

Smart Illumination für die Detektion von Artefakten auf glänzenden gekrümmten Oberflächen mit digitaler Bildverarbeitung

A. Grote*, B. Neumann**, S. Buhl **

**Fachbereich Informatik und Naturwissenschaften*

***Institut für Computer Science, Vision und Computational Intelligence,*

Fachhochschule Südwestfalen, Frauenstuhlweg 31, 58644 Iserlohn

<mailto:grote@fh-swf.de>

Aufgrund der optischen Eigenschaft von glänzenden, stark gekrümmten Oberflächen ist die Erfassung von Fehlern mittels Bildverarbeitung nur schwer möglich. Dieses Problem wird durch den Einsatz von steuerbaren Flächenlichtquellen gelöst. Aufgrund von Lichtstreuung werden Fehlstellen sichtbar und deren Segmentierung mittels digitaler Bildverarbeitung möglich.

1 Einführung

Die Detektion von Fehlern wie Kratzer und Verschmutzungen auf glänzenden, stark gekrümmten Oberflächen stellt eine große Herausforderung dar. Aufgrund der optischen Eigenschaft derartiger Oberflächen wird die Lichtquelle abgebildet und es entstehen störende und das Bild stark überstrahlende Glanzlichter, die die Defekterkennung unmöglich machen.

Hierbei ergibt sich aufgrund der optischen Eigenschaften der Objekte die Problematik, Fehler in einer für das maschinelle Sehen geeigneten Art abzubilden. Die Bilderfassung muss also gewährleisten, dass mittels digitaler Bildverarbeitung die nötigen Merkmale für die Detektion der Fehler extrahiert werden können. Dies wird auch durch den Prozess der Bildverarbeitung deutlich, da in der Bilderfassung das Messobjekt digital abgebildet wird und anhand dessen alle weiteren Schritte mit digitaler Bildverarbeitung durchgeführt werden.

Ein wesentlicher Aspekt der Bilderfassung und der Lösung der genannten Problematik stellt die Objektbeleuchtung dar. Die Objektbeleuchtung beeinflusst den Aufwand (Softwareaufwand) eines Bildverarbeitungssystems (BVS) sehr stark. Wobei die Messgenauigkeit und Zuverlässigkeit des Systems direkt von ihr abhängig sind.

Die Wahl der Beleuchtungsstrategie ist damit direkter Bestandteil der Lösungsstrategie. Allerdings unterliegt das gesamte BVS der Prämisse der Automatisierbarkeit, da dieser Entwicklung eine Machbarkeitsstudie zur automatischen Qualitätskontrolle von glänzenden, gekrümmten Oberflächen zugrunde liegt.

2 Ansatz

Als erster Ansatz für die Darstellung der Oberflächenstruktur wurde die Dunkelfeldbeleuchtung gewählt. Hier wird die Lichtquelle so angeordnet,

dass direkte Reflexionen nicht ins Kameraobjektiv fallen. Dabei erscheinen glatte Oberflächen dunkel, da das Licht vollständig an dem Kameraobjektiv vorbei reflektiert wird. Unregelmäßigkeiten der Oberfläche werden jedoch hell abgebildet, da sie den Reflexionswinkel ändern. So können Unregelmäßigkeiten der Oberfläche sehr gut dargestellt werden, da ein deutlicher Kontrast zur Oberfläche entsteht. Die Dunkelfeldbeleuchtung ist jedoch nur bedingt geeignet, Objekte mit einer komplexen Form so darzustellen, dass sie mittels digitaler Bildverarbeitung ohne weiteres analysiert werden können. Aufgrund der Objektform wird deren Oberfläche nur partiell im Dunkelfeld abgebildet. Es zeigt sich jedoch, dass der Übergangsbereich zwischen Hellfeld und Dunkelfeld sehr deutlich die Oberflächenstruktur wiedergibt und somit Fehler in einer für das maschinelle Sehen geeigneten Art darstellt.

Daraus ergab sich ein Versuchsaufbau, der es ermöglicht, diesen Übergangsbereich gezielt über die Oberfläche des Objektes zu führen.

3 Variable Dunkelfeldbeleuchtung

Für die Erzeugung des eben beschriebenen variablen Dunkelfelds wurden Flächenlichtquellen um das Objekt angeordnet und mit Blenden versehen, die entlang der Lichtquelle positioniert werden können.

Mittels dieses Aufbaus kann durch eine geschickte Positionierung der Blenden das gesamte Objekt schrittweise in dem Übergangsbereich abgebildet werden.

Abb. 1 zeigt wie das Objekt abgebildet wird. Es wird deutlich, dass die erzielten Aufnahmen für die digitale Bildverarbeitung geeignet sind. Fehlstellen und Oberflächenstruktur können in den Übergangsbereichen zwischen Hellfeld und Dunkelfeld mittels Bildverarbeitungsoperatoren extrahiert werden.

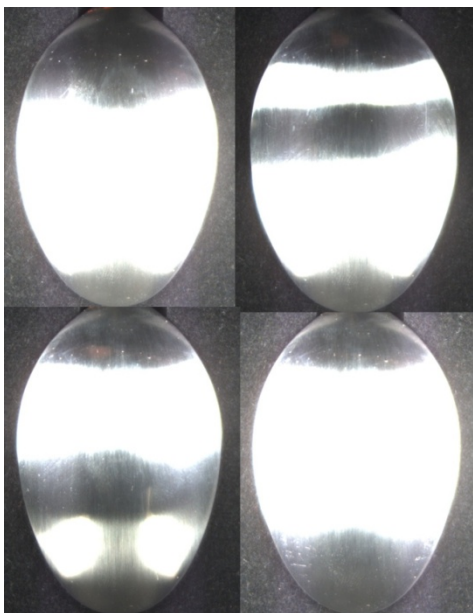


Abb. 1 Objekt mit unterschiedlich positioniertem Dunkel-feld

Das System muss im Hinblick auf seine Zielbestimmungen und dem Einsatzzweck optimiert werden. Das bedeutet, die Beleuchtung wird möglichst so umgestaltet, dass das System automatisierbar ist.

4 Optimierte Beleuchtung

Die oben beschriebene Beleuchtungsmethode liefert sehr gute Bildergebnisse für die hier behandelte Problematik. Die manuelle Verschiebung der Blende stellt bei der Umsetzung in ein automatisches BVS einen Nachteil dar. Da bei dem zuvor beschriebenen Versuchsaufbau zwei diffuse Lichtquellen benutzt wurden, bietet es sich an diese durch eine äquivalente Lichtquelle zu ersetzen. Als alternative Lichtquelle wird hier ein LC-Display genutzt. Dieses bietet den Vorteil, dass es ein diffuses Licht erzeugt und ansteuerbar ist. Das heißt, man kann die Funktion der Blenden aus dem vorherigem Versuchsaufbau durch computer-generierte Pattern ersetzen.

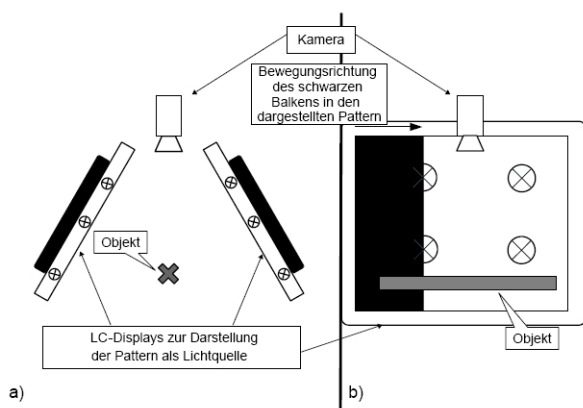


Abb. 2 a) Versuchsaufbau mit zwei LC-Displays, b) Funktionsweise des Pattern.

Diese übernehmen dann die Funktion der Lichtquelle mit Blende.

Die optimierte Beleuchtungsmethode (Abb. 2) liefert sehr gute Bildergebnisse und bietet den Vorteil, dass sie vollansteuerbar ist. Es kann also eine automatische Analyse mittels digitaler Bildverarbeitung erfolgen, bei der Fehlstellen klassifiziert werden können.

5 Bildverarbeitung zur Analyse

Der Programmablauf wird stark durch die entwickelte Beleuchtungsmethode beeinflusst, da diese eine Reihe von Aufnahme des Objektes als Basis für die Bildverarbeitung liefert. Die einzelnen Aufnahmen stellen jeweils nur einen Teilbereich des zu untersuchenden Objektes dar.

Die einzelnen Aufnahmen, bzw. Bildbereiche die im Übergangsbereich dargestellt sind, werden zusammengefügt, um das gesamte Objekt abzubilden.

Anhand dieses Bildes kann dann mit Standard-Bildverarbeitungsoperatoren die Oberflächenanalyse durchgeführt werden, wobei nach folgendem Muster gearbeitet wird: Hervorhebung der Merkmale durch Filter, Extraktion und Klassifikation mit Schwellwertoperatoren.

6 Fazit

Mittels der beschriebenen Weise ist eine lückenlose Untersuchung von gekrümmten, glänzenden Oberflächen mit Fehlern möglich. Als Objekte dienen hochwertige Besteckteile.

Auch andere, bisher schwierig zu betrachtende Objekte, können bei einer etwaigen Anpassung der Pattern untersucht werden.

Einsatzort eines derartigen BVS wäre z.B. die automatische Qualitätskontrolle in der Fertigung von entsprechenden Produkten.

Diese Entwicklung entstand in Zusammenarbeit mit der Firma IBG Robotronic GmbH.