

KOMPONENTEN FÜR DIE DIGITALE ENDOSKOPIE

# VISIONEN FÜR DIE ENDOSKOPIE

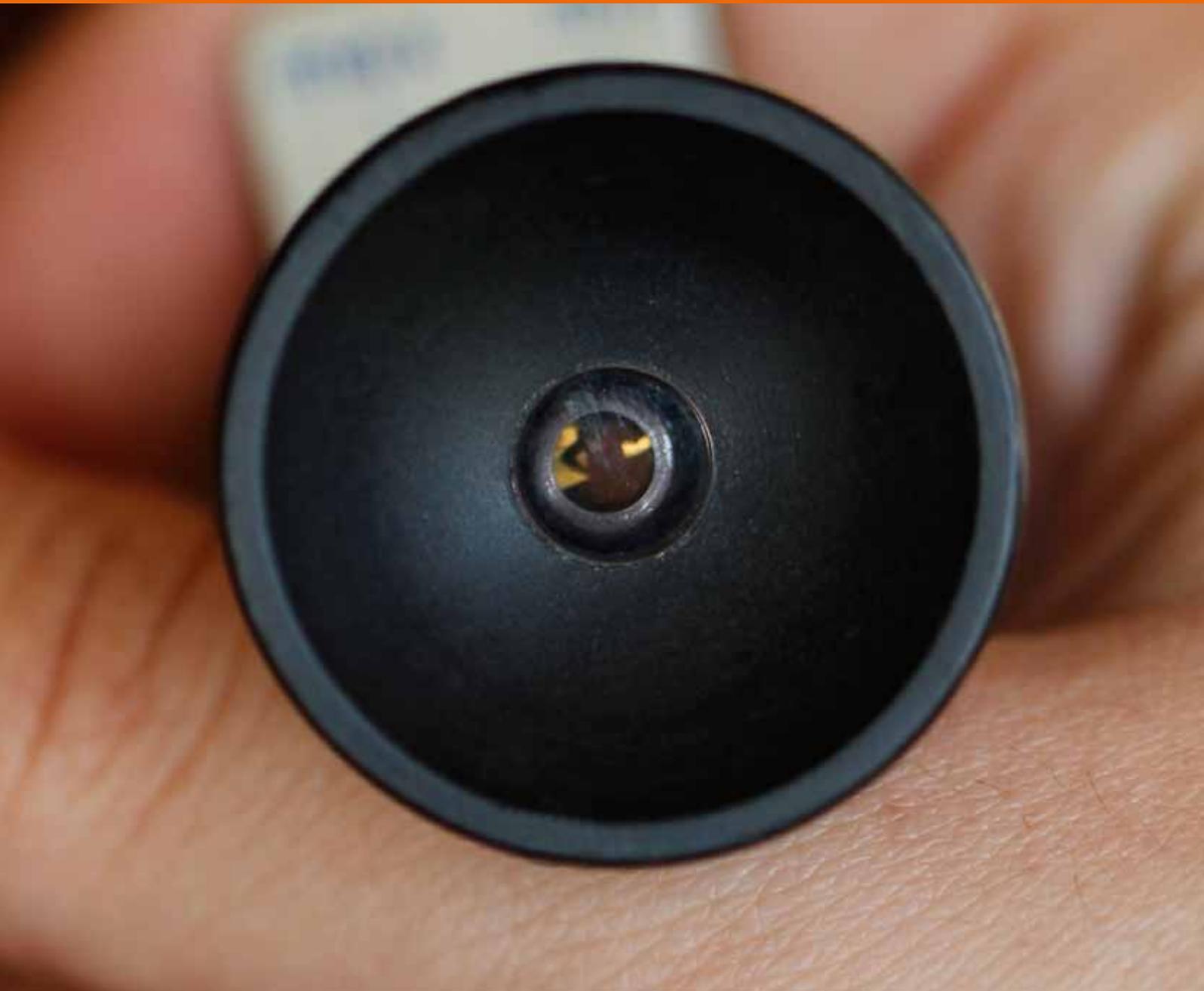




Abb. 1: Komponenten digitaler Endoskopiesysteme

# KOMPONENTEN FÜR DIE DIGITALE ENDOSKOPIE

Das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS betreibt im Auftrag von Industrieunternehmen und öffentlichen Einrichtungen angewandte Forschung und Entwicklung. Wir entwickeln für unsere Auftraggeber Software, mikroelektronische Schaltungen, Geräte und Systeme bis hin zu kompletten Industrieanlagen für Anwendungen der Mikroelektronik sowie Informations- und Kommunikationstechnik.

Endoskope finden seit über 100 Jahren Anwendung in der Diagnose und Therapie von Krankheiten und Verletzungen im Körperinneren. Die endoskopische Untersuchung von Speiseröhre, Magen, Darm, Blase, Lunge oder des Gebärmutterhalses ist dabei immer noch ein rein visueller Prozess, der für die Diagnosestellung häufig Biopsien erfordert.

Die Interpretation der entsprechenden Bildbefunde basiert hierbei weitgehend auf Erfahrungswerten der Ärzte und ist somit sehr subjektiv. Für Anwendungen in der diagnostischen Endoskopie entwickelt das Fraunhofer IIS Systeme und Verfahren für die Bildaufnahme, zur Bildverbesserung, der Charakterisierung und Klassifikation von Geweben sowie der Detektion von suspekten Läsionen, wie z. B. Darmpolypen.

Der möglichst schmale »Schlüsselloch«-Zugang bei der minimalinvasiven Chirurgie (MIC) oder gar »NOTES«-Eingriffen (Natural Orifice Transendoscopic Surgery) reduziert das Trauma durch den Eingriff, beschränkt aber gleichzeitig die Wahrnehmung und die Orientierung ebenso wie die Bewegungsfreiheit des Chirurgen. Mit dem aktuellen Instrumentarium von MIC und NOTES werden die zunehmenden Möglichkeiten der Mikroelektronik und Informationstechnik jedoch bei weitem nicht ausgeschöpft. Hier setzt das Fraunhofer IIS durch Entwicklungen für eine verbesserte Orientierung und Navigation im Körperinneren an. Dies sind z. B. sensorgestützte Systeme zur Bildaufrichtung bei Distalchip-Endoskopen, echtzeitfähige Bildpanoramen zur Blickfelderweiterung und Dokumentation sowie Bildaufbereitung und Artefaktunterdrückung für jegliche Art von Endoskopiesystem.

Im Bereich der »Endoskopie« als Teil des Geschäftsfeldes Medizintechnik erforscht und entwickelt das Fraunhofer IIS Komponenten für alle Teilgebiete der digitalen Endoskopie (vgl. Abbildung 1):

- Spezielle Sensoren
- Endoskopische Kamerasysteme und -plattformen
- Systeme für die Navigation, Lokalisation und Orientierung
- Drahtlose und drahtgebundene Übertragung
- Archivierung und Dokumentation
- Bildverbesserung und Augmentierung
- Computer-Assistierte Diagnose
- Benutzerschnittstellen
- Ausbildungs- und Trainingssysteme

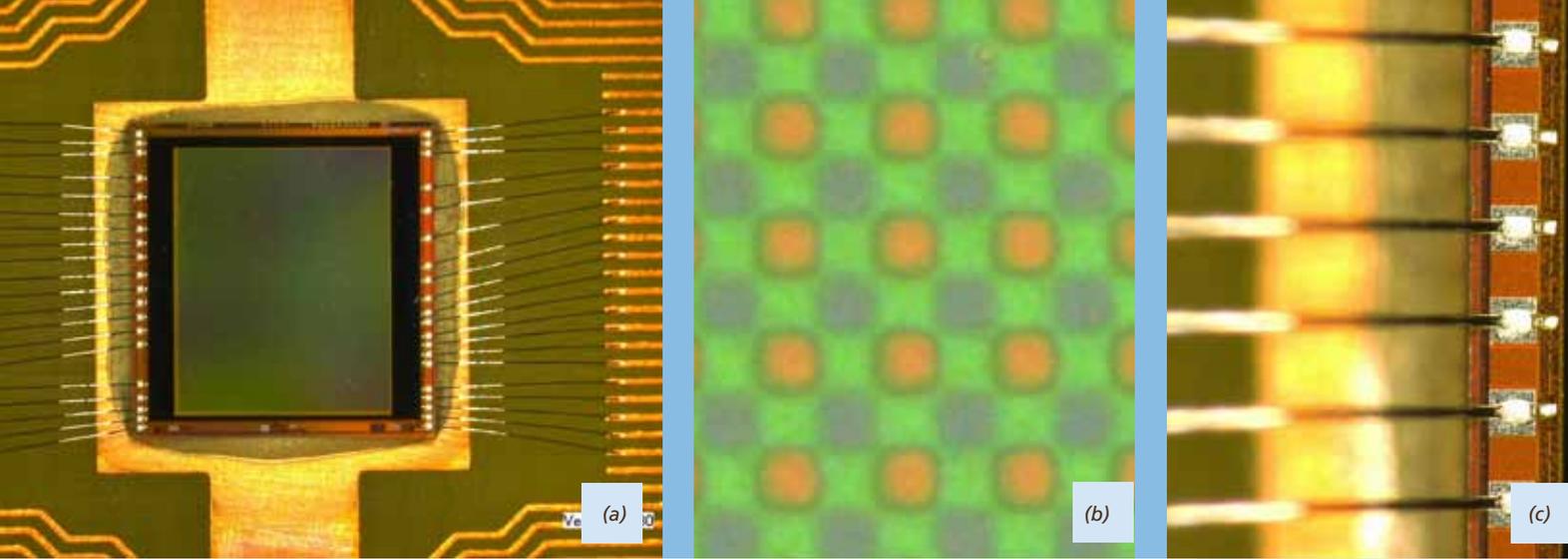


Abb. 2 :  
(a) Endoskopsensor  
(b) RGB Farbbeschichtung  
(c) Sensor-Verbindungstechnik

## KUNDENSPEZIFISCHE CMOS-BILDSENSOREN FÜR DIE ENDOSKOPIE

Die Abteilung Integrierte Schaltungen und Systeme entwickelt kundenspezifische Schaltungen. Unsere langjährige Design-Expertise basiert auf fundiertem System-Knowhow in den Bereichen Multimedia, Digitale Kommunikation, Bildverarbeitung und Sensor-Systeme.

Im Rahmen von Industrieaufträgen haben die IC-Designer des Fraunhofer IIS mehrere Sensoren für die Endoskopie entwickelt. Die Größe des Bildfeldes und die Sensor-Geometrie lassen sich nach Kundenwunsch erstellen. Dadurch können auch enge Bauräume (<1 mm Kantenlänge) optimal mit Pixelfeldern gefüllt werden.

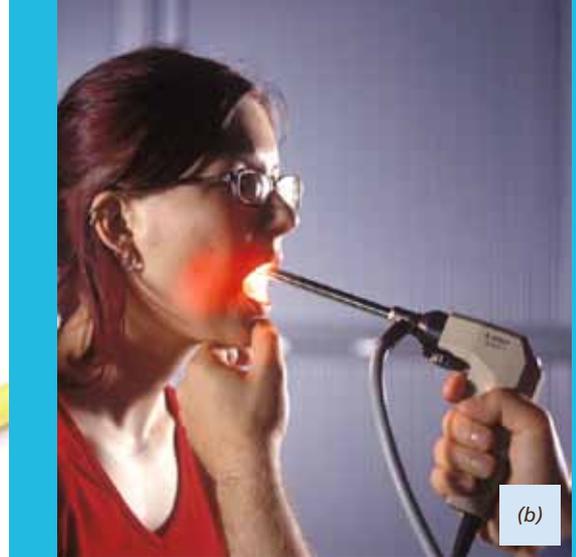
Die verwendeten CMOS-Technologien nutzen geeignete, industriell verfügbare CMOS-Prozesse (Pinned Cmos Image Sensor). Dadurch wird eine hohe Lichtempfindlichkeit und niedriges Rauschen erreicht. Die Digitalisierung der Bilddaten kann direkt auf dem Bildsensor erfolgen.

Neben Bildsensoren für die Endoskopie werden auch CMOS-Röntgensensoren für die industrielle Röntgenbildgebung entwickelt. Es wird neben der Entwicklung von sehr schnellen Sensoren die Entwicklung von applikationsspezifischen Analog-Digitalumsetzern für Bildsensoren als weiterer Schwerpunkt der Forschung vorangetrieben.

Kontakt: Klaus-Dieter Taschka, Telefon +49 9131 776-4475, klaus.taschka@iis.fraunhofer.de



(a)



(b)

Abb. 3: (a) Die Polarisationskamera POLKA  
(b) Hochgeschwindigkeitskamera für die  
Stimmfunktionsdiagnostik

## KAMERASYSTEME FÜR DIE ENDOSKOPIE

Die Abteilung Bildsensorik am Fraunhofer IIS beschäftigt sich seit über 20 Jahren mit Forschung und Entwicklung rund um das Thema »Digitale Kamera« und bietet basierend auf dieser langjährigen Erfahrung innovative Technologien und Dienstleistung für unterschiedliche Anwendungsbereiche an. Im Fokus stehen dabei neue bildgebende Verfahren (Polarisation, Time-of-Flight, Highspeed, etc.), extrem kompakte intelligente Kameraplattformen (Point-of-View HDTV Kameras, 3D-Aufnahmesysteme, etc.) sowie innovative Verfahren der Bildanalyse mit dem Schwerpunkt Gesichtsdetektion und Emotionsanalyse.

### Anwendungsbeispiel: »POLKA«

Unter dem Motto »Unsichtbares sichtbar machen« registriert die handlich kleine Polarisationskamera POLKA die Qualität des Lichts, die dem menschlichen Auge vollständig verborgen bleibt – die Polarisation. Während Intensität und Wellenlänge als Helligkeit beziehungsweise Farbe wahrgenommen werden, gibt es für die Polarisation keinen entsprechenden Sinneseindruck beim Menschen. Dabei birgt die Polarisation des Lichts wertvolle, bislang kaum genutzte Information. So verursacht z. B. die optische Doppelbrechung bei Materialspannungen in Glas oder transparenten Kunststoffen eine Änderung der Polarisationsseigenschaften. Diese Technologie kann auch in der Endoskopie verwendet werden. Durch geschickte Wahl der Polarisationssebene können Lichtreflexe im Livebild vermieden werden, die sich bei der Beurteilung und Analyse der betrachteten Szene störend auswirken.

### Anwendungsbeispiel: »HResEndoCAM«

Die menschlichen Stimmlippen schwingen im Normalfall beim Sprechen mit einer Grundfrequenz von etwa 120 Hz bei Männern und 250 Hz bei Frauen. Diese schnellen Bewegungen können mit herkömmlicher Kameratechnik nicht erfasst werden. Um die Bewegungsabläufe im Kehlkopf und die Schwingungen der Stimmlippen optisch aufzuzeichnen und funktionelle Stimmstörungen zu diagnostizieren, werden Hochgeschwindigkeitskameras verwendet. In Zusammenarbeit mit der Richard Wolf GmbH (Knittlingen) hat das Fraunhofer IIS das digitale Hochgeschwindigkeits-Kamerasystem »HResEndoCam« entwickelt, das seit 2005 als Medizinprodukt vertrieben wird. Das entwickelte digitale Hochgeschwindigkeitsaufnahmesystem besteht aus einem Kamerakopf mit abnehmbarem 90°-Lupenlaryngoskop, einer Steuereinheit sowie einer Schnittstelle zu einem kombinierten Archivierungs- und Auswertungsrechner. Der CMOS-Bildsensor im Kamerakopf besitzt eine räumliche Auflösung von 512 x 512 Bildpunkten. Die maximale zeitliche Auflösung (Aufnahmebildrate) liegt bei 4.000 Bildern pro Sekunde.

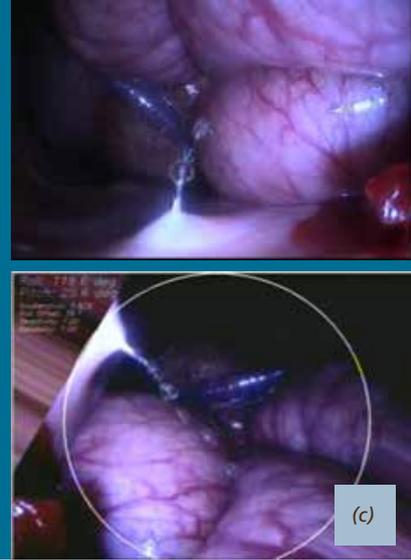
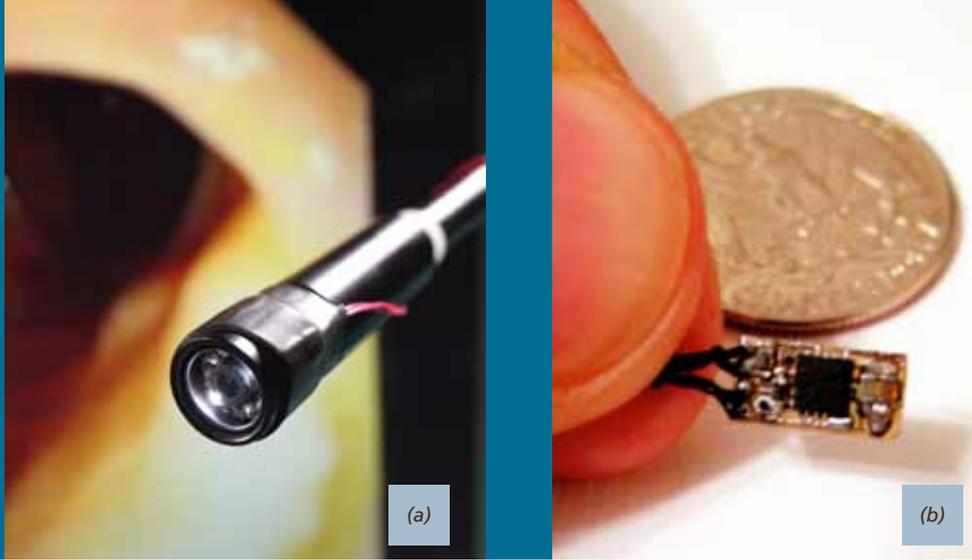


Abb. 4

(a) Beschleunigungssensor am Endoskop

(b) MEMS-Sensor

(c) Originalbild und aufgerichtetes Bild

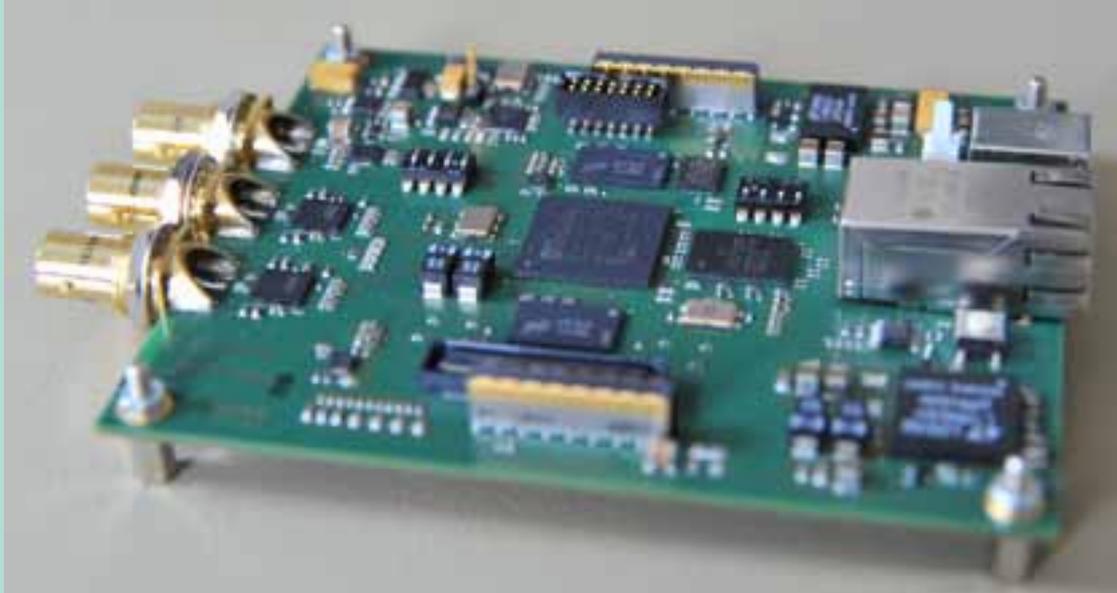
# TECHNOLOGIEN FÜR DIE NAVIGATION, LOKALISIERUNG UND ORIENTIERUNG

Im Bereich Lokalisierung bündelt das Fraunhofer IIS Kompetenzen am Standort Nürnberg. Die Lösungen gehen von drahtlosen Sensornetzen, über adaptive Antennen bis hin zu satellitenbasierten Empfängersystemen. Satellitenbasierte Ortung ist eine der Kernkompetenzen der Abteilung »Leistungsoptimierte Systeme«. Das Spektrum reicht dabei von hochpräzisen Mehrfrequenz-Empfängern (GPS, Galileo, GLONASS, EGNOS) bis hin zu nahtlosen Ortungsverfahren, bei denen verschiedene Lokalisierungstechnologien fusioniert werden, z. B. für eine lückenlose In- und Outdoorlokalisierung. Dabei werden sowohl kommerzielle Komponenten (Inertialsensorik) als auch eigene Entwicklungen (z. B. Algorithmen zur Bewegungsklassifikationen) genutzt, um bestehende Lokalisierungslösungen weiter zu verbessern und somit neue Anwendungsfelder zu erschließen.

## Anwendungsbeispiel: »EndOrientation« – Flexible Videoendoskope finden zunehmende Verbreitung bei interventionellen Eingriffen

Diese Systeme liefern eine hervorragende Bildqualität, stellen aber keinen stabilen Horizont zur Verfügung. Verdrehungen des Endoskops um die eigene Achse werden nicht kompensiert, das Bild am Monitor dreht sich mit. Dies erschwert die Orientierung während des Eingriffs und verringert somit dessen Effizienz. Betroffen davon sind Fachgebiete von der Chirurgie über die Urologie bis hin zu modernen interventionellen Verfahren wie NOTES und Single-Port-Eingriffe. Zur Verbesserung der Orientierung und Effizienzsteigerung von Eingriffen wurde die »EndOrientation«-Technologie entwickelt. Ein winziger dreiachsiger Beschleunigungssensor in MEMS-Technologie wird in das distale Ende des Endoskops integriert. Dieser misst den Anteil der Erdanziehungskraft auf jede der drei Achsen. Nach Filterung der Beschleunigungswerte wird die Orientierung der Endoskopspitze kontinuierlich berechnet. Die Aktualisierungsrate liegt weit über der Videorate von 30 Hz, die Genauigkeit bei ca. einem Grad. Die Bildrektifizierung wird im Videotakt über eine digitale Rotation des Endoskopbilds realisiert. Das »EndOrientation«-System wurde in Tierversuchen evaluiert. Die Koordination und Führung mehrerer Instrumente wurde bei endoskopischen Bildern mit stabilisiertem Horizont als deutlich intuitiver beurteilt. Die ermittelten Arbeitszeiten und Bewegungspfade stützten diese Beobachtung. Bessere Orientierung erlaubt die Durchführung von Eingriffen in effizienter und sicherer Art und Weise.

Kontakt: Javier Gutiérrez Boronat, Telefon +49 911 58061-6369, javier.gutierrez@iis.fraunhofer.de



*Abb. 5: Eingebettete Plattform zur Ausführung eines echtzeitfähigen Videocodex*

## DATENÜBERTRAGUNG

Am Fraunhofer IIS wird seit vielen Jahren intensiv im Bereich der digitalen, drahtlosen Datenübertragung geforscht. Im Fokus der Entwicklungstätigkeiten stehen Funkssysteme mit besonderem Augenmerk auf Datenrate, Reichweite und Robustheit. Je nach Anwendung müssen dabei Datenraten von wenigen kbit/Sek bis hin zu mehreren 10Mbit/Sek und Reichweiten von einigen Metern bis hin zu mehreren Kilometern Distanz berücksichtigt werden. Die Stärke liegt vor allem in kundenspezifischen Lösungen, deren Ansprüche über verfügbare Standards hinausgehen. Dazu werden in enger Zusammenarbeit mit dem Kunden auf Basis seiner Anforderungen adäquate Spezifikationen erstellt. Anhand dieser werden zuverlässige und neuartige Übertragungssysteme entwickelt und mit Hilfe modernster Messmethoden charakterisiert sowie validiert. Die zeitnahe Realisierung der Übertragungssysteme erfolgt ebenfalls auf angepassten Technologien und Chipsätzen.

Derzeit entwickeln wir im Pilot-Projekt »Ressourcenoptimierte Funkssysteme« eine Sendeplattform, die besonders flexibel, energiesparend und mit geringer Latenz Bilddaten übertragen kann.

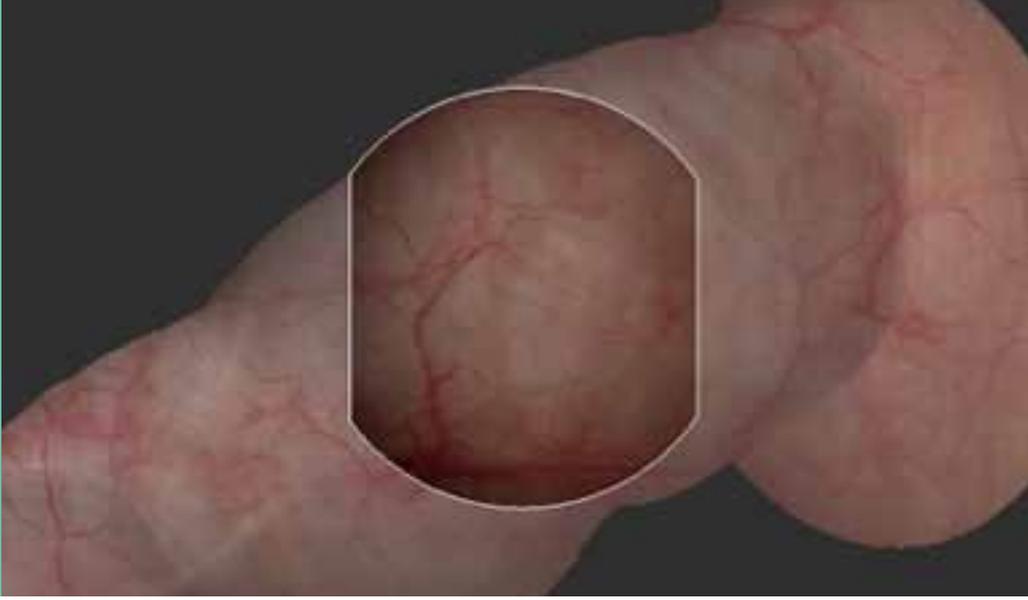
Kontakt: Christof Schlund, Telefon +49 9131 776-3199, [christof.schlund@iis.fraunhofer.de](mailto:christof.schlund@iis.fraunhofer.de)

## BILD- UND VIDEOKOMPRESSION

Das Fraunhofer IIS entwickelt Lösungen zur Kompression von Bild- und Videodaten. Damit lässt sich sowohl der benötigte Speicherplatz als auch die Übertragungszeit für medizinische Bilddaten reduzieren. Unterschiedliche Technologien wie JPEG 2000, H.264 oder proprietäre Codecs gestatten den Entwurf eines optimalen Systems für unterschiedliche Anwendungen. JPEG 2000 beispielsweise punktet mit einem sehr flexiblen Zugriff auf Daten, verlustloser und verlustbehafteter Kompression sowie mit der Unterstützung von Volumen- und HDR-Daten. Proprietäre Codecs erlauben dagegen, Kompressionen mit möglichst geringem Chip- oder Rechenbedarf zu erstellen.

Implementierungen für Grafikkarten, FPGAs, Multicore-Rechner bis hin zu benutzerdefinierten Chips (custom ASICs) machen eine Integration in unterschiedliche Zielsysteme möglich. Darüber hinaus existieren Lösungen zum Management von Metadaten sowie für einen effektiven Zugriffsschutz in Form von Verschlüsselung und Zugriffsmanagement. Deren Integration in Dateisysteme erleichtert ihre Benutzung in unterschiedlichen Applikationen.

Kontakt: Dr. Joachim Keinert, +49 9131 776-5152, [joachim.keinert@iis.fraunhofer.de](mailto:joachim.keinert@iis.fraunhofer.de)



*Abb. 6: Anatomischer Kontext  
und Dokumentation durch  
Echtzeit-Panoramabilder*

## **BILDAUFBEREITUNG UND AUGMENTIERUNG**

Als Teil des Geschäftsfeldes Medizintechnik des Fraunhofer IIS entwickelt die Abteilung Bildverarbeitung und Medizintechnik Lösungen für die bildgestützte Analyse und Unterstützung diagnostischer und therapeutischer Fragestellungen. Die Arbeitsschwerpunkte liegen einerseits in der Entwicklung und Untersuchung von Bildanalyseverfahren zur Unterstützung bei der Diagnose, der rechnergestützten Tumorfriherkennung und der Therapieverlaufskontrolle. Andererseits werden Verfahren und Systeme für die Analyse, Visualisierung und Interpretation endoskopisch gewonnener Daten (Laparoskopie, Zystoskopie, Koloskopie, Laryngoskopie, Bronchoskopie, etc.) entwickelt.

### **Anwendungsbeispiel: »Endorama«**

Ein eingeschränktes Sichtfeld behindert vom Gastroenterologen bis zum Chirurgen jeden endoskopisch tätigen Mediziner. Um den Kontext eines diagnostischen oder therapeutischen Eingriffs zu visualisieren, muss die Endoskopspitze in regelmäßigen Abständen bewegt und damit von der Stelle des Eingriffs entfernt werden. Allerdings wird das damit erfasste Sichtfeld nur temporär sichtbar und Zusammenhänge zwischen Situs und der anatomischen Peripherie muss der Arzt gedanklich herstellen. Durch die Entwicklung sog. Stitching-Technologien können in Echtzeit aus kontinuierlich aufgenommenen Bildsequenzen räumlich hoch aufgelöste Panoramabilder berechnet werden. Diese erlauben es, mehr als ein einzelnes endoskopisches Sichtfeld gleichzeitig darzustellen. Durch den hohen Rechenbedarf herkömmlicher Verfahren werden solche Bilder meist nicht »online« während eines Eingriffs erstellt, sondern stehen erst zu einem späteren Zeitpunkt zur Verfügung. Um diese Limitation zu umgehen und Panoramabilder in Echtzeit und damit während eines endoskopischen Eingriffs zu erstellen und zu nutzen, wurde das Endorama-System entwickelt.

Durch die Panorama-Bilder mit eingeblendetem Livebild steht immer ein anatomischer Kontext während endoskopischer Eingriffe zur Verfügung. Dieser kann jederzeit durch einfache Endoskop-Bewegungen aktualisiert und erweitert werden. Dies erleichtert Orientierung und Überblick im Operationsfeld. Die Dokumentation und Qualitätssicherung von Eingriffen wird durch ein oder mehrere Panoramabilder verbessert. Sie sind schnell zu überblicken, einfach zu archivieren und leicht weiterzuleiten.

Kontakt: Dr. Christian Münzenmayer, Telefon +49 9131 776-7310,  
christian.muenzenmeyer@iis.fraunhofer.de



*Abb. 7: Punktkorrespondenzen zwischen Angiographie und Herzvideo (links) und Überlagerung der Angiographie auf das Herzvideo (rechts)*

### **Computer-Assistierte Intervention**

Für die zunehmende Teilautomatisierung von chirurgischen Eingriffen werden immer häufiger bildbasierte Überwachungs- und Regelsysteme notwendig. Durch schnelle Kamerasysteme und Auswerteverfahren kann eine Prozesskontrolle und Regelung erfolgen.

#### **Anwendungsbeispiel: »MISS«**

Im Kontext des Projekts MISS (Minimal Invasive Smart Suture) wurde ein Ansatz entwickelt, durch den präoperative Bilder und Planungsdaten während des Eingriffs am Operationsgebiet verfügbar gemacht werden können. Eine Videoansicht des Organs, in dem Beispielszenario das Herz, wird während der Operation aufgezeichnet und mit präoperativ erfassten Angiographieaufnahmen des Patienten überlagert. Basierend auf, durch den Chirurgen interaktiv gesetzten Punktkorrespondenzen in beiden Bildmodalitäten (vgl. Abb. 7), wird eine landmarkenbasierte Bildregistrierung berechnet, um präoperative Bilder auf die aktuelle Ansicht abzubilden (vgl. Abb. 7). Aufgrund der Bewegungen des schlagenden Herzens, der Atmung und des Eingriffes können die verfolgten Landmarken im Videobild ungültig werden. Um diesem Problem zu begegnen und eine kontinuierliche Interaktion zu vermeiden, werden die Landmarken so lange automatisch verfolgt bis die Szenerie zu sehr verändert ist und keine Verfolgung mehr möglich ist. Als Ergebnis entstand ein interaktives System, das eine erweiterte Visualisierung und Augmentierung von Videosequenzen ermöglicht und den Chirurgen in seiner Orientierung unterstützt. Das System kann für alternative Szenarien mit ähnlichen Randbedingungen erweitert werden.

#### **Anwendungsbeispiel: »MILOS«**

Für ein laser-basiertes Resektionswerkzeug in der Neurochirurgie entwickelt das Fraunhofer IIS die Prozessüberwachung, die eine kontinuierliche Nachführung des Laserstrahls erlaubt. Echtzeitfähige Trackingalgorithmen erlauben eine Verfolgung und Regelung von Bewegungen bis 100 Hz auf schwierigem Bildmaterial.

Kontakt : PD Dr. Thomas Wittenberg, Telefon +49 9131 776-7330,  
thomas.wittenberg@iis.fraunhofer.de



Abb. 8: Computer-Assistierte Diagnose in der Urologie

## COMPUTER-ASSISTIERTE DIAGNOSE

Bösartige Neubildungen des Verdauungstrakts und der Atemwege haben unbehandelt meist weitreichende Folgen. Die Behandlung zu spät erkannter Läsionen führt bei den Betroffenen zu einer erheblichen Einschränkung der Lebensqualität. Das Ziel von Vorsorgeuntersuchungen ist es daher sowohl primäre Tumore als auch Tumorrezidive frühzeitig zu erkennen und zu charakterisieren. Für die diagnostische Bildgebung in Lunge und Verdauungstrakt werden heute standardmäßig videoskopische Systeme in Kombination mit digitaler Aufzeichnung und Archivierung eingesetzt. Mit solchen Systemen ist die direkte Begutachtung von Morphologie und Texturierung des betroffenen Gewebes möglich. Allerdings sind viele endoskopische Untersuchungen heute immer noch mit diagnostischer Unsicherheit behaftet, da visuell oftmals nur unbefriedigend zwischen unauffälligen und auffälligen Schleimhauttypen und Läsionen unterschieden werden kann und die Verlässlichkeit der Diagnose stark von der Erfahrung des Untersuchers abhängt. Eine endgültige Diagnose erfordert daher immer die pathologisch-histologische Begutachtung von Gewebeproben.

### Anwendungsbeispiel: »EndoCAD«

Um dem untersuchenden Facharzt neben den unterschiedlichen visuellen Eindrücken eine objektive Diagnoseunterstützung zu geben, eignet sich eine automatische, bildbasierte Gewebecharakterisierung als Ergänzung zur konventionellen Biopsie. Mittels endoskopischer Systeme werden textuelle, morphologische, farbliche und ggf. funktionelle Parameter zur Charakterisierung der Gewebe erfasst. Durch Nutzung innovativer Verfahren zur Bildanalyse und Bildinterpretation ist es möglich die Unterscheidung von auffälligem und unauffälligem Gewebe zu unterstützen. Hierzu werden zur aktuellen Bildregion ähnliche Referenzbilder aus einer Datenbank automatisch bestimmt und können z. B. mitsamt den relevanten Anamnesedaten während der Untersuchung angezeigt werden. Anhand der histologischen Befunde der Referenzbilder erhält der Untersucher einen Diagnosevorschlag für den aktuellen Fall. Vorklinische Studien wurden mit dem EndoCAD System für die Diagnose von Barrett's Ösophagus (Gastroskopie), Blasenkarzinomen (Urologie) sowie Läsionen im Gebärmutterhals (Kolposkopie) und der Lunge (Bronchoskopie) durchgeführt.

Kontakt: PD Dr. Thomas Wittenberg, Telefon +49 9131 776-7330,  
thomas.wittenberg@iis.fraunhofer.de



Abb. 9: Hand-, Gesten- und Positionserkennung mit SHORE™ (links)

Derzeit realisierter Gestenwortschatz:  
„Spread“, „Fist“, „Point“ (rechts)

## BENUTZERSCHNITTSTELLEN UND INTERAKTION

In den vergangenen Jahren haben sich viele Methoden der medizinischen Bildverarbeitung in der medizinischen Routine etabliert, z. B. für die Computer-Assistierte Diagnose CAD, die interaktive 3D-Visualisierung oder bei der Planung von chirurgischen Eingriffen. Da die meisten dieser Einsatzgebiete überwiegend präoperativ stattfinden, stellt die Interaktion mit dem Computer kein Problem dar. So müssen beispielsweise regelmäßig die Parameter der Bildverarbeitung und -darstellung verändert oder Bildregionen oder Volumen interaktiv segmentiert werden. Für solche Mensch-Maschine-Interaktionen werden i.d.R. Eingabegeräte wie Maus, Joystick, Tastatur oder Touch-Screens (berührungsempfindliche Bildschirme) verwendet.

In sterilen Umgebungen, wie in einem OP sind direkte, berührungsabhängige Interaktionen zwischen Benutzer und Bildverarbeitungssystem allerdings kaum möglich. Zur Unterstützung eines Chirurgen im OP wurde ein prototypisches System zur optischen Gestenerkennung und -analyse für die interaktive Steuerung und Segmentierung von endoskopischen Bildern realisiert und evaluiert.

### Anwendungsbeispiel

Das innovative Verfahren einer gestengesteuerten Segmentierung für die Endoskopie basiert auf einer Echtzeit-Videoanalyse eines Datenstroms, der mit einer konventionellen Kamera aufgenommen wird, die sich oberhalb des Kontrollmonitors befindet und das Arbeitsvolumen des Chirurgen erfasst. Jedes Bild wird mit dem sog. SHORE Framework (Sophisticated Highspeed Object Recognition Engine) analysiert, das in einer Trainingsphase auf die automatische Erkennung von unterschiedlichen Handgesten trainiert wurde.

Eine Evaluation des Interaktionsverfahrens wurde auf Bildern mit klaren Grenzen und bekannter Grundwahrheit durchgeführt. Die Messungen der Interaktionsdauer und der Genauigkeit der Segmentierung zeigen, dass eine gestenbasierte Interaktion mit einem Computer sowie eine interaktive Segmentierung endoskopischer Bilder unter Nutzung einer optischen Kamera (WebCam) möglich sind. Eine Erweiterung und Übertragung auf andere alternative Eingabemodalitäten (Kinect, TOF) mit dediziertem Gestenwortschatz ist möglich.

Kontakt: Dr.-Ing. Jens-Uwe Garbas, Telefon +49 9131 776-5160, jens.garbas@iis.fraunhofer.de



*Abb. 10:  
Das Medizintechnische Test- und Anwendungszentrum METEAN des Fraunhofer IIS während einer interaktiven Weiterbildungsmaßnahme für die Kolposkopie (Bildschirmanzeige für die Fallbasierte Diagnoseunterstützung)*

# AUSBILDUNGS- UND TRAININGSSYSTEME

Das Erlernen der schwierigen morphologischen Differenzierung von verschiedenartigem Gewebe und Läsionsarten in endoskopischen Ansichten jeglicher Domäne (Urologie, Bronchoskopie, Koloskopie, Kolposkopie, Laryngoskopie, Laparoskopie, Neurochirurgie, etc.) und Modalität (Weißlicht-, NBI-, Chromo-, Konfokale-, Zoom- oder andere Endoskopie) bedarf i.d.R. jahrelanger Erfahrung, die durch das Betrachten und Studieren vieler endoskopischer Untersuchungen in vivo sowie in Bildsammlungen und Atlanten mühsam geübt und perfektioniert werden muss. Innovative Technologien ermöglichen es jedoch, mit Hilfe digitaler Medien, die Ausbildung in der diagnostischen und interventionellen Endoskopie interaktiv und Patienten unabhängig zu gestalten. Auf der Basis histologisch gesicherter, endoskopischer Falldatensammlungen können die Benutzer das in Workshops oder im Selbststudium erworbene Wissen mit geeigneten Bilddaten überprüfen, indem mit neuen digitalen Trainings- und Testmodulen interaktiv Läsionen markiert und klassifiziert werden. Textuelle und graphische Annotationen können ergänzt und dargestellt werden. Durch diese Metainformationen ist ein Vergleich mit einer qualifizierten Expertenmeinung leicht herstellbar, der den individuellen Lernerfolg quantifizierbar macht.

## Anwendungsbeispiel

In Kooperation mit der Frauenklinik der Universität Erlangen wurde in den vergangenen Jahren im Rahmen regelmäßiger Fortbildungskurse ein Trainingssystem für die Kolposkopie durch ca. 100 Teilnehmer evaluiert. Eine Auswertung der Ergebnisse ergab, dass die Teilnehmer unter Zuhilfenahme des Systems diagnostisch sicherer wurden. Die Resonanz der Teilnehmer war überaus positiv und motiviert zum Einsatz des Systems in der Weiterbildung und als regelmäßiges Trainingsinstrument. Die Trainingssoftware kann dabei wahlweise lokal auf Computern genutzt, aber auch für eine Vielzahl digitaler Endgeräte wie Tablets und Smartphones über das Internet verfügbar gemacht werden. Eine Anpassung an weitere Anwendungsfelder und Modalitäten ist jederzeit möglich.

Kontakt: Dr. Christian Münzenmayer, Telefon +49 9131 776-7310,  
christian.muenzenmeyer@iis.fraunhofer.de

# WWW.IIS.FRAUNHOFER.DE/ENDOSKOPIE



## Unser Angebot

Das Fraunhofer IIS entwickelt konkret umsetzbare technische Lösungen für die diagnostische und interventionelle Endoskopie. Industrieunternehmen und Kliniken jeder Größe profitieren von der Verbund- und Auftragsforschung. Für kleine und mittlere Unternehmen ohne eigene FuE-Abteilung bieten wir innovatives Know-how und können als »verlängerte Werkbank« dienen. Als ein Institut der Fraunhofer-Gesellschaft finanzieren wir uns sowohl durch Auftragsforschung als auch durch öffentliche Förderung. Dadurch arbeiten wir in einem dynamischen Gleichgewicht zwischen anwendungsorientierter Grundlagenforschung und innovativer Entwicklung. Unser wichtigstes Ziel ist der Transfer von Wissen und Ergebnissen aus der Wissenschaft in die Praxis. Forschungsprojekte aus privater und öffentlicher Förderung erlauben uns dabei auftragsunabhängige Vorlauftforschung in zukunftsrelevanten Technologiebereichen deren Ergebnisse wir in die Kooperation mit der Wirtschaft einbringen. Von der Machbarkeitsstudie für Ihr spezifisches Problem, kundenspezifische Auswertung großer Bilddatenmengen bis hin zum Forschungs- und Entwicklungsprojekt bieten wir Ihnen gerne unsere Dienstleistungen an. Neben der Adaption und Lizenzierung vorhandener Systeme (Hardware, Software) und Komponenten sowie Verfahren und Algorithmen in bestehende Systeme, implementieren wir auf Wunsch auch Komplettsysteme mit Steuerungssoftware und Benutzeroberfläche. Unser Medizintechnisches Test- und Anwendungszentrum METEAN verfügt über eine sehr enge Anbindung an das Universitätsklinikum Erlangen und kann Ihnen so schnell und einfach Zugang zu klinischer Fachexpertise verschaffen. Darüber hinaus unterstützen wir Sie bei der technischen Dokumentation, der Durchführung des Risikomanagements und der Planung und Durchführung von Klinischen sowie Leistungsbewertungsstudien entsprechend der einschlägigen Richtlinien (DIN EN14971, 93/42/EWG, 98/79/EG) und gesetzlichen Vorgaben nach dem Medizinproduktegesetz.

## Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS

Institutsleiter  
Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger

Am Wolfsmantel 33  
91058 Erlangen

## Entwicklungsbereich Endoskopie

Ansprechpartner  
PD Dr. Thomas Wittenberg  
Telefon +49 9131 776-7330  
thomas.wittenberg@iis.fraunhofer.de