

Berührungslose Interaktion im Operationssaal

Ulrich Leiner, Paul Chojecki

Fraunhofer Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut
Einsteinufer 37
10587 Berlin
ulrich.leiner@hhi.fraunhofer.de
paul.chojecki@hhi.fraunhofer.de

Abstract: Operateure und deren Assistenten führen häufig Bedienaktionen an medizinischen Geräten während einer Operation aus. Dabei darf die Grenze zwischen sterilem und unsterilem Bereich nicht durch haptische Eingaben verletzt werden. Wir schlagen vor, dieses Problem durch berührungslose Gestensteuerung zu lösen. Hierbei kommen zur Erkennung der Gesten Stereo-Kameras zum Einsatz, die die Handposition genau erfassen und nahezu in Echtzeit an das zu steuernde System weitergeben. Wir stellen den Stand unserer Arbeiten im Vergleich zu konkurrierenden Technologien vor und belegen mit Testergebnissen, wie Nutzer praxisrelevante Einzelfragen bewerten.

1 Sterilität: Besondere Bedienanforderung im OP

Wenn im Operationssaal ein Gerät vom Operateur bedient werden soll, werden wir mit einer wesentlichen medizinischen Anforderung konfrontiert: Die Sterilität muss im Bedienumfeld auf jeden Fall gewährleistet bleiben. Jeder direkte Objektkontakt löst aber einen umgekehrten „König-Midas-Effekt“ aus. Die Unsterilität eines berührten Objekts überträgt sich auf den Berührenden.

Instrumente, die direkt zur OP verwendet werden, müssen natürlich sterilisiert werden und bleiben innerhalb des aseptischen Bereichs. Für andere Geräte, wie z.B. Touchdisplays, wäre eine Sterilisierung extrem aufwendig oder würde sogar zur Zerstörung der Elektronik führen. Daher müssen diese außerhalb des sterilen Bereichs bleiben. Zurzeit werden solche Display im Nahbereich des Chirurgen mit transparenten Einweg-Überzügen versehen, die zwar eine Touchbedienung ermöglichen, aber die Bildqualität deutlich beeinträchtigen. Eine andere gängige Praxis ist es, den nichtsterilen Bereich von einem Assistenten bedienen zu lassen, der auf Zuruf die gewünschten Aktionen ausführt. Dass auch dies nicht die optimale Vorgehensweise ist, liegt auf der Hand.

Dieses Problem wird umso relevanter, je öfter während eines Eingriffs Apparate-Einstellungen verändert werden müssen oder Datenmaterial ausgewählt werden muss. Die Anzahl dieser Interaktionen steigt weiter deutlich an.

2 Technologien für berührungslose Steuerung

Die Asepsis lässt sich während der Geräte-Bedienung erhalten, wenn diese durch berührungslose Kommandos gesteuert werden. Zum einem ist dies über Sprachsteuerung möglich. Dieser Weg wird schon seit längerem untersucht [Sc06], ist aber nach wie vor fehlerbehaftet und wird nicht in der Breite eingesetzt¹.

2.1 Kamerabasiertes Verfahren

Eine Alternative dazu stellt die Erkennung einer (Hand-)Geste durch Kameras oder andere Verfahren dar. Unsere Arbeiten basieren auf dem *HHI Handtracker*, einem nicht-invasiven, videobasierten System zur schnellen und robusten Erkennung und Verfolgung von Fingern, das unter dem Namen iPoint Explorer/Presenter als Gesamtsystem vorgestellt wurde [Ch08]. Das System ist in der Grundversion mit Stereo-Kameras ausgestattet, die orthogonal zum Bildschirm angebracht sind, also die Hand von oben oder unten aufnehmen. Seine Bildverarbeitungs-Software erkennt aus den Kamerabildern in Echtzeit die Position eines oder mehrerer Finger im Raum. Diese zeitabhängigen 3D-Koordinaten können dann an beliebige Applikationen weitergegeben und von diesen interpretiert werden.



Abbildung 1&2: Handtracker-Hardware mit Stereo-Kameras, Gesamtsystem mit POI-Applikation

Dabei können sowohl die aktuellsten Datensätze als auch ganze Zeitreihen verwendet werden. Letztere ermöglichen die Beschreibung und Analyse komplexer Gesten. Die Genauigkeit des Verfahrens ist hoch, selbst kleinstes Fingerzittern kann in eine entsprechende Cursorbewegung umgesetzt werden. Die Grenzen des Verfahrens liegen in stark schwankenden Lichtbedingungen, die unter Umständen eine Finger-Hintergrund-Separierung unmöglich machen.

¹ „Nur 30 (von 395) Chirurgen arbeiteten zum Zeitpunkt der Umfrage mit einem integrierten OP-Saal-System. Von diesen verwendeten 43,3% die Sprachsteuerung ihres Systems, die aber bei weniger als 10% der Anwender immer korrekt funktionierte.“ Aus [MK06]

Kamerabasierte Gestenerkennung ist kein grundsätzlich neues Forschungsgebiet (siehe z.B. [Ma95]), aber nach unserer Kenntnis noch relativ selten als Bedienalternative im OP unter Sterilitätsbedingungen vorgeschlagen oder demonstriert worden ([Ko98], [Wa08])

2.1 Alternative Verfahren

Positionen der Hand oder von Fingern können auch über Ultraschalldetektion erfasst werden. Ein derartiges System für den Einsatz im OP entwickelt zurzeit die Firma Healthy Pointers in Norwegen ([HP08]). Wir konnten dieses System vor kurzem selbst testen: Im Vergleich zum Kameraeinsatz benötigt es eine merkliche Kalibrierungszeit und bleibt in der Bewegungsgenauigkeit hinter diesem zurück.

Eine weitere Alternative ist die Messung der Veränderungen des elektromagnetischen Feldes vor einem Bildschirm (Electrical Field Sensing, EFS). Diese Methode hat jedoch den Nachteil, dass ebenfalls eine Kalibrierungsgeste erforderlich ist. Weiterhin muss der Benutzer auf einer abschirmenden Metallplatte stehen. Das Fraunhofer-Institut IAIS hat diese Technologie unter dem Namen PointScreen entwickelt und mehrfach in Produktkonzepten eingesetzt ([Bo08]).

3 Usability-Untersuchungen

Zurzeit beschäftigen wir uns mit der Analyse von Fragen, die bei einem Dauereinsatz von berührungsloser Interaktion, insbesondere als Ersatz für Touchscreens relevant sind. Dazu gehören: Wie muss eine Fingerbewegung in eine Cursor-Bewegung umgesetzt werden, um insbesondere Ermüdungserscheinungen durch Armhochhalten zu vermeiden? Wie können etablierte Bedienmetaphern wie „Select“, „Drag and Drop“ oder „Zoom“ auf den freien Interaktionsraum übertragen werden. Wir haben bereits mehrere Usabilitytests durchgeführt. Sie Ergebnisse werden wir auf der UP 08 vorstellen [CL08].

Literaturverzeichnis

- [Bo08] Bogen M.: PointScreen Website, www.iais.fraunhofer.de/600.html, besucht 13.6. 08
- [Ch08] Chojecki P., iPointPresenter Website <http://www.ipointpresenter.de>, besucht am 13.6. 08
- [CL08] Chojecki P., Leiner U. "Luftmäuse" - berührungslose „Multipointing-Interaktion“, wird erscheinen im Tagungsband Usability Professionals 08, 7.-10.9.2008 Lübeck 2008
- [HP08] Healthy Pointers Website: <http://www.healthypointers.no/confluence/display/hp/Home>, besucht am 13.6. 08, 2008
- [Ko98] Kohler, M. und Schröter, S.: Handgestenerkennung durch Computersehen. In: Dassow, J. und Kruse, R. (Hrsg.): Informatik '98, Gesellschaft für Informatik, Springer-Verlag, 1998, S. 201-212.
- [Ma95] Maggioni, C.: Gesture Computer - New Ways of Operating a Computer. Proceedings of International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, S. 166–171, 1995

- [MK06] Matern U., et al., Herausforderung OP, besucht am 13.6. 08, 2006
http://www.technischesgesundheitswesen.de/uploads/media/LV_Matern_Scherrer.pdf,
- [Sc06] Ulf Schubert's Blog: <http://www.user-experience-blog.de/archives/aktuelle-nachrichten/sprachsteuerung-im-op.html>, besucht am 13.6. 08, 2006
- [Wa08] Wachs J. et al, A Gesture-based Tool for Sterile Browsing of Radiology Images, Journal of the American Medical informatics Association; 215: 321-323, 2008