

R-G-B

+

SWIR



Heutzutage erfordern viele Anwendungen für die Qualitätsprüfung Bildgebungsverfahren für sichtbare und infrarote Wellenlängen in der gleichen Fertigungslinie. Die Serie Sweep+ von JAI erfüllt diese Anforderung in einem Gehäuse, das drei CMOS-Zeilensensoren und einen InGaAs-Zeilensensor enthält.

Gleichzeitig erfasst

Zeilenkameras mit drei CMOS- und einem InGaAs-Sensor erlauben es, Infrarot- und sichtbares Licht zeitgleich zu messen.

Gregers Potts

Kameras für kurzwellige Infrarotwellen (Swir) können den Weg zu mehr Effizienz bei Überprüfungen ebnen. Dennoch benötigen viele Bildverarbeitungsanwendungen zusätzlich Kameras, die mit sichtbarem Licht arbeiten, um Größe und Form zu prüfen. Das gleichzeitige Erfassen von sichtbarem und Swir-Licht mit einer Zeilenkamera kann die Effizienz der industriellen Bildverarbeitung in vielen Branchen erhöhen.

Die ständige Weiterentwicklung der Kamera- und Bildsentechnologie sowie schnellere Datenübertragungsschnittstellen und Bildverarbeitungsalgorithmen ma-

chen automatische Bildverarbeitungssysteme immer ausgefeilter und effizienter. Die technologischen Verbesserungen ermöglichen es Fertigungsunternehmen, ihre Produktionsprozesse zu beschleunigen und die Effizienz sowie den Produktionsertrag zu steigern. Gleichzeitig erlauben die Fortschritte in der Kameratechnologie eine immer bessere Prüfung in der gesamten Fertigungslinie, was zu einer höheren Qualität der Endprodukte führt.

Die am weitesten verbreitete Technologie in Bildverarbeitungssystemen sind nach wie vor Industriekameras mit Farb- und Monochrom-CMOS-Sensoren, die sichtbares Licht im elektromagnetischen

Spektrum von etwa 400 bis 700 nm erkennen. In den letzten Jahren hat die Bildverarbeitungsindustrie jedoch ein wachsendes Interesse an Industriekameras gezeigt, die Photonen auch jenseits des sichtbaren Lichtspektrums erkennen, etwa Kameras mit Indium-Gallium-Arsenid-Sensoren (InGaAs), die kurzwellige Infrarotwellen (Swir) von etwa 1050 bis 2500 nm erfassen.

Fremdkörper besser erkennen

Swir-Licht wechselwirkt anders mit Materialien als sichtbares Licht: So kann es in organisches und nicht-organisches Material eindringen, wo Photonen des sichtbaren Lichts



Swir-Licht durchdringt für Menschen undurchsichtiges Plastik und Glas. Die Sweep+-Kamera von JAI kann daher auch kontrollieren, ob sich Verunreinigungen in Verpackungen, wie hier von Nüssen, befinden. Gleichzeitig zeigt sich im sichtbaren Licht, ob die Beschriftung der Tüte korrekt und die Qualität in Ordnung ist.

im Material absorbiert werden. Der Grad der Absorption hängt von der chemischen Struktur des Materials ab. Wassermoleküle etwa haben einen hohen Absorptionsgrad für Swir-Licht bei Wellenlängen zwischen 1450 und 1500 nm. Das macht die Swir-Bildgebung für Anwendungen wie die Inspektion von Obst und Gemüse nützlich: Frühe Fäulnis und Druckstellen (typischerweise Bereiche mit höherem Wassergehalt) sind im Swir-Spektrum deutlicher zu erkennen, da sie auf den Kamerabildern als Bereiche mit höherem Kontrast erscheinen. Dadurch lassen sich Produkte mit diesen Mängeln leichter identifizieren und vor dem Verpacken vom Förderband entfernen.

Eine weitere Stärke der Swir-Bildgebung ist das Erkennen von Fremdkörpern. Bei der Lebensmittelverarbeitung gilt es, Gegenstände wie Steine, Metall und Plastik sicher zu erkennen und vor der Weiterverarbeitung zu entfernen. Bei der Untersuchung von frischem Gemüse sind solche Fremdkörper mit sichtbarem Licht häufig schwer zu erkennen. Auf

Swir-Bildern erscheinen sie jedoch als dunklere Objekte im Vergleich zu den Lebensmitteln. Dadurch ist es möglich, sie mit einem Algorithmus zu identifizieren und automatisiert auszusortieren.

Da Swir-Licht für Menschen undurchsichtiges Plastik und Glas durchdringt, lässt sich diese Technik auch zur Kontrolle von Verunreinigungen in Verpackungen und Behältern sowie zum Überprüfen der korrekten Füllstände von Flüssigkeiten oder Schüttgütern einsetzen.

In Inspektionsanlagen, welche die Qualität von Halbleitern überprüfen, kann Swir helfen, Defekte auf und unter der Oberfläche von Silizium-Wafern zu finden, da Swir-Licht Silizium durchdringt.

Bei Anwendungen der Textil- und Holzinspektion kann die

Swir-Bildgebung prüfen, ob gefärbte Textilien trocken genug für die Weiterverarbeitung sind oder ob geschnittenes Holz verborgene Mängel hat. Weitere Anwendungen sind die Müllsortierung nach Kunststoffarten, die Sortierung von Mineralien, die Inspektion von Batterien sowie land- und forstwirtschaftliche Anwendungen.

Kombination in der Kamera

Auch wenn Swir-Kameras mehr Effizienz versprechen, erfordern viele Anwendungen der Bildverarbeitung zusätzliche Kameras mit sichtbarem Licht, um Größe und Form zu prüfen, Farbnuancen von Objekten zu analysieren oder Etiketten und andere Aufdrucke zu kontrollieren. Daher ergänzt die Swir-Bildgebung die normalen Prüfroutinen mit sichtbarem Licht. Inzwischen sind in vielen Anwendungen beide Bildgebungsverfahren in der gleichen Fertigungslinie nötig, um die Anforderungen an die Qualitätsprüfung zu erfüllen.

Bisher waren Prüfstationen für sichtbares Licht und Swir- oder NIR-Licht in der Regel als separate Prüfschritte in die Fertigungslinie integriert, wobei separate Kameras, Beleuchtungen, Objektive und



Diese Zeilenkamera verfügt über drei CMOS- und einen InGaAs-Sensor und kann Swir- und sichtbares Licht zeitgleich erfassen.

deren Befestigungen die Einrichtung komplexer, größer und teurer machten. Um den Aufwand zu reduzieren, hat der Industriekamerahersteller JAI eine Multisensor-Kameratechnologie auf den Markt gebracht: Eine einzige Kamera nimmt Bilder im sichtbaren und Swir-Licht gleichzeitig auf. Diese Farbzeilenkamera der Serie Sweep+ kombiniert über ein Prisma drei CMOS-Zeilensensoren mit einer Auflösung von jeweils 4096 Pixeln und einen InGaAs-Zeilensensor mit einer Auflösung von 1024 Pixeln.

Breit erfasst

Ein Prisma und dichroitische Filter teilen in der Kamera das einfallende Licht in vier Kanäle auf, um gleichzeitig rotes, grünes und blaues sichtbares Licht auf den drei CMOS-Sensoren zu erfassen, während der InGaAs-Sensor Swir-Lichtwellen auffängt. Nur eine Inspektionsstation liefert Bilddaten zum Überprüfen sehr feiner Farbnuancen und

erlaubt es zudem, versteckte Defekte oder unerwünschte Objekte über die Swir-Bilddaten besser zu lokalisieren.

Die Zeilenkamera verfügt über eine Reihe fortschrittlicher Funktionen, etwa eine integrierte Farbraumkonvertierung, welche die Bildausgabe in spezifische Farbräume, wie HSI, CIE XYZ, sRGB und Adobe RGB, umwandeln kann. Um die Bildhelligkeit und Farbbalance zu verbessern, lässt sich die Belichtungszeit für alle RGB- und Swir-Kanäle individuell einstellen und für die gewünschten Wellenbereiche optimieren. Auch die analoge und digitale Verstärkung für die vier Kanäle ist individuell einstellbar.

Die maximale Zeilenrate für die RGB-Kanäle beträgt 20 kHz bei einer Auflösung von 4096 Pixeln und für den Swir-Kanal 39 kHz bei einer Auflösung von 1024 Pixeln. Die physische Pixelgröße beträgt $7,5 \times 7,5 \mu\text{m}^2$ für die RGB-Kanäle und $25 \times 25 \mu\text{m}^2$ für den Swir-Kanal.

Um das Sichtfeld (Field of View, FOV) und die Zeilenrate der RGB- und Swir-Sensoren in Übereinstimmung zu bringen, verfügt die Kamera über eine Pixel-Reskalierungsfunktion namens Xscale. Diese Funktion passt die Pixelgröße der RGB-Sensoren (in Kombination mit den Region-of-Interest-Einstellungen) an die des InGaAs-Sensors an und verringert die Sensorbreite der RGB-Sensoren von 30,72 mm auf 25,6 mm, was der Breite des Swir-Sensors entspricht. Gleichzeitig steigen die RGB-Scanraten von 20 kHz auf 39 kHz, also auf die Swir-Scanrate.

Der Autor

Gregers Potts, Communications bei JAI

Kontakt

JAI A/S, Kopenhagen, Dänemark

Tel: +45 4457 8888

E-Mail: camerasales.emea@jai.com

www.jai.com

Physiker:in gesucht?

Nutzen Sie eine Stellenanzeige im Physik Journal oder präsentieren Sie Ihre Firma bei unserer Jobbörse.

Physik Journal

www.physik-journal.de

Virtuelle Jobbörse

Adobe Stock / iStock.com