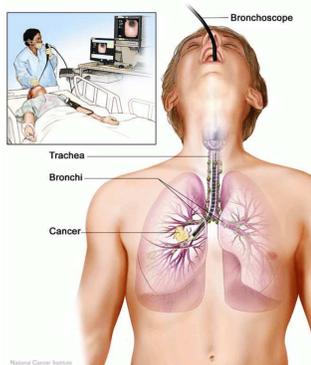


# Video-basiertes Tracking eines Bronchoskops

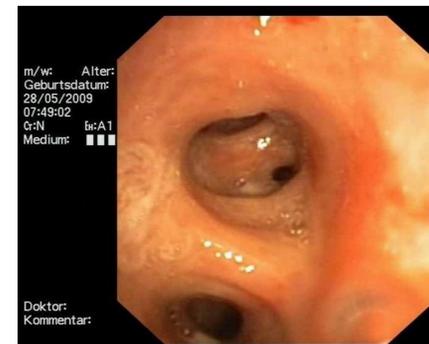


Tobias Reichl<sup>1</sup>, Oliver Kutter<sup>1</sup>, Benedikt Schultis<sup>1</sup>,  
Manuela Menzel<sup>2</sup>, Hubert Hautmann<sup>2</sup>, Nassir Navab<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Computer Aided Medical Procedures (CAMP) – TU München  
<sup>2</sup> Medizinische Klinik I, Klinikum rechts der Isar – TU München



## Klinische Anwendung: Bronchoskopie

- **Bronchoskopie ist eine weit verbreitete Technik für Diagnose und Therapie von Atemwegserkrankungen.**
- **Üblicherweise müssen sich Ärzte auf ihr Wissen über anatomische Strukturen und das Videobild des Bronchoskops verlassen.**
- **Selbstähnlichkeit der Bronchien und Bewegung des Bronchoskops erschweren die Orientierung.**
- **Hilfestellung in Form von Navigationssystemen ist dringend notwendig. Hierbei können die aktuelle Position der Instrumente oder wichtige Strukturen der Anatomie dargestellt werden.**



## Methode

### Virtuelle Bronchoskopie

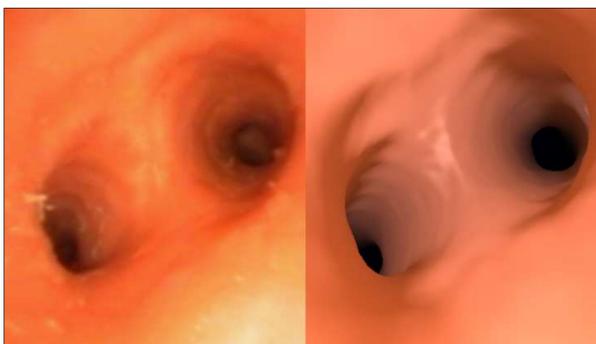
- **Weniger markante Features verfügbar als beispielsweise in der Speiseröhre, daher intensitätsbasierte Registrierung**
- **Registrierung einer Sequenz von 2D-Videobildern mit einem 3D-CT-Datensatz mit Hilfe von Virtueller Bronchoskopie**
- **Für jedes Videobild in der Sequenz Positionsbestimmung der Kamera innerhalb des CT-Datensatzes**
- **Rendering, Ähnlichkeitsmaß und Visualisierung auf der GPU mittels OpenGL/GLSL**

### 2D-3D-Registrierung

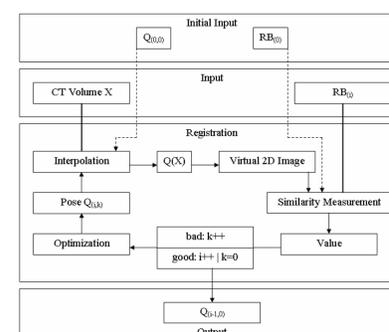
- **Kalibrierung des Bronchoskops und Entzerrung des Kamerabilds**
- **Darstellung der Atemwege über Iso-Oberflächen-Rendering**
- **Iterative Suche nach demjenigen virtuellen Bronchoskopie-Bild, das die größte Ähnlichkeit mit dem aktuellen Videobild aufweist**
- **Optimierung der extrinsischen Parameter ergibt eine Position und Orientierung innerhalb des CT-Datensatzes**
- **Zusätzliche Prüfung darauf, dass das Innere der Bronchien bei der Suche nicht verlassen wird**



Navigationssystem für die Bronchoskopie



Videobild (links), virtuelle Bronchoskopie (rechts)

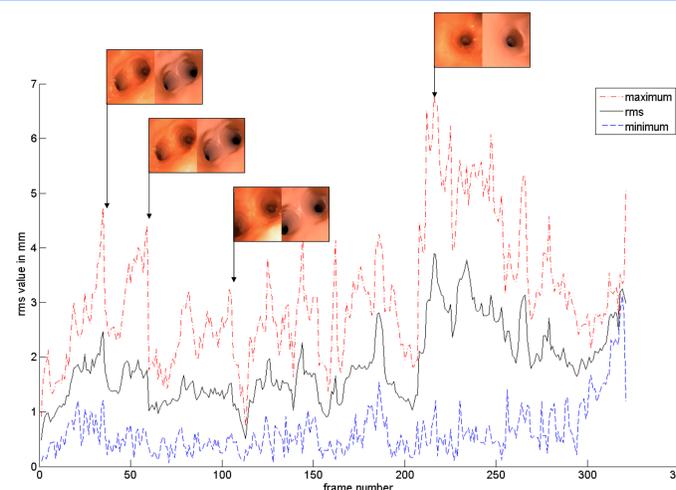


Ablaufdiagramm 2D-3D-Registrierung

## Evaluierung & Ergebnisse

### Genauigkeit und Robustheit

- **Abschätzung der Genauigkeit anhand der Präzision, d. h. anhand der Wiederholungsgenauigkeit**
- **Um nicht-deterministisch eine Mehrzahl von Durchläufen aufzeichnen zu können, wird bei der Positionsbestimmung für jedes Bild in der Videosequenz ein festgelegtes Rauschen auf den Startwert der Optimierung addiert.**
- **Robustheit gegenüber diesem Rauschen wird quantifizierbar, ebenso konvergieren die Durchläufe idealerweise anhand der enthaltenen Information auf dieselbe Position.**
- **Über einen Großteil der Sequenz besser als 2 mm, später 3 mm**



## Diskussion

- **Tracking-Präzision deutlich besser in Bereichen mit ausgeprägten Merkmalen wie Bifurkationen**
- **Inkrementelles Tracking ist möglich, das z. B. mit einer Vorhersage der Bewegung mittels Kalman-Filter noch verbessert werden könnte.**
- **Eine Möglichkeit zur (Re-)Initialisierung stellt elektromagnetisches Tracking dar.**
- **Ebenso können zukünftig Informationen über die lokale Anatomie verwendet werden, z.B. die Längsachsen der Bronchien.**
- **Für fotorealistische virtuelle Bronchoskopie sind zahlreiche Parameter notwendig. Vereinfachung wäre wünschenswert z. B. durch Berechnung der Tiefeninformation durch das Rendering.**

### Referenzen

- Mori et al. Method for tracking camera motion of real endoscope by using virtual endoscopy system. SPIE Medical Imaging 2000
- Deguchi et al. A method for bronchoscope tracking using position sensor without fiducial markers. SPIE Medical Imaging 2007
- Atmosukarto et al. An interactive 3D user interface for guided bronchoscopy. SPIE Medical Imaging 2007
- Hautmann et al. Electromagnetic catheter navigation during bronchoscopy: validation of a novel method by conventional fluoroscopy. Chest 2005
- Wegner et al. Evaluation and extension of a navigation system for bronchoscopy inside human lungs. SPIE Medical Imaging 2007
- Mori K et al. Bronchoscope tracking based on image registration using multiple initial starting points estimated by motion prediction. MICCAI 2006
- Mori et al. Hybrid bronchoscope tracking using a magnetic tracking sensor and image registration. MICCAI 2005

Danksagung: Diese Arbeit wurde von der DFG im Rahmen des Projekts „Navigierte Bronchoskopie“ (NA 620/2-1) gefördert.