menschlichen Gehirn, zählt schon jetzt zu den bedeutendsten Innovationen im Bereich des maschinellen Sehens seit dem Einzug der künstlichen Intelligenz. Man spricht auch von neuromorpher Sensortechnologie – also Sensoren mit der Fähigkeit, Informationen auf ähnliche Weise, wie das menschliche Nervensystem zu verarbeiten. Denn unser Gehirn reagiert sehr sensibel auf Veränderungen, wie Helligkeitsunterschiede, Kontraste und Bewegungen, während gleichmäßige Reize eher ignoriert werden. Das bedeutet, dass wir uns automatisch auf Bewegungen konzentrieren, anstatt ständig jedes Detail unserer Umgebung neu zu erfassen. Relevante Informationen werden daher schnell verarbeitet, ohne mit unnötigen Daten überflutet zu werden.

Veränderungen erfassen

Um diese Fähigkeit nachzubilden, hat Prohese in Kooperation mit Sony eine besondere Pixelelektronik entwickelt, deren Hauptaufgabe nicht mehr darin besteht, vollständige 2D-Abbilder zu erfassen, sondern lediglich Veränderungen. Die daraus erwachsenden Vorteile sind jedoch erheblich.

Während bildbasierte Sensoren stets die vollständige Datenmenge der gesamten Sensorfläche übertragen und tendenziell eher „blind“ für kleinste Veränderungen sind, entsteht bei einem Event-basierten Vision Sensor (kurz: EVS) im gleichen Zeitraum oft nur eine sehr geringe Datenmenge. Denn die von EVS-Kameras erzeugte Datenmenge richtet sich nach der Aktivität im Sichtfeld und passt sich automatisch an, wenn sich die Bedingungen ändern. Jeder Pixel sendet nur dann Informationen, und erzeugt Traffic auf der Datenleitung, wenn sich etwas im Sichtfeld ändert.

Ultragenaue (zeitliche) Auflösung

Ausgestattet mit der neuen Sensortechnologie erreichen Event-basierte Kameras eine bemerkenswerte zeitliche Auflösung im μs -Bereich, wodurch sie speziell für hochdynamische Szenen optimiert sind. Beste Voraussetzungen, um schnelle Objektbewegungen ohne Informationsverluste zu erfassen, die bei bildbasierten Sensoren aufgrund fester Bildraten unvermeidlich sind. Die zeitliche Auflösung, also die minimal messbare Zeitdifferenz zwischen zwei aufeinander folgenden Helligkeitsänderungen (Ereignissen) kann lediglich 1 μs betragen. Das bedeutet, dass selbst schnellste Bewegungen nahezu lückenlos erfasst werden können.

Im Gegensatz dazu zeigen sich bei bildbasierten Sensoren die physikalischen Grenzen. Bei extremen Abstraten kann es trotz ausreichend beleuchteter Szenerie zu Bewegungsunschärfen kommen. Grund dafür ist, dass die Belichtungszeiten der Sensorpixel nicht so kurz wie erforderlich eingestellt werden können.

Hoher Dynamikbereich

Darüber hinaus übertrifft ihr Dynamikbereich den von bildbasierten Sensoren, die sowohl in hellen als auch in dunklen Bereichen hervorragende Ergebnisse erzielen. Über Verstärkerschaltungen können sie Kontrastveränderungen im Dunkeln wahrnehmen. In sehr hellen

Bildbereichen können solche Veränderungen mittels logarithmischer Abbildung hoher Lichtwerte differenziert werden.

Industrial Streaming Kameras

Industrielle Streaming-Kameras vereinen die Funktionalitäten von industriellen Bildverarbeitungskameras, Sicherheitskameras und Dashcams. Sie stehen sinnbildlich für die Industrie 4.0, indem sie vom Prinzip der zentralen Verarbeitung zu vernetzten intelligenten Geräten übergehen. Während industrielle Bildverarbeitungskameras einen Host-PC benötigen, fungieren Sicherheitskameras als IoT-Geräte, die Videodaten über Netzwerke streamen, ohne dass spezielle PCs erforderlich sind. Diese Einfachheit der Einrichtung ist von unschätzbarem Wert.

Extrem robust

Streaming-Kameras verfügen auch über die Robustheit industrieller Komponenten, die sich durch langfristige Verfügbarkeit, langlebige Gehäuse und flexible Objektivoptionen auszeichnen. Im Gegensatz zu Sicherheitskameras mit festen Weitwinkelobjektiven unterstützen industrielle Streaming-Kameras austauschbare Objektive, um verschiedene Sichtfelder und spezielle Anforderungen zu erfüllen. Ihre Fähigkeit, Videos mit einer gewissen Vorlaufzeit aufzuzeichnen, stellt sicher, dass vorausgehende Fehlerursachen miterfasst werden, auch wenn erst die Ursache nachgelagert zu einem Alarmfall führt, die Auslöser einer Aufzeichnung ist.

Einsatzbereiche

Einsetzbar sind diese Kameras damit beispielsweise in einer Fertigungsanlage zur Überwachung von Engpässen in Produktionslinien. Wird ein Defekt in einem nachgelagerten Bereich entdeckt, können die Ingenieure anhand des aufzeichneten Materials den Ursprung des Fehlers zurückverfolgen. Dies spart Zeit bei der Fehlersuche und verringert den Ausschuss.

Autor:

Dipl.-Ing. Heiko Seitz

Technischer Autor

IDS Imaging Development

Systems GmbH

www.ids-imaging.de



Ereignisbasierte Sensoren und Kameras reagieren auf Kontraständerungen,
© IDS Imaging Development Systems GmbH

Eine weitere überzeugende Anwendung ist die Fernüberwachung. Industrielle Streaming-Kameras können in rauen Umgebungen eingesetzt werden, z. B. in Bergwerken oder auf Bohrinnseln, wo die Anwesenheit von Menschen begrenzt oder gefährlich ist. Ihre Fähigkeit, qualitativ hochwertiges Videomaterial per Netzwerk zu übertragen, gewährleistet Echtzeitüberwachung in Kontrollzentren und schnelle Reaktion im Fehlerfall.

Area-Scan-Sensoren mit NIR-Fähigkeiten

Auch Standard-Flächenkameras entwickeln sich kontinuierlich weiter. Allen voran durch neue Sensoren der STARVIS 2 Serie von Sony. Diese neuen Rolling-Shutter-Sensoren zeichnen sich durch eine verbesserte Pixelgeometrie aus, welche die Empfindlichkeit und Rauschunterdrückung der Kamerabilder erhöhen und gleichzeitig die ihre Kosteneffizienz erhöhen.

Dank verbesserter Photodiodenstrukturen, höherer Quanteneffizienz und optimierten Mikrolinsen, steigern STARVIS 2 Sensoren zudem die Leistung im nahen Infrarotbereich (NIR) (750-1000 nm), das für Anwendungen bei schwachem Licht und für Inspektionen, die „unsichtbare“ Details erkennen lassen, entscheidend ist.

In der Lebensmittelindustrie kann die verbesserte NIR-Fähigkeit zum Beispiel Fremdkörper oder Verunreinigungen in Produkten wie Getreide oder verpackten Waren sichtbar machen. Auch in der Halbleiterindustrie können diese Sensoren strukturelle Unregelmäßigkeiten in Wafern aufdecken und so für höhere Erträge bei weniger Fehlern sorgen. Als kostengünstige Alternative zu speziellen SWIR-Sensoren ermöglicht der STARVIS 2 eine breitere Einführung fortschrittlicher

Bildgebung in Branchen mit engen Budgetvorgaben.

NIR vs. SWIR-Bildgebung

Die Bildgebung im kurzwelligen Infrarot (SWIR) macht Merkmale sichtbar, die bei normaler Beleuchtung unsichtbar sind, da sie material-spezifische Wechselwirkungen mit dem Licht ausnutzen. Entscheidend ist die Bestimmung der optimalen Wellenlänge zur Hervorhebung dieser Merkmale. Wenn die benötigte Wellenlänge unter 1000 nm liegt, können die STARVIS 2-Sensoren von Sony eine kostengünstige Alternative zu speziellen SWIR-Sensoren sein, indem sie hohe Empfindlichkeit zu niedrigerem Preis bieten.

Auch in der Landwirtschaft kann die NIR-Bildgebung unterstützen, den Gesundheitszustand von Pflanzen zu beurteilen, indem Wassermangel oder Schädlingsbefall sichtbar wird. Beim Kunststoffrecycling können hingegen verschiedene Polymertypen anhand ihrer Spektralsignatur unterschieden werden. Das vereinfacht beispielsweise Sortierprozesse. Diese Anwendungen verdeutlichen die Vielseitigkeit der NIR-Bildgebung bei der Bewältigung unterschiedlicher industrieller Herausforderungen.

KI und Deep Learning

Die Softwaretrends im Bereich der maschinellen Bildverarbeitung werden weiterhin von Deep Learning und KI beeinflusst. Obwohl KI in vielen Anwendungen hervorragende Ergebnisse liefern kann, ist sie kein Allheilmittel. Deep Learning stützt sich auf große Mengen an Beispielen, um relevante Merkmale für bestimmte Aufgaben zu identifizieren. Allerdings kann die Datenerfassung und -beschriftung sehr zeitaufwändig sein. Für einige Aufgaben ist daher eine regelbasierte Bildverarbeitung, die auf das Fachwissen

erfahrener Ingenieure zurückgreift, nach wie vor sehr effizient.

Synthetische Daten

Fortschritte bei synthetischen Trainingsdaten und vortrainierten Netzwerken erleichtern die Einführung von KI-Verfahren. Synthetische Daten entschärfen die Herausforderungen der Beispieldatenbereitstellung durch die Verwendung von Simulationen zur Erzeugung beschrifteter Bilder. Diese, auf Rendering-Tools und Raytracing basierenden Verfahren, entsprechen dem allgemeinen Trend zu digitalen Zwillingen in der Fertigung. So können beispielsweise unterschiedliche Lichtverhältnisse und Objektausrichtungen simuliert werden, um ein Netzwerk variantenreicher zu trainieren. So können letztlich Unsicherheiten durch zuvor unbekannte Muster verringert und Defekte in z. B. Automobilkomponenten zuverlässiger identifiziert werden.

KI in der Oberflächeninspektion

Gängige Aufgaben, wie Personen- oder Zeichenerkennung (OCR), können hingegen durch gut vortrainierte Netze schon als (annähernd) fertige Lösungen angeboten werden. Die Feinabstimmung dieser Netze mit anwendungsspezifischen Daten erfordert oft deutlich weniger Aufwand als ein Training von Grund auf. Eine Fabrik, die Glasscheiben herstellt, könnte beispielsweise mit einem vortrainierten Netzwerk für die Erkennung von Oberflächenanomalien starten und es dann „weiter trainieren“, um Kratzer oder Risse

zu erkennen, die für ihre Produktlinie spezifisch sind.

Oberflächenprüfung

Die Oberflächenprüfung ist ein weiterer Bereich, in dem Bildverarbeitungstechnologien brillieren. So können winzige Verformungen auf Oberflächen in Echtzeit erkannt werden und Branchen, wie die Luft- und Raumfahrt unterstützen, wo Materialien höchsten Ansprüchen genügen müssen. KI-gestützte Algorithmen sind zudem in der Lage auch diese Inspektionen noch weiter zu verbessern. Indem sie subtile Muster erkennen, die auf Abnutzung oder Schäden hindeuten, ermöglichen sie, Ausfallzeiten zu reduzieren und Ausfälle sogar zu verhindern.

Potenzial der Bildverarbeitung

Die Entwicklung der maschinellen Bildverarbeitung – von Hardware-Innovationen, wie ereignisbasierter Bildverarbeitung und industriellen Streaming-Kameras über Software-Fortschritte in der KI – treibt den digitalen Wandel in der Fertigung stets voran. Technikinnovationen ermöglichen es Herstellern, Qualitätssicherung und Prozesse zu optimieren und Effizienz und Transparenz zu steigern. Während diese Trends reifen, bleibt das Potenzial der maschinellen Bildverarbeitung, industrielle Abläufe neu zu definieren, grenzenlos. Für Anwender bedeutet das: Informiert und anpassungsfähig bleiben, um Durchbrüche frühzeitig zu erkennen und so an der Spitze der Innovation zu bleiben. ◀



Industrielle Streaming-Kameras lassen sich in rauen Umgebungen zur Fernüberwachung einsetzen,

© IDS Imaging Development Systems GmbH / KI-generiert