

# Liste von Softwaretools

## Allgemeines

### **Implementierung**

- Die Module basieren auf diversen laufzeit- und speicheroptimierten Methoden & Datenstrukturen
- Auf Wunsch können sämtliche Verfahren als 64-Bit Variante implementiert werden, was v.a. bei großen Datenmengen >2 GB sinnvoll ist
- Durch parallelisierte Algorithmen im Zusammenspiel mit cache-optimiertem Speicherzugriff werden die Vorteile der aktuellen Multicore-Prozessoren ausgenutzt

### **Lieferung**

- Die Module werden in der Regel als DLL für Windows 2000, XP oder 7 geliefert
- Optional kann der komplette Quellcode der Module ebenfalls geliefert werden

## Ausrichtung

### **Matching**

- Vollautomatische Korrektur von Ausrichtungsfehlern mehrerer überlappender Aufnahmen durch simultanes multiple-view best-fit-matching (Gauss). Matching von bis zu 100 Aufnahmen mit akzeptabler Laufzeit. Matching von Punktwolken und Dreiecksnetzen in beliebiger Kombination

### **Registration**

- Best-Fit-Registration (Gauss) von Messdaten auf Sollmodelle für Punktwolken und Dreiecksnetze
- Automatische, halbautomatische & interaktive Module zur Vorausrichtung einer oder mehrerer Aufnahmen (Punktwolken und Dreiecksnetze)

### **Auto-Align**

- Vollautomatische, sukzessive Ausrichtung von Aufnahmen eines handgeführten Scanners (z.B. Intraoral-Sensor)

## Vernetzen

### **Unstrukturierte Punktwolken**

- Vernetzung von unstrukturierten Punktwolken nach J.-D. Boissonnat („incremental surface reconstruction“). Das Ergebnisnetz geht dabei exakt durch die Messpunkte.
- Vernetzung von unstrukturierten Punktwolken mit Marching-Cube nach H. Hoppe („implicit surface reconstruction“). Automatische Orientierung von Punktnormalen (per „minimum spanning tree“) oder Berücksichtigung der „line of sight“ (= Kamerablickrichtung), letzteres ist laufzeitgünstiger

### **Strukturierte Punktwolken**

- Vernetzung von Voxelmodellen aus der Computertomographie mit dem Marching-Cube-Verfahren

- Vernetzung von Pixelarrays bzw. Tiefenbildern z.B. von Streifenlichtsensoren

## **Filter**

### ***Filter auf Scandaten zur Bestimmung der Konfidenz eines Messpunktes***

- Erosionsfilter: Erkennen und Markieren von Datenpunkten an den Rändern von zusammenhängenden Datenpunkten
- Leap-Filter: Erkennen und Markieren von Datenpunkte in Bereichen von Höhengsprüngen senkrecht zur Streifenprojektionsrichtung
- Gradientenfilter: Ermitteln des Winkels zwischen gemessener Oberfläche und Kameraachse an den jeweiligen Messpunkten

### ***Artefaktenfilter***

- Automatisches Filtern von Ausreißern bei Punktwolken
- Automatisches Korrektur türmchenartiger Artefakte in Punktwolken
- Trennen nicht zusammenhängender Oberflächenbereiche für Punktwolken

### ***Glätten allgemein***

- Glätten von Punktwolken und Dreiecksnetzen mittels Gauss-, Laplace- & Medianfilter
- Glätten von Polylines mittels Gauss-, Laplace-, Median- & Splinefilter
- Nicht-schrumpfende Glättung von Punktwolken und Dreiecksnetzen nach Taubin

### ***Kanten schärfen***

- Schärfen von Modellkanten in Dreiecksnetzen
- Kantenverstärkender Rauschfilter

## **Mesh-Bearbeitung**

### ***Reduktion***

- Krümmungsabhängige Reduktion von Dreiecksnetzen innerhalb einer einstellbaren Toleranz bzw. auf eine einstellbare Dreiecksanzahl

### ***Holefill***

- Füllen von Löchern in Dreiecksnetzen mit Krümmungsübergang, automatisierbar (fülle alle Löcher bis zu vorgegebener Größe)

### ***Mesh-Clipping***

- Planares Clipping von Dreiecksnetzen
- Projektionen von Kurven auf Dreiecksnetze
- Curve-Clipping von Dreiecksnetzen

### ***Offset auf Netze***

- Konstruktion orthogonaler durchdringungsfreier Offsetnetze, Offset einstellbar

### ***Modellierung von Netzen***

- Tools zur interaktiven Modellierung (Verformungen) von Dreiecksnetzen

### ***Boole'sche Operationen***

- Verschneiden von Dreiecksnetzen mit den grundlegenden boole'schen Operatoren

### ***Splitting***

- Trennen nicht zusammenhängender Oberflächenbereiche von Dreiecksnetzen

### ***Wandstärkemessung***

- Automatische Wandstärkenmessung für Dreiecksnetze (Prüfung der Minimalwandstärke)

## **Featureerkennung**

### ***Automatische Erkennung verschiedener Featurelines***

- Erkennung von scharfen Kanten für Punktwolken, erweiterbar für Dreiecksnetze
- Erkennung von radialen Featurelines (z.B. dentale Präparationsgrenzen) für Punktwolken und Dreiecksnetze
- Erkennung von Äquatorlinie & Fissuren von Zahnstümpfen

## **Analyse-Tools**

### ***Inspection***

- Soll-Ist-Vergleich mit für Punktwolken und Dreiecksnetze mit Abweichungsplot & statistischen Ausgaben (z.B. RMS-Fehler, Prozentsatz in bestimmter Toleranz, ...)

### ***Dynamisches Slicing***

- Berechnung paralleler Schnitte durch Punktwolke oder Dreiecksnetze. Dynamisches Scrolling durch Schnitte (ähnlich CAD-Clipping). Mögliche Erweiterung: Visualisierung von Soll-Ist Abweichungen in Schnitten mit Scrolling

### ***Krümmungsanalyse***

- Krümmungsanalyse von Oberflächen mit farblicher Visualisierung für Punktwolken und Dreiecksnetze

## **Fitting von Geometrien**

### ***Detect-Tools***

- Automatische Segmentierung und Fitting der Regelgeometrie-Elemente Ebene, Zylinder, Kugel auf Punktwolken oder Dreiecksnetzen nach Picking eines Startpunkts.
- Vollautomatische Segmentierung und Fitting von allen Zylindern auf Punktwolken, erweiterbar auf Dreiecksnetze.

### ***Gauss- & Tschebyscheff-Fitting***

- Fitting der Ausgleichselemente Gerade, Kreis, Ellipse, Ebene, Kugel, Zylinder, Kegel nach Gauss und Tschebyscheff, optional Berücksichtigung von Randbedingungen
- Fitting von Bezier- und B-Spline-Kurven

## **Voxelmodelle & Computertomographie**

### ***Schwellwertbestimmung***

- Histogrammanalyse für Grauwerte

### ***Oberflächenextraktion***

- Lokale Schwellwertverfahren, Subvoxelling
- Extraktion der Oberfläche eines CT-Voxelmodells mit stufenweiser Reduktion

### ***Viewer***

- Viewer zum Abspielen der einzelnen CT-Schichten in beliebiger achsparalleler Ansicht

## **Spezielle Module für die Dentaltechnik**

### ***Präparationsgrenze***

- Automatische Erkennung der Präparationsgrenze für Kronen & Inlays
- Freie Korrektur der gefundenen Präparationsgrenze mittels kubischen Splines
- Semi-automatische Korrektur (Einrasten an Kanten)
- Geringfügiges Verschieben der gesamten Präparationsgrenze per Slider
- Segmentierung des Stumpfes entlang der Präparationsgrenze (Clipping)

### ***Hinterschnitte***

- Bestimmung der optimalen (hinterschnittminimalen) Einschubrichtung
- Berechnung von Hinterschnittsbereichen einschließlich Farbplot der Hinterschnittstiefe je Messpunkt
- Ausblocken von Hinterschnittsbereichen für den Fräsvorgang
- Präparationscheck: Berechnung der Oberflächenneigung (waagrecht bis hinterschnitten) je Messpunkt einschließlich Farbplot

### ***Features***

- Automatische Erkennung des Äquators eines Zahnstumpfs
- Automatische Erkennung der Fissuren eines Zahnstumpfs

### ***Offsetflächen***

- Konstruktion orthogonaler durchdringungsfreier Offsetnetze z.B. für einfache Käppchen, Offset einstellbar
- Verschiedene Möglichkeiten der Randverstärkung an der PL
- Prinzipiell für jeden Netzpunkt anderer Offsetwert möglich (variabler Offset, anatomische Reduktion)

### ***Ausrichtung***

- Automatische, halbautomatische & interaktive Module zur Ausrichtung einer oder mehreren Aufnahmen
- Einsetzbar z.B. zur Einpassung von Implantaten aus einer Bibliothek
- Oberkiefer-Unterkiefer-Registrierung über Quetschbiss bzw. Seitenansicht

### ***Digitale Modellerstellung***

- Erstellung eines digitalen Volumenmodells basierend auf der gescannten Oberfläche, optional mit herausnehmbaren Präparationen
- Anbringen eines Sockels an das Modell für den Einsatz im Artikulator
- Volumenmodelle für Fräsen oder Rapid Prototyping mit einstellbarer Materialstärke

## **Prozesskette Scanverarbeitung**

### ***Komplettes Vorgehen vom Höhenbild bis zur vernetzen Oberfläche***

- Berechnung von Konfidenzwerten der Messpunkte
- Matching der einzelnen Ansichten
- Vereinigen der einzelnen Ansichten unter Berücksichtigung der Konfidenzwerte
- Filtern von Artefakten und nicht zusammenhängenden Bereichen bis zu vorgegebener Größe
- Gleichmäßiges Sampling der vereinigten Punktwolke
- Nicht-schrumpfende Glättung der Punktwolke zur Filterung von hochfrequentem Rauschen
- Vernetzen der Punktwolke
- Ggf. krümmungsabhängiges Reduzieren des Dreiecksnetzes innerhalb einer Toleranz
- Füllen von Löchern im Dreiecksnetz

## **Sonstiges**

### ***Harmonisierung***

Verschiedene Verfahren zum gleichmäßigen Ausdünnen großer Punktwolken

### ***Segmentierung nach CAD-Patches***

Automatische Segmentierung von Punktwolken gemäß Patches von zugeordnetem CAD-Modell

### ***Fräsimulation***

Simulation eines NC-Fräsvorgangs mit Visualisierung und Belastungsprüfung