

Smarte Geräte für die Fußgesundheit

Promotion von Stefan Resch: Intelligente Orthese erfasst Gangparameter und Belastungsdaten während des Gehens und gibt Nutzenden Feedback - Kombination aus technischer Entwicklung und Methoden der Mensch-Computer-Interaktion

Menschen mit Fußverletzungen oder eingeschränkter Fußfunktion sind häufig auf orthopädische Hilfsmittel, beispielsweise eine Sprunggelenk-Orthese, angewiesen. Gleichzeitig fehlen ihnen Möglichkeiten zu kontrollieren, welchen Belastungen ihr Fuß beim Gehen ausgesetzt ist – ein Aspekt, der auch Menschen mit Polyneuropathie an den Füßen, beispielsweise infolge von Diabetes, betrifft.

Wie smarte Geräte hier unterstützen können, hat Dr. Stefan Resch von der Frankfurt University of Applied Sciences (Frankfurt UAS) im Rahmen seiner Promotion untersucht.¹

Im Mittelpunkt seiner Arbeit stand die Entwicklung einer sensorisierten Fußorthese – quasi eine Einlegesohle mit integrierter Sensorik, die Gangparameter und Belastungsdaten während des Gehens erfassen und anhand dessen Feedback geben kann. Dabei kombinierte Resch die technische Entwicklung mit Methoden der Mensch-Computer-Interaktion.

Sein Ziel: besser zu verstehen, wie Menschen mit solchen Technologien interagieren und sie wahrnehmen. Ein Großteil seiner Arbeit fand dazu im Mixed-Reality-Labor der Frankfurt UAS statt.

Feedback durch Vibrationssignal

Im ersten Schritt entwickelte Resch eine smarte Einlegesohle für eine Fußorthese mit integrierter Sensorik und Feedbackfunktionen. Er vernetzte sie mit einer Gehhilfe, in deren Griff ebenfalls Sensoren und Vibrationsmodule integriert sind. Bei Überlastung erhält die betreffende Person ein Vibrationssignal – direkt über die Orthese oder über den Griff der Gehhilfe.

Auch eine Smartphone-App zur mobilen Erfassung der Daten gehörte zu Reschs Arbeit: Sie ermöglicht Nutzenden unter anderem die farbige Visualisierung des Fußsohlendrucks anhand einer Heatmap und bietet ein Gehtagebuch, das Gangdaten dokumentiert und den individuellen Schmerzlevel bewertet.

Virtual Reality für immersive Trainingsanwendungen

Im zweiten Forschungsschwerpunkt erprobte Resch die von ihm entwickelten Geräte mit Probanden. Er untersuchte, wie sich Virtual- und Mixed-Reality-Technologien nutzen lassen, um die Interaktion seiner smarten Geräte zwischen Patient*in und Gerät und deren Feedbackfunktionen in kontrollierten, immersiven Trainingsumgebungen zu evaluieren.

In der ersten Studie ging Resch der Frage nach, wie ein Mixed-Reality-Avatar, also ein digitaler Assistent, Nutzende beim Onboarding der Smartphone-App unterstützen kann. Die Ergebnisse zeigen: Ein solcher virtueller Begleiter, der durch die App führt und deren Funktionen Schritt für Schritt erklärt, hat viel Potenzial, die Lernerfahrung bei der erstmaligen Nutzung der App zu verbessern.

In einer zweiten Studie prüfte Resch, wie visuelles Feedback zur Fußbelastung in unterschiedlichen virtuellen Umgebungen wahrgenommen wird. Auf welche Weise beeinflusst sie die Wahrnehmung

des Feedbacks, das Gangbild und die User Experience?

„Virtual Reality bietet die Möglichkeit, solche Trainingssituationen auf dem Laufband interaktiv und kontrolliert zu gestalten und dabei die Interaktion mit smarten Geräten gezielt zu untersuchen“, lautet Reschs Fazit.

Welche Orthese würden Menschen gerne tragen?

Der dritte Forschungsschwerpunkt widmete sich dem Einfluss des Fußorthesen-Designs auf deren Akzeptanz. „Die technisch beste Orthese bringt nichts, wenn Menschen sie nicht tragen wollen“, sagt Resch. Er untersuchte zudem, wie generative KI für das Design und die Entwicklung solcher medizinischer Hilfsmittel eingesetzt werden kann. „Der Weg zu einer marktfähigen Orthese ist natürlich noch weit“, resümiert der Forscher, „aber meine Untersuchungen geben erste Einblicke, wie KI-generierte Designs wahrgenommen werden und wie sich generative KI systematisch in einen Designprozess bis hin zur Prototypentwicklung einbinden lässt.“

Forschung für die Praxis auf erstklassigem Niveau

Resch hat in Kooperation mit der andalusischen Universidad de Cádiz promoviert, Erstbetreuer war Prof. Dr. Daniel Sánchez Morillo. An der Frankfurt UAS wurde seine Promotion von Prof. Dr. Diana Völz betreut, die verantwortlich für das Mixed-Reality-Labor ist.

„Stefan Reschs Forschung bedeutet für das Feld der Mensch-Technik-Interaktion im Bereich Personalized Medical Engineering einen großen Schritt vorwärts“, betont Völz, Professorin für Produktentwicklung, Konstruktion und CAD. „Die Universidad de Cádiz hat seine Leistung zu Recht mit der Bestnote ‚Sobresaliente Cum Laude‘ gewürdigt – und unterstreicht damit, auf welchem erstklassigem Niveau bei uns geforscht wird. Wir sind stolz darauf, dass wir Stefan Resch im Mixed-Reality-Labor das geeignete akademische Umfeld und die nötige Unterstützung für seinen Weg bieten konnten.“

¹ Stefan Reschs Dissertation „User-Centered Design and Evaluation of Smart Devices for Foot Augmentation: Interactive Mixed Reality Training and Feedback Applications“ fasst die Ergebnisse mehrerer Artikel zusammen, die bereits in wissenschaftlichen Fachzeitschriften veröffentlicht, auf internationalen Fachkonferenzen präsentiert und durch Auszeichnungen gewürdigt wurden.

Originalpublikation:

<https://rodin.uca.es/handle/10498/40209>

Weitere Informationen:

<https://www.frankfurt-university.de/mixed-reality-lab>