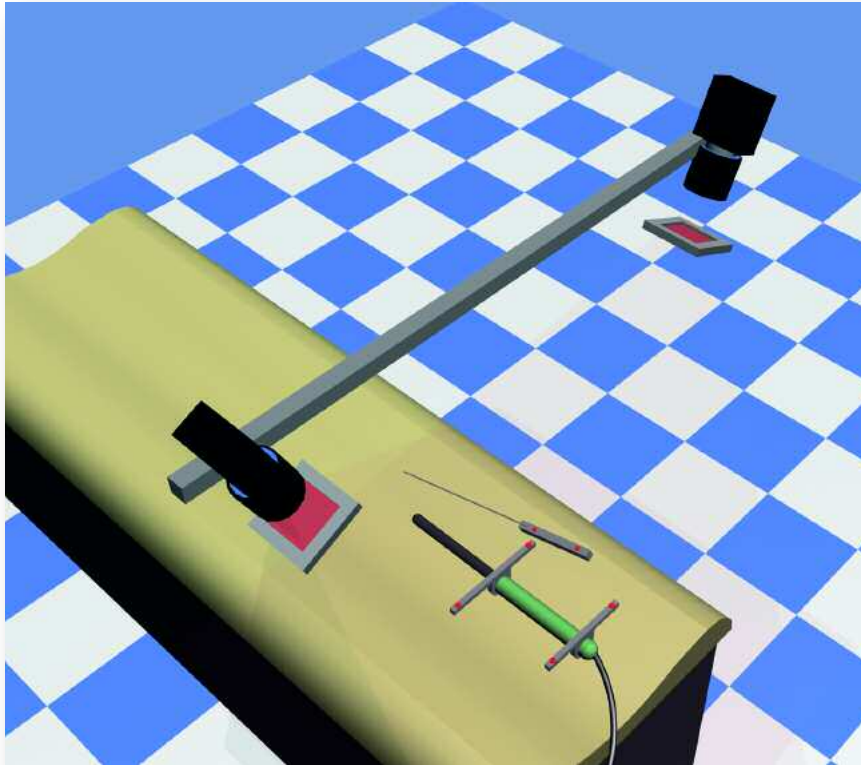


# Simultane IR-basierte optische 3D-Navigation

## Stereokamerasystem für medizinische Anwendungen



**Fachhochschule Wiesbaden**  
University of Applied Sciences



Navigationshilfen stellen bei modernen Diagnose- und Therapieverfahren in unterschiedlichen Bereichen der Medizin unerlässliche Assistenzsysteme dar. Neben elektromagnetischen, stereotaktischen und Laser-basierten Systemen erfreuen sich IR-basierte, optische Systeme einer hohen Akzeptanz. Sie sind als stereooptische und tetraoptische Navigationshilfen im Einsatz. Sie werden in der Medizin unter anderem verwendet für die

- Navigation von Biopsienadeln in der interventionellen Radiologie,
- Navigation von Hohlnadeln für temporäre interstitielle Bestrahlung in der Brachytherapie,
- Positionsüberwachung von Patienten vor und während der Strahlentherapie.

Bei räumlich begrenzten Verhältnissen, wie sie beispielsweise bei der Behandlung des Prostatakarzinoms auftreten, haben Stereokamerasysteme gegenüber tetraoptischen Systemen einen Vorteil. Allerdings ist es für diese Anwendung notwendig, zwei unterschiedliche Instrumente gleichzeitig zu navigieren. Bei aktiven IR-Systemen werden üblicherweise die LEDs wechselseitig angesteuert. Mit dem vorgestellten Navigationssystem ist es möglich, unterschiedliche Tracker simultan zu navigieren.

| Ansprechpartner  
Prof. Dr. Detlef Richter  
richter@informatik.fh-wiesbaden.de  
Telefon 0611 9495-203  
Frank Schneider  
Dipl.-Inform. Karsten Berthold  
| Fachhochschule Wiesbaden  
Fachbereich Design Informatik Medien  
Kurt-Schumacher-Ring 18  
65197 Wiesbaden  
| In Kooperation mit:  
PD Dr. med. Gerd Strassmann  
Klinik für Strahlentherapie und  
Radioonkologie  
| Philipps-Universität Marburg

## Technologie, Verfahren und Ergebnisse

Das Stereokamerasystem wurde aus kommerziell erhältlichen Video-Komponenten mit folgender Spezifikation aufgebaut:

- Kameras mit IR-Langpass-Filter bei 830 nm,
- Standard-Schnittstelle nach IEEE 1394,
- Auflösung 1024 x 768 Pixel bei 30 fps.

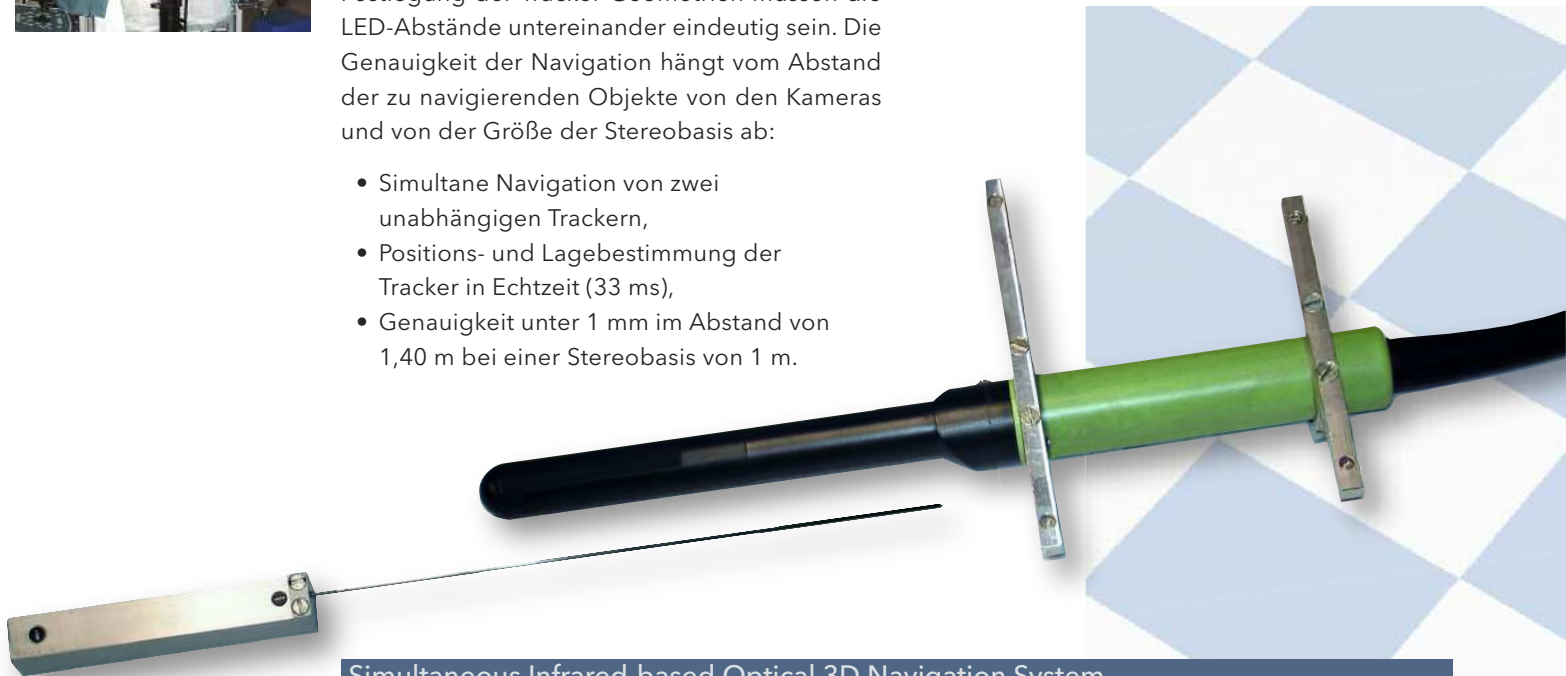
Die Tracker müssen für eine 6-DoF-Navigation mit mindestens 3 IR-LEDs und für eine 5-DoF-Navigation mit mindestens 2 LEDs ausgerüstet sein. Das eingesetzte Verfahren sieht eine Kalibrierung der Kameras nach der Single-Plane Methode vor. Dadurch werden innere und äußere Kameraparameter festgelegt. Die Trennung der beiden zu navigierenden Objekte erfolgt aus der bekannten Tracker-Geometrie. Diese wird nach dem Kalibriervorgang automatisch festgelegt. Bei der Festlegung der Tracker-Geometrien müssen die LED-Abstände untereinander eindeutig sein. Die Genauigkeit der Navigation hängt vom Abstand der zu navigierenden Objekte von den Kameras und von der Größe der Stereobasis ab:

- Simultane Navigation von zwei unabhängigen Trackern,
- Positions- und Lagebestimmung der Tracker in Echtzeit (33 ms),
- Genauigkeit unter 1 mm im Abstand von 1,40 m bei einer Stereobasis von 1 m.



## Anwendung im medizinischen Bereich

Die Anwendungsmöglichkeiten für eine simultane, IR-basierte, optische Navigation mehrerer Objekte sind sehr vielseitig. Im vorliegenden Fall ist der Einsatz im medizinischen Bereich zur Navigation bei der Brachytherapie des Prostatakarzinoms vorgesehen. Durch die Aufnahme der Raumkoordinaten der TR-Ultraschall-Sonde können maßstabgerechte 3D-Volumendaten der betreffenden Region aufgenommen, gespeichert und dargestellt werden. Diese stellen die Basis für die Nadelnavigation dar. Simultan zur US-Sonde werden die Raumkoordinaten der Hohlnadel gemessen und relativ zum dargestellten aktuellen Bild der US-Sonde visualisiert.



### Simultaneous Infrared-based Optical 3D Navigation System

Navigational backing systems provide important assistance in many fields of health care. In some applications of brachytherapy two independent tools have to be tracked simultaneously, e.g. in prostate carcinoma therapy is used an ultrasound probe and a needle tracker. The simultaneous infrared-based optical 3D navigation system shown satisfies the following specifications:

- Cameras with 1024 x 768 pixel resolution and IR longpass filters with cutoff frequency of 830 nm,
- Definition of internal and external camera parameters by single plane calibration pattern,
- Suitable for simultaneous navigation of two separate IR-LED equipped trackers,

- Discrimination of the two trackers, when LED distances are unambiguous,
- Navigational accuracy better than 1 mm in an area approx. 1.40 m apart the cameras when the cameras are approx. 1 m apart.

#### Application:

- Registration of a TR ultrasound probe position to capture 3D volume data to scale
- Navigating biopsy needles for interstitial irradiation in brachytherapy relative to the actual image
- Visualization of biopsy needle movement.