

Höchste Qualität durch Inline Computational Imaging

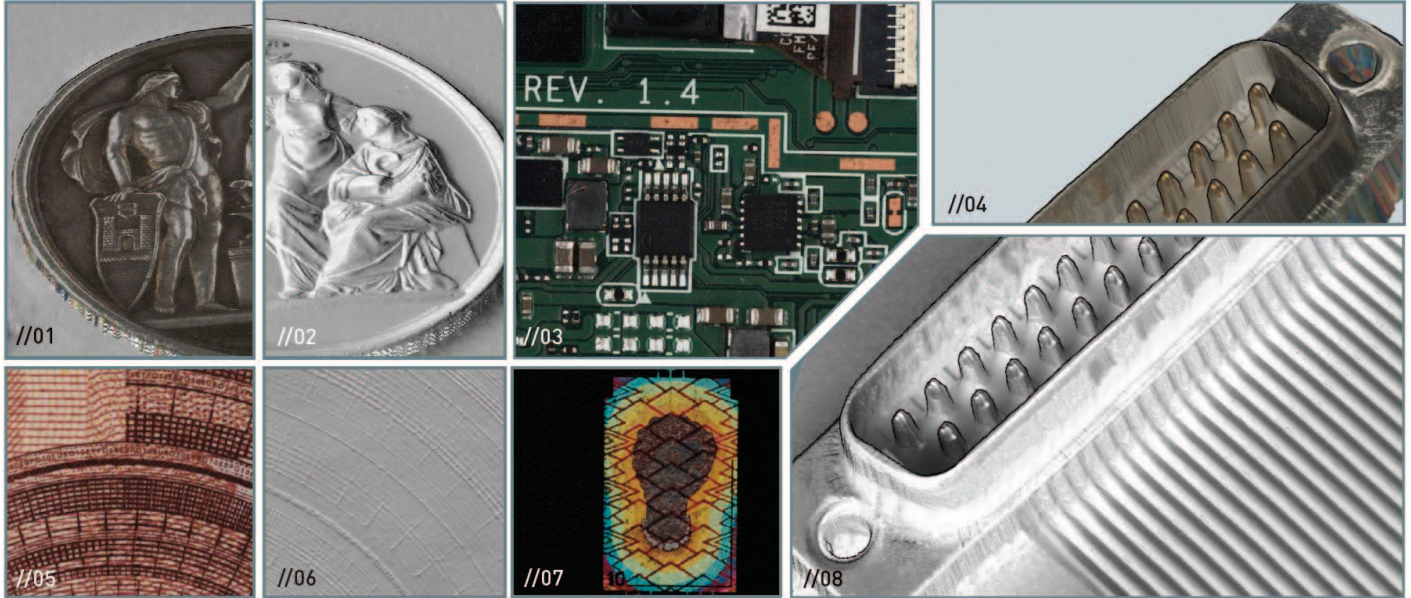


Bild 1: Anwendungsbeispiele für Inline Computational Imaging //01 Münze 3D + Textur //02 Münze 3D-Rekonstruktion //03 Leiterplatte all-in-focus Farbbild //04 Stecker 3D + Textur //05 10€ Banknote Farbbild //06 10€ Banknote Tiefdruck //07 10€ Banknote Hologramm //08 Stecker präzise 3D-Rekonstruktion

Egal ob 2D oder 3D Prüfung für Elektronik, metallische Oberflächen, oder Verpackungs- und Sicherheitsdruck: Inline Computational Imaging (ICI) prüft besser, schneller und genauer. Mit ICI lassen sich Details prüfen, die vorher nicht zu erkennen waren.

Höchste Geschwindigkeiten gepaart mit steigender Komplexität moderner Produkte stellt immer höhere Anforderungen moderne Qualitätsinspektionslösungen. Neben exakter 3D-Vermessung ist es immer öfter auch notwendig aus unterschiedlichen Betrachtungs- und Beleuchtungsrichtungen zu inspizieren um 100 % der Fehler zuverlässig erkennen zu können. Konventionelle One-shot Bildverarbeitungslösungen arbeiten mit einer fixen Kamera- und Beleuchtungsposition und stoßen damit immer häufiger an ihre Leistungsgrenzen.



Autorin:
Ing. Petra Thanner, MSC, MBA,
Senior Research Engineer High-
Performance Image Processing,
petra.thanner@ait.ac.at

AIT Austrian Institute of
Technology GmbH
www.ait.ac.at/ici

Unterschiedliche Perspektiven

Die am AIT Austrian Institut of Technology GmbH entwickelte Inline Computational Imaging (ICI) Technologie nutzt die natürliche Transportbewegung des Objektes für die simultane Erfassung des Objekts

unter verschiedenen Betrachtungs- und Beleuchtungsrichtungen. Auf diese Weise ahmt ICI die Vorgehensweise eines Menschen nach, der beim Prüfen einer glänzenden Oberfläche die Betrachtungs- und Beleuchtungswinkel intuitiv variiert um auch kleinste Defekte auszuspüren. ICI kann an unterschiedlichste Prüfgenauigkeiten und Inspektionsgeschwindigkeiten angepasst werden und eignet sich daher hervorragend für die Inspektion von vielerlei Materialien wie Elektronik- und Leiterplattenfertigung über Metalle, Materialklassifikation bis hin zur Druckbildinspektion und Prüfung von Sicherheitsfeatures wie Hologrammen und taktilen Elementen und Prägungen. Bild 1 zeigt einige Anwendungsbeispiele für Inline Computational Imaging aus der industriellen Inspektion.

Seine Stärke

kann ICI dort am besten zeigen wo höchste Genauigkeits- und Geschwindigkeitsanforderungen mit der Prüfung von komplexen Geometrien und herausfordernden Oberflächeneigenschaften zusammentreffen wie zum Beispiel in der Elektronikfertigung, für metallische

Oberflächen und im Verpackungs- und Sicherheitsdruck.

Leistungsfähigkeit im Vergleich am Beispiel eines Chipsockels

Für die Inspektion eines Chipsockels ist es erforderlich gleichzeitig die korrekte Beschriftung des Etiketts, Kratzer in der Oberfläche und die Anwesenheit und korrekte Höhe aller Pins zu kontrollieren. Bild 2 zeigt hier die Stärken der ICI Technologie im Vergleich zu klassischen Verfahren der Bildverarbeitung.

Der unterste Abschnitt zeigt eine 3D-Rekonstruktion des Chips unter Verwendung von State-of-the-Art Stereo Bildverarbeitungsalgorithmen. Für den Chipsockel ist zu erkennen, dass mit dieser Methode die Pins nicht erkennbar sind. Bessere Ergebnisse liefert die Lichtfeldtechnologie (zweites Segment von unten). Die Pins werden erkannt, das Etikett am Gehäuse des Chips ist jedoch nicht erkennbar.

Die oberen beiden Segmente von Bild 2 zeigen die Ergebnisse der ICI-Technologie. Durch die Kombination von Lichtfeld und Photometrie erreicht ICI sowohl global

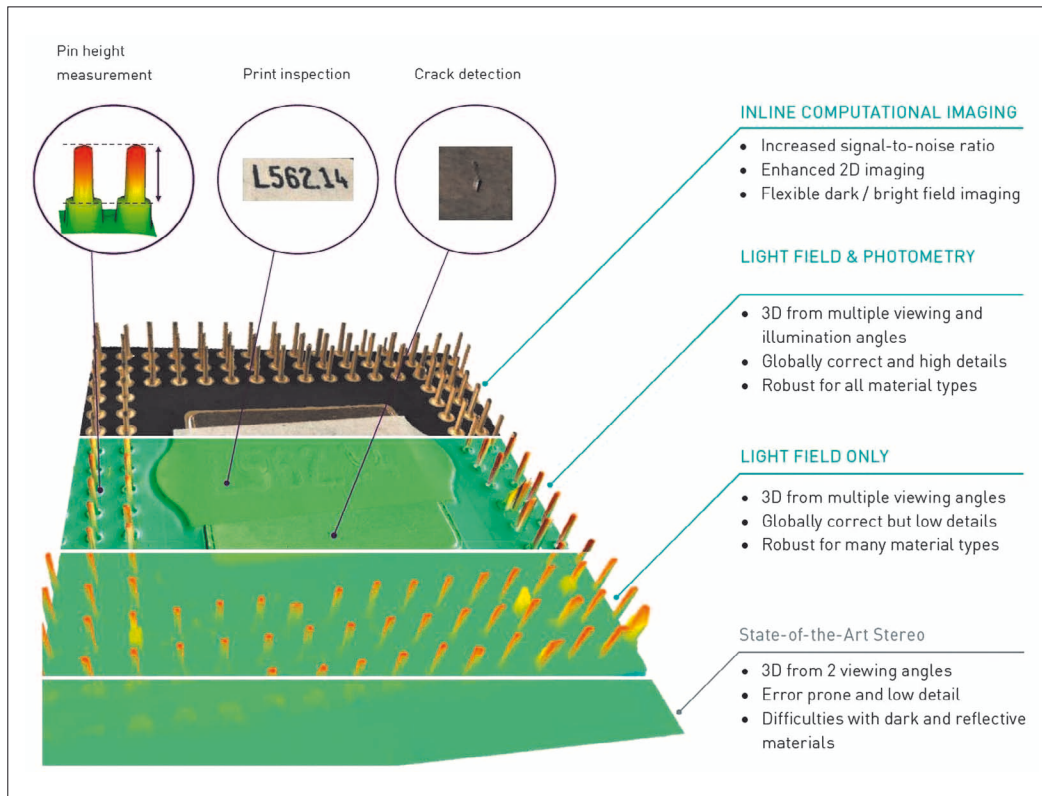


Bild 2: Inline Computational Imaging (ICI) im Vergleich mit Stereo-Imaging, Lichtfeld und Photometrie anhand der 3D-Rekonstruktion eines Chipsockels mit schwarzem Gehäuse, Etikett und metallischen Pins; ganz unten: 3D-Rekonstruktion aus 2 Betrachtungswinkeln mit state-of-the-art Stereoalgorithmen; darüber: 3D-Rekonstruktion aus vielen Betrachtungswinkeln mit Lichtfeldmethoden; darüber: ICI 3D-Rekonstruktion berücksichtigt viele Betrachtungs- und Beleuchtungswinkeln; ganz oben: ICI 3D-Rekonstruktion mit pixelgenau rektifiziertem Texturbild

korrekte als auch im Detail hoch aufgelöste 3D-Rekonstruktionen. Für den Chipsockel bedeutet das, dass sowohl das schwarze Gehäuse

als auch die feinen metallischen Pins korrekt 3D modelliert werden. Auch kleinste Details wie zum Beispiel das Etikett mit Prägung können

deutlich erkannt werden. Sogar ein Kratzer am Metallteil des Chipsockels wird detektiert. Gleichzeitig zur 3D-Rekonstruktion liefern die

ICI-Algorithmen auch pixelgenau rektifizierte Farbinformationen und ermöglichen so auch die Inspektion der Beschriftung am Etikett.

ICI für die Inspektion von Verpackungs- und Sicherheitsdruck

Für Sicherheitsdokumente wie z. B. Banknoten oder ID-Cards gibt es neben dem Druckbild Hologramme oder Tiefdruckelemente, deren Fehlerfreiheit ein wichtiges Qualitätskriterium darstellt. So geht es bei Hologrammen darum ihre Echtheit anhand eines korrekten Farbumschlags zu erkennen und für Medikamentenverpackungen ist es wichtig, dass sowohl das Druckbild als auch die Braille-Beschriftung korrekt sind. Seine vielen Betrachtungs- und Beleuchtungswinkel machen ICI zu einem idealen Prüfsystem für diese Aufgabenstellungen. Bild 3 zeigt einen Ausschnitt einer 10 EUR Banknote aufgenommen mit einer optischen Auflösung von 20 µm pro Pixel und einer Inspektionsgeschwindigkeit von bis zu 10 m pro Sekunde.

ICI für die Inline 3D Mikroskopie

Auch für die Mikroskopie wird schnelle 3D Inspektion immer wichtiger. In den letzten Jahren haben neue Inline-Verfahren für die mikroskopische 3D-Bildgebung das Interesse sowohl der Wissenschaft als auch der Industrie geweckt. Trotz zahlreicher Entwicklungen auf diesem Gebiet gibt es bisher nur wenige inlinedfähige Lösungen. Gängige Methoden wie z. B. Fokusvariation, konfokale Mikroskopie und Weißlichtinterferometrie verwenden normalerweise ein scannendes Abtastverfahren bei dem die Abtastrichtung mit der natürlichen Transportrichtung des Objekts nicht übereinstimmt. Das macht diese Verfahren ungeeignet für schnelle Inline-Inspektionsaufgaben.

Bis vor kurzem war ICI auf die Prüfung von makroskopischen Merkmalen größer 15 µm pro Pixel beschränkt. Die aktuellste Weiterentwicklung dieser Technologie ermöglicht nun auch ihren Einsatz für die Inline-3D-Mikroskopie und ermöglicht Auflösungen von 4 µm in allen drei Dimensionen (X/Y/Z). Bild 4 zeigt Ergebnisse eines Ball Grid Arrays (BGA) aufgenommen

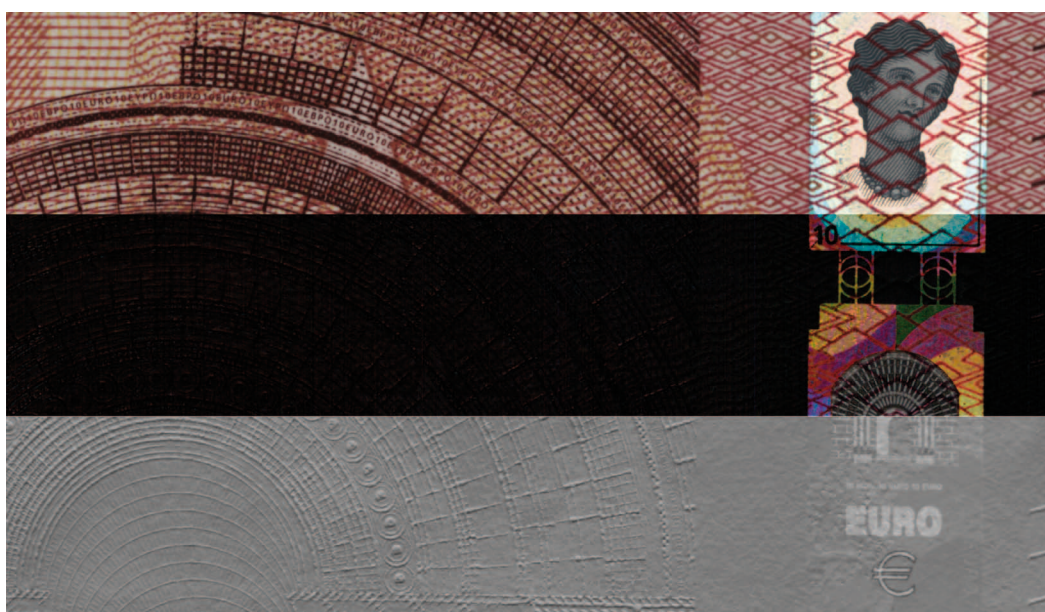


Bild 3: Detailausschnitt einer 10 EUR Banknote, oben: hochaufgelöstes Farbbild für die Inspektion von Druckbild inklusive Mikrotex; mitte: Farbumschlagsbild für die Hologramm-Inspektion; unten: Gradientenbild für die Inspektion von Tiefdruckelementen.

Bildverarbeitung

mit einem 4- μm ICI-System und einer Inspektionsgeschwindigkeit von 27 mm pro Sekunde.

Zusammenfassung

Die am AIT Austrian Institut of Technology GmbH entwickelte Inline Computational Imaging (ICI) Technologie orientiert sich an den Anforderungen moderner Produktionsprozesse. Sie kombiniert Lichtfeld (LF) und Photometrie (PS) in einer kompakten und leistungsfähigen Lösung. Während sich das Objekt unter der Kamera vorbeibewegt wird eine Bildsequenz erzeugt, die das Objekt aus unterschiedlichen Betrachtungs- und Beleuchtungsrichtungen zeigt. Daraus werden neben einer präzisen 3D-Rekonstruktion auch optimierte 2D-Bil-

der wie High-Dynamic-Range-, All-in-focus-, Hellfeld-, Dunkelfeld-, Glanzreduktion- und Schattenreduktionsbilder berechnet.

Die Möglichkeiten

die sich für die industrielle Inspektion daraus ergeben sind umfassend und beinhalten die:

- simultane 2D-Inspektion und 3D-Vermessung bei gleichzeitiger Erhöhung des Tiefenschärfebereichs (all-in-focus),
- Erhöhung des Dynamikbereichs (high-dynamic range),
- Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnis,
- flexibler Hell-Dunkel-Bildgebung (Glanz- und Schattenreduktion) und
- Materialklassifikation (z. B. glänzend, halb-glänzend, matt) ◀

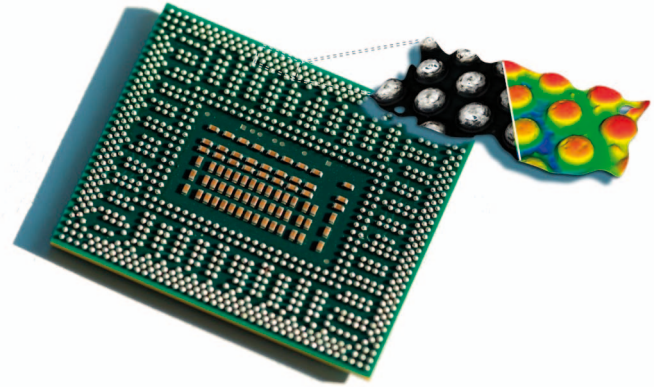


Bild 4: Ball Grid Array (BGA) Foto (großes Bild) und ICI 3D Rekonstruktion (kleines Bild) für einige Lotpunkte: all-in-focus Graustufenbild (links) und Tiefenmap (rechts)