

Virtuell sieht man besser: Neue Wege in der Bildverarbeitung

Was macht ein gutes Inspektionssystem für den industriellen Produktionsprozess aus? In erster Linie Beleuchtungs- und Kamera-Aufbau; denn je nachdem, wie der Lichtstrahl auf eine Oberfläche fällt, treten Defekte wie Dellen oder Kratzer deutlicher zutage. Natürlich spielen auch die Eigenschaften des Materials, das geprüft werden soll, eine Rolle. Kunststoff hat ein anderes optisches Verhalten als Metall.



Hier ist gut zu sehen, dass bestimmte Bereiche im Bild übersteuert sind. Eine sichere Fehlerdetektion ist dort nicht möglich.

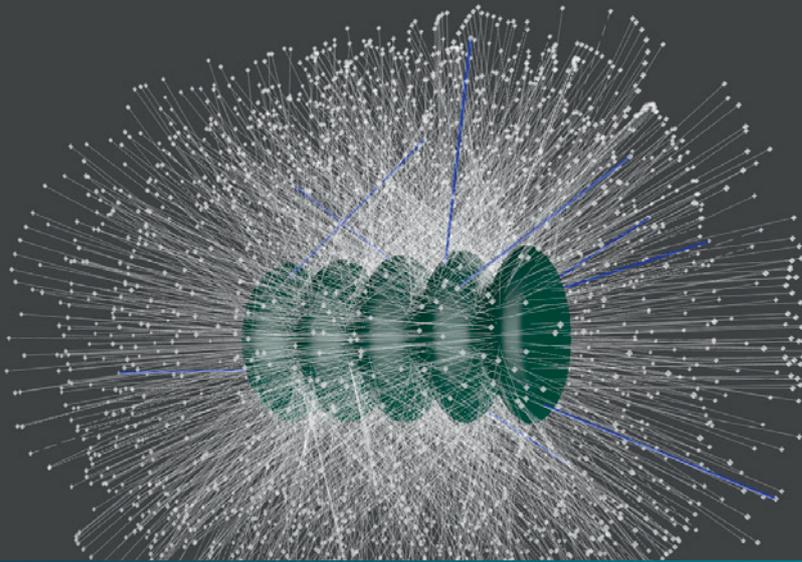
Solange die Geometrie der Prüfstücke einfach ist – wie beispielsweise bei Gummidichtungen, Tabletten oder Metallplatten – kann das Setup in wenigen Schritten angepasst werden. Bei komplexen Geometrien sieht es ganz anders aus: Nimmt man z. B. eine handelsübliche bauchige Thermoskanne aus Aluminium mit einem Handgriff aus Kunststoff, so ist es fast unmöglich, eine Maschine zur vollautomatischen Inspektion zu entwickeln. Verwendet man einen Roboter, um den Winkel zwischen Oberfläche und Beleuchtung präzise einzuhalten, scheitert dies spätestens am Handgriff. Hinzu kommt, dass Aluminium und Kunststoff ein unterschiedliches Reflexionsverhalten an den Tag legen. Der Winkel von Beleuchtung und Kamera muss darum während des Prüfens geändert werden.

Bildverarbeitung, Computergrafik, Robotik: Gemeinsam zum Ziel

Was also tun? Eine Lösung wäre, die gesamte Inspektion im Rechner zu konstruieren und physikalisch zu simulieren – also eine virtuelle Bildverarbeitung. Daran wird am Fachbereich Informatik der TU Kaiserslautern und am Fraunhofer ITWM interdisziplinär gearbeitet: Mittels vorhandener Computergrafikmethoden wie dem Raytracing, Materialmodellen, CAD und Kameramodellen erzeugt das Team synthetische Bilder und testet Bildverarbeitungsalgorithmen auf diesen. Zusätzlich implementiert es Verfahren zur Bestimmung der optimalen Positionen von Kamera und Beleuchtung.

Das erste Forschungsergebnis ist ein Algorithmus, der berechnet, welche Oberflächenbereiche überhaupt sicher geprüft werden können. Er nutzt dafür ein 3D-Modell des Prüflings und berücksichtigt Kamerapositionen und Beleuchtungswinkel. Dabei entstand auch ein Demonstrator, bestehend aus Roboter mit Kamera und Beleuchtung.

Ein ganzes Inspektionssystem zu simulieren und anschließend seine Effektivität zu modellieren, ist jedoch eine wesentlich komplexere Aufgabe. Darum fragten sich die Forschenden: Wie berechnet man optimale Kamera- bzw. Beleuchtungspositionen in Bezug zum Prüfstück? Und können sie auch teilweise beantworten – mit einem weiteren Algorithmus. Dieses Verfahren tastet anhand des 3D-Modells die gesamte Oberfläche ab und berechnet anhand der lokalen Krümmung, welche



Basierend auf der Geometrie des geprüften Objekts erstellt unsere Software eine Liste von Viewpoint-Kandidaten (weiß) und reduziert diese auf eine Reihe von Viewpoints, die benötigt werden, um die wichtigsten Bereiche (blau) abzudecken. Ein Blickwinkel markiert einen physikalischen Punkt im Raum, relativ zum Objekt, an dem die Kamera während der Inspektion positioniert werden muss.

»Neben der Computergrafik und Visualisierung brauchen wir auch Modellbildungen, die auf physikalischen Prinzipien basieren, für eine tragfähige Simulation. Mit dem Planungstool V-POI machen wir einen großen Schritt in diese Richtung.«

Prof. Hans Hagen

Fachbereich Informatik der TU Kaiserslautern

Oberflächenpunkte potenziell wichtig sind und somit im Blickfeld der Kamera sein müssen. Diese Positionen werden für die Bahnplanung des Roboters oder auch feste Kamerapositionen verwendet.

Lernfähiges System: Viewpoint of Interest V-POI

Mit Bauteilgeometrie und Oberflächenbeschaffenheit kommt das vom Projektteam entwickelte Planungstool V-POI schon gut zurecht und hat auch gelernt, mögliche Problemstellen bei der Analyse zu erkennen. Damit das Inspektionssystem weiß, wie ein Gutteil aussehen soll, wird es zunächst mit den CAD-Daten eines Werkstückes »gefüttert«. Die Software ist so konzipiert, dass sie anhand des spezifischen Produkts

individuelle Scanpfade für die z. B. auf einem Drehteller platzierten Objekte berechnet.

Ziel: Herstellerunabhängiges System

Forschungsziel ist eine Softwareinfrastruktur, welche die komplette Inspektionsumgebung simuliert, also sowohl die Eigenschaften des Prüfstücks als auch die Eigenschaften aller Hardwarekomponenten (Beleuchtung, Kamera, Optik etc.). Die Architektur der Software soll dabei so gestaltet werden, dass kommerzielle Anbieter von Sensoren, Beleuchtungen etc. ihre produktspezifischen Eigenschaften wie beispielsweise Kameraparameter einpflegen, ohne sensibles Knowhow preisgeben zu müssen. Das System wird also herstellerunabhängig sein.

Kontakt

Dipl.-Inf. Markus Rauhut
Abteilungsleiter »Bildverarbeitung«
Telefon +49 631 31600-4595
markus.rauhut@itwm.fraunhofer.de



Weitere Informationen unter www.itwm.fraunhofer.de/virtuelle-bv