

Erweiterung der Informationsgewinnung bei der automatisierten 3D-Formvermessung mit optischen Sensoren

F. Buchmüller*, H. Buse, S. Ernst, H. Kreitlow

Institut für Lasertechnik Ostfriesland, Fachhochschule Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven

<mailto:frank.buchmüller@fho-empden.de>

Laseroptische Sensoren ermöglichen eine berührungslose 3D-Formmessung von technischen Bauteilen. Hierbei können mit geeigneten Sensoren zusätzlich zu der Form weitere Informationen, zum Beispiel über Helligkeit, Reflektivität oder Farbe gewonnen werden. Die Darstellung und Verwendung dieser Informationen soll anhand von Beispielen erläutert werden.

1 Formvermessung in 3D

Die 3D-Formmessung mit Laseroptischen Sensoren ermöglicht dem Anwender reale technische Objekte zu vermessen und z.B. mit den zugehörigen Konstruktionsdaten zu vergleichen, beziehungsweise digitale Modelle davon zu erstellen.

Mit den bei der Messung eingesetzten Verfahren werden Messwerte in den Messpunkten auf der Oberfläche der zu vermessenden Objekte gewonnen. Durch die Kombination von jeweils drei beieinander liegenden Messpunkten wird die Oberfläche durch ein Netz von Dreiecke angenähert und kann dann zum Beispiel als Drahtgittermodell dargestellt werden. Zur besseren Visualisierung werden die Höhenwerte hierbei zumeist farblich codiert (**Abb. 1**).

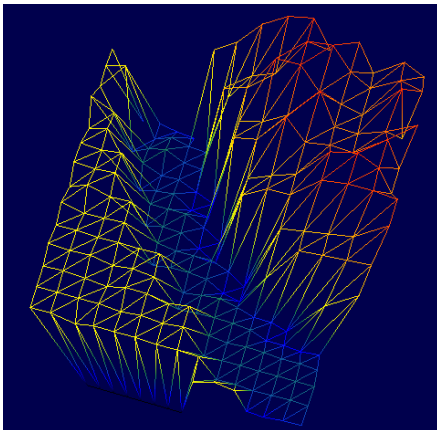


Abb. 1: Drahtgittermodell eines Objektes

Für die Speicherung der Formdaten stehen verschiedene Datenformate zur Verfügung, z.B. **Surface Tessellation Language (STL)**, **Virtual Reality Modeling Language (VRML)** oder **Extended 3D (X3D)**. Diese Formate sind sehr allgemein gehalten und bieten z.B. die Möglichkeit geschlossene Formen darzustellen, so dass aus den Messwerten aus mehreren Perspektiven die komplette Form modelliert werden kann.

2 Kombination von Sensorsignalen

Moderne Laseroptische Sensoren verwenden zumeist Messverfahren, z.B. mit Referenzsignalen bei denen zeitliche Schwankungen der Intensität des Laserlichts keine Auswirkungen auf die Messgröße haben. Dies sorgt dafür, dass Farbe und Struktur von Oberflächen oder Fremdlicht keinen Einfluss auf die Messwerte nehmen.

Bei den Messverfahren, die die Objektform aus Intensitätsmesswerten gewinnen lassen sich neben den topografischen Objektdaten noch zusätzlichen Objektdaten, wie Reflektivität, Farbe, Mikrostruktur etc. ermitteln.

3 Beispiele

Für eine Datenbank sei ein Bauteil exakt zu vermessen. **Abb. 2** zeigt die Visualisierung der 3D-Form eines Spannungsreglers mit einer Messfeldgröße von 200x50 Messpunkten und 80x250 µm Punktabstand.

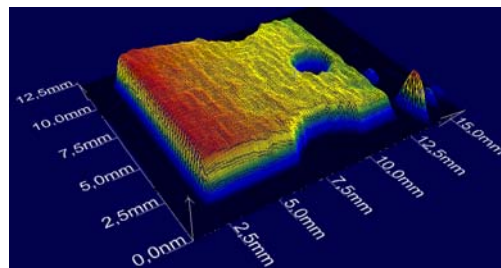


Abb. 2: Höhenmodell

Störend fallen hierbei die Messpunkte auf der rechten Seite auf. Bei der Betrachtung der Helligkeitstextur (**Abb. 3**) fällt auf, dass in diesem Bereich die metallisch blanken Kontakte des Spannungsreglers liegen. Solche reflektierenden scharfen Kanten erweisen sich bei optischen Messungen immer wieder als Problem, da die Reflektionen die Sensoren übersteuern und dadurch das Messsignal verfälschen.

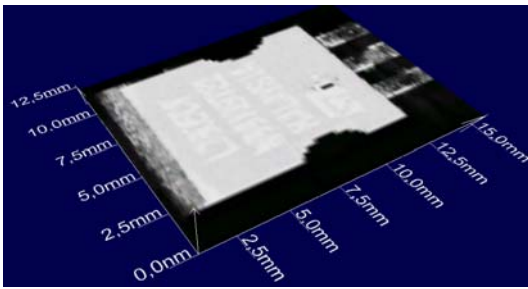


Abb. 3: Helligkeitstextur eines Spannsreglers

In der Kombination aus gemessener Form und Helligkeit (**Abb. 4**) werden diese Fehler unterdrückt. Darüber hinaus können durch die Bearbeitung nur der Helligkeitstextur z.B. innerhalb professioneller Bildverarbeitungssoftware weitere Details hervorgehoben werden, ohne dass Manipulationen an der Form vorgenommen werden.

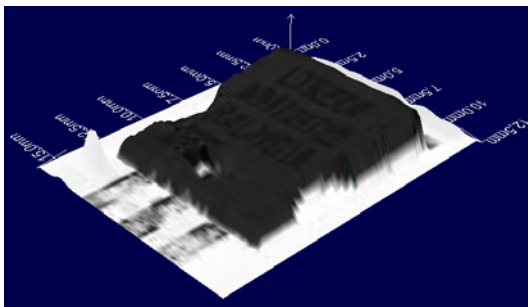


Abb. 4: Modell mit Textur (Spannsregler)



Ein zweites Beispiel zeigt den Scan eines mechanischen Uhrwerks. Die Einzelteile haben sehr unterschiedliche Oberflächen und Formen, die Tiefe des Uhrwerks ist größer als der Messbereich des Sensors.

Abb. 5: Scanbeispiel einer Uhr (Ausschnitt rot)

Gut erkennbar in **Abb. 6** ist, dass trotz dieser Herausforderungen an die Sensortechnik ein gutes 3D-Abbild des Uhrwerks entsteht, wenn zu den Formdaten die Helligkeitsdaten hinzu gezogen werden.

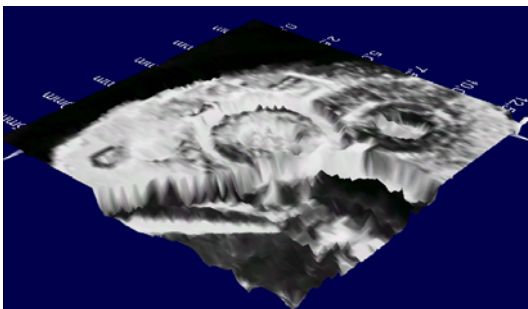


Abb. 6: Modell mit Textur (Uhrwerk)

4 Streulichtmessung

Mittels Streulichtmessverfahren kann zusätzlich zur 3D-Form Information über die Oberflächenbeschaffenheit gewonnen werden. Streulichtsensoren messen das unter verschiedenen Winkeln an der Messoberfläche zurück gestreute Licht. Hierzu sind spezielle Sensoren mit einer größeren Empfängerzahl nötig (**Abb. 7**).

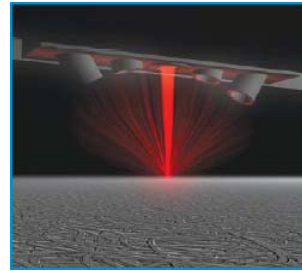


Abb. 7: 1D-Streulichtsensor

Durch Berechnung der mathematischen Streuung aus den Messdaten nach (1) ergeben sich für Oberflächenstrukturen charakteristische Streuwerte S_N , mit denen z.B. eine Identifizierung einer bereits bekannten Oberfläche möglich ist [1].



Abb. 8: 2D-Streulichtsensor

Die Streuung ist hierbei im Vergleich zur Rauheitsmessung mit R_A/R_Q wesentlich oberflächenspezifischer, da nicht nur die Höhendifferenzen sondern auch ihre Ortsfrequenz bei der Berechnung eine Rolle spielen [2].

$$(1) \quad S_N = K \cdot \sum (\varphi_i - \overline{\varphi_i})^2 \cdot p(\varphi)$$

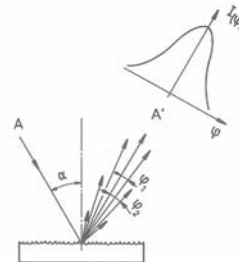


Abb. 9: Streulichtberechnung

Es wurden beispielhaft unterschiedliche Sensortypen vorgestellt, die neben der herkömmlichen 3D-Formvermessung gleichzeitig die Messung weiterer Oberflächeneigenschaften, wie z.B. Reflektivität, Farbe, Mikrostruktur und Streueigenschaften ermöglichen.

5 Literatur

- [1] Bayer Technology Services
http://www.bayertechnology.com/eng/download/Br_o_ProteXXion.pdf
- [2] Optoelektronische Verfahren zur Messung geometrischer Größen in der Fertigung
 Tilo Pfeifer und 12 Mitautoren, expert Verlag