

Was gibt es Neues in der Chirurgie? Jahresband 2011

Berichte zur chirurgischen Fort- und Weiterbildung

von

Konrad Meßmer, Joachim Jähne, Peter Neuhaus

2011

ecomед Landsberg 2011

Verlag C.H. Beck im Internet:
www.beck.de

ISBN 978 3 609 76987 5

Zu [Inhaltsverzeichnis](#)

schnell und portofrei erhältlich bei beck-shop.de DIE FACHBUCHHANDLUNG

2.14 Was gibt es Neues in der computer- und telematik-assistierten Chirurgie?

H. FEUSSNER, A. SCHNEIDER, H. FRIESS und D. WILHELM

1 Einleitung

Die Chirurgie ist ein manuell geprägtes Fach, so dass prima vista moderne Computertechnologien und die Telematik nur begrenzt für die direkte Unterstützung des chirurgischen Handelns geeignet scheinen.

Spätestens seit der Einführung der kameragestützten Chirurgie hat sich die Situation grundlegend gewandelt.

Heute ist insbesondere die minimalinvasive Chirurgie ohne Computer- und Telematikerunterstützung nicht mehr denkbar, wie im Folgenden an konkreten Anwendungsfeldern gezeigt wird. Die Darstellung ist methodisch – nicht indikatorisch strukturiert. Telematik ist ein Kunstwort aus Telemedizin und Informatik.

Es soll insbesondere gezeigt werden, dass das Potenzial neuerer Operationsmethoden direkt von der Weiterentwicklung technischer und methodischer Hilfsmittel im weitesten Sinn abhängt.

2 Visualisation

Die optimale visuelle Wahrnehmung des Operationfelds ist eine *conditio sine qua* für die Durchführung des operativen Eingriffs.

Eine bemerkenswerte Verbesserung der Abbildungsqualität konnte durch die Einführung des HDTV-Standards erreicht werden, die in den letzten Jahren flächendeckend erfolgt ist.

Durch die Erweiterung der Zeilenzahl und die Verbesserung der Bildaufbauverfahren und der Bildwiederholrate konnte die horizontale, vertikale und zeitliche Auflösung ganz erheblich gesteigert werden.

Weniger spektakulär, aber dennoch von erheblicher Bedeutung sind weitere Verbesserungen in der Bildverarbeitung, wie z.B. die Kontrastanhebung.

Die insgesamt erheblich verbesserte Bildübertragungstechnik hat bewirkt, dass Anwenderseits die Forderung nach einer 3D-Visualisierung derzeit nicht mehr aktuell ist.

3 Räumliche Orientierung

Die räumliche Orientierung wird erheblich durch die Stabilität des Bildes beeinflusst. Bereits bei minimal-invasiven Eingriffen mit starren Teleskopen (laparoskopische Thorakoskopie) ist es störend, wenn es bei nicht ausreichend sorgfältiger Kameraführung zur Rotation des Bildes kommt, d.h. der Horizont des Bildes schwankt. In noch stärkerem Maß gilt das für Mono-Port- oder gar narbenlose Chirurgie (natural orifice transluminal endoscopic surgery: NOTES).

Es ist heute technisch möglich, die Lage des Horizonts praktisch in Echtzeit und kontinuierlich zu stabilisieren, sodass „Oben“ und „Unten“ immer korrekt und stabil der Realität entsprechend abgebildet werden. Die erforderliche Information für die Horizontkorrektur liefern miniaturisierte Gravitationsensoren, die in die Kamera integriert sind (Abb. 1).

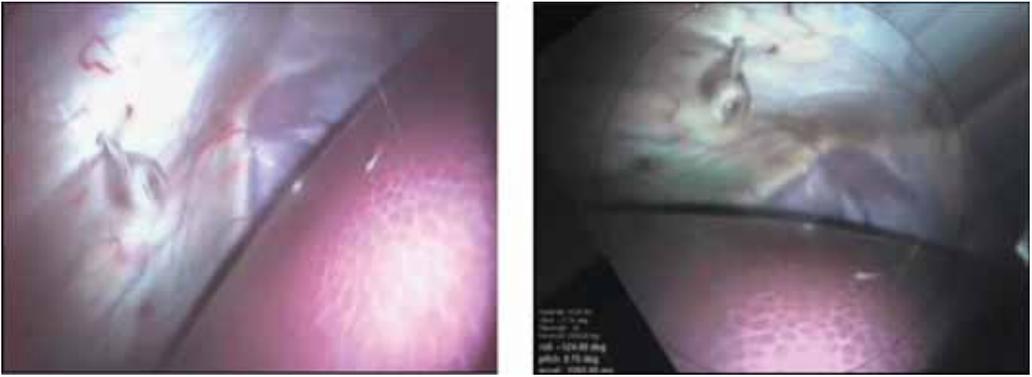


Abb. 1: Automatische Horizontkorrektur in Echtzeit. Links dargestellt das Originalbild, rechts das korrespondierende horizontkorrigierte Bild.

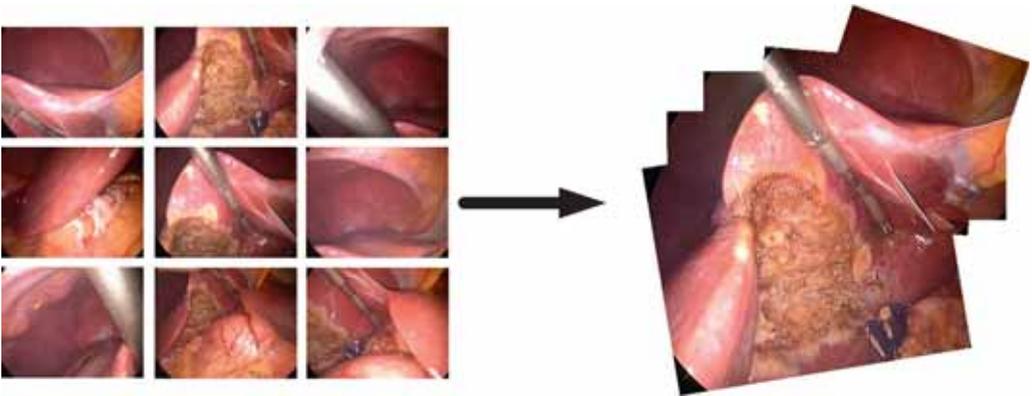


Abb. 2: Um das bei der kameragestützten Chirurgie immer eingeschränkte Sichtfeld zu erweitern, steht heute die Bildverarbeitungsmethode des sog. „Mosaiking“ zur Verfügung. Aus der Vielzahl von (kleinen) Einzelaufnahmen wird sozusagen eine Panoramaansicht synthetisiert, die die räumliche Orientierung erheblich erleichtert.

Eine weitere Verbesserung der intraoperativen visuellen Orientierung kann durch eine (virtuelle) Erweiterung des intraoperativen Sichtfelds erreicht werden. Durch den Einsatz des Teleskops wird bereits schon bei der minimalinvasiven Chirurgie der Blick auf den Situs erheblich eingengt. Es resultiert ein „Tunnelblick“, durch den die Einsicht in die Peripherie des unmittelbaren Operationsfelds verloren geht und somit die räumliche Orientierung erschwert wird.

Dieses spezifische Problem der kameragestützten Chirurgie wird bei der Monoport-Chirurgie und erst recht bei NOTES noch viel relevanter, weil hier das Sichtfeld noch einmal erheblich kleiner als in der MIC ist. Für die Lösung dieses Problems käme

aus technischer Sicht die temporäre Umschaltung auf ein Weitwinkelobjektiv in Betracht. Abgesehen davon, dass damit nur eine situative und keine kontinuierliche Darstellung der Peripherie möglich ist, ist eine „Fischaugenfunktion“ bei dünnkalibrigen (NOTES) bzw. flexiblen Optiken derzeit noch nicht ohne Weiteres zu realisieren.

Eleganter wäre deshalb eine kontinuierliche Darstellung des Gesamtsitus auf einem anderen Weg.

In den letzten Jahren wurden Verfahren zur software-basierten 3D-Rekonstruktion von Oberflächen entwickelt, sodass der Bezug des aktuellen Kameraausschnitts zum Gesamtobjekt (d.h. dem ganzen OP-Situs) hergestellt werden kann. Erwäh-

nenswert sind Lichtfeld-basierte Verfahren oder Methoden der Mustererkennung [1, 9, 13]. Die einzelnen aufgenommenen Bildausschnitte werden zueinander registriert und die Überlappbereiche aus dem Gesamtbild entfernt. Die entstehenden Randstellen werden durch „Vernähen“ oder Wachstumsverfahren geschlossen (Abb. 2). Aus vielen Einzelbildern wird wie bei einem Mosaik ein Gesamtbild rekonstruiert, sodass auch diejenigen Abschnitte des Situs erkennbar sind, auf die die Kamera zum aktuellen Zeitpunkt nicht gerichtet ist.

4 Time-of-Flight

Ein weiteres Verfahren, das auch für das „Mosaiking“ gut geeignet ist, ist die sog. Time-of-Flight-Messung (ToF).

Bei diesem Verfahren wird über die Phasenverschiebung eines Lichtstrahls, der vom Objekt reflektiert wird, die absolute Distanz zu dem betreffenden Objekt ermittelt. Da diese Messung quasi in Echtzeit für jedes einzelne Pixel mit hoher Abtastfrequenz durchgeführt werden kann, wird die dreidimensionale Erfassung der betrachteten Oberfläche möglich (Abb. 3).

Damit kann sozusagen eine „Geometrie“ des intraabdominalen Situs erstellt werden, da jedes Objekt anhand seiner Oberfläche erkannt wird. Auf diese Weise können dann jederzeit Einzelbilder in ein großes Panoramabild eingeordnet werden.

Abgesehen von der Möglichkeit des „Mosaikings“ bietet die ToF-Methode auch hervorragende Möglichkeiten, den Prozess der Referenzierung zu

verbessern, der für die intraoperative Befunddarstellung in augmentierter Realität erforderlich ist.

Referenzierung bedeutet, zwei verschiedene Koordinatensysteme so passgenau zur Deckung zu bringen, dass aus der Überlagerung sinnvolle Mehrinformationen resultieren. Konkret geht es hier um die Integration der Befunde aus der präoperativen Bildgebung in das aktuelle Bild des Operations situs.

Die Idee, die Befunde der präoperativen Diagnostik auf den intraoperativen Situs zu projizieren, um auf diese Weise zusätzliche Informationen über die 3. Dimension zu erhalten [6], ist nicht neu. Die praktische Umsetzung scheiterte bisher aber, weil die präoperativ erhobenen Befunde keineswegs unmittelbar auf den intraoperativen Situs übertragen werden können. Eine Adaptierung des jeweiligen Volumendatensatzes auf die intraoperativ veränderte Anatomie ist dringend erforderlich. Abgesehen von Ansätzen, die auf intraoperativen diagnostischen Verfahren beruhen (z.B. Ultraschall) bietet die ToF-Methodik durch die 3D-Information in Echtzeit hervorragende Möglichkeiten für die erforderliche Anpassung.

5 „Robotik“: Mechatronische Assistenzsysteme

In der Viszeralchirurgie haben sich die großen Hoffnungen nicht erfüllt, die in die erste Generation von Medizinrobotern (z.B. ZEUS, DaVinci) sowie Kameraführungssysteme (z.B. AESOP) gesetzt wurden. Es liegen mittlerweile zahlreiche Studien vor, die überzeugend nachweisen, dass der Einsatz dieser Systeme bei dem deutlich erhöhten Zeit- und Kostenaufwand ohne merkbaren Vorteil für Arzt und Patient nicht gerechtfertigt ist [2, 3, 8, 10]. Einer der beiden Anbieter von „Operationsrobotern“ musste sich infolge dieser Entwicklung vom Markt zurückziehen. Das wirtschaftliche Überleben des Mitbewerbers konnte dadurch gesichert werden, dass es gelang, in der urologischen Chirurgie einen Indikationsbereich (Prostatektomie) zu finden. Bisher gibt es jedoch noch keine Evidenz für einen Vorteil der Robotergestützten Prostatektomie.

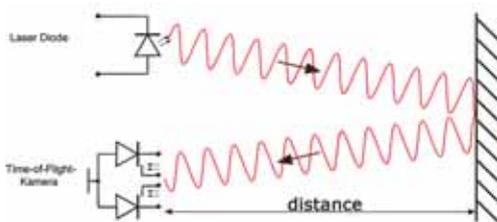


Abb. 3: Prinzip der „Time-of-Flight“-Entfernungsmessung.