

1 - 3 3D-Messdaten mit Norm-
geometrieapproximationen.

SOFTWAREBIBLIOTHEK FÜR DIE 3D-MESSDATENVERARBEITUNG

Fraunhofer-Institut für Fabrik- betrieb und -automatisierung IFF

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h.
Dr. h. c. mult. Michael Schenk

Sandtorstraße 22
39106 Magdeburg

Ansprechpartner
Mess- und Prüftechnik

Dr.-Ing. Dirk Berndt
Telefon +49 391 4090-224
dirk.berndt@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Ralf Warnemünde
Telefon +49 391 4090-225
ralf.warnemuende@iff.fraunhofer.de

www.iff.fraunhofer.de/mpt



Optisch berührungslos arbeitende Verfahren zur 3D-Digitalisierung haben herkömmliche Methoden in vielen Anwendungen abgelöst. Ganz gleich ob punktförmig, linienförmig oder flächenhaft arbeitender 3D-Sensor – viele Millionen 3D-Messdaten werden in wenigen Sekunden erzeugt. Diese Daten liefern eine Beschreibung der Oberflächentopografie des digitalisierten Bauteils. Der Nachweis der Maßhaltigkeit für Aufgaben der Qualitätssicherung erfordert, nach der Digitalisierung, Methoden und Algorithmen zur Auswertung und Analyse der 3D-Daten, um beispielsweise Maß-, Form- und Lageabweichungen zu Referenzgeometrien zu bestimmen.

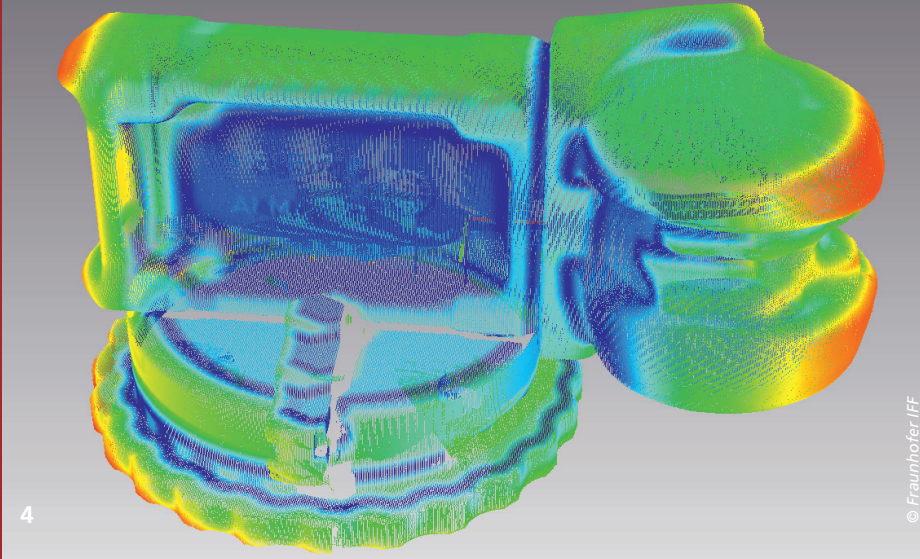
Für eine Offline-Auswertung sind gängige Programme zur Punktwolkenverarbeitung verfügbar, um manuell und interaktiv die gewünschten Geometrieparameter zu bestimmen. Fertigungsintegrierte Systeme erfordern eine schnelle, automatisierte und

integrierbare Datenauswertung. Für diesen Zweck wurde das 3D-Messdatenverarbeitungspaket OptoInspect3D entwickelt. Es besteht aus der Funktionsbibliothek OptoInspect3D Alg3DLib und der grafischen Entwicklungs- und Testumgebung OptoInspect3D Invent.

Methodenübersicht der Bibliothek

- Registrierung und Abstände zwischen 3D-Punktwolken und CAD-Daten
- Approximation von Regelgeometrieelementen (2D, 3D)
- Bestimmung von Messgrößen aus Parametern der Regelgeometrien
- Abstände, Schnitte und Projektionen
- automatische Datensegmentierung
- Ausdünnung/Homogenisierung und Glättung

Kostenlose Demoversion unter:
www.iff.fraunhofer.de/invent



Leistungsmerkmale der Bibliothek

- Algorithmen zur 3D-Messdatenanalyse
- Template-Implementierung in C++
- zusätzliche C-konforme Schnittstelle
- schnelle, durch Multicore-Unterstützung optimierte Algorithmen und effiziente Datenstrukturen
- Entwicklungs- und Testumgebung mit OpenGL-basierter Visualisierung

Methoden für 3D-Messdatenverarbeitung

Registrierung

Die Registrierungsfunktion ermöglicht die Bestimmung der Ausrichtung von zwei Punktmengen zueinander bzw. einer Punktmenge zu einem CAD-Modell. Dabei dient ein Datensatz als statische Referenz und bleibt unverändert. Für die zweite, dynamische Punktmenge werden Translation und Rotation solange variiert, bis ein vorgegebenes Abstandsminimum zwischen beiden erreicht ist.

Diese Funktionalität kann beispielsweise für den Vergleich von Messdaten mit einer CAD-Referenz bzw. einem Golden Sample oder für die Verknüpfung der Daten von unabhängigen Teilmessungen verwendet werden. Mittels einer Punktabstandsrechnung (Nachbarschaftssuche) kann der Grad der Übereinstimmung der Datensätze ermittelt werden.

Approximation von Regelgeometrie-elementen

Die Beschreibung der geometrischen Qualität eines Bauteils basiert auf regelgeometrischen Formen wie z. B. Gerade, Kreis, Ellipse, Ebene, Kugel, Zylinder und Kegel, die als Bezugselemente dienen. Aus den Parametern der Regelgeometrie selbst bzw. der Beziehung der Parameter zueinander werden Bauteilabweichungen wie Maß-, Form- und Lageabweichungen bestimmt. Weiterhin werden Regelgeometrien dazu verwendet, Bauteil- und Bezugskoordinatensysteme festzulegen.

Die Bestimmung einer Regelgeometrie erfolgt über die Auswahl entsprechender Bereiche der digitalisierten 3D-Daten. Mittels einer Methode zur Minimierung der Summe der Abstandsquadrate, jeweils zwischen Messpunkt und Normgeometrie, erfolgt eine Best-Fit-Einpassung. Hierbei sind die Parameter wahlweise fixierbar, so dass z. B. mit der Anpassung eines Zylinders mit festem Radius dessen Raumlage ermittelt werden kann.

Eine automatisierte Segmentierung bzw. Auswahl, der einer Regelgeometrie zugehörigen Punktmenge, kann durch eine iterative Best-fit-Einpassung erfolgen. Damit werden Störpunkte eliminiert sowie nicht zur Regelgeometrie gehörende Punkte von der Berechnung ausgeschlossen.

Alle Best-fit-Methoden nutzen eine intelligente Fehlgewichtung, die eine besonders hohe Toleranz gegenüber Stördaten gewährleistet. Eine weitere Möglichkeit der Eliminierung von Stördaten besteht in der Nutzung einer Funktion zum Auffinden zusammenhängender Regionen von Punktdaten.

Zusätzlich stehen die typischen Funktionen bereit, welche Abstände, Schnitte und Projektionen mit Regelgeometrien ermitteln.

Ausdünnung/Homogenisierung

Verschiedene Oberflächentopologien und Scanstrategien führen zu Punktmengen unterschiedlicher Dichte und Redundanz. Mittels einer Ausdünnungsfunktion können nach der Analyse der lokalen Nachbarschaft redundante Punkte entfernt und neu verteilt werden, so dass die resultierende Datenmenge eine homogene Dichte aufweist. Sowohl die Dichte als auch eine zulässige Verschiebungstoleranz können vorgegeben werden.

Mit einer gewichteten Glättung der Punkte besteht die Möglichkeit, hochfrequentes Rauschen zu minimieren. Die Veränderung der Daten kann dabei über die Vorgabe eines Toleranzmaßes kontrolliert werden.

Grafische Entwicklungsumgebung

Die Entwicklungsumgebung OptoInspect3D Invent bietet eine intuitive Möglichkeit zum Test und zur Parametrierung der Funktionen anhand eigener Messdaten. Ein Selektionsmodus erlaubt zudem die Anwendung einzelner Algorithmen auf einen vorgegebenen Teilbereich der Gesamtdatenmenge.

Die Funktionsbibliothek OptoInspect3D Alg3DLib befindet sich in steter Weiterentwicklung und Optimierung.