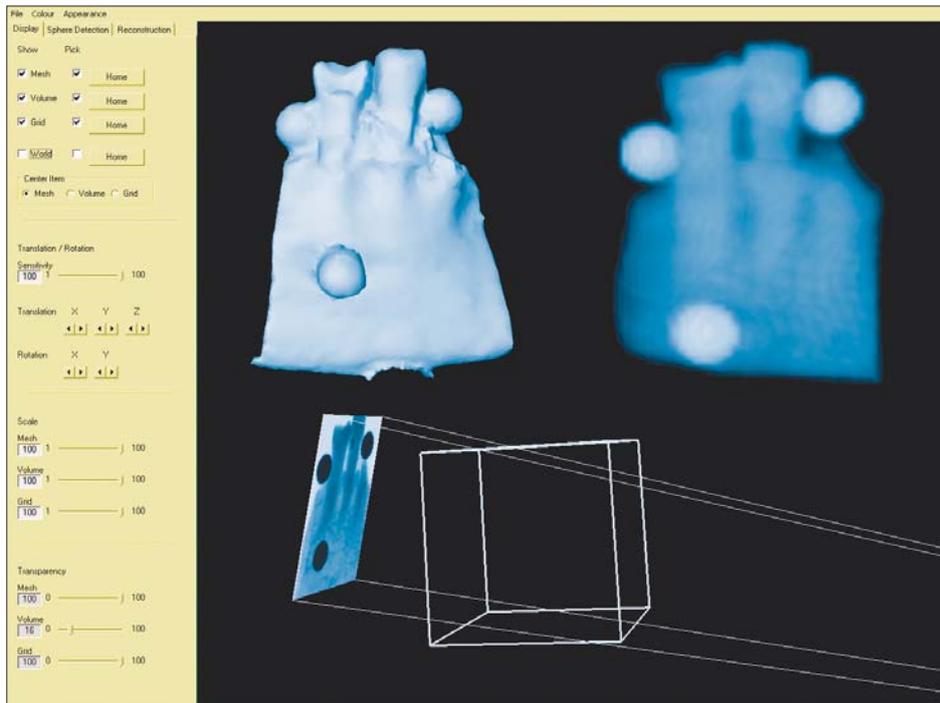


Kostengünstiges 3D-Röntgen



Fachhochschule Wiesbaden
University of Applied Sciences



Im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprojekts „3D-Rekonstruktion aus wenigen 2D-Projektionsröntgenaufnahmen mit Hilfe der Referenzkugelmethode“ wurde an der Universität Mainz und der Fachhochschule Wiesbaden ein Verfahren zur 3D-Rekonstruktion von Objekten aus wenigen kostengünstigen 2D-Röntgenaufnahmen entwickelt. Hierbei wird die Geometrie des 2D Röntgensystems mit Hilfe kugelförmiger Referenzkörper bestimmt (Reference Sphere Method: RSM). Aus wenigen 2D-Röntgenbildern lassen sich dann 3D-Rekonstruktionen der explorierten Objekte in für diagnostische Zwecke geeigneter Güte erzeugen. Diese softwarebasierte Technologie ermöglicht die 3D-Objektrekonstruktion ohne weiteren Hardwareeinsatz. Zusätzlich ist die Strahlenbelastung für den Patienten erheblich geringer als bei der Computer-Tomographie (CT).

3D-Rekonstruktion

Bei Magnetresonanztomographie (MRT) und CT ist die Geometrie des Bilderzeugungssystems vollständig bekannt. Die Verfahren liefern als Ergebnis einen Bildstapel zweidimensionaler Schichten des explorierten Objekts. Aus diesen Pixeldaten werden durch Interpolation der fehlenden Zwischenschichten Voxeldaten und hieraus schließlich dreidimensionale Rekonstruktionen gewünschter Strukturen, wie z. B. Knochen oder Organen, erzeugt.

Bei der Verwendung kostengünstiger 2D-Röntgensysteme ist die Geometrie des Systems, insbesondere deren Position und Orientierung, weitgehend unbekannt. Verschiedene Röntgenaufnahmen liegen im Allgemeinen nicht als Bildstapel vor, was die Erzeugung dreidimensionaler Voxeldaten mittels einfacher Interpolation zwischen den Aufnahmen verhindert.

Prof. Dr. Ulrich Schwanecke
schwanecke@informatik.fh-wiesbaden.de
Telefon +49(0)6142/898-605
Dipl.-Inform. (FH) Tobias Albert
Fachhochschule Wiesbaden
Fachbereich Design, Informatik, Medien
Studiengang Medieninformatik

In Kooperation mit:

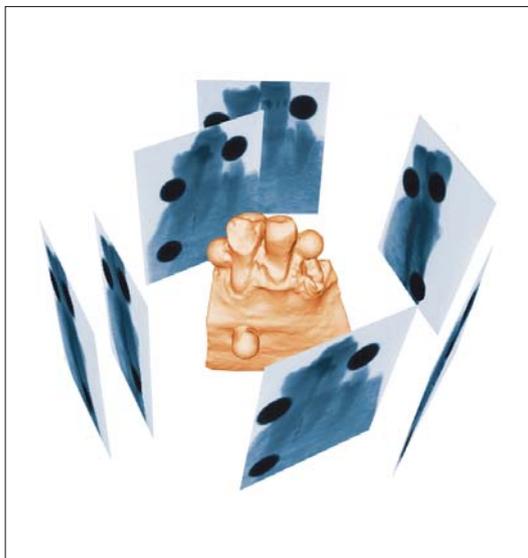
**JOHANNES
GUTENBERG
UNIVERSITÄT
MAINZ**

Dr. Ralf Schulze
rschulze@mail.uni-mainz.de
Telefon +49(0)6131/173053
Dr. Dan Bruellmann
Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Poliklinik für Zahnärztliche Chirurgie

Prof. Dr. Elmar Schömer
schoemer@informatik.uni-mainz.de
Telefon +49(0)6131/3924360
Dipl.-Math. Oliver Weinheimer
Dipl.-Ing. (BA) Ulrich Heil
Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Institut für Informatik

Bestimmung der Röntgensystemgeometrie

Die beliebige und zunächst unbekannte Geometrie eines 2D-Röntgensystems wird bei der RSM anhand ellipsenförmiger Abbildungen von Referenz-Kugeln bekannter Größe ermittelt. Nach der Bestimmung der Geometrie des Röntgensystems jeder einzelnen Röntgenaufnahme lassen sich sämtliche Aufnahmen in einem gemeinsamen Koordinatensystem registrieren.



Die registrierten Röntgenbilder dienen, in einem zweiten Schritt, als Basis für die Erzeugung dreidimensionaler Voxeldaten des geröntgten Objekts.

3D-Rekonstruktion mittels Rückprojektion

Ein schnelles Verfahren zur 3D-Rekonstruktion aus den registrierten Röntgenaufnahmen ist die Minimum-Rückprojektion. Dabei wird, ausgehend von jedem Pixel der einzelnen Röntgenbilder, ein Strahl in Richtung zugehöriger Röntgenquelle durch den zuvor geeignet definierten Voxelbereich geschickt. Getroffene Voxel speichern dann jeweils das Minimum der Grauwerte aller dieser „Pixelstrahlen“.

Es gibt eine Reihe weiterer Verfahren zur Erzeugung des Voxeldatensatzes. Diese unterscheiden sich in Hinblick auf Laufzeitverhalten und Rekonstruktionsgüte. Die Verbesserung der Rekonstruktionsgüte bei gleichzeitig akzeptabler Laufzeit ist ein aktuelles Forschungsthema.

Güte der erzeugten 3D-Rekonstruktionen

Zur Untersuchung der absoluten Registrierungs-genauigkeit der RSM sowie der Güte der 3D-Rekonstruktion wurde ein Stück Unterkiefer sowohl geröntgt, als auch mittels eines Laserscanners als 3D-Referenzobjekt digitalisiert. Anschließend erfolgte die 3D-Rekonstruktion des Unterkiefersegments nach dem oben beschriebenen Verfahren. Um die erzeugte Rekonstruktion mit dem 3D-Referenzobjekt zu vergleichen, wurde eine Software entwickelt, welche die Referenzkugeln auf dem eingescannten 3D-Objekt automatisch findet und vermisst, sowie eine Überlagerung der 3D-Rekonstruktion mit dem Referenzobjekt erlaubt.

Die ermittelten Abweichungen qualifizieren das Verfahren zur kostengünstigen 3D-Rekonstruktion auf Grund der sich im aktuellen Forschungsprojekt abzeichnenden, weiteren Qualitätssteigerung zukünftig auch für diagnostische Zwecke.

Vorteile gegenüber Großgeräten

Der entwickelte Ansatz besitzt eine Reihe von Vorteilen gegenüber der herkömmlichen, auf teuren Großgeräten basierenden CT-Technologie. Im Einzelnen sind dies

- **Reduktion der Kosten:** Es handelt sich um eine reine Softwarelösung, welche als Ergänzung schon vorhandener Röntgengeräte genutzt werden kann.
- **Reduktion der Röntgendosis:** Da nur einige wenige Röntgenaufnahmen gemacht werden müssen, reduziert sich die Röntgenbelastung des Patienten im Vergleich zum CT erheblich.
- **Verfügbarkeit:** Die geringen Systemanforderungen ermöglichen die einfache Aufwertung vorhandener Röntgensysteme und ebnen den Weg für den breiten Einsatz 3D-basierter Diagnostik.

3D-reconstruction from planar radiographic projections

In a joint research project of the Johannes Gutenberg University Mainz and the University of Applied Sciences Wiesbaden a method to generate 3D-reconstructions of the inside of the human body from only a few planar radiographic projections generated with a standard X-ray equipment for radiography was developed. The fundament of the system is a reference sphere based registration method. Based on this

method we present a fast 3D-reconstruction algorithm depending on a pixel-based backprojection step and describe an analysis of the received reconstruction. The proposed system generates 3D-reconstructions of adequate quality by significant lower costs and reduced radiation dose compared to computerized tomography.