

Liste von Softwaretools

Allgemeines

Implementierung

- Die Module basieren auf diversen laufzeit- und speicheroptimierten Methoden & Datenstrukturen
- Sämtliche Verfahren sind als 64-Bit Variante implementiert, 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 7, 8 oder 10 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)

Volumetrische Operationen

- Interactive Boole'sche Operationen in Echtzeit (3D Modellierung)
- Virtuelles Fräsen auf Basis von Volumenmodellen

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), Visualisierung von Soll-Ist Abweichungen in Schnitten

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

Schwelwertbestimmung

- 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
- 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
- Virtuelles Wachsmesser zum Auf- bzw. Abtragen von Material und lokalen Glätten

Kronenmodul

- Individuelle Berechnung des Zementspalts
- Einhalten der minimalen Wandstärke bei sämtlichen Arbeitsschritten
- Platzierung von Bibliothekszähnen, Anpassung an Präparationsgrenze und Antagonisten
- Anatomisches Freiformen
- Offsetkappchen inklusive Girlanden
- Komplette und partielle anatomische Reduktion

Weitere Module

- Automatische Ermittlung der Okklusionsebene eines Oberkiefers
- Konstruktion, Manipulation & Vereinigung einfacher geometrischer Objekte wie Verbinder, Klammern, Bügelprofile oder Abschlussleisten für digitalen Modellguss
- Digitale Vollprothesen

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

CAM

Frässimulation

- Simulation eines NC-Fräsvorgangs mit Visualisierung und Belastungsprüfung

Schachteln

- Optimale Ausrichtung und Anordnung unregelmäßiger 2D Konturen unter Berücksichtigung der Fräserradien

Formenbau

- Vollautomatische Konstruktion von Gussformen für Konfektionszähne einschließlich virtueller Evaluierung

Sonstiges

- Gravieren von 3D Test in 3D Oberflächen bzw. Volumen
- Berechnung von energieminimierenden Flächenpatches / Membranen zur Erstellung organischer Oberflächen wie z.B. Zahnfleisch