

Im Millimeterwellenbild (rechts) wird der Glassplitter im linken oberen Doppelkeks sichtbar.

Lebensmittel durchleuchten

Millimeterwellenscanner erkennen auch Verunreinigungen mit niedriger Permittivität zuverlässig.

Die Kontamination von Lebensmitteln mit Fremdkörpern kann schwerwiegende Konsequenzen für den Produzenten haben, denn gesetzlich haftet er, wenn ein Verbraucher dadurch zu Schaden kommt. Röntgenscanner in der Qualitätskontrolle sind ein Beispiel dafür, wie die Hersteller solchen Problemen vorbeugen. Diese Scanner besitzen eine hohe Auflösung, tun sich aber bei manchen Materialien wie Glassplittern oder Holzstücken schwer. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR in Wachtberg haben daher einen Demonstrator entwickelt, der mit Millimeterwellen arbeitet, um Fremdkörper wie Glas, Kunststoff oder Holz zu erkennen. Er könnte in der Qualitätskontrolle die Röntgenscanner ergänzen.

Das Gerät durchleuchtet die zu untersuchenden Proben und misst Amplitude und Phase. Durch die Absorption sinkt die Amplitude; Streuung und Refraktion an den Kanten eines Fremdkörpers führen zu Phasenverschiebungen. Der Demonstrator arbeitet bei 90 GHz, wobei sich dies anwendungsabhängig in einem weiten Bereich variieren lässt. Mit höherer Frequenz sinkt die Eindringtiefe abhängig von der Dichte der Probe, dafür steigt die Auflösung. Die rotierende Antenne ist ein dielektrischer Strahler, der über einen Hohlleiter gespeist wird. Unter der Antenne fährt die Probe auf einem Fließband

mit einer Geschwindigkeit von wenigen Zentimetern pro Sekunde vorbei. Fremdkörper in homogenen Proben lassen sich bis zu Abmessungen im Bereich der Wellenlänge erkennen. Oberhalb dieser Dimensionen entscheidet eher ein ausreichender Unterschied in der Permittivität zwischen Lebensmittel und Fremdkörper über die Zuverlässigkeit der Detektion.

Metaflächen als Pixel-Booster

Ein neuer optischer Ansatz steigert die Auflösung von OLED-Mikrodisplays.

Organische LEDs (OLEDs) sind in Smartphone-Displays verbreitet und kommen auch in TV-Geräten vor. Sie besitzen eine größere Farbreinheit als LCDs. Es gibt RGB-OLEDs, bei denen die Farben der Subpixel gemischt werden, sowie weiße OLEDs, die durch Filter die gewünschten RGB-Subpixel erzeugen. Die Pixelzahl von RGB-OLEDs ist bislang schlecht skalierbar, weil die erforderlichen Masken bei der Herstellung zu Abschattungen führen. Zudem lassen sich die Masken nicht beliebig vergrößern, weil sie dann durchhängen.

Daher kommen bei großflächigen Displays vor allem die gefilterten weißen OLEDs zum Einsatz. Aufgrund der optischen Verluste von mehr als 70 Prozent verbrauchen solche Displays viel elektrische Energie, und die Pixel können einbrennen. Künftige Augmented-Reality-Displays mit Leuchtdichten von mehr als 10 000 cd/m² und Pixeldichten von mehr als 5000 ppi sind so kaum

möglich. Ein Team von Samsung, der Stanford University und der Hanyang University in Seoul hat einen neuen Ansatz für OLEDs entwickelt.¹⁾

Die Beteiligten setzen eine Kavität aus nanostrukturierten Metaflächen-Spiegeln vor die OLEDs. Mit der richtigen Dimensionierung und Rasterung der Spiegel ist die Emissionswellenlänge einer OLED im visuellen Spektrum durchstimmbare. So lassen sich RGB-OLEDs erzeugen, die hohe Pixeldichten erlauben. Vergleichsmessungen zwischen den Meta-OLEDs und weißen OLEDs mit Farbfiltern überzeugten: Die Meta-OLED-Pixel wiesen die doppelte Leuchtdichte und eine überlegene Farbreinheit auf. Das Team erwartet daher, dass solche metaphtonischen Pixel die maßgebliche Technologie bei der nächsten Mikrodisplay-Generation werden.

Dreidimensional abgebildet

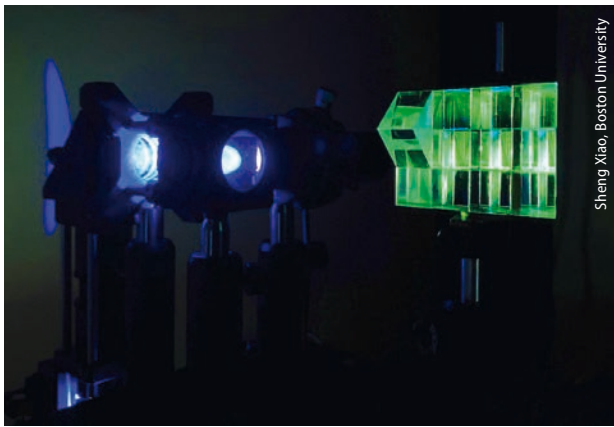
Durch ein einfaches optisches Bauteil werden Mikroskope 3D-fähig.

Die optische Mikroskopie kämpft bei der 3D-Bildaufnahme häufig mit Problemen wie einer zu geringen Bildrate oder einer zu großen Komplexität. Verschiedene Ansätze können diese Probleme lösen, bringen aber neue mit sich: einen zu schwachen Bildkontrast, eine geringe Bildwiederholrate, komplexe Bauteile, einen Verlust an axialer Auflösung sowie eine Beschränkung auf geringe Probendichten oder dünne Proben. Ein Forschungsteam der Boston University hat einen Ansatz entwickelt und erprobt, der bestechend einfach und vielseitig verwendbar ist.²⁾ Zudem lässt er sich für Fluoreszenz-, Phasenkontrast- und Dunkelfeldmikroskopie nutzen.

Das Herzstück ist ein optisches Bauteil, das aus Standardprismen und -strahlteilern besteht, das sogenannte z-Teilerprisma, in Anspielung auf die axiale Lage der Bildebene. Das kleinste z-Teilerprisma besteht aus zwei würfelförmigen Strahlteilern und einem rechtwinkligen Prisma. Auf jeden der resultierenden drei Strahlengän-

1) W.-J. Joo et al., Science **370**, 459 (2020)

2) S. Xiao et al., Optica **7**, 1477 (2020)



Sheng Xiao, Boston University

Mit solchen z-Teilerprismen nahm das Bostoner Team die 3D-Bilder unter dem Mikroskop auf.

ge entfällt ein Drittel des Lichts. Da sich die optischen Weglängen unterscheiden, ergeben sich verschiedene Bildebenen. Nach demselben Prinzip hat das Team auch 6- und 9-Ebenen-Prismen gefertigt.

Das Licht der einzelnen Strahlengänge fällt auf verschiedene Bereiche des Sensors einer CMOS-Kamera. Eine einzige Aufnahme liefert das vollständige Volumenbild. Damit sind entweder hohe Bildwiederholraten oder große 3D-Gesichtsfelder erreichbar. Zudem hat das Team einen Algorithmus entwickelt, der das Signal-zu-Rausch-Verhältnis zwischen dem 3D-Bild der Probe und dem Hintergrund verbessert.

Die Beteiligten machten Calcium-Fluoreszenzbilder vom Gehirn einer lebenden Maus, nahmen die natürlichen Bewegungen von Fadenwürmern auf sowie Details in lebenden

Rädertierchen und Wasserflöhen. Die erfassten Volumina lagen lateral bei 0,5 bis 1 mm, axial zwischen 20 und 700 μm . Die Videos haben Bildwiederholraten von einigen zehn Hertz und sind etwa eine Minute lang.

Mischen statt senden

Der Verzicht auf eine Absolutmessung macht Radarverfahren flexibler.

Bei etablierten Radarverfahren sind Sendesignal und Empfangssignal unmittelbar miteinander verknüpft: Beim Auslösen wird das Signal zeitgleich auch auf den Empfänger gegeben und dort mit dem empfangenen reflektierten Signal überlagert. Aus dem Laufzeitunterschied der beiden Signale ergibt sich zum Beispiel der Abstand des Objekts, an dem die Reflexion

erfolgt ist. Ein Team der Universität Stuttgart hat diese enge Verbindung zwischen Sendesignal und Empfangssignal aufgehoben und ermöglicht dadurch neue Anwendungen. Das Prinzip ist in Deutschland und Europa patentrechtlich geschützt, in den USA läuft der Antrag.

Das Stuttgarter Radarverfahren verzichtet auf das Sendesignal im Empfänger und damit auf eine Absolutmessung des Abstands zum Objekt. Stattdessen mischt ein nichtlinearer Empfänger die Signale der ersten und zweiten Reflexion miteinander. Daraus lässt sich ein Relativabstand ermitteln, der verschiedene Ursachen haben kann: Sender, Empfänger und/oder Objekt bewegen sich – oder das Objekt ist aus dielektrisch unterschiedlichen Schichten aufgebaut. Das Verfahren wurde bei 70 und 240 GHz experimentell verifiziert.

Mögliche Anwendungen finden sich in der Sicherheitstechnik, Produktionstechnik und Materialanalyse. Auch eine Überwachung von Puls und Atmung vieler Personen gleichzeitig wäre relativ einfach möglich: Die Positionen von Sender und Empfänger sind frei wählbar und die zu überwachenden Personen könnten sich bewegen. Zunächst erforscht das Stuttgarter Team mit einem Unternehmen den Einsatz des neuen Verfahrens für die Qualitätssicherung in der Industrieautomatisierung.

Michael Vogel

Tausende Produkte auf Lager



und verfügbar mit PhotonSpeed™

Schnelle Auswahl – Optimierte Such- und Filterfunktionen

Schnelle Lieferung – Gratis Express-Lieferung für Newport Produkte*

Schnelle Ergebnisse – Top-Produkte und Service für Ihre Forschung

Jetzt mit Newport auf die Überholspur. An die Forschung, fertig, los!

Mehr auf www.newport.com



Weitere Informationen über MKS Newport finden Sie unter www.newport.com.

* Weitere Informationen und Bedingungen finden Sie auf www.newport.com/free2day.
Nur gültig für Bestellungen aus und innerhalb den USA und Europa.



Schnelle Auswahl. Schnelle Lieferung. Schnelle Ergebnisse.