

## // VERFAHREN ZUR FOKUS-SCANNENDEN TRIANGULATION MIT STRUKTURIERTER BELEUCHTUNG UND ZWEI WAVELET-SIGNALEN

Ref-Nr: TA-16/050TLB

### HINTERGRUND

Im Bereich der 3D-Gestaltmessung gibt es Optimierungsbedarf im Sinne der Robustheit der Messung im allgemeinen sowie der Verbesserung zur Erfassung von nicht-kooperativen Objektpunkten, speziell auch bei Geometrien mit großem Aspektverhältnis.

### PROBLEMSTELLUNG

Stand der Technik sind hier die fokussierenden Triangulationsmessaanordnungen mit strukturierter Beleuchtung und Generierung eines Wavelet-Signals. Das hochauflösende Verfahren der Fokus-scannenden Triangulation mit strukturierter Beleuchtung und Nutzung der Phaseninformation funktioniert an nicht-kooperativen Objektpunkten wie Kanten oder Flächenbereichen hoher Gradienten und Hell-Dunkel-Übergängen jedoch nur eingeschränkt. Insbesondere wenn die Enveloppe des Wavelet-Signals über der Fokustiefe etwas asymmetrisch, also deformiert ist.

### LÖSUNG

An der Universität Stuttgart wurden ein Verfahren und eine Anordnung zur fokus-variierenden Triangulation mit Streifenbeleuchtung, insbesondere auch für die 3D-Gestaltmessung im mikro- und mesoskopischen Bereich, entwickelt, welche die Robustheit des Messens erhöhen soll.

Zwei Wavelet-Signale W1 und W2, die in Schwebung sind, oder sich in fein und grob unterscheiden, werden unter Nutzung der Streifen-Triangulation mit Durchfokussieren bei jedem Tiefen-Scan getrennt erzeugt. Der Eindeutigkeitsbereich der Phasenmessung wird dabei um die Schwebungswellenlänge oder die grobe Wellenlänge erweitert, so dass die sehr unerwünschten  $2\pi$ -Sprünge hier stark reduziert sind. Durch die Verwendung vergleichsweise lichtstarker Objektive für Projektion und Detektion kann an kooperativen Objekten mit hohen Frame-Raten gemessen werden.

Die Erfindung besitzt einen entscheidenden Vorteil gegenüber dem „konfokalen Ansatz“: Es gelangt sehr viel mehr Licht auf den Kamera-Chip. Im Vergleich ist



Technologie-Lizenz-Büro  
der Baden-Württembergischen  
Hochschulen GmbH

Technologie-Lizenz-Büro (TLB) der  
Baden-Württembergischen  
Hochschulen GmbH

Dr.-Ing. Florian Schwabe  
+ 49 721 790 040  
fschwabe@tlb.de  
www.tlb.de

### PATENTSITUATION

DE 102017004428 erteilt  
US anhängig

### CATEGORIES

//Physikalische Technik //Optik,  
Photonik und Lasertechnik //Sensorik  
und Messgeräte

deshalb ein viel schnelleres Messen möglich.

Auch gegenüber „SIM mit flying Phase-shift“ zeigt dieses Verfahren Vorteile: Es gibt eine zumindest teilweise Ausmittelung von Speckling-Effekten. Im Vergleich werden also deutlich mehr optische Primär-Daten, hier Bilder, zur Verrechnung gewonnen und verarbeitet.

---

## VORTEILE

- Verbesserte Robustheit der 3D-Messung
- Messen vom schwach mikroskopischen bis zum mesoskopischen Bereich
- Messen von Objekten mit hohem Aspekt-verhältnis, da kein Problem mit der Schärfentiefe
- Mikrometer-Auflösung in den drei Raumkoordinaten, ggf. auch Sub-Mikrometer-Auflösung in der Tiefe
- Schnelleres Messen als beim konfokalen Ansatz
- Großer Arbeitsabstand (40mm) im Vergleich zur structured illumination microscopy (SIM) oder zur konfokalen Mikroskopie

---

## ANWENDUNGSBEREICHE

Es soll eine robuste 3D-Erfassung auch vergleichsweise tief geformter Objekte (Aspekt-Verhältnis ist deutlich höher als z. B. bei einer Münzprägung) ermöglicht werden, sowohl mit einer hohen lateralen Auflösung als auch einer besonders hohen Tiefenauflösung. Dabei steht eine extrem schnelle 3D-Messung nicht im Vordergrund.

---

## SERVICE

Die Technologie-Lizenz-Büro GmbH ist mit der Verwertung der Technologie beauftragt und bietet Unternehmen die Möglichkeit der Lizenznahme.