

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

BIBLIOTHEK FÜR 3-D-MESSDATENVERARBEITUNG

Fraunhofer-Institut für Fabrik- betrieb und -automatisierung IFF

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

Sandtorstraße 22
39106 Magdeburg

Ansprechpartner
Geschäftsfeld 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



Motivation

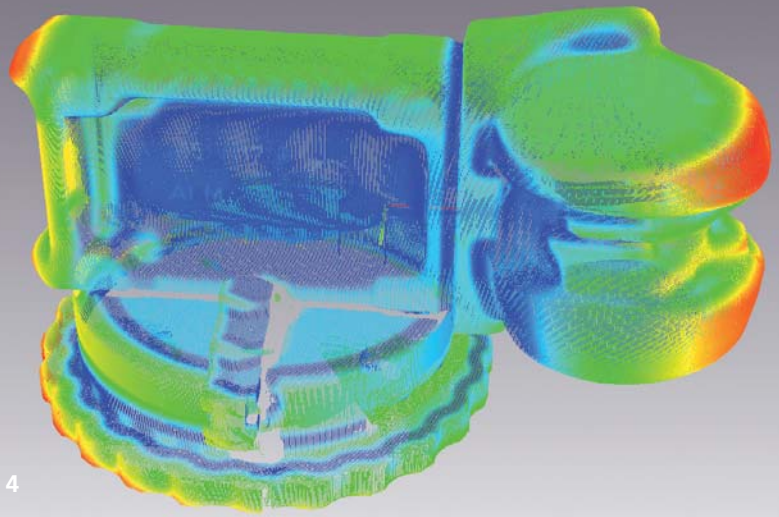
Optisch berührungslos arbeitende Verfahren zur 3-D-Digitalisierung haben herkömmliche Methoden in vielen Anwendungen abgelöst. Ganz gleich ob punktförmig, linienförmig oder flächenhaft arbeitender Triangulationssensor – viele Millionen 3-D-Messdaten werden in wenigen Sekunden erzeugt. Diese Daten liefern eine Beschreibung der Oberflächentopografie des digitalisierten Bauteils. Der Nachweis der Maßhaltigkeit für Aufgaben der Qualitätssicherung erfordert, nach einer Digitalisierung, Methoden und Algorithmen zur Auswertung und Analyse der 3-D-Daten, um beispielsweise Maß-, Form- und Lageabweichungen 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 3-D-Messdatenverarbeitungspaket OptoInspect 3D entwickelt. Es besteht aus der Funktionsbibliothek OptoInspect 3D_Alg3DLib und der grafischen Entwicklungs- und Testumgebung OptoInspect 3D_Invent.

Methodenübersicht der Bibliothek

- Registrierung von Datensätzen, Abstandsbestimmung
- Approximation von Regelgeometrieelementen (2-D, 3-D)
- Automatische Datensegmentierung
- Bestimmung von Messgrößen aus Parametern der Regelgeometrieelemente
- Ausdünnung/Homogenisierung und Glättung



Leistungsmerkmale der Bibliothek

- Algorithmen als C-konforme Bibliothek
- Schnelle, durch Multicore-Unterstützung optimierte Algorithmen und effiziente Datenstruktur
- Entwicklungs- und Testumgebung mit OpenGL basierter Visualisierung

Methoden für 3-D-Messdatenverarbeitung

Registrierung

Die Registrierungsfunktion ermöglicht die Bestimmung der Ausrichtung von zwei Punktmengen zueinander. Dabei dient eine Punktmenge 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 Punktabstandsberechnung (Nachbarschaftssuche) kann der Grad der Übereinstimmung der Datensätze ermittelt werden.

Approximation von Regelgeometrie-elementen

Die Beschreibung der geometrischen Qualität eines Bauteils basiert auf regelgeometrische Formen wie z.B. Gerade, Kreis,

Ellipse, Ebene, Kugel und Zylinder, die als Bezugselemente dienen. Aus den Parametern der Regelgeometrie bzw. der Beziehung der Parameter zueinander, lassen sich Bauteilabweichungen wie Maß-, Form- und Lageabweichungen bestimmen. Weiterhin werden Regelgeometrien dazu verwendet, um Bauteil- oder Bezugskoordinatensysteme festzulegen.

Die Bestimmung einer Regelgeometrie erfolgt über die Auswahl entsprechender Bereiche der digitalisierten 3-D-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 können Störpunkte eliminiert sowie nicht zur Regelgeometrie gehörende Punkte von der Berechnung ausgeschlossen werden. Alle Best-Fit-Methoden nutzen eine intelligente Fehlergewichtung, 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.

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 Punktmenge 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 Verfälschung der Daten kann über die Vorgabe eines Toleranzmaßes ausgeschlossen werden.

Grafische Entwicklungsumgebung

Die Entwicklungsumgebung OptoInspect 3D_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 OptoInspect 3D_Alg3DLib befindet sich in steter Weiterentwicklung und Optimierung.