

Practical Reality Augmentation for Medicine using Off-the-shelf Medical Equipment

Jan Fischer¹, Markus Neff³, Dirk Freudenstein⁴, Jürgen Hoffmann⁵, Frank Duffner⁴, Dirk Bartz¹, Wolfgang Straßer²

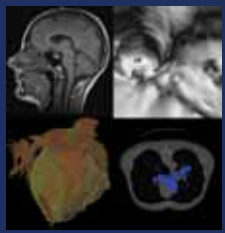
¹Visual Computing for Medicine am ²WSI/GRIS, Universität Tübingen

³BrainLAB AG, Heimstetten

⁴Abteilung Neurochirurgie, Universitätsklinikum Tübingen

⁵Abteilung MKG-Chirurgie, Universitätsklinikum Tübingen

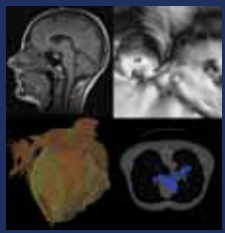
fischer@gris.uni-tuebingen.de



Gliederung



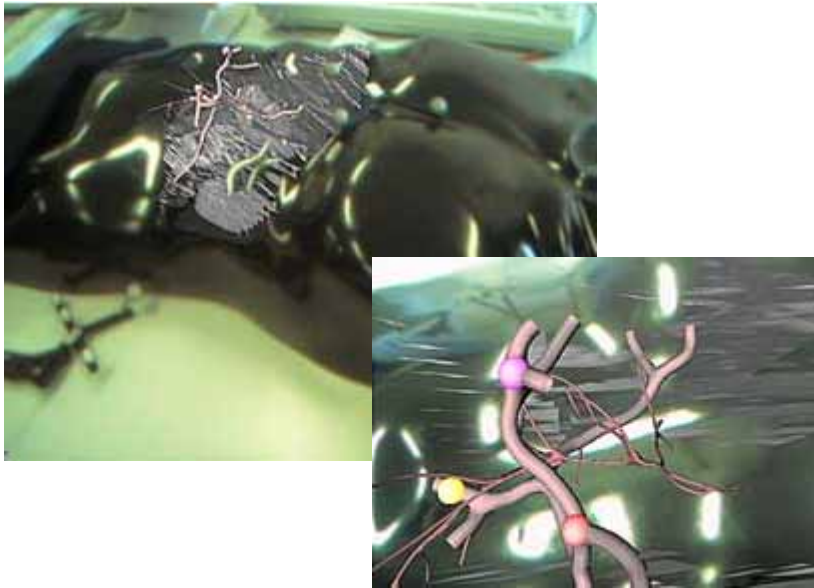
- Einführung
- Kamera-Tracking
- Verdeckungsbehandlung
- Zusammenfassung



AR-Unterstützung für die Chirurgie



- Zusätzliche Visualisierung von Organen, Risikostrukturen etc.

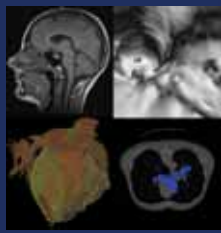


[TU Graz, Leberchirurgie]



[UNC Chapel Hill, Brustbiopsie]

- Projektkontext: Neurochirurgie, MKG-Chirurgie

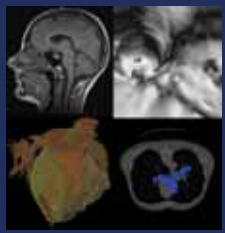


Kamera-Tracking (1)



- Einsatz eines Standard-IGS-Systems für das Tracking
- 6-DOF Tracking
- Übertragung von Position und Orientierung durch den TCP/IP-basierten *VectorVision Link*

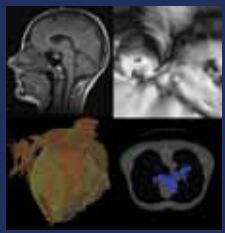




Kamera-Tracking (2)



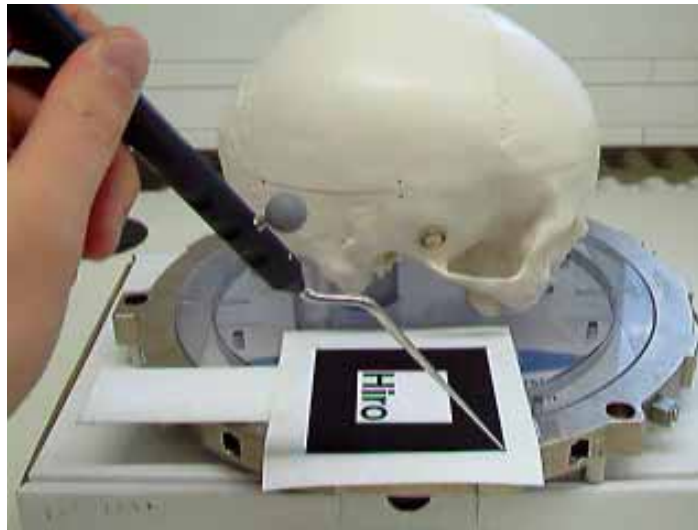
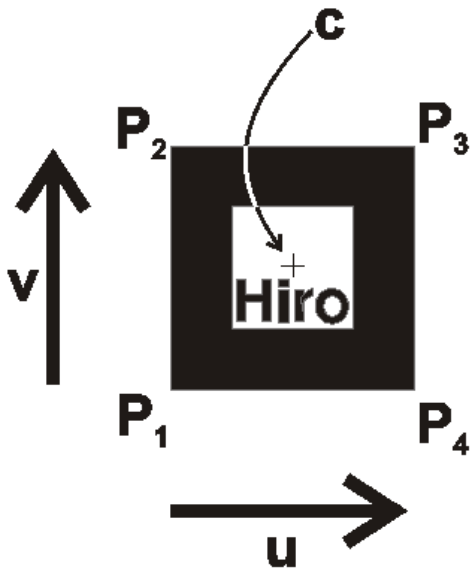
- Infrarot-Markerklammer für chirurgisches Werkzeug
 - Angebracht an der AR-Webcam
-
- Transformation Markerklammer \leftrightarrow Webcam benötigt



Kalibrierungsschritt (1)



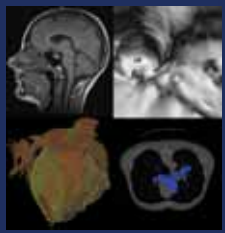
- Kalibrierung basierend auf optischem Markertracking (ARToolKit)
- Benutzer definiert Eckpunktpositionen



$$\mathbf{u} := \frac{P_4 - P_1}{\|P_4 - P_1\|} \quad \mathbf{v} := \frac{P_2 - P_1}{\|P_2 - P_1\|}$$

$$\mathbf{c} := \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4}{4}$$

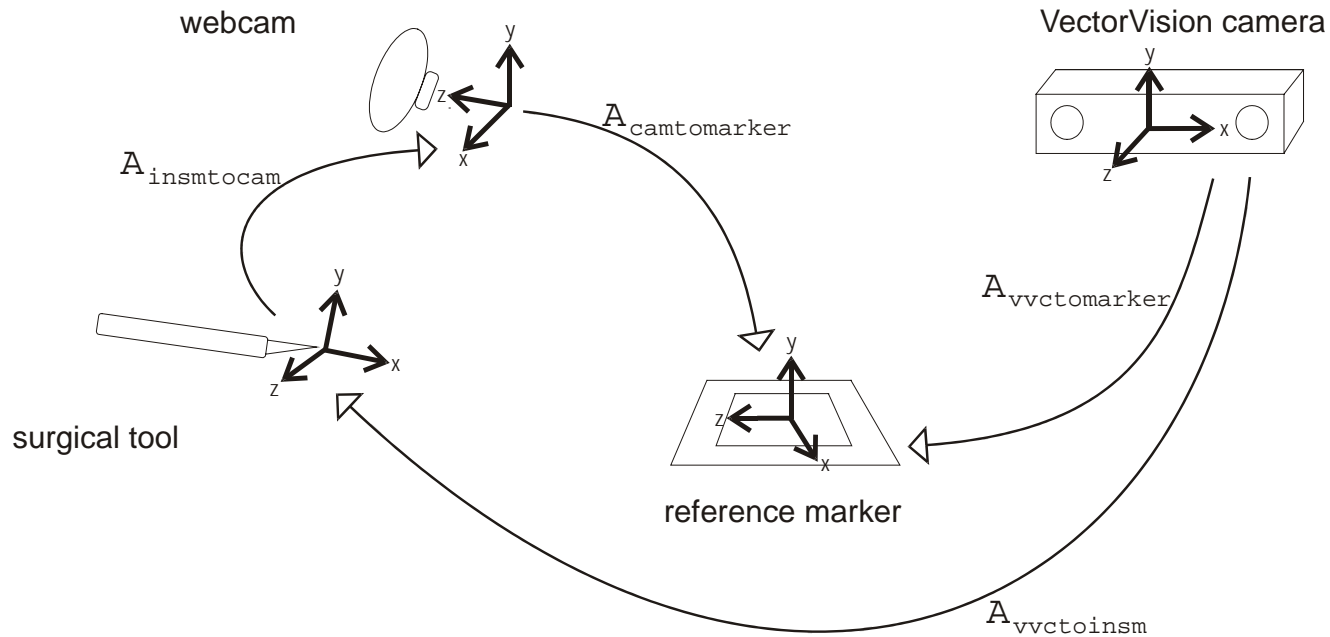
$$A_{\text{victomarker}} := \left(\mathbf{u} \mid \mathbf{v} \mid \mathbf{u} \times \mathbf{v} \mid \mathbf{c} \right)^{-1}$$



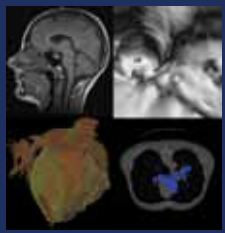
Kalibrierungsschritt (2)



- Auslösen der Berechnung durch Tastendruck



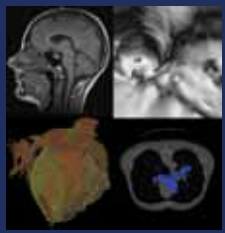
- Ergebnis: Transformationsmatrix (konstant)



Betrieb des AR-Systems



- Tracking der Webcam durch Infrarotkamera
 - Patientenregistrierung durch IGS-System
 - Import von DICOM-Daten
 - Operationsplan-Elemente zugreifbar
-
- + Großes Trackingvolumen
 - + Hohe Genauigkeit
 - (Moderate) Netzwerk-Latenz



AR-System - Video

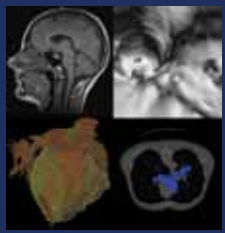


- Kunststoffschädel, manuell platziertes Tumormodell

**Medical Augmented Reality based on
Image Guided Surgery**

Overlay of manually placed tumor model

- Netzwerk-Latenz 50-80 ms, Framerate 12-15 fps



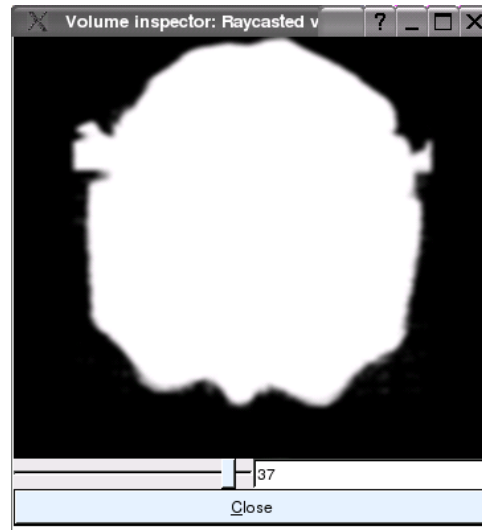
Verdeckungsbehandlung



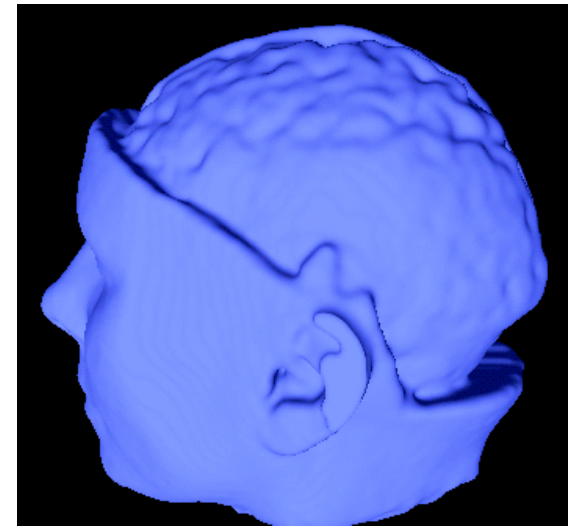
- Problem in konventioneller AR:
Verdeckung des Kamerabilds durch graphische Elemente
- Verdeckungsbehandlung durch „Phantomgeometrie“



Original-Volumen

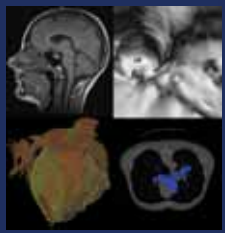


„Visual Hull“-Volumen



Phantom-Isofläche

- Verfahren zur Vereinfachung der Geometrie ($\emptyset > 40\%$)



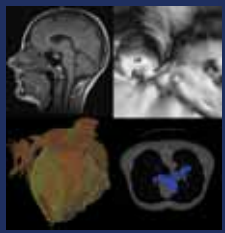
Verdeckungsbehandlung Video



- Oberfläche des Kunststoffschädels als Verdeckungs-Phantom

Occlusion Handling

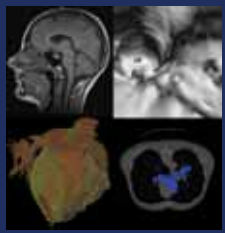
Correct occlusion of virtual object
by real skull mock-up



Zusammenfassung



- Augmented Reality System basierend auf Image Guided Surgery
- Kameratracking durch IR-Kamera
- Einmaliger Kalibrierungsschritt mit Markertracking
- Verfahren zur Verdeckungsbehandlung



Ende



Fragen?



Danksagungen:

- BrainLAB AG
- Universitätsklinikum Tübingen
- Deutsche Forschungsgemeinschaft, SPP1124