

XR-Einblicke in Sehbeeinträchtigungen

Die Simulation von Sehschwächen in Virtual Reality eröffnet neue Möglichkeiten, verschiedene Erkrankungen des Auges für Medizin, Architektur, Design, aber auch für Angehörige von Betroffenen besser nachvollziehbar zu machen. Dies schafft eine komplett neue digitale Basis für die barrierefreie Gestaltung von öffentlichen Räumen, medizinischen Behandlungen und vielem mehr.

Nach Schätzungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) sind weltweit mehr als 2,2 Milliarden Menschen von Sehbeeinträchtigungen betroffen. Prognosen für die kommenden Jahre gehen darüber hinaus von einer wachsenden Verbreitung von Augenkrankheiten wie Grauem Star oder Makuladegeneration aus, die vor allem in der Bevölkerungsgruppe der über 40-Jährigen immer mehr Verbreitung finden. Dieser prognostizierte Anstieg ist nicht überraschend, da sich die Anzahl der über 65-Jährigen weltweit von 2020 bis 2050 voraussichtlich mehr als verdoppeln wird.

AUGENKRANKHEITEN BESSER VERSTEHEN LERNEN

Medizinische Publikationen, Ärztinnen und Ärzte sowie Betroffene können helfen einen Eindruck der Auswirkungen von Sehbeeinträchtigungen zu vermitteln. Für Menschen mit normaler Sehkraft und selbst für medizinisches Personal ist es oft schwer zu begreifen, wie sich bestimmte Augenkrankheiten auf die visuelle Wahrnehmung eines Menschen auswirken. Es ist aber wichtig, die Auswirkungen von Sehbeeinträchtigungen zu verstehen und auch quantifizieren zu können, um Städte, Gebäude und Beleuchtungssysteme so zu gestalten, dass sie für Menschen

mit visuellen Einschränkungen problemlos genutzt werden können. Insbesondere in Einrichtungen wie Altersheimen, Krankenhäusern oder Arztpraxen ist eine Anpassung der Leitsysteme und Notausgänge notwendig. Die Beschilderung und Beleuchtung von Fluchtwegen in öffentlichen Gebäuden ist durch offizielle, formale aber auch teils informelle Richtlinien und Standards festgeschrieben. Doch neueste Forschungsergebnisse zeigen, dass diese Vorschriften in der Regel zu sehr auf „normale Sicht“ ausgerichtet sind und die visuellen Bedürfnisse von Menschen mit Sehbeeinträchtigungen noch zu wenig Berücksichtigung finden.

DIVERSITÄT VISUELLER BEEINTRÄCHTIGUNG

Um Lösungen für die vor allem altersbedingte Verbreitung von Augenkrankheiten wie Grauem Star (Katarakt), Diabetische Retinopathie, Grünem Star

(Glaukom) oder Makuladegeneration zu finden, braucht es ausführliche Forschung und zahlreiche Studien. Die Durchführung von Studien über Sehbeeinträchtigungen stellt in der Praxis jedoch eine enorme Herausforderung dar, da eine große Anzahl von Teilnehmenden mit genau der gleichen Art von Beeinträchtigung und Schweregrad der erlebten Symptome benötigt wird. Eine derartig homogene Personengruppe ist oft nur schwer oder gar nicht zu finden, da nicht jedes Symptom genau bestimmt und dieselbe Augenkrankheit von den Betroffenen sehr unterschiedlich erlebt werden kann. Die Diversität der verbreitetsten Sehbeeinträchtigungen sowie deren Schweregrad und Einfluss auf die visuelle Fähigkeit machten es bislang schwer, umfangreiche Informationen über ihre Auswirkungen zu erheben.

Diese Abbildung zeigt links die Simulation einer Sicht mit visueller Beeinträchtigung (Grauer Star) und rechts eine normale, unbeeinträchtigte Sicht. Bild: VRVis



Mithilfe von Eye-Tracked XR-Technologie werden Sehschwächen in Virtual Reality simuliert und geben „Einblick“, wie die Welt durch die Augen von visuell benachteiligten Personen aussieht. Bild: VRVis

VIRTUAL REALITY AN DER SCHNITTSTELLE ZWISCHEN INFORMATIK UND MEDIZIN

Ein Wissenschaftsteam bestehend aus Expertinnen und Experten der Disziplinen Virtual und Augmented Reality, Medizin und Architektur machte sich genau diese Herausforderung zum Forschungsziel. In drei aufeinander aufbauenden Nutzerstudien entwickelte man eine neue Methodologie und Software zur Simulation von Augenkrankheiten in Extended Reality (XR). Mithilfe von Eye-Tracking (Blickerfassung) und XR-Technologien (Virtual, Augmented Reality und 360°-Bilder) werden Sehschwächen möglichst realistisch, basierend auf medizinischem Expertenwissen simuliert. Hierbei können verschiedene visuelle Einschränkungen grafisch simuliert werden, sodass beim Blick durch die VR-Brille eben jene beeinträchtigte und schlechte Sicht möglich ist, die ein Mensch mit der jeweiligen Sehbeeinträchtigung erlebt. Aktuell sind verschiedene Arten von Katarakten, Kurz- oder Weitsichtigkeit, altersbedingte Makuladegeneration sowie Hornhauterkrankungen im Simulationsrepertoire – das entwickelte Framework kann jedoch leicht erweitert werden. Außerdem erlaubt der Video-See-Through-Augmented-Reality-Modus der Simulation, die eigene Umgebung (aufgenommen durch zwei Kameras der VR-Brille) in der VR-Brille in Echtzeit mit simulierter Sehschwäche zu betrachten.



So war es auch möglich, die Simulation in einer Studie mit Katarakt-Patientinnen und -Patienten zu evaluieren und anhand des Feedbacks von Betroffenen weiter zu verbessern. Dabei wurden Patientinnen und Patienten ein paar Tage nach der Katarakt-Operation ihres ersten Auges gebeten die Katarakt-Simulation in der VR-Brille mit ihrem nun korrigierten Auge zu betrachten und mit dem unveränderten Video-Bild der Umgebung, welches ihnen für das zweite, noch von Katarakt betroffenen Auge angezeigt wurde, zu vergleichen. Durch den direkten Vergleich zwischen simuliertem und echtem Katarakt konnten die einzelnen simulierten Symptome von den Forscherinnen und Forschern angepasst werden, um so eine noch realistischere Simulation so erreichen.

„WER SIEHT, DER VERSTEHT“

Selten ist die geflügelte Formulierung „*Wer sieht, der versteht*“ zutreffender als in diesem Fall. Mit dieser technologischen Lösung können leicht und schnell Nutzerstudien in Extended Reality mit

Menschen mit gesundem Sehvermögen und computersimulierten Sehbeeinträchtigung durchgeführt werden. Eine spezielle Kalibrierungstechnik ermöglicht außerdem die Anpassung individuell simulierter Symptome, um so den exakt gleichen visuellen Schweregrad für alle Nutzerinnen und Nutzer zu simulieren. Diese Technik berücksichtigt dabei einerseits nicht nur die Hardware-Einschränkungen des VR-Head-Worn-Displays (HWD), sondern auch die reale Sehfähigkeit der Nutzerinnen und Nutzer. Durch den Einsatz dieser Simulation in Virtual Reality kann nun konkret getestet werden, wie sich Beleuchtungsintensität, Schriftgrößen oder Distanzen bei klassischer Alterssehschwäche oder auch Grauem Star niederschlagen. Dies ist eine wertvolle Hilfe für Planerinnen und Planer in der Architektur, Lichtgestaltung und Stadtentwicklung, die so 3D-Modelle ihrer Designs bereits in der Planungsphase auf Barrierefreiheit für Menschen mit Sehbeeinträchtigungen testen können.



Katharina Krösl ist Forscherin in der Multiple Senses-Gruppe am VRVis und Spezialistin für anwendungsorientierte Virtual und Extended Reality-Lösungen. Neben internationalen Publikations-, Konferenz-, und Review-Tätigkeiten hält sie an der TU Wien eine Vorlesung zu Farbe und visueller Wahrnehmung. Für ihre Forschungsarbeit zur Simulation von Augenkrankheiten wurde Krösl wiederholt ausgezeichnet, u. a. auf der IEEE VR 2020 und 2022 sowie mit dem Young Experts Award beim Austrian Computer Science Day 2021.