



ENDOGUIDE

In den vergangenen Jahren gewann die minimalinvasive Chirurgie zunehmend an Bedeutung. Minimalinvasive Operationen können den Heilungsprozess beschleunigen und Krankenhausaufenthalte verkürzen. Chirurgen müssen jedoch nach wie vor mit eingeschränkter Orientierung und schwieriger Navigation kämpfen. Das 2-D-Kamerabild des Endoskops liefert das einzige visuelle Feedback: Das Blickfeld ist beschränkt, die Perspektiven von Arzt und Endoskop stimmen nicht überein, und der Chirurg kann das Endoskop, das von einem Assistenten gehalten wird, nicht selbst kontrollieren. Aus diesem Grund wird in dem vom BMBF geförderten Projekt »Endoguide« ein computergestütztes Endoskopie-System mit 360°-Ansicht entwickelt. Es besteht aus einem Endoskop mit beweglicher Kamera, einem Processing-Framework für die Echtzeitverarbeitung der Bilddaten sowie intuitiven Benutzerschnittstellen. Das Endoskop wird künftig nicht mehr von einem Assistenten gehalten, sondern ist an einer Halterung angebracht, wobei Elektromotoren die

Kontrolle von Blickrichtung, Fokus und Zoom sicherstellen. Die Steuerung erfolgt über berührungslose Schnittstellen, z. B. über Spracheingabe, Kopf- oder Blicktracking. Die Entwicklung erfolgt mithilfe eines Simulators, mit dem sämtliche Komponenten des Systems, d. h. die Funktionen von Endoskop und Kamera, die Instrumente und ihre Bedienung sowie das Operationsumfeld inkl. der Organe wirklichkeitsgetreu nachgebildet werden.

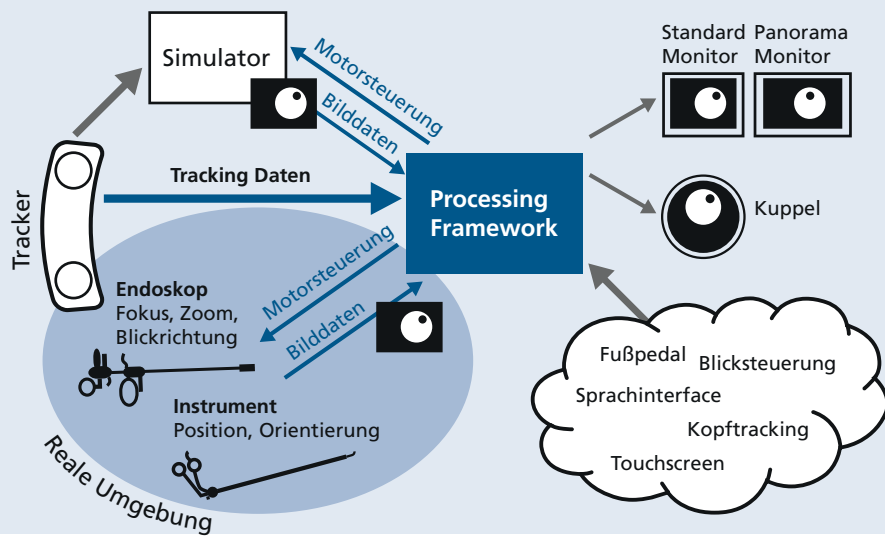
Endoguide Processing-Framework

Herzstück des Systems ist das so genannte »Endoguide Processing-Framework«, eine hocheffiziente, komponentenbasierte Softwareplattform. Die flexible Architektur des Frameworks ermöglicht es, selbst zur Laufzeit Komponenten oder Funktionsgruppen hinzuzufügen oder zu entfernen. Die Kommunikation der Komponenten wurde in einem Netzwerk organisiert. Jedes Modul definiert seine Ein- und Ausgabedaten. Die Echtzeitverarbeitung der HD-Videos wurde

mittels GPU-Processing realisiert. Fraunhofer FIRST entwickelt hierzu hardwarenahe Bildverarbeitungsalgorithmen, die speziell auf die parallelisierte Hardware von GPUs bzw. Multicore-Rechnern zugeschnitten sind. Unabhängige Funktionsgruppen (wie z. B. Autofokus oder Instrumentenverfolgung) werden nebenläufig auf unterschiedlichen Prozessorkernen ausgeführt, um die Leistungsfähigkeit der Multicore-Architektur voll auszunutzen. Das Endoguide Processing-Framework ermöglicht eine Reihe innovativer Funktionen für das Endoskopie-System.

Bild- oder Trackerbasierte Instrumentenverfolgung

Chirurgische Instrumente können auf dem Endoskopbild lokalisiert, ihre Bewegung kann verfolgt werden. Dies kann zum einen mithilfe von Markern erfolgen, die von einem optischen Tracking-System erfasst werden. Hieraus wird die Position der Instrumente im Verhältnis zum Endoskop



Herzstück des Endoskopie-Systems ist das »Endoguide Processing Framework«, eine hocheffiziente, komponentenbasierte Softwareplattform

ermittelt, das ebenfalls mit Markern ausgestattet ist. Die Technologie kann Ärzten wie eine Art »Einparkhilfe« bei der Lokalisierung und Positionierung der Instrumente im Kamerabild helfen. Zum anderen können Bildinformationen (Farbmarkierungen auf den Instrumenten) zur Lokalisierung der Instrumente genutzt werden. Sobald die Instrumente im Bild sichtbar sind, erkennen Bildverarbeitungsalgorithmen ihre Position und ermöglichen eine automatische Nachführung des Kamerabildes (adaptive Region-of-Interest-Auswahl). So wird sichergestellt, dass immer die relevante Region im Zentrum des Bildes steht. Für den Arzt bedeutet dies, dass er sich voll auf seine chirurgische Arbeit konzentrieren kann und sich nicht mit der Kamerasteuerung auseinandersetzen muss.

Augmented Reality

Um dem Chirurgen während der OP zusätzliche Informationen zur Verfügung zu stellen, eignen sich Verfahren der Augmented Reality. Hiermit können über dem Live-Bild der OP Annotationen eingeblendet werden, die der Operateur oder ein anderer Arzt während der Operationsplanung mit präoperativen Daten angefertigt hat. Da die präoperativen Daten aufgrund der Verformbarkeit und Lageänderung der Organe, insbesondere durch Atmung und Herzschlag, allerdings selten mit der aktuellen Lage des Patienten übereinstimmen, würde eine komplette Überlagerung der Bilder unweigerlich zu Verfälschungen führen. Daher werden im Live-Bild lediglich Textkommentare oder grobe Markierungen

dargestellt. Auf einem zusätzlichen Bildschirm können auch die präoperativen Daten aus der gleichen Perspektive wie die Live-Daten angezeigt werden, welches eine einfache Zuordnung erlaubt.

360°-Panorama-Ansicht

Um dem Chirurgen ein möglichst realistisches Bild des Operationsfeldes zu liefern, erzeugt das Endoskopie-System 360°-Panoramabilder. Die variable Endoskopspitze sowie der bewegliche Endoskopschaft ermöglichen ein vollautomatisches Abtasten des Abdomens. Die Einzelbilder der Kamera werden zu einem Panoramabild mit einem Sichtfeld von 360° x 270° zusammengeführt. Intelligente Algorithmen sorgen dafür, dass die Einzelbilder pixelgenau aneinander liegen (merkmalsbasiertes Bild-Mosaicking). Das durch die Parallaxe des optischen Systems hervorgerufene »Ghosting« (Doppelbilder) wird durch Multiskalen-Blending erheblich reduziert. So erhält der Operateur einen Rundumblick ins Innere des Patienten, der entweder auf einem zweiten Standardbildschirm, auf einem Head Mounted Display oder auf einer kuppelförmigen Projektionsfläche im OP ausgegeben werden kann. Innerhalb des Panoramas wird zusätzlich das Livebild an der richtigen Position angezeigt.

Auf einen Blick

- 360°-Panorama Ansicht
- Automatische Instrumentenverfolgung und Autofokus

- Berührungslose Bedienung (Kopf- und Blicktracking)
- Anreicherung der Bilddaten durch Augmented-Reality
- Echtzeit HD-Video-Verarbeitung auf Multicore-Prozessoren

Projektpartner

- How to organize GmbH
- Karl Storz GmbH & Co. KG
- MIC – Klinik für minimalinvasive Chirurgie
- Paul Peschke GmbH
- TU Berlin – Fachgebiet Mikrotechnik

Das Projekt wird im Rahmen des Forschungsförderprogramms IKT 2020 vom BMBF gefördert.

Ansprechpartner

Ivo Haulsen
Forschungsleiter Interaktionstechnologien
Abteilung Systemarchitektur – STAR

Telefon +49 (0)30 6392-1777
Telefax +49 (0)30 6392-1805
ivo.haulsen@first.fraunhofer.de

Fraunhofer FIRST
Kekuléstr. 7, 12489 Berlin

Weitere Informationen:
www.first.fraunhofer.de/geschaeftsfelder/medizintechnik_und_gesundheitswesen/