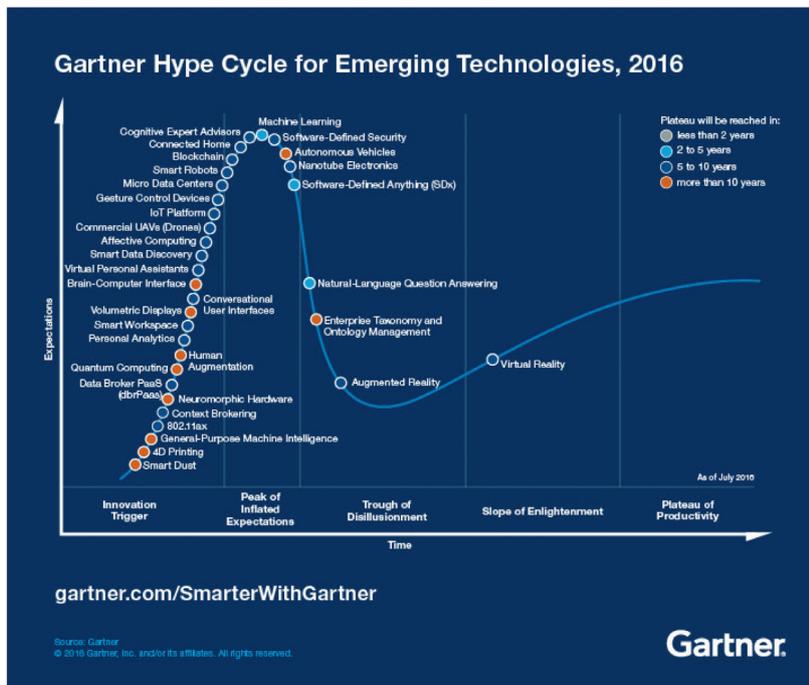


Medical Augmented Reality – erweiterte Realität hält Einzug in den medizinischen Alltag

Der etwas andere Röntgenblick



Quelle: <http://www.gartner.com/smarterwithgartner/3-trends-appear-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2016/>



© Dr. Wieselhuber & Partner GmbH. All rights reserved. Proprietary and confidential.
W&P-Medical-AR-Grafiken.pptx

Verortung der Augmented-Reality-Technologie im Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies.

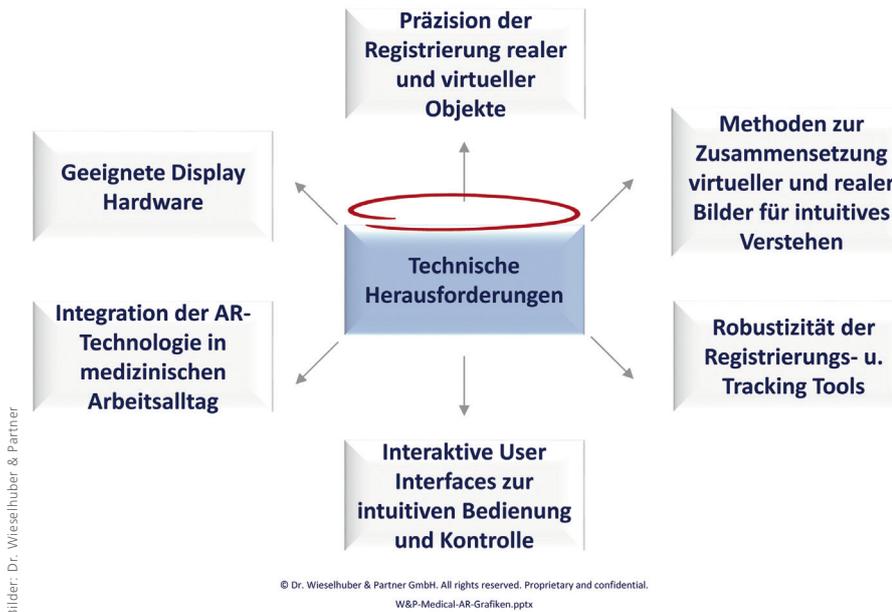
Der Chirurg betritt den OP-Saal, seine Assistenz reicht ihm ein kleines Gerät mit Datenbrille. Durch die Gläser sieht er den Patienten vor sich auf dem OP-Tisch liegen. Mittels festgelegter Augenbewegungen ruft er die Patientendaten auf, die letzten CT-Bilder mit Markierungen und Informationen zur geplanten OP werden eingeblendet. Noch vor dem ersten Schnitt erkennt er die einzelnen Gewebestrukturen, die

genaue Position des Tumors, die Interaktion mit umliegendem Gewebe, mit Nervenbahnen und Blutgefäßen. Er öffnet die Bauchdecke mit einem winzigen Schnitt und führt seine Instrumente ein. Durch dieses ‚Schlüsselloch‘ arbeitet er sich zum Operationsfeld vor. Er navigiert durch die Bilder und Informationen, die ihm in Echtzeit in seiner Datenbrille angezeigt werden.

Noch ist diese Vorgehensweise als massentaugliche Anwendung Zukunftsmusik. Vielmehr muss sich der Operateur bei minimal-invasiven Operationen auf Monitore konzentrieren, um das Kamerabild und Zusatzinformationen zu sehen. Gerade in unübersichtlichen Situationen sind deshalb noch immer die Erfahrung des Chirurgen und seine Orientierung an natürlichen ‚Landmarken‘ entscheidend für einen erfolgreichen OP-Verlauf.

AR-Technologie kombiniert reale mit virtueller Welt

Die Entwicklung medizinischer AR-Systeme (Augmented Reality) für den OP-Saal verspricht jedoch neue Perspektiven für den Anwender und geht mit dem Trend zu minimal-invasiven Eingriffen Hand in Hand. Durch die Überlagerung des Echtbildes mit einer zusätzlichen Dimension virtueller Informationen bekommt der Chirurg eine Art ‚Röntgenblick‘. Darüber hinaus könnten intelligente Instrumente eine präzisere Vorgehensweise ermöglichen. Doch wie weit ist die Entwicklung medizinischer AR-Systeme fortgeschritten? Welche Herausforderungen ergeben sich speziell für die medizinische Anwendung? Die AR-Technologie verbindet eine virtuelle Realität mit der realen Umwelt, lässt beide Dimensionen in Echtzeit interagieren und setzt einen dreidimensionalen Bezug der



Bilder: Dr. Wieselhuber & Partner

Technische Herausforderungen an AR-Technologien für den medizinischen Einsatz.

Objekte zueinander. Eine kontext-sensitive innovative Schnittstelle zwischen Mensch und Computer soll die Wahrnehmung des Nutzers um eine Dimension erweitern und eine ‚Image Guided Surgery‘ ermöglichen. Obwohl die Ursprünge der Technologie bis in die 1950er- und 1960er-Jahre reichen, verortet das US-amerikanische Marktforschungsunternehmen Gartner Augmented Reality in seinem wegweisenden Technologie-Hype-Zyklus nach wie vor in der Phase des ‚Through of Disillusionment‘, dem ‚Tal der Tränen‘. Laut seiner Prognose dauere es noch mindestens fünf Jahre, bis die Technologie marktreif für eine standardisierte Massenapplication ist. Besonders in der Medizintechnik ist dieser Zeithorizont nachvollziehbar: Im Gegensatz zu Anwendungen in der Games-Branche oder zur Unterstützung von Produktionsprozessen sind hier höchste Präzision und Zuverlässigkeit gefordert. Prof. Dr. Christoph Bichlmeier, Experte auf dem Gebiet der medizinischen Augmented Reality, unterstreicht diese Einschätzung: „Momentan kommen viele AR-Brillen mit Developerstatus auf den Markt und dieser Hype wird auch die Entwicklung in der Medizintechnik deutlich pushen. Bis diese Brillen für die Anwendung als Navigationsinstrument im OP zuverlässig und genau genug sind, werden vermutlich

noch sieben bis acht Jahre vergehen.“ Eine technische Herausforderung sind der Einsatz des Trackingsystems und die daraus resultierende Echtzeitüberlagerung der Bilder. Sämtliche Bewegungen des Chirurgen, seine Standortänderungen, Drehungen des Kopfes und Lageänderungen des Operationswerkzeugs müssen erfasst, in Echtzeit in die Projektion eingerechnet und dem real-virtuellen Blickwinkel angepasst werden. Abweichungen dürfen, je nach Anwendung, maximal den Bruchteil eines Millimeters betragen. Dabei müssen sowohl die drei Positionsdimensionen als auch die drei möglichen Orientierungswinkel um die Achsen quasi in Echtzeit berechnet werden. Um dynamische Fehler, also Verzögerungen in der Positionsbestimmung, so weit wie möglich zu reduzieren, ist ein mehrteiliges Kamerasystem im OP-Saal notwendig, das exakt positioniert, justiert und kalibriert werden muss. Das ist aufwändig und kostspielig, sodass eine Lösung zur massentauglichen Integration in Kliniken noch aussteht. Eine weitere Herausforderung sind intraoperativ topografische Veränderungen und Bewegungen von Organen, etwa durch Atemtätigkeit, Herzschlag oder die Umlagerung des Patienten. Während Knochen oder auch das Gehirn relativ lagestabil sind, ist die Realisierung von AR-

Umgebungen besonders bei intestinalen Operationen problematisch. Erste Versuche mit künstlichen Markern zur dreidimensionalen Erfassung des Herzens lieferten aber bereits gute Ergebnisse: Kontraktionen konnten in Echtzeit erfasst und das Organ virtuell ruhig gestellt werden, sodass der Chirurg keine Rücksicht auf die Lageveränderungen nehmen musste. Die notwendigen Ausgleichsbewegungen könnten intelligente Instrumente übernehmen. Zusätzlich stellt sich die Frage nach der geeigneten Darstellungstechnik. In der Forschung wird zwischen videobasierten, optischen und projizierenden Methoden unterschieden. Während die Projektion auf den Patienten mittels eines fest installierten Projektors oder integriert in den Handgriff des Instruments zwar alle Beteiligten dasselbe Bild sehen lässt, ist die Gefahr der Abschattung und schlechten Erkennbarkeit jedoch hoch.

Bislang beschränkte sich die Anwendbarkeit vor allem auf die Visualisierung oberflächennaher Strukturen, wie zum Beispiel der Blutgefäße an der Schädelinnenseite. Für In-Depth-Darstellungen scheinen die erstgenannten Technologien besser geeignet. Die Technische Universität München forscht am Lehrstuhl für Informatikanwendungen in der Medizin & Augmented Reality an einem videobasierten Datenhelm (Head-Mount-Display), der über zwei leicht versetzte Kameras ein dreidimensionales Bild erzeugen und mit virtuellen Daten überlagern kann. Bis diese Technologie in Standardanwendungen einsetzbar ist, werden laut Experten jedoch weitere fünf bis sieben Jahre vergehen. Eine 2015 von Professor Bichlmeier durchgeführte Umfrage fasst die momentanen Herausforderungen gut zusammen. Demnach werden unter anderem die Entwicklung eines geeigneten Displays, eine höhere Genauigkeit und das Design interaktiver User Interfaces als noch zu lösende technische Probleme angesehen.

AR in den OP mithilfe existierender Hardware bringen

Ein wichtiger Schritt in Richtung erweiterte Realität wurde unter anderem mit der Entwicklung des CAM-C

gemacht: Der bereits standardmäßig im OP eingesetzte C-Bogen-Röntgenapparat wurde um zwei um 90 Grad versetzte Kameras und ein Spiegel-system erweitert und ermöglicht dem Chirurgen damit eine ‚Camera-Augmented-Mobile‘-Unterstützung. Mittels eines präoperativen Röntgenbilds kann der Arzt zum Beispiel die ideale Schnittstelle kennzeichnen. Diese Markierung wird mit dem Livebild der Kameras überlagert und gibt einen zusätzlichen Orientierungspunkt, während die Kameras Auskunft über die Position des Werkzeugs sowie dessen Winkel und voraussichtliche Eindringtiefe geben. Dieser Trend lässt sich laut Professor Bichlmeier in den letzten Jahren vermehrt beobachten: „Um Augmented Reality heute in den OP-Saal zu bringen, muss man auf existierende Hardware setzen.“ Neben der Entwicklung eigenständiger AR-Systeme steht also die Nutzung bestehender Instrumente als Plattform zur Erweiterung um virtuelle Bilder im Fokus. Firmen wie Scopis oder Brainlab bieten hier bereits Lösungen für Endoskope bzw. Operationsmikroskope an. So kann etwa für neurochirurgische Eingriffe der präoperative Plan inklusive Markierungen in das Livebild des Mikroskops eingebildet und die Position des Werkzeugs verfolgt werden, sodass eine verbesserte Vorgehensweise mit möglichst geringer Schädigung des gesunden Gewebes möglich wird. Die Anreicherung des Realbilds mit geplanten Abläufen in virtuellen Bildern und das Tracking zum Beispiel des Endoskops auf seinem Weg zum Operationsfeld, kann als Echtzeit-Navigationssystem verstanden werden, das etwa den Abstand und die Ausrichtung zu vorab definierten Planungspunkten anzeigt. Zusätzlich zur detaillierten Operationsplanung können dem Chirurgen künftig konkrete morphologische Zusatzinformationen über Gewebearbeit, Risikostrukturen, vorgesehene Schnitt- und Bohrmarkierungen inklusiver konkreter Navigations- und Ausrichtungsanweisungen auf einem Blick zur Verfügung stehen. Auch physikalische Details, etwa zur Gewebeschaffenheit, den Folgen einer Mani-

pulation an der gegebenen Stelle und deren Auswirkungen auf tiefer- und umliegende Strukturen, wären von Interesse. Um diese Daten in Echtzeit darzustellen, ist derzeit noch ein enormer Rechenaufwand nötig. Eine weitere hilfreiche Perspektive für die Operation kann darüber hinaus ein virtueller Spiegel sein. So lässt sich zum Beispiel ein komplizierter Knochenbruch während der OP virtuell drehen, was dem Arzt eine genauere Abschätzung des geplanten Bohrwinkels und der Austrittsstelle der Fixation erleichtert. Roboter-gestützte OP-Instrumente könnten den Chirurgen durch Lagekorrekturen, den Ausgleich einer natürlichen Unruhe in der Instrumentenführung und haptisches Feedback unterstützen. Denkbar wären präoperative Markierungen kritischer Gewebegrenzen, wie zum Beispiel Nerven oder Blutgefäße, und eine Warnung, wenn das Werkzeug in einen sicherheitskritischen Bereich eintritt.

Viele Anwendungsfelder in der Medizin denkbar

Als Hauptanwendungsfelder für die medizinische AR gelten generell minimal-invasive Eingriffe, die OP-Navigation und intraoperative Planung, die Ausbildung in Anatomie und Operationstechniken sowie Anwendungsschulungen für komplexes Equipment. Darüber hinaus sind noch weitere Anwendungsfelder denkbar: In der Telemedizin könnten Spezialisten via AR die Kollegen vor Ort anhand der realen und virtuellen Informationen instruieren und führen, sodass eine neue Form der Fernbehandlung möglich wird. Die Einblendung zusätzlicher Daten kann auch um Informationen aus der Krankenakte erweitert werden oder der Prüfung der Identität des Patienten dienen. Aber auch der Patient selbst kann zum Nutzer werden und zum Beispiel in seiner Rehabilitation besser angeleitet und von seinem behandelnden Arzt fernbetreut werden. Augmented Reality ist eine vielversprechende Technologie in der Medizin, muss allerdings noch einige Ent-

wicklungsstufen nehmen. Forscher erhoffen sich durch ihren Einsatz im medizinischen Alltag schnellere, schonendere und komplikationsärmere Operationen. Die Sicherheit wird durch eine Verbesserung der Operationsplanung und -durchführung sowie eine eventuell robotergestützte Vorgehensweise deutlich erhöht. Das entlastet den Chirurgen und reduziert den Stress für den Patienten. Kürzere Liegezeiten, geringere Kosten und verkürzte Rehabilitationszeiten machen die Anwendung kostenseitig attraktiv. Auch die Ausbildung von Studenten und Fachärzten ließe sich über simulations-gestützte Übungen und die Auswertung virtuell-realer Praxisbeispiele intensiv und effizient gestalten. Professor Bichlmeier setzt dabei auch auf die ‚Early Adopter‘ in der Praxis: „Gerade junge Ärzte interessieren sich für die Anwendung von AR, da sie häufig technik- und digitalaffiner sind. Der Generationenwechsel wird die Akzeptanz parallel zur fortschreitenden Weiterentwicklung deutlich erhöhen.“ Um diese sehr greifbare Zukunftsvision nach bereits zahlreichen ersten Erfolgen massentauglich und die zahlreichen Chancen nutzbar zu machen, müssen Forschungseinrichtungen, Praxis und innovative Medizintechnikunternehmen eng zusammenarbeiten und neue Standards etablieren. Zum Vorbild können sich die Hersteller zum Beispiel die auf dem MWC 2017 verkündete Kooperation zur Entwicklung einer neuen Datenbrille durch Carl Zeiss und die Telekom nehmen. Die weitere Entwicklung verspricht auf jeden Fall spannend zu bleiben.

Dr. Peter Fey

Kontakt

Dr. Wieselhuber & Partner GmbH
Dr. Peter Fey
Nymphenburger Straße 21
80335 München
Tel.: +49 89 28623-0
fey@wieselhuber.de
www.wieselhuber.de