

# Echtzeitfähige 3-D Tiefensensoren in der Medizintechnik: Innovative Anwendungen in der Strahlentherapie und Endoskopie

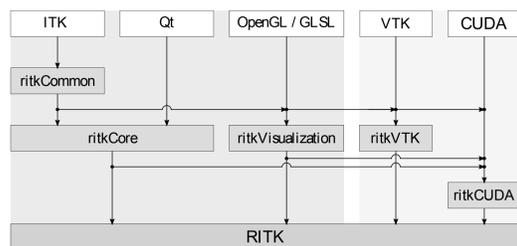
Sebastian Bauer<sup>1</sup>, Jakob Wasza<sup>1</sup>, Sven Haase<sup>1</sup>, Joachim Hornegger<sup>1,2</sup>



<sup>1</sup> Pattern Recognition Lab, Department of Computer Science  
<sup>2</sup> Erlangen Graduate School in Advanced Optical Technologies (SAOT)  
 Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen, Germany



## Echtzeitfähige Verarbeitung von 3-D Tiefensensor-Daten

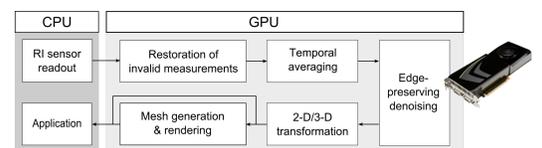


▪ Moderne Tiefensensoren erfassen dreidimensionale Oberflächen **berührungslos, hochauflösend, metrisch und in Echtzeit**

▪ Open Source Prototyping Platform: **Range Imaging Toolkit (RITK)**

- Modulare Plugin-Architektur
- Schnittstellen für etablierte Tiefensensoren
- Datenakquise und -vorverarbeitung in Echtzeit
- Unterstützung von Hardware-Beschleunigung auf GPU/FPGA
- Download: <http://www5.cs.fau.de/ritk>

▪ **Vorverarbeitung der Sensordaten auf der GPU:** Defektinterpolation, adaptive zeitliche Filterung, kantenerhaltende örtliche Filterung [1]

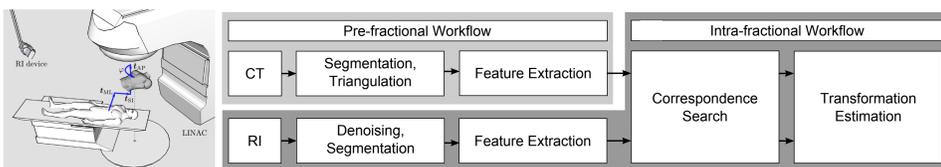


## Strahlentherapie: Patienten-Positionierung

▪ Präzise und **vollautomatische Ausrichtung des Patienten** anhand der aktuellen Position (Tiefensensor) und von Vorwissen aus tomographischen Planungsdaten

▪ Entwicklung von **Verfahren zur multi-modalen Oberflächen-Registrierung** basierend auf Punktkorrespondenzen [2]:

- Analyse der lokalen Oberflächen-Topologie anhand von 3-D Merkmalsextraktion
- Beschleunigung der Korrespondenzsuche auf der GPU

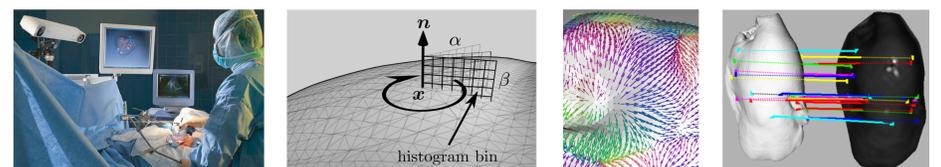


## Leberchirurgie: Augmented Reality

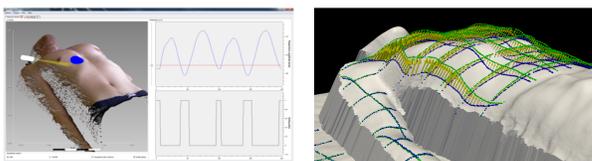
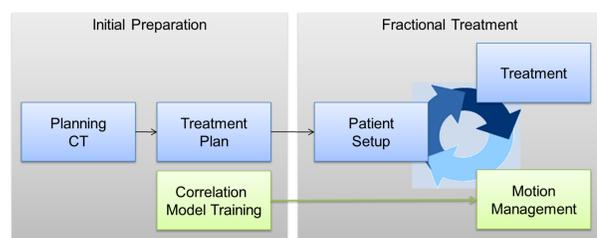
▪ **Interaktive Einbindung von tomographischen Planungsdaten** in der offenen und minimal-invasiven bildgeführten Leberchirurgie

▪ **Registrierung von intra-operativen Tiefensensor-Daten** mit präoperativen tomographischen Informationen (z.B. Gefäßstruktur) während dem Eingriff:

- Unterstützung des Chirurgen bei der Navigation durch Augmented Reality
- Anzeige der intra-operativen Position in volumetrischen Planungsdaten



## Interventionelle Kompensation von Atembewegungen



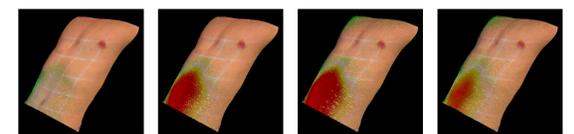
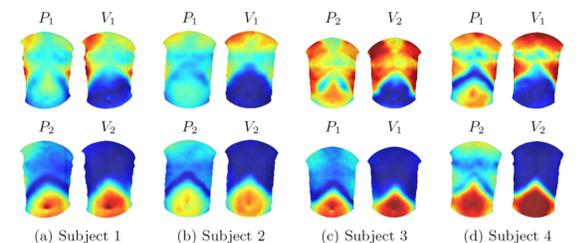
▪ Bewegungskompensation in der **bildgeführten Strahlentherapie**

▪ **Erfassung von Atembewegungen** mit Tiefensensoren:

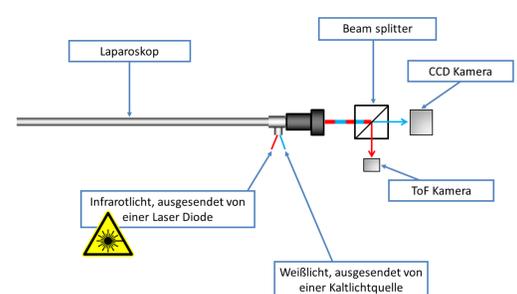
- Berührungslose, markerlose und metrische Erfassung mehrdimensionaler Atemsignale in Echtzeit
- Rekonstruktion der Torso-Deformation mit Verfahren zur nichtstarreren Oberflächenregistrierung [3,4]

▪ **Modellierung der patientenspezifischen Atembewegung** mit statistischen Modellen:

- Einsatz in der bildgeführten Strahlentherapie, Korrelation der Torso-Deformation mit der internen Tumorbewegung
- Nutzung zur atmungs-kompensierten Patientenpositionierung [5]



## 2-D/3-D Time-of-Flight Endoskopie

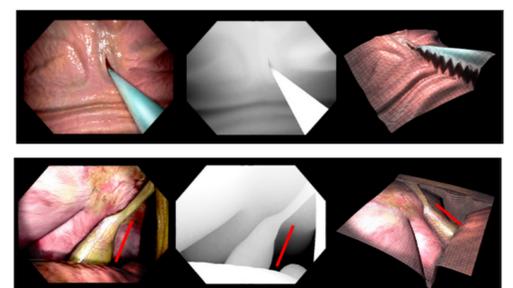


▪ Erfassung der dreidimensionalen Oberflächentopologie in der Endoskopie

▪ **Fusion** von konventionellem RGB-Video mit zusätzlichen 3-D Tiefeninformationen [6], im aktuellen Prototyp **mittels Beamsplitter**

▪ **Einsatzmöglichkeiten:**

- Kollisionsvermeidung, Augmented Reality
- Quantitative Bewertung von Pathologien während des Eingriffs
- Natural Orifice Transluminal Endoscopic Surgery (NOTES)



## Wissenschaftliche Publikationen

- [1] J. Wasza et al.: *Real-time Preprocessing for Dense 3-D Range Imaging on the GPU: Defect Interpolation, Bilateral Temporal Averaging and Guided Filtering*. IEEE ICCV/CDC4CV, 2011, 1221-1227.
- [2] S. Bauer et al.: *Multi-modal Surface Registration for Markerless Initial Patient Setup in Radiation Therapy using Microsoft's Kinect Sensor*. IEEE ICCV/CDC4CV, 2011, 1175-1181.
- [3] S. Bauer et al.: *Marker-less Reconstruction of Dense 4-D Surface Motion Fields using Active Laser Triangulation for Respiratory Motion Management*. MICCAI, 2012, accepted for publication.
- [4] S. Bauer et al.: *Joint ToF image denoising and registration with a CT surface in radiation therapy*. SSVI, 2011, 98-109.
- [5] J. Wasza et al.: *Real-time Motion Compensated Patient Positioning and Non-rigid Deformation Estimation using 4-D Shape Priors*. MICCAI, 2012, accepted for publication.
- [6] S. Haase et al.: *ToF/RGB Sensor Fusion for Augmented 3-D Endoscopy using a Fully Automatic Calibration Scheme*. BVM, 2012, 111-116.

**Acknowledgments:** S. Bauer and J. Wasza acknowledge the support by the European Regional Development Fund (ERDF) and the Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (StMWIVT) under grant no. IUK338/001. S. Haase acknowledges support by the Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) under grant no. HO 1791/7-1. Furthermore, we acknowledge support by the Graduate School of Information Science in Health (GSISH) and the TUM Graduate School.