



Die Holomedizin umfasst die Kombination der beiden Bereiche Holografie und Medizin.

Bilder: Microsoft

So verändert die Holo-medizin die Spielregeln

Die Herausforderung beim Einsatz neuer Technologien in der Medizin bestehen immer darin, es spielerisch aussehen zu lassen, ohne dass der Arztberuf zum Computerspiel verkommt. Das ist bei MR-Anwendungen nicht anders. Zwar sind deren Praxisbeispiele noch überschaubar, aber schon jetzt zeigen diese, wo die Reise mithilfe von Hologrammen hingehen könnte.

Melanie Ehrhardt
Redakteurin medical design

Fernwartung von Maschinen per Video oder Augmented Reality (AR) kennt man. Aber die Fernwartung von Menschen? Das ist neu, wurde aber im Rahmen der Corona-Pandemie immer wichtiger. Um die Kontakte auch im Klinikalltag auf ein Minimum zu reduzieren, haben Ärzte in London einen ungewöhnlichen

Weg gewählt: Sie gingen mit einer Mixed-Reality-Brille auf Visite. Hauptaufgabe der HoloLens 2 war in diesem speziellen Fall die Videoübertragung aus der Perspektive des Brillenträgers. Das heißt, Pfleger und Ärzte konnten so im Alleingang auf Visite gehen, die normalerweise in kleinen Teams aus Ärzten und Studierenden geschieht. Der Rest des Teams schaute dem Patientenbesuch aus einem Corona-

isolierten Kommandoraum per Video zu, sprach mit und war so trotz Distanz am Patientenbett dabei.

»Wir halten das für nützlich, denn wir konnten so schnell umstellen«, sagt Dr. James Kinross, Facharzt für kolorektale Chirurgie am St. Mary's Hospital in London. Statt sechs oder sieben Ärzte schickte die Klinik nur eine einzelne Person auf die Covid-Station. Während einer vierwöchigen Testphase kamen so laut Kinross 80 Prozent weniger Ärzte unmittelbar mit Covid-19 in Kontakt. Außerdem wurden pro Woche circa 700 Artikel Schutzkleidung eingespart. Kinross experimentiert bereits seit knapp drei Jahren mit der Microsoft-Brille, beispielsweise bei der 3D-Visualisierung von medizinischen Bildern.

Das Beispiel zeigt, ganz neu ist der Einsatz von Mixed Reality (MR) in der Medizin nicht. Auch in Deutschland gibt es im-

mer mehr Kliniken, die mithilfe der »Holo-medizin« neue Wege gehen. Hinter dem Begriff verbergen sich eigentlich zwei Bereiche, die man auf den ersten Blick nicht zusammen bringt: die Holografie, also die Darstellung eines virtuellen 3D-Abbildes eines realen Ursprungsgegenstandes, und eben die Medizin. Damit der Arzt, zum Beispiel während der Visite, dieses Hologramm sieht, benötigt er eine MR-Brille. Was sich insbesondere im Gaming-Bereich großer Beliebtheit erfreut, wird immer mehr zur medizinischen Spielwiese für Technologie-Konzerne. Vor allem Microsoft hat sich in diesem Bereich mit seiner Hololens bisher besonders hervor getan.

■ *Brille auf dem Kopf, Hologramm im Raum*

In seiner Ganzheit besteht eine MR-Architektur aus einer Anzeige, einem Eingabegerät, der passenden Software und einer Cloud. Dabei kommt nicht zuletzt dem Gerät für die Anzeige eine besondere Rolle zu. Denn damit der Endanwender ohne größere Hürden damit agieren kann, sollte dieses nicht nur handlich, sondern auch leicht – im Idealfall intuitiv – zu bedienen sein. Im medizinischen Bereich haben sich bisher vor allem sogenannte Head-Mounted-Displays (HMD) durchgesetzt. Auch die MR-Brille von Microsoft gehört in diese Kategorie, obwohl der Begriff MR-Brille dem Gerät nicht ganz gerecht wird. Denn das HMD ist vielmehr eine Kombination aus einem kabellosen, mobilen sowie holografischen Computer und einem tragbaren Anzeigegerät. Ähnlich wie bei einer gewöhnlichen Brille, ist die reale Umgebung des Trägers durch transparente Gläser wahrnehmbar. Die digitalen Inhalte werden auf zwei transparenten Bildschirmen vor den Augen des Trägers angezeigt. Dieser kann beide Bildschirme unabhängig voneinander ansteuern, sodass ihm unterschiedliche Bildinhalte angezeigt werden. Durch eine perspektivische Verschiebung beider Bilder, entsteht eine räumliche Wahrnehmung virtueller Objekte, welche wie Hologramme erscheinen. Durch den Benutzer werden beide – reale und virtuelle – Umgebungen als eine Einheit wahrgenommen.

Die Steuerung der Brille erfolgt via Blick- und Gestensteuerung. »So lassen sich Hologramme beispielsweise über gezielte Handgriffe im physischen Raum völlig frei bewegen, positionieren oder in der Größe verändern«, erklärt Michael Zawrel,



Im November 2019 kam die Hololens 2 nach Deutschland, diese präsentierte sich deutlich ausgereifter als ihr Vorgängermodell.



Vollgepackt mit Technik: In der MR-Brille befinden sich unter anderem ein Prozessor (Qualcomm), zwei IR-Kameras, vier Kameras für das Kopf-Tracking sowie ein 64-GB-Speicher.

Senior Solution Specialist Mixed Reality & Hololens Microsoft Deutschland. Der Träger hat zudem die Möglichkeit, die virtuellen 3D-Abbildungen an einer definierten Position im Raum zu platzieren und sich um diese herum frei zu bewegen. Dadurch kann er die Objekte aus unterschiedlichen Blickwinkeln betrachten. Um die virtuellen Objekte zu stabilisieren, erfasst das MR-System Position und Rotation des Benutzers im Raum. Dabei rekonstruiert die Brille die physische Umgebung und speichert diese in einem dreidimensiono-

nen Modell ab. Um die eigene Position und Orientierung im Raum zu bestimmen, verwendet die Umgebungserfassung der Hololens verschiedene Sensoren und Kameras. Lage und Beschleunigung der Brille werden mittels der Inertial Measurement Unit (kurz IMU) ermittelt.

Im Februar 2019 präsentierte Microsoft die zweite Gerätegeneration. »Die Hololens 2 bietet im Vergleich zum Vorgängermodell ein mehr als doppelt so großes Sichtfeld, deutlich verbesserten Tragekomfort durch einen optimierten Schwer-

KURZ ERKLÄRT: VIRTUAL, AUGMENTED UND MIXED REALITY

Virtual Reality: Bei der virtuellen Realität (Virtual Reality, VR) taucht der User in eine komplett computergenerierte, dreidimensionale Umgebung ab. VR-Brillen reagieren auf die Bewegungen des Anwenders und ermöglichen ihm, mit der virtuellen Welt zu interagieren.

Augmented Reality: In der Augmented Reality (AR) wird die reale Welt mit virtuellen Inhalten in Echtzeit angereichert. Diese lassen sich wahlweise über AR-Brillen oder über mobile Geräte in die Realität einblenden und überlagern beziehungsweise ergänzen die reale Wahrnehmung. Man bezeichnet diese Form daher auch als erweiterte Realität.

Mixed Reality: Die Mixed Reality (MR) umfasst im Prinzip die gesamte Bandbreite zwischen VR und realer Welt. Bei der gemischten Realität verschmelzen die echte und die virtuelle Welt und schaffen eine Umgebung, in der physische und digitale Objekte interagieren.

punkt sowie eine intuitivere Interaktion mit den Hologrammen«, sagt Zawrel. Die zweite Auflage zeigt sich gegenüber dem Erstling deutlich aufgewertet; das Hardwarekonzept macht einen ausgereifteren Eindruck. Nur bei Gewicht und Akkulaufzeit (2 bis 3 Stunden) hat sich nicht viel verändert. Das Gewicht liegt bei 566 Gramm, das sind 13 Gramm weniger als beim Vorgänger. Und damit ist ein bekanntes Problem noch nicht ganz in den Griff zu bekommen. Denn aus ergonomischer Sicht heißt das: Der Benutzer muss nicht nur einen Fremdkörper auf dem Kopf tragen, er spürt ihn auch. Da besteht also Handlungsbedarf, um eine Überbeanspruchung zu vermeiden. Denn am Ende sollen die HMDs ihren Träger bei seiner Tätigkeit unterstützen, ohne ihn zusätzlich zu belasten.

■ Willkommen in der Holoklinik

»Das Potenzial der Mixed-Reality-Technologie ist nahezu unbegrenzt und Anwendungsmöglichkeiten über alle medizinischen Fachbereiche sowie Prozesse hinweg denkbar«, so Zawrel. Beispielhaft hierfür steht die Asklepios Klinik im Hamburger Stadtteil Altona. Das Krankenhaus behandelt jährlich mehr als 95.000 Patienten ambulant und stationär. Sie ist der Hauptsitz des größten privaten Klinikbetreibers Europas mit rund 160 Gesundheitseinrichtungen, der Asklepios Kliniken GmbH & Co. KGaA, und gehört seit Ende Dezember 2019 zu den ersten Holokliniken weltweit.



Vorrangig wird die HoloLens 2 im OP getestet, aber auch bei der Patientenaufklärung könnte sie eingesetzt werden und dabei helfen, Patienten Eingriffe zu erklären und mögliche Ängste abzubauen.

In drei Fachgebieten startete das Klinikum mit der Einführung der HoloLens und der Anwendung Virtual Surgery Intelligence (VSI) des Microsoft-Partners ApoQlar: in der Urologie, in der Neurochirurgie und in der Traumatologie.

Dabei unterscheiden sich die Prozesse in Altona nicht grundlegend von denen in anderen Kliniken. Im Falle einer Operation folgen die Patientenaufklärung, die OP und die Visite. Bei all diesen Schritten hin zur Genesung sind in der Regel zweidimensionale schwarz-weiße MRT- oder CT-Bilder im Einsatz. Um diese entsprechend zu deuten und auszuwerten, bedarf es langjähriger Erfahrung. Für das ungeschulte (Patienten-)Auge ist es schwer, etwas zu erkennen und zu verstehen. Für Chirurgen hat der Microsoft-Partner die VSI-Software

entwickelt. Dabei handelt es sich um eine cloudbasierte Anwendung, die aus MRT- und CT-Aufnahmen ein dreidimensionales Abbild konstruiert und dieses dann als Hologramm in der MR-Brille darstellt – Holomedizin in seiner reinsten Form. Mittels Natural Rendering wird aus einer grauen 2D-Bildgebung eine exakte 3D-Abbildung in realistischer und natürlicher Farbe, die auch feinste Gewebestrukturen gut erkennbar macht. Aus bis zu 500 Aufnahmen einzelner Schichten von Körperregionen entsteht ein anatomisches Bild. Via Landmarken ermöglicht es das System, das 3D-Bild während der OP millimetergenau über die operierende Stelle, den sogenannten OP-Situs, zu platzieren. Der Chirurg kann das Hologramm nach Bedarf drehen, schneiden oder in die Strukturen

Anzeige



heißt jetzt



Experts on Design-In
for sensors and power solutions



Zürich
München

Angst+Pfister Sensors and Power AG | www.sensorsandpower.angst-pfister.com
info@sensorsandpower.angst-pfister.com

Hardware		Hololens 1	Hololens 2
Anzeige	Optik	Durchsichtige holographische Linsen (Wellenleiter)	Durchsichtige holographische Linsen (Wellenleiter)
	Holographische Auflösung	2 HD 16:9-Lichtmaschinen, die 2,3 m Gesamt Lichtpunkte produzieren	2K 3:2 Light Engines
	Holographische Dichte	> 2.5 k Strahler (Lichtpunkte pro Radiant)	> 2,5K Strahler (Lichtpunkte pro Radiant)
	Augenbasiertes Rendering	Automatische Pupillen-Entfernungs Kalibrierung	Anzeigeoptimierung für die 3D-Augenposition
	Auflösung	1280 × 720 (pro Auge)	2048 × 1080 (pro Auge)
	Handverfolgung	Eine Hand	Beide Hände
Sensoren	„Kopf-Tracking (Nachverfolgung)“	4 Kameras für sichtbares Licht	4 Kameras für sichtbares Licht
	Eye-Tracking (Blickverfolgung)	2 Infrarotkameras (IR)	2 Infrarotkameras (IR)
	Tiefe	1-MP-Time-of-Flight-Tiefensensor	1-MP-Time-of-Flight-Tiefensensor
	Trägheitsmaßeinheit (IMU)	Beschleunigungsmesser, Gyroskop, Magnetometer	Beschleunigungsmesser, Gyroskop, Magnetometer
	Kamera	2.4 MP, HD-Video	8-MP-Standbilder, 1080p30-Video
Stromversorgung	Akku	Lithium-Akkus	Lithium-Akkus
	Akku-Laufzeit	2-3 Stunden bei aktiver Nutzung	2-3 Stunden bei aktiver Nutzung
	Standbyzeit	Bis zu 2 Wochen	Bis zu 2 Wochen
	Art der Kühlung	Passiv gekühlt (keine Ventilatoren)	Passiv gekühlt (keine Ventilatoren)
Computing und Konnektivität	Prozessor	Intel 32-bit (1GHz)	Qualcomm Snapdragon 850
	Arbeitsspeicher	2 GB RAM	4-GB-LPDDR4x-System-DRAM
	Speicher	64 GB Flash	64-GB UFS 2.1
	WLAN	Wi-Fi 802.11 AC	802.11ac 2x2
	Bluetooth	4,1 Le	5.0
	USB	Micro USB 2,0	USB-Typ-C
Passung	Größe	Einheitsgröße mit verstellbarem Band. Passt über Brillen	Einheitsgröße mit verstellbarem Band. Passt über Brillen
	Breite	579 Gramm	566 Gramm
Audio und Sprache	Mikrofon-Array	4 Kanäle	5 Kanäle
	Lautsprecher	Integrierter Raumklang	Integrierter Raumklang

Vergleich der Hardware-Spezifikation der beiden MR-Brillen Hololens 1 & Hololens 2.

hineingleiten. Er sieht so sehr genau, wo welche Nervenbahnen und Strukturen verlaufen und kann so viel präziser operieren.

Über die Funktion der Telechirurgie wird zudem der Wissensaustausch vereinfacht, indem ein operierender Arzt via Videoanruf einen Kollegen oder Spezialisten live zur OP dazu holen kann, um anatomische Überraschungen oder andere nicht vorhergesehene Ereignisse zu besprechen. »Das minimiert die Risiken, die jede OP mit sich bringt, und hilft, Komplikationen von Anfang an zu vermeiden«, sagt Zawrel. Auch im Nachgang der Operationen haben Arzt und medizinisches Personal Zugriff auf sämtliche Patientendaten, Laborwerte

und CT/MRT-Bilder. Über die »Speech-to-Text-Funktion« kann der Arztbericht noch während der Visite erstellt werden. Das verschlankt die Arbeitsprozesse und verschafft den behandelnden Ärzten Freiräume.

■ Virtuelles Klassenzimmer für Medizinstudierende

In Hamburg wird Mixed Reality aber nicht nur während Operationen eingesetzt, sondern auch im Rahmen der Patientenaufklärung sowie der Visite. Darüber hinaus sind noch weitere Einsatzszenarien denkbar, zum Beispiel in der Strahlentherapie. Die Unternehmen Brainlab und Magic Leap

beispielsweise sind in diesem Bereich aktiv. Und obwohl an entsprechender Stelle bereits geforscht wird, deuten die meisten Studien darauf hin, dass MR in der Radiotherapie noch mit einigen Einschränkungen in Bezug auf das Unbehagen der Patienten, die Benutzerfreundlichkeit und die sinnvolle Auswahl und Genauigkeit der anzuzeigenden Informationen zu kämpfen hat. Deutlich weiter ist man da im Bereich der bildgebenden Diagnostik. So kündigte beispielsweise Siemens Healthineers im Rahmen des ECR 2019 an, seine 3D-Visualisierungstechnologie Cinematic Rendering künftig als App für die Hololens 2 anzubieten. Damit erweitern sich laut Hersteller

die Anwendungsbereiche der Technologie, die über die Radiologie-Software Syngo via verfügbar ist. So lassen sich beispielsweise komplexe medizinische Fälle leichter mit zuweisenden Ärzten diskutieren, etwa bei besonders herausfordernden anatomischen Gegebenheiten in der Kinderheilkunde oder der Unfallmedizin. Es sind aber auch weitere Anwendungsfälle denkbar, zum Beispiel die Erfassung der exakten Lagebeziehung von Tumorgewebe und Blutgefäßen.

Doch auch beim medizinischen Nachwuchs könnten MR-Anwendungen für ein Plus an digitaler Interaktion sorgen, etwa um Eingriffe vorab zu üben. Denn auch wenn das Training am Patienten lange die akzeptierte Praxis war, setzt man bereits heute intelligente Puppen und/oder Virtual-Reality-Simulatoren ein. MR könnte hier die logische Weiterentwicklung sein und einen echten Mehrwert in der chirurgischen Ausbildung bieten und ist bereits auf dem Vormarsch, zum Beispiel mit der Anwendung PalpSim von Medical Graphics. Dabei handelt es sich um ein Augmented-Virtuality-System, bei dem der Auszubildende seine eigenen Hände sehen kann, die den virtuellen Patienten abtasten und eine virtuelle Nadel halten.

Neben dem Training von Abläufen umfasst die medizinische Ausbildung auch den Erwerb von Grundkenntnissen, zum Beispiel das Erlernen der menschlichen Anatomie, die Bedienung von Geräten, Kommunikationsfähigkeiten mit Patienten und vieles mehr. Der Einsatz von MR-Technologien erlaubt es, Simulationen zu erzeugen, welche die Lernenden

individuell durchlaufen. Natürlich können solche Simulationen nicht die tatsächliche Erfahrung am menschlichen Körper ersetzen, aber es werden die grundlegende Arbeitsabläufe vermittelt. So lassen sich Vorgänge und Prozesse zeitunabhängig veranschaulichen. Zudem muss bei einem wesentlichen Teil der medizinischen Ausbildung nicht länger auf physische Modelle zurückgegriffen werden. Vorteil für die Studenten: Statt passiv im Hörsaal zu sitzen, können sie ihren zukünftigen Beruf im kleinen Maßstab vorab erleben.

■ Fazit & Ausblick

Dabei sind die technischen Herausforderungen laut Zawrel insgesamt überschaubar: »Neben der leistungsfähigen Mixed-Reality-Hardware und einer entsprechenden Anwendung wird zusätzlich nur eine schnelle sowie stabile WLAN-Verbindung benötigt.« Plus ein bisschen Fantasie. Denn auch wenn es bereits erste vielversprechende Anwendungen gibt, ist der Markt für Mixed Reality noch recht jung, befindet sich aber spürbar im Aufbruch. Insbesondere die enge Verzahnung mit Künstlicher Intelligenz spielt hierbei nach Ansicht von Zawrel eine entscheidende Rolle. Dabei sollte die Technologie am Ende natürlich nicht komplizierter als nötig sein. »Wir glauben, dass Mixed Reality für alle Entwicklerinnen und Entwickler und jedes Unternehmen zugänglich sein sollte.« Um die Vorteile der MR-Technologie in bestimmten Branchen besser verfügbar zu machen, arbeitet der Konzern mit Partnern, welche die spezifischen Bedürfnisse der jeweiligen Bereiche kennen. ■

QUELLEN

- [1] Isobel Asher Hamilton: Doctors in London hospitals are using headsets from Microsoft to reduce the amount of staff coming into contact with COVID-19 patients (25. Mai 2020), <https://www.businessinsider.com/london-doctors-microsoft-hololens-headsets-covid-19-patients-ppe-2020-5?r=DE&IR=T> (Stand: 21. Januar 2021)
- [2] Jan Wulkop: Automatisierte Umgebungserfassung in Mixed Reality, Bachelorarbeit, Duale Hochschule Baden-Württemberg, Mannheim 2018
- [3] Jannis Moutafis: Microsoft Hololens 2: Alles andere als Spielerei (9. Dezember 2019), <https://business-user.de/workplace/microsoft-hololens-2-alles-andere-als-spielerei/> (Stand: 21. Januar 2021)
- [4] Nadja Jürgens: Asklepios Klinik Altona wird zur Holoklinik (1. Januar 2020), <https://vsi.health/de/fakten/asklepios-klinik-altona-wird-zur-holoklinik/> (Stand: 21. Januar 2021)
- [5] Long Chen: Recent Developments and Future Challenges in Medical Mixed Reality, IEEE Xplore (Vortrag), 9. – 13. Oktober 2017
- [6] o.A.: Mehr Effizienz in der medizinischen Ausbildung (7. Februar 2020), <https://www.medical-design.news/trends-und-innovationen/software-it/mehr-effizienz-in-der-medizinischen-ausbildung.173302.html> (Stand: 21. Januar 2021)



Schaltnetzteil mit nur 10mVpp Upgrade für bildgebende Anwendungen

Digitale Bildverarbeitung ist heute Standard und Teil vieler medizinischer Systeme wie beispielsweise Röntgengeräten.

Doch gibt es einen Schwachpunkt: das Rauschverhalten typischer Schaltnetzteile wirkt störend und kann zu einer Unschärfe bzw. Kontrastminderung in der Aufnahme führen – und damit zu Spielraum für Interpretationen in der Diagnose. Ziel ist es daher, dieses Bildrauschen im digitalen System auf ein Minimum zu reduzieren. Ein wichtiger Ansatzpunkt ist hier die Wahl des passenden Netzteils. Denn Schuld am störenden Rauschen sind häufig nicht optimierte Netzteile. Sogar Standardschaltnetzteile, die speziell für die Medizintechnik entwickelt wurden, legen oft keinen Fokus auf die Reduzierung störender Oberwellen (Ripple & Noise).

Die Folge: Geräteentwickler in der Bildgebung müssen oftmals aufwendige Entstörmaßnahmen ergreifen. Ein Aufwand, der umgangen werden kann, wenn man stattdessen ein sogenanntes Ultra-Low-Noise Schaltnetzteil einsetzt wie das LFS-150A des japanischen Herstellers DAITRON. Mit Ripple & Noise-Werten von 10mVpp liegt dieses Schaltnetzteil um das 10-20fache unter den Werten von Standardnetzteilen. Perfekt für bildgebende Verfahren und erhältlich bei Systemtechnik LEBER.



Ein Unternehmen der BURGER GROUP