

**7. Workshop
Automatisierungstechnische
Verfahren für die Medizin vom
19. - 21. Oktober 2007 in
München**



**„Blickgesteuerte Kopfkamera zur Video-Dokumentation
offener chirurgischer Eingriffe mit hybrider Anzeige von
Blick- und kopffestem Szenenfilm“**

E. Schneider, J. Vockeroth, K. Bartl, T. Dera, S. Bardins, T. Brandt
Lehrstuhl für Neurologie, Klinikum der Universität München – Großhadern, München,
Deutschland
E-Mail: eschneider@nefo.med.uni-muenchen.de

T. Villgrattner
Lehrstuhl für Angewandte Mechanik, TU München, Garching, Deutschland

Copyright: VDI Verlag GmbH
Band: Fortschritt-Bericht VDI Reihe 17 Nr. 267 „Automatisierungstechnische
Verfahren für die Medizin, 7. Workshop, Tagungsband“
Editors: Ralf Tita, Robert Riener, Martin Buss, Tim C. Lüth
ISBN: 978-3-18-326717-0
Pages: 39-40

Blickgesteuerte Kopfkamera zur Video-Dokumentation offener chirurgischer Eingriffe mit hybrider Anzeige von Blick- und kopffestem Szenenfilm

E. Schneider¹, J. Vockeroth¹, K. Bartl¹, T. Dera¹, S. Bardins¹, T. Villgratner², T. Brandt¹

¹Lehrstuhl für Neurologie, Klinikum der Universität München – Großhadern
Marchioninistr. 23, 81377 München

²Lehrstuhl für Angewandte Mechanik, TU München
Boltzmannstraße 15, 85748 Garching

eschneider@nefo.med.uni-muenchen.de

EINLEITUNG

Die akkurate Video-Dokumentation eines endoskopischen Eingriffs stellt mit der heutigen Technik prinzipbedingt keine große Herausforderung dar. Im Gegensatz dazu ist die Video-Dokumentation einer offenen Operation durch eine Reihe von Schwierigkeiten gekennzeichnet. Stand der Technik sind entweder Kameras in den OP-Leuchten oder auch kleine Kopfkameras, die zusammen mit Stirnleuchten am Kopfband des Chirurgen befestigt sind, sowie Kameramänner, die dem Chirurgen assistieren.

Das ideale Werkzeug zur video-basierten Dokumentation offener chirurgischer Eingriffe sollte den Eingriff permanent und mit großer Detailtiefe aus der unverdeckten Sicht des verantwortlichen Chirurgen zeigen, ohne dem Zuschauer unruhige, verwackelte Bilder zuzumuten und ohne den Chirurgen in seiner Sicht, seinem Komfort oder seiner Bewegungsfreiheit einzuschränken. Diese Eigenschaften würden ihm ermöglichen, unabhängig vom Schwierigkeitsgrad des Eingriffes die Operation ungestellt in normaler Geschwindigkeit durchzuführen und trotzdem den gesamten Ablauf für Lehrzwecke oder zur Dokumentation auf ein Videomedium aufzuzeichnen oder live zu übertragen.

Wir haben bereits eine blickgesteuerte Kopfkamera vorgestellt [Schneider2005, Brandt2006], die mittels eines Eye Trackers auf das (oft wechselnde oder bewegte) Blickziel eines Benutzers ausgerichtet bleibt und damit eine Szene aus dessen subjektiver Sicht erfasst. Im Gegensatz zu einer starren chirurgischen Kopfkamera vermeidet eine solche Blicksteuerung bereits das Problem, dass die Kamera nicht immer auf den relevanten Teil des OP-Situs gerichtet ist.

Wir stellen in dieser Arbeit eine Erweiterung des rein blickgesteuerten Kamerakonzeptes durch ein hybrides Kamerasystem vor, das eine kopffeste Szenenkamera mit Weitwinkeloptik mit einer blickgesteuerten Kamera mit langer Brennweite kombiniert. Dies ermöglicht eine neue, hybride Art der

Darstellung bei der das jeweils aktuelle Blickziel im niedrig aufgelösten Szenenbild wie mit einer Lupe durch das detaillierte Blickbild hervorgehoben wird.

MATERIALIEN UND METHODEN

Ein hybrides Kopfkamerasystem besteht aus zwei Kameras: einer starren, kopffesten Szenenkamera und einer drehbar gelagerten, blickgesteuerten Kamera (Abb. 1).

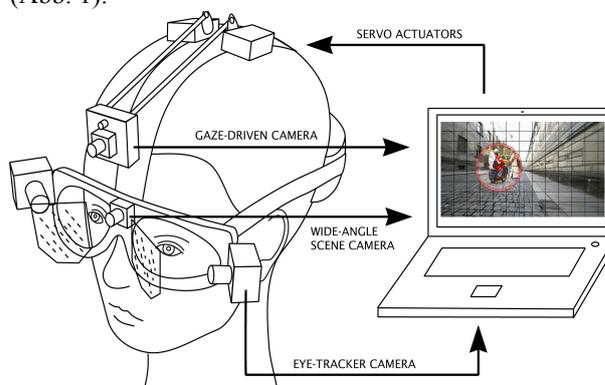


Abb. 1: Hybrides Kopfkamerasystem mit einer blickgesteuerten Kamera und einer Szenenkamera.

Das System besteht aus einer Schwimmbrille, an der seitlich zwei digitale Eye-Tracker-Kameras befestigt sind. Diese liefern über eine IIEEE1394-Verbindung Bilder mit bis zu 500 Hz an einen tragbaren Laptop (Apple MacBook), der die gesamte Bildverarbeitung sowie das Abspeichern der Filme und die Berechnung der Steuerkommandos für die Servomotoren übernimmt (Abb. 1). Die blickgesteuerte Kamera ist über ein Kardangelen an einem Federblatt befestigt, das von der Schwimmbrille zu einem ergonomisch geformten Elektronikgehäuse am Hinterkopf führt. Zusammen mit Servomotoren und Schubstangen ergibt dies eine Parallelkinematik [Wagner2006], über die die Kamera auf das Blickziel ausgerichtet wird. Auf Höhe der Nasenwurzel ist eine weitere starre Kamera mit einer

3,5-mm-Optik an der Schwimmbrille befestigt. Beide Kameras basieren auf dem gleichen 1/3"-CMOS-Bildsensor (Micron) und übertragen ihre Bayer-codierten Farbbilder in VGA-Auflösung über einen IEEE1394-Hub an den Laptop.



Abb. 2: Hybride Darstellung der Gesamtszene mit Einblendung eines Blickbildes am Ort des Blickzieles.

Nach erfolgter Kalibration von Augenposition und Servobefehl [Schneider2005] wird aus den Videoströmen der Szenen- und der Blickkamera auf dem Laptop-Display eine hybride Darstellung mittels OpenGL-Funktionen in Echtzeit erzeugt. Das Blickbild wird an der Stelle des Blickzieles im Szenenbild eingeblendet. Beide Videoströme der Kameras können neben der hybriden Echtzeitdarstellung auch unabhängig voneinander in unkomprimierter Form auf Festplatte gespeichert werden. Eine nachträgliche Visualisierung ist damit wahlweise in hybrider Form als auch in einer reinen Darstellung entweder des Szenen- oder Blickfilmes möglich.

ERGEBNISSE

Die erzielbare Genauigkeit der Kameraausrichtung liegt im Bereich von $0,5^\circ$ [Schneider2005], was dem Wert entspricht, der prinzipbedingt maximal von Eye-Tracking-Verfahren erwartet werden kann [Geest2002]. Die Totzeit zwischen Augen- und Kamerabewegung wurde durch den Einsatz von 500-Hz-Kameras auf 18 ms reduziert; mit linearen Piezo- statt Servomotoren wurden experimentell bereits Totzeiten von 8 ms erreicht. Aktuelle Laptop-Festplatten liefern Aufnahmekapazitäten im Bereich mehrerer Stunden. Eine Einschränkung der Betriebsdauer ist jedoch durch die Laptop-Akkus gegeben, deren Energie für etwa 1,5 Stunden reicht.

DISKUSSION

In der hybriden Darstellung wirkt das weitwinklige Szenenbild auch bei Kopfbewegungen vergleichsweise ruhig, während das Blickbild genau so wie das Auge des Chirurgen das Geschehen fokussiert und dort ähnlich dem fovealen Sehen die notwendige Detailtiefe liefert.

Das vorgeschlagene hybride Kopfkamerasystem vermeidet die Nachteile herkömmlicher Systeme zur Video-Dokumentation offener chirurgischer Eingriffe.

So nimmt eine Kamera in der OP-Leuchte meist nur den gesamten OP-Situs auf, ohne die Aktivitäten bei einem tiefen Eingriff detailliert zu erfassen. Es besteht auch dauernd die Gefahr, dass die entscheidende Szene von der Hand, der Schulter oder dem Kopf des Chirurgen verdeckt wird. Eine Kopfkamera kann zwar mit einer geeigneten Optik mit langer Brennweite die Details eines Eingriffes erfassen, die unvermeidlichen Kopfbewegungen des Chirurgen richten die Kamera jedoch oft auf weniger relevante Stellen aus und diese unruhige „Kameraführung“ erzeugt beim Zuschauer nicht selten Unbehagen. Ein zusätzlicher Kameramann im OP kann zwar einige der Nachteile all dieser Systeme vermeiden, er interferiert aber mit den normalen Abläufen im OP, so dass diese Lösung oft nur bei gestellten Eingriffen für Lehrzwecke zum Einsatz kommt.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Erweiterung einer blickgesteuerten Kopfkamera um eine hybride Anzeige stellt einen weiteren Schritt hin zu einem idealen Werkzeug zur Video-Dokumentation dar – nicht nur für offene chirurgische Eingriffe.

DANKSAGUNG

Diese Arbeit wurde ermöglicht durch ein Doktorandenstipendium der Bayerischen Forschungsstiftung für J. Vockeroth, durch eine BaCaTec-Förderung sowie durch das DFG-Exzellenzcluster Cognition for Technical Systems – CoTeSys.

LITERATURHINWEISE

- [Brandt2006]
T. Brandt, S. Glasauer, E. Schneider, „A third eye for the surgeon“ *J Neurol Neurosurg Psychiatry* Vol. 77, p 278, 2006.
- [Geest2002]
J. N. van der Geest, M. A. Frens “Recording eye movements with video-oculography and scleral search coils: a direct comparison of two methods” *J.Neurosci.Methods* Vol. 114, pp. 185-195, 2002
- [Schneider2005]
E. Schneider, K. Bartl, S. Bardins, T. Dera, G. Boening and T. Brandt, „Eye movement driven head-mounted camera: It looks where the eyes look” in *Proc IEEE Conf. Systems, Man and Cybernetics*, pp. 2437-2442., Waikoloa, 2005
- [Wagner2006]
P. Wagner, K. Bartl, H. Ulbrich, T. Brandt, E. Schneider, „A pivotable head mounted camera system that is aligned by three-dimensional eye movements” in *Proc of the Symposium on Eye Tracking Research & Applications*, pp. 117-124, Long Beach, 2006