

Softwaremodule zur Verarbeitung von 3D-Daten

Homogenisierung von Punktwolken und Triangulationen

Segmentierung von Formelemente-Randkurven

Netzrekonstruktion / Triangulation

Vermessung von 2D- und 3D-Regelgeometrien

Zentrum für Bild- und Signalverarbeitung e.V.

Werner - von - Siemens - Straße 10
D-98693 Ilmenau
Telefon +49 (0) 3677 689768 0
Fax +49 (0) 3677 689768 2
Email info@zbs-ilmenau.de
Web www.zbs-ilmenau.de

Vorstandsvorsitzender:

PD Dr.-Ing. habil. K.-H. Franke

Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Daniel Kapusi
Telefon +49 (0) 3677 689768 6
Email daniel.kapusi@zbs-ilmenau.de

Überblick

Die Nutzung von Softwaremodulen spezialisierter Anbieter - sogenannte Component-Ware - ist heute Standard. Die verwendeten Komponenten treten nicht mehr mit eigenem Namen in den Vordergrund, sondern werden als OEM-Module Bestandteil einer Gesamtlösung. Nur auf diese Weise kann man bei Schonung eigener Personalressourcen das eigene Produktportfolio schnell und marktgerecht ausbauen.

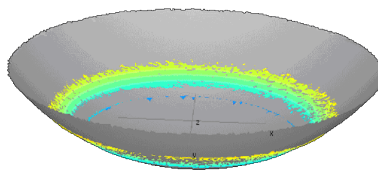


Bild 1: Fitting der Kugelsenkung der Wendeschneidplatte aus Bild 2, Messpunkte farbkodiert, Formelement schattiert

Im Zusammenhang mit der Realisierung von Projekten auf dem Sektor der 3D-Datenerzeugung und -verarbeitung stehen eine Reihe von universell nutzbaren 3D-Software-Modulen zur Verfügung. Die Module lösen spezielle Aufgabenstellungen aus dem Bereich Be- und Verarbeitung von 3D-Punktwolken für verschiedene Anwendungsgebiete im Bereich des Reverse Engineering / CAD und der Qualitätssicherung.

Einsatzgebiete

Liegen am Anfang einer Fertigungsprozesskette lediglich Modell- oder Designteile vor, dann müssen diese zunächst in die entsprechenden CAD-Daten überführt werden. Diese Umkehrung des gängigen Fertigungsprozesses, auch als Reverse Engineering bezeichnet, beinhaltet die Erfassung der Oberflächentopografie durch ein in der Regel optisches 3D-Messsystem sowie die Überführung der generierten Punktwolke in ein mathematisches Modell.

Dieser Vorgang, der auch als Flächenrückführung bezeichnet wird, besteht aus mehreren voneinander unabhängigen Teilschritten. In Abhängigkeit von den Eigenschaften der Punktwolke, die wiederum vom Digitalisiersys-

tem und vom Messobjekt selbst (Form und optische Eigenschaften) abhängen, erfolgt zunächst eine Nachbearbeitung der Punktwolke. Nach der Bestimmung der lokalen Punktnachbarschaften (Netzrekonstruktion / Triangulation) wird die Punktwolke in lokale Teilpunktwolken zerlegt. Anschließend werden diese durch mathematische Funktionen approximiert. Die so gewonnenen Beschreibungen von Teilflächen und -kurven sowie deren gegenseitige Beziehungen bilden den CAD-Datensatz des ursprünglichen Modell- oder Designteils.

Für verschiedene spezielle Aufgabenstellungen im Bereich Qualitätssicherung kommen eine Reihe weiterer Verfahren zur Verarbeitung von 3D-Punktwolken zum Einsatz. Hierzu zählen beispielsweise Messaufgaben auf Teilpunktwolken, der Soll-Ist-Vergleich zwischen einer Punktwolke und einem 3D-Datensatz oder die Generierung von Fräsbahnen direkt aus einer Rohpunktwolke.

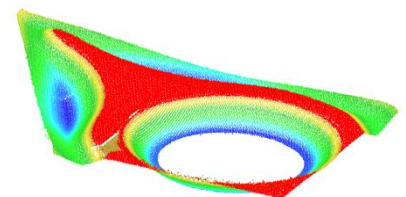
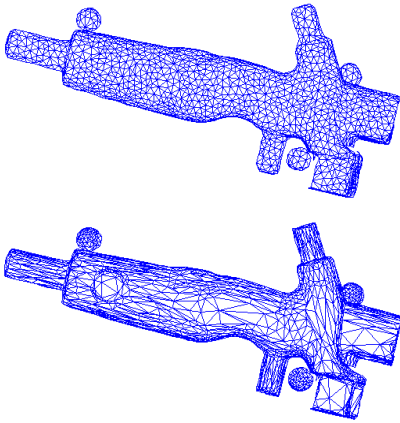


Bild 2: Wendeschneidplatte (40.000 Messpunkte), automatische Segmentierung der Planfläche, segmentierte Messpunkte rot markiert¹⁾

Modul zur Homogenisierung von Punktwolken und Triangulationen

In Abhängigkeit vom Messsystem und vom Messobjekt (Sichtbarkeit von Objektteilen, verschiedene Anstrichrichtungen, Verknüpfung von Teilmessungen, optisch schlecht antastbare Objektbereiche) liegen nach der Digitalisierung häufig stark inhomogene Punktwolken aus qualitativ unterschiedlich zu bewertenden Einzelpunkten vor. Darüber hinaus ist die Punktdichte bezogen auf die nachfolgende Aufgabenstellung oft zu groß bzw. nicht an die Oberflächenstruktur angepasst.



Bilder 3 und 4: gleichmäßiges und krümmungsabhängiges Ausdünnen einer Triangulation, Spritzgussteil (250.000 Messpunkte reduziert auf 2%)

Das Modul realisiert verschiedene Verfahren zur Homogenisierung und Ausdünnung von Punktwolken oder Triangulationen. Die Verfahren unterscheiden sich hinsichtlich Verfahrenstyp (gleichabständig, krümmungsabhängig, Bilder 3 und 4), der gewünschten Qualität und Ausführungsgeschwindigkeit sowie der Art der Behandlung von Einzelpunkten (Entfernen oder Zusammenfassen).

Modul zur Vermessung von 2D- und 3D-Regelgeometrien

Wegen ihrer kostengünstigen Fertigung, aber auch aus funktionellen Gründen werden 2D- und 3D-Standardgeometrien sehr häufig im industriellen Bereich eingesetzt. Zudem sind ihre mathematischen Beschreibungsformen einfach handhabbar. Eine Rekonstruktion von 2D- und 3D-Objekten aus Messdaten erfordert zunächst die korrekte Segmentierung aller zum betreffenden Geometrieelement gehörenden Messpunkte. Anschließend können auf den segmentierten Daten die Parameter der gewünschten Beschreibungsform berechnet werden (Bild 1).

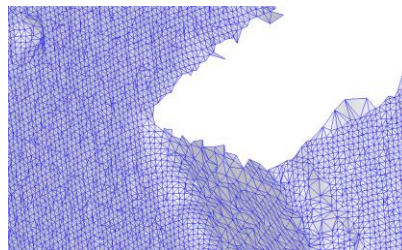
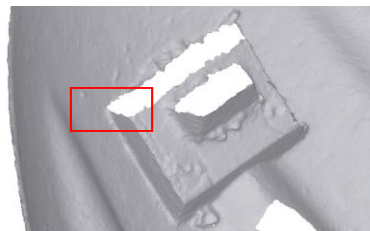
Das Modul stellt verschiedene Messverfahren inklusive eines Verfahrens zur Feinsegmentierung (Bild 2) zur Verfügung. Behandelt werden alle Geometrietypen (Gerade, Kreis, Ellipse, Kugel, Kegel, Zylinder, Torus). Neben den Standard-Messverfahren sind zusätzlich Ansätze implementiert, welche a-priori bekannte Parameter sowie vorgegebene Fixpunkte berücksichtigen.

Modul zur Netzrekonstruktion (Wachstumsverfahren)

Ein 3D-Scanner erfasst die Objektoberfläche in Form von unstrukturierten 3D-Punktwolken. Für die weitere Verarbeitung wird allerdings in den meisten Fällen die rekonstruierte Objektoberfläche, üblicherweise in Form triangulierter Daten, benötigt.

Häufig kann die Weiterverarbeitung von Punktwolken bei Bekanntheit der Punktnachbarschaften erheblich beschleunigt werden. In vielen Fällen wird diese dadurch überhaupt erst möglich. Eine qualitative Beurteilung der Form und Qualität digitalisierter Objekte ist nur anhand einer flächhaften Darstellung durch Schattierung, Reflexe, Unterscheidung zwischen Vorder- und Rückseite sowie das Arbeiten mit verdeckten Flächen möglich.

Das Modul realisiert ein geschwindigkeitsoptimiertes Wachstumsverfahren zur Triangulation von unstrukturierten 3D-Punktwolken. Das Verfahren arbeitet mit hoher Genauigkeit und Geschwindigkeit. Ausreißer werden automatisch eliminiert.



Bilder 5-7: Triangulation (500.000 Messpunkte), schattierte Darstellung, verschiedene Auflösungen; Zoomfenster rot markiert¹⁾

Modul zur Segmentierung von Formelemente - Randkurven

Nach der Segmentierung digitalisierter Punktwolken in Regelgeometrien und Freiformflächen besteht unter anderem die Aufgabe, die inneren und äußeren Berandungen der Formelemente zu ermitteln.

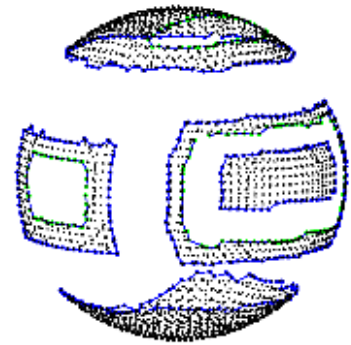


Bild 8: Randpunktesegmentierung von Teilpunktwolken, Standardgeometrie Kugel, Aussenkonturen blau, Innenkonturen grün

Berandungen entstehen an den Übergängen zwischen verschiedenen Regelgeometrien, den Rändern des Digitalisierungsbereiches und an nicht erfassten Öffnungen in der digitalisierten Fläche.

Die Verfahren zur Extraktion von Randkurven sind für die 3D-Regelgeometrien Ebene, Kugel, Kegel und Zylinder implementiert. Während der Segmentierung erfolgt eine Separierung von Innen- und Außenkonturen. Die Konturpunkte sind entsprechend ihrer Anordnung entlang der Randkurven sortiert.

Leistungen der Software

- Format: Windows - Dynamic Link Library (Dll)
- Erzeugung per VisualC++ - IDE (Borland optional)
- kompatibel zu allen Windows-Betriebssystemen
- Input: 2.5D- und 3D-Punktwolken beliebiger Größe
- alle Verfahren sind geschwindigkeitsoptimiert
- tolerant gegenüber Punktdichteschwankungen sowie Ausreißern

¹⁾ Punktwolkengewinnung durch Streifenprojektionssysteme des IOF Jena, mit frdl. Genehmigung (<http://www.iof.fhg.de>)