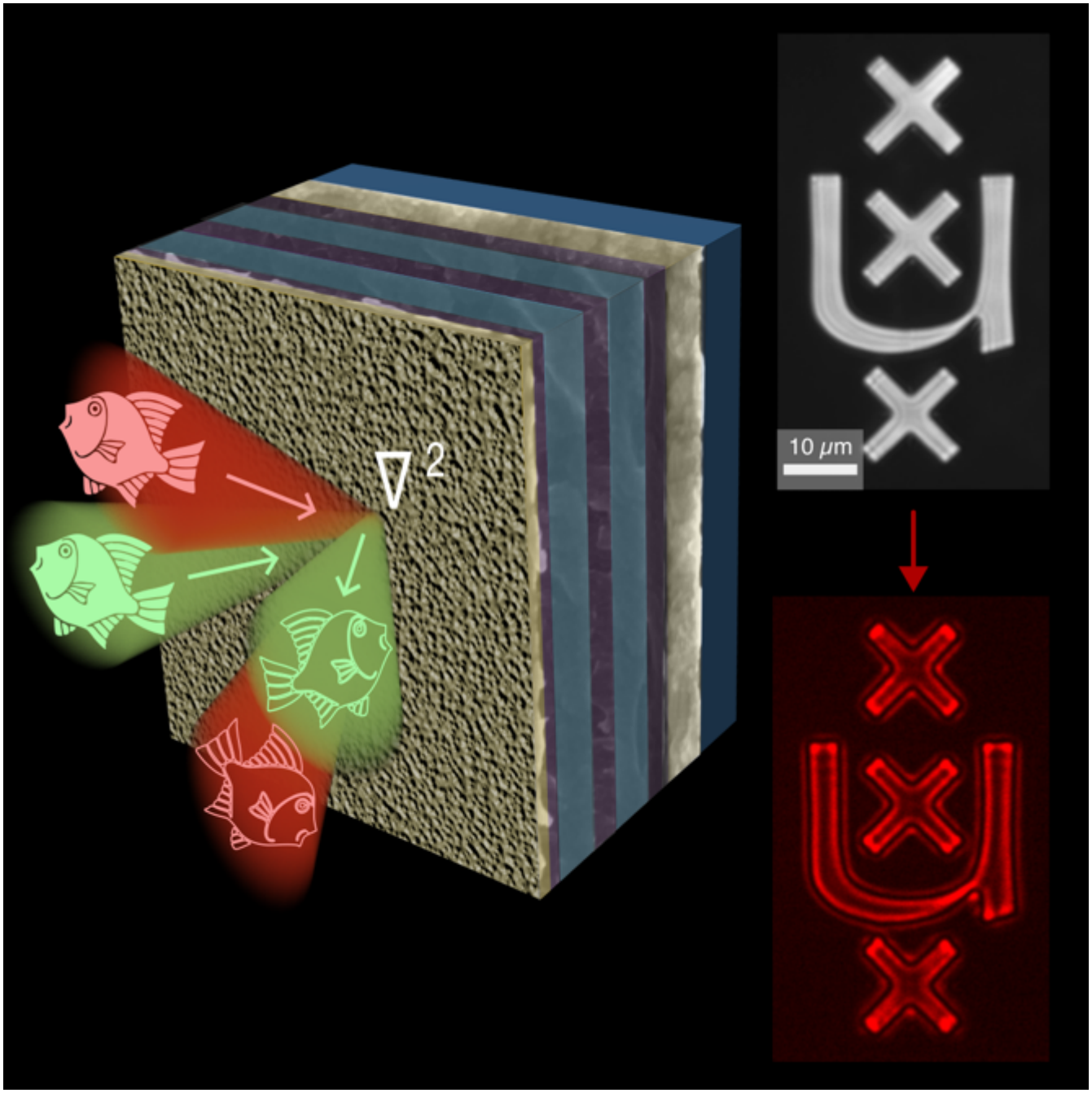
Randen detecteren met de lichtsnelheid

Natuurkundigen hebben een nieuwe methode ontwikkeld waarmee op een extreem energiezuinige en ultrasnelle manier randen van afbeeldingen kunnen worden gedetecteerd.



Met behulp van een slim apparaat dat uit meerdere dunne lagen bestaat, slagen de

natuurkundigen erin de randen van binnenkomende beelden weer te geven.

De resultaten, verkregen in de groep van Jorik van de Groep aan het UvA-Institute of Physics, zijn onlangs gepubliceerd in het tijdschrift ACS Photonics.

Rekenen met licht

De energiekosten van berekeningen en dataverwerking horen tot de belangrijkste energieproblemen voor onze huidige maatschappij. De voetafdruk ervan zal in de toekomst alleen maar groter worden, omdat de software-eisen blijven toenemen en de huidige hardware geen betrouwbare oplossing kan bieden. Daarom heeft onderzoek naar alternatieve rekenmethoden die ultrasnel zijn en minimale energie verbruiken, de afgelopen jaren veel aandacht getrokken.

Eén alternatieve rekenmethode staat bekend onder de naam *optical analog computing*. Bij deze methode worden wiskundige bewerkingen uitgevoerd met behulp van licht, nog voordat dat licht door een camera wordt vastgelegd. Omdat optical analog computing-apparaten passief zijn – wat wil zeggen dat ze geen elektrische energie nodig hebben – wordt er bijna geen energie verbruikt. Bovendien wordt de bewerking letterlijk met de snelheid van het licht uitgevoerd.

Randen detecteren

In hun onderzoek, samen met industriële partners WITec en SCIL Imprint Solutions, hebben de natuurkundigen zich gericht op randdetectietechnieken, die als doel hebben randen in afbeeldingen te detecteren – locaties waar een plotselinge verandering in helderheid optreedt, wat de grens van een waargenomen object markeert. Randdetectie is een van de meest cruciale taken in beeldverwerking, met toepassingen in bijvoorbeeld autonome voertuigen. Om de optical analog computing uit te voeren, gebruikten de natuurkundigen een eenvoudige en gemakkelijk te fabriceren opeenstapeling van dunne films. De methode bleek erg goed te werken, en was zelfs in staat om de randen van heel kleine objecten, ongeveer 1 micrometer groot, te detecteren. Bernardo Dias, eerste auteur van de publicatie, zegt: “Het ontwerp van de opeenstapeling van lagen is extreem eenvoudig vergeleken met de complexe optische coatings die nu als state-of-the-art worden gezien. Desondanks vertoont ons apparaat een van de grootste numerieke aperturen tot nu toe, waardoor we randdetectie

kunnen uitvoeren op de kleinst mogelijke objecten.”

Een bijkomend voordeel van de methode is dat die met een groot aantal lichtbronnen zoals lampen, LED’s of lasers kan werken, wat het potentiële gebruik ervan in bestaande technologie vergemakkelijkt. De resultaten tonen aan dat de technieken met name kunnen worden gebruikt voor hogeresolutiemicroscopie. Omdat het apparaat ook de randen van transparante objecten toont, die onzichtbaar zouden zijn voor een conventionele helderveldmicroscoop – denk aan cellen – is toepassing in de biologie en geneeskunde ook mogelijk. Als volgende stap streven de onderzoekers ernaar om schakelbare apparaten te ontwikkelen voor optical analog computing, waarbij de wiskundige bewerking aan- en uitgezet kan worden, of waarbij het apparaat kan schakelen tussen verschillende functies.

Publicatie

High-NA 2D Image Edge Detection Using Tamm Plasmon Polaritons in Few-Layer Stratified Media, Bernardo S. Dias en Jorik van de Groep, ACS Photonics **12** (2025) 1, 311–319.