

1

1 CAD-Modell eines Testobjektes mit Kamerablickpunkt-Kandidaten (weiß) und den im Optimierungsschritt ausgewählten finalen Blickpunkten (blau)

VIRTUELLE BILDVERARBEITUNG

Fabriken werden immer stärker automatisiert. Produktionsanlagen werden flexibler, sodass bei der Umstellung auf neue Produkte keine neuen Anlagen gebaut werden müssen. Die Qualitätskontrolle wird dabei jedoch oft vernachlässigt. Inspektionssysteme dagegen sind immer noch starr und müssen mit viel Aufwand für spezifische Produkte konstruiert werden. Einen neuen Weg geht die virtuelle Bildverarbeitung.

Ein Prüfsystem besteht aus vielen Hardwarekomponenten, die typischerweise von erfahrenen Ingenieuren auf Basis physischer Tests ausgewählt und parametrisiert werden. Neue Systeme werden iterativ entwickelt. Experten entwerfen ein initiales System, das anschließend solange modifiziert wird, bis es das Produkt ausreichend genau inspizieren kann. Diese Tests verschiedener Hardwarelösungen kosten viel Mühe und Zeit – mehrere Stunden pro Testlauf. Daher wird oft eine Konfiguration gewählt, die funktioniert, jedoch nicht annähernd optimal ist. Daran erwachsende Schwächen bei der Bildqualität müssen später algorithmisch ausgeglichen werden.

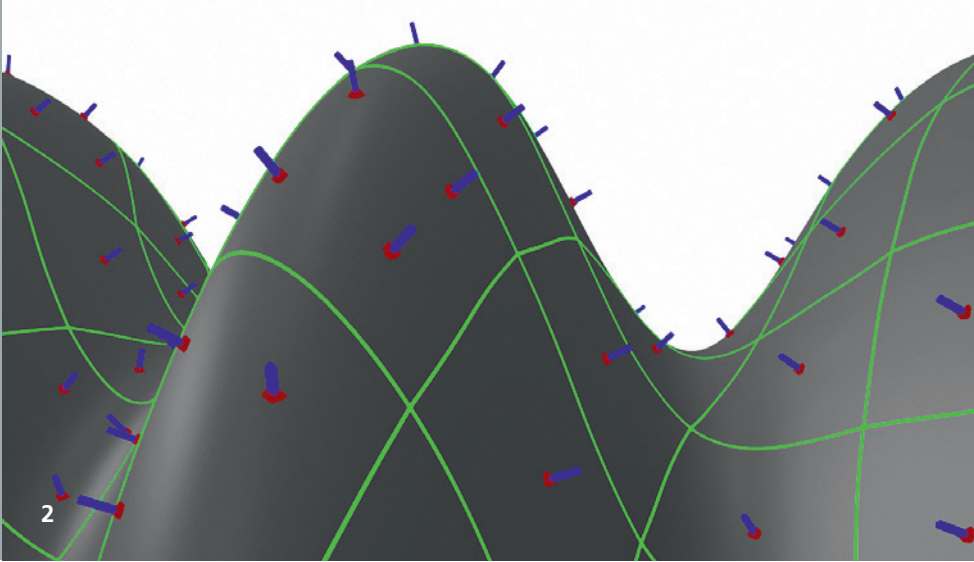
Digitale Zwillinge erleichtern Qualitätskontrolle

Um diesen Prozess flexibler und effizienter zu gestalten, entwickeln wir ein adaptives, simulationsbasiertes Framework, das den Entwicklungsprozess für Inspektionssysteme revolutionieren wird. In der Zukunft werden industrielle Prüfsysteme mithilfe dieses Frameworks vollständig virtuell entworfen und auf ihre Zuverlässigkeit geprüft.

Für die meisten produzierten Komponenten wird es ein CAD-Modell geben, den sogenannten digitalen Zwilling. Jeder Schritt des Produktionsprozesses wird durch Computer gesteuert werden. Es wird möglich sein, verschiedene Produkte in kleinen Mengen mit der gleichen Anlage herzustellen. Parallel wachsen auch die Anforderungen an die Qualität. Wie muss also ein Prüfsystem in einer solchen Fabrik aussehen? Vor allem muss es sich schnell und ohne großen Aufwand an geänderte Produktionsbedingungen anpassen lassen. Dabei werden mehrere Roboter zum Einsatz kommen, die Freiformflächen und selbst komplizierte Geometrien abbilden können. Das Inspektionssystem der Zukunft kann zudem vorhersagen, mit welcher Sicherheit bestimmte Fehler an verschiedenen Stellen detektiert werden können.

Virtualisierungskern beinhaltet Planung und Simulation

Auf dem Weg zum kompletten Framework für virtuelle Inspektionsplanung und Bildverarbeitung optimieren wir zunächst die Positionierungen von Produkt und Kamera. Darüber hinaus



entwickeln wir Simulationsalgorithmen, um ausreichend viele Bilder aller zu findenden Defekte zu generieren. An diesen mangelt es häufig gerade da, wo Fehler verheerende Auswirkungen haben können, wie zum Beispiel bei Turbinenscheiben oder Bremsen.

Multiple Systemkonfigurationen berechenbar

Der Virtualisierungskern des Systems besteht aus den Komponenten Planung und Simulation. Wir simulieren, was die Kamera sieht, und nutzen diese Information, um das Inspektionssystem zu konstruieren. Die Planungskomponente berechnet multiple Systemkonfigurationen, bestehend aus Kamera, Optik, Beleuchtung etc., die der Roboter später für die optimale Inspektion nutzen kann. Der Virtualisierungskern berechnet aus dem CAD-Modell – der Geometrie – des Produkts sowie verschiedenen Prüfparametern wie Fehlerarten, Produktmaterial und Prüfungsgeschwindigkeit mögliche Hardware-Lösungen. Zudem erhält der Nutzer eine Reihe simulierter Bilder, mit denen wiederum das Inspektionssystem während der Entwicklung getestet werden kann.

Die Planungskomponente berechnet einen Inspektionsverlauf mit optimaler Abdeckung des Produkts gemäß der vorher festgelegten Anforderungen. Mithilfe der Simulationskomponente ist es möglich, diese Planung auch für geometrisch komplexe Produkte durchzuführen, bei denen die Automatisierung heutiger Systeme bisher scheitert. Dabei werden aus dem CAD-Modell des Produkts die notwendige Beleuchtung sowie eine Liste von Kamerablickpunkten berechnet. Für diesen Prozess wird die gesamte Inspektionsumgebung modelliert und das Verhalten der Sensoren wird unter Verwendung eines physikalisch realistischen Renderings simuliert. Basierend auf diesen Blickpunkten wird dann der Pfad der Kamera geplant.

Aktueller Forschungsgegenstand: Positionsplanung

Unser Framework wird derzeit an mehreren Seiten parallel erforscht und entwickelt: parametrische Oberflächenrekonstruktion, aktive modellbasierte Positionsplanung, Kameraobjektivmodellierung, positionsbasierte Fehleraugmentierung und Oberflächenlichtmodellierung. Der Schwerpunkt liegt primär auf der Positionsplanung – dem Rückgrat des Gesamtsystems. Diese kann dann modular erweitert und um neue Funktionalität ergänzt werden, um an produktspezifische Anforderungen angepasst zu werden.

2 Nahaufnahme der Pivotpunkte für die Kamera-Blickpunkt-kandidaten; flache Stellen werden durch wenige Punkte abgedeckt, während an stark gekrümmten Regionen mehrere Punkte generiert werden.

