Kinderleicht greifen – angepasste haptische Eingabe für Kinder und Jugendliche

Anna Schwendicke*[1], Hans Winger*[2], Florian Wieczorek*[2],
Lisa-Marie Lüneburg*[3], Tina Bobbe*[3], M. Ercan Altinsoy*[1]

*Zentrum für taktiles Internet mit Mensch-Maschine-Interaktion (CeTI) und auch

[1] Lehrstuhl für Akustik und Haptik, TU Dresden, 01062 Dresden, Deutschland, Email: anna.schwendicke@tu-dresden.de

[2] Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM), TU Dresden, 01062 Dresden, Deutschland

[3] Lehrstuhl für Technisches Design, TU Dresden, 01062 Dresden, Deutschland

Einleitung

„Wie kommunizieren Wissenschaftler:innen ihre Forschung mit der Gesellschaft? Wie entsteht ein Austausch über zukünftige Mensch-Roboter-Interaktion? Womit können Schüler:innen für Technologie begeistert werden?“

Das sind Fragen, die sich Forschende im Rahmen des Zentrums für taktiles Internet mit Mensch-Maschine-Interaktion (CeTI) immer wieder stellen. Als Exzellenzcluster hat CeTI einen hohen wissenschaftlichen Anspruch das Taktile Internet und die Interaktion von Menschen darin zu erforschen und zu entwicklen. Daran arbeiten Forschende aus der Informatik, Elektrotechnik, dem Maschinenbau und der Psychologie fachübergreifend zusammen. In verschiedenen virtuellen Forschungsräumen wird zu Netzwerktechnolien, flexibler Elektronik, neuartigen Sensoren und Aktuatoren, aber auch der Wahrnehmung des Menschen und vielen weiteren Aspekten des taktilen Internets gemeinsam geforscht. Diese Ergebnisse sollen aber der Gesellschaft direkt zur Verfügung gestellt werden.

Mit Hilfe des CeTI-Trucks werden einzelne Demonstratoren der Öffentlichkeit verfügbar gemacht und können beispielsweise auch direkt an Schulen ausprobiert werden. Ein Element, das dafür entwickelt wurde ist das interaktive Exponat „Schere, Stein, Papier“. Entwickelt von einem interdisziplinärem Team an Forschenden der TU Dresden, um ihren Forschungsgegenstand - das Taktile Internet - erlebbar zu machen. Abbildung 1 zeigt Roberterarm und Handschuh in Aktion.

Direkt in den Handschuh eingestrickte Sensoren ermöglichen das Steuern des Roboterarms. Bewegungen der eigenen Hand und Finger werden eins zu eins übertragen - wer gewinnt also bei Schere, Stein, Papier? Richtig, alle!

Dieser spielerische Ansatz erlaubt Schüler:innen die Zukunft der Mensch-Roboter-Interaktion zu erfahren. Denn Erleben, Experimentieren und Hinterfragen wecken Neugierde, Aha-Erlebnisse und Faszination.

Das von Designwissenschaftlerinnen konzipierte und wissenschaftlich begleitete Exponat ist der erste speziell für die junge Öffentlichkeit gestaltete Forschungsgegenstand in dem Exzellenzcluster CeTI und hilft Wissenschaftler:innen z. B. bei Besuchen kooperierender Schulklassen einen Austausch auf Augenhöhe herzustellen. In Situationen wie diesen kann die Kommunikation zwischen Wissenschaft und Gesellschaft ihr ganzes Potential entfalten.

Abbildung 1: Interaktives Exponat; Roboterarm und Handschuh zur Steuerung

Abbildung 2: Handschuh mit klassischer Flex-Technologie im Vergleich mit Handschuh mit integrierten Sensoren

Der Handschuh

Mit dem gut sichtbaren Roboterarm zieht das interaktive Exponat das Publikum an. Das Herzstück der neuen Technologie ist jedoch im auf den ersten Blick unscheinbaren Handschuh versteckt. Dieser kann, Dank direkt eingestrickter Sensoren, die Beugung der einzelnen Finger messen. Durch die Möglichkeit zur vollintegralen Fertigung sensorisch ausgerüsteter Textilien, wie im konkreten Fall Kleidungsstücke, bergen textile Sen-

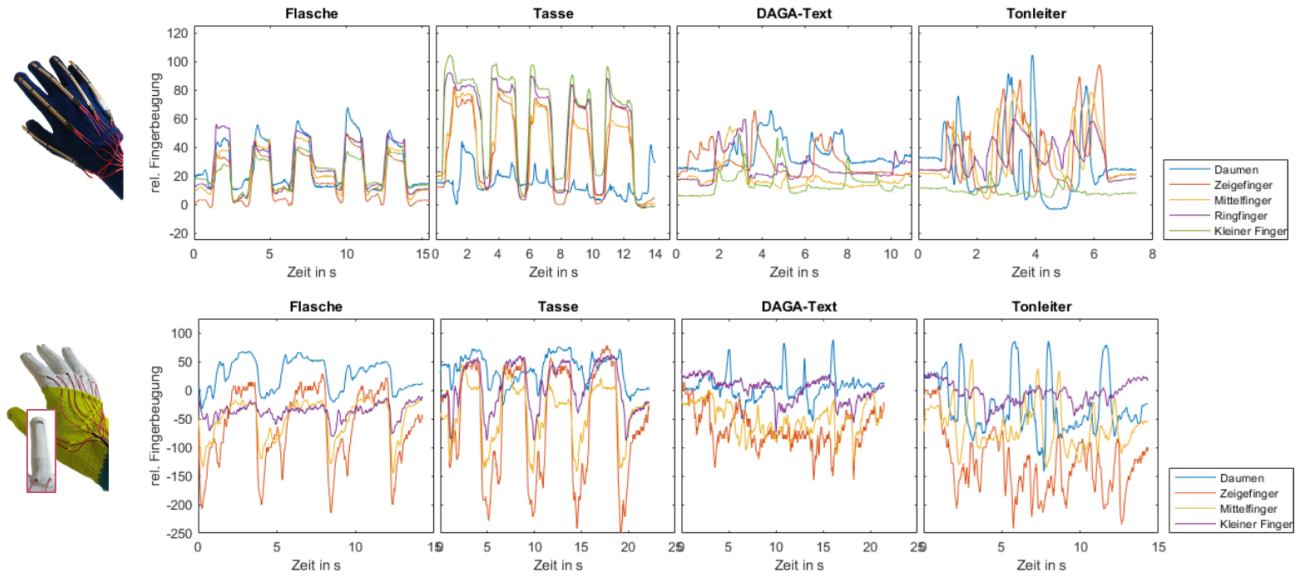

Abbildung 3: Zeitliche Aufnahme für verschiedene Bewegungen mit traditionellem Flexsensor sowie integrierten Sensoren [1]

soren enormes Potenzial zur Entwicklung intuitiv und bequem nutzbarer und somit niederschwelliger Mensch-Maschine-Schnittstellen. Abbildung 2 zeigt traditionelle Flexsensoren, die extern auf Handschuhe montiert werden müssen, neben den direkt eingestrickten Sensoren. Die hier genutzten, textilen Sensoren arbeiten nach dem piezoressistiven Sensorprinzip. Eine Dehnung des elektrisch leitfähigen Sensorgarnes führt zu einer Veränderung seines elektrischen Widerstandes. Der Gesamteffekt setzt sich dabei aus einer Materialdehnung der Silberbeschichtung auf der Garnoberfläche und Perkolationseffekten zusammen, welche aus der Strukturdehnung des Garnes resultieren. Zwischen den silberbeschichteten Einzelfasern, aus welchen das Garn aufgebaut ist werden bei Dehnung bzw. Entlastung Kontaktpunkte und -flächen gebildet oder getrennt, was zur Veränderung des Gesamtwiderstandes des Garnes in Abhängigkeit seines Dehnungszustandes führt.

Um diesen Effekt möglichst umfassend nutzbar zu machen, ist die Art der Einbindung des Sensorgarnes in das Grundgestrick entscheidend. Im Rahmen des CeTI-Clusters werden entsprechende Bindungsvarianten entwickelt und untersucht [2, 3].

Abbildung 3 zeigt vergleichende Messungen für verschiedene Bewegungsmuster von Handschuhen mit traditionellen Flexsensoren sowie einem gut sitzendem Handschuh mit textil integrierten Sensoren [1]. Die spezifischen Bewegungsmuster lassen sich auch mit dem reinen Textilhandschuh gut unterscheiden und den einzelnen Aufgaben zuordnen.

Kinderhandschuhe

Zwischen weiblichen und männlichen Nutzern, stärker aber noch zwischen Erwachsenen und Kindern gibt es im Bereich der Hände deutliche Größenunterschiede. Für möglichst genaue Messungen ist jedoch bei allen Nutzenden ein enger Sitz des Handschuhs notwendig. Sitzt der Handschuh zu locker, gleitet er auf der Haut. Für die Funktionsfähigkeit der textilen Sensoren ist jedoch eine Strukturdehnung des Textiles und damit der eingearbeiteten Sensorgarne (Struktur- und Materialdehnung) unerlässlich. Wird das Sensorgarn nicht gedehnt kann die Fingerbewegung/-krümmung nicht detektiert werden.

Zwar ist es möglich durch eine entsprechende Materialauswahl (z. B. sehr hoher Elastananteil) bei den verstrickten Garnen Handschuhe zu fertigen, welche sehr stark dehnbar sind und somit ausgeprägte Größenunterschiede abdecken können, jedoch sind diese nur umständlich anziehbar und sehr unkomfortabel zu tragen. Aus diesem Grund ist eine Skalierung auf Damen- und Kindergrößen sinnvoll und angezeigt.

Kleinere Hände haben in aller Regel auch kürzere Finger. Daraus ergibt sich aus sensortechnischer Sicht jedoch eine Herausforderung. Kürzere Handschuhfinger erfordern eine Anpassung der Sensorlängen. Eine Verkürzung der Sensoren beeinflusst deren Genauigkeit.

Um die realen Auswirkungen dieses Effektes besser einschätzen zu können wurden verschiedene Größen des Handschuhes gefertigt und Messungen mit Probanden mit ensprechenden Handgrößen durchgeführt. Dabei waren die Sensoren des Kinderhandschuhes etwa 1 cm kürzer als die des großen Erwachsenenhandschuhes.

Ein exemplarischer Vergleich einfachen Faustöffnens und -schließens mit beiden Größen ist Abbildung 4 zu entnehmen. Deutlich erkennbar ist das Öffnen und Schließen sowohl bei dem Kinder- als auch dem großen Handschuh. Die Verkürzung der Sensoren von der Erwachsenengröße auf die Kindergröße beeinflusst das Erkennen der Gesten nicht.

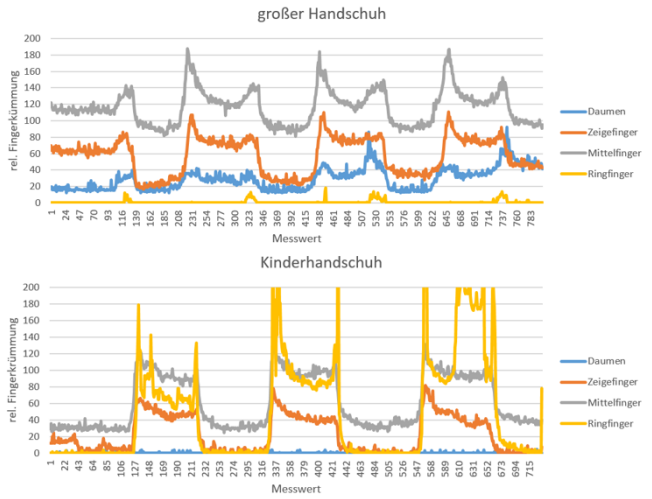

Abbildung 4: Messung der Beugung für wiederholtes Faustmachen und Handstrecken für großen Handschuh und Kinderhandschuh

Ausblick

Die ersten Untersuchungen zum Sensorverhalten in Kinderhandschuhen sind sehr ermutigend. Sie können als Grundlage für die Entwicklung differenzierte Handschuhgrößen über ein großes Spektrum von kleinen Kinderhänden bis großen Erwachsenenhänden bilden. Trotz der prinzipiell positiven Ergebnisse sind mit Hinblick auf reale Anwendungen des Handschuhes weitere Optimierungsschritte notwendig und geplant. Dabei werden sowohl die Sensor- bzw. Signalqualität, Langzeitstabilität und Handhabbarkeit, als auch der Tragekomfort adressiert. Um all dieses Verbesserungspotenzial erschließen zu können werden alle Komponenten des Gesamtsystemes weiterentwickelt. Textilseitig werden Anstrengungen zur Optimierung der Sensorgarne hinsichtlich ihrer Langzeiteigenschaften, bespielsweise der Waschbarkeit unternommen. Die weitere Linearisierung des Sensorverhaltens der Garne ist ebenfalls eine wichtige Zielsetzung der Entwicklungsarbeit. Für die gestrickten Sensoren werden zur Erreichung dieses Ziel auch die Sensorkonstruktion und die Verarbeitungsparameter gezielt variiert und optimiert. Für einen komfortablen und zweckmäßigen Sitz der Handschuhe bei den verschiedenen Nutzendengruppen wird deren Auslegung anhand von Nutzendenerfahrungsdaten fortlaufend angepasst. Prinzipiell ermöglicht die Stricktechnik auch die individuelle Fertigung von Maßhandschuhen mit überschaubarem Aufwand. Die elektronische Hardware und auch die Energieversorungseinheiten werden sukzessive weiter miniaturisiert und flexibilisiert um den Tragekomfort kontinuierlich zu steigern und das Erlebnis bei der Nutzung dieser Art von Handschuhe immer weiter weg vom Eindruck eines speziellen Eingabegerätes hin zu einer irritationsfreien, intuitiven, ja natürlichen Nutzung der Sensorhandschuhe zu verschieben. Zur Verbesserung der Zustandsauswertung kann die Auswertungssoftware beispielsweise durch selbstlernende Algorithmen und automatische Rekalibrierungsroutinen ergänzt werden um ein möglichst umfassend harmonierendes Gesamtsystem aus textiler und klassisch elektronischer Hardware sowie Software zu generieren. Um den Anwendenden ein noch immersiveres Nutzungserlebnis zu ermöglichen bzw. Informationen nicht nur zu gewinnen, sondern auch an diese zurückgeben zu können, ist die Integration von taktilen Feedbacksystemen geplant.

Basierend auf den hier vorgestellten Technologien kann künftig mit interaktiven Objekten wie dem „Schere Stein Papier Roboter“z. B. im Bereich der Bildung nachhaltig Arbeit geleistet werden. So kann die formale Bildung in der Schule ergänzt werden durch informelle Bildungsangebote auf Ausstellungen und Messen oder auch durch Angebote und Demonstrationen für die weitere Öffentlichkeit und insbesondere Schüler an der Universität. Im wahrsten Sinne des Wortes bieten Handschuhe mit integrierten Sensoren hier die Möglichkeit brandaktuelle Wissenschaft hautnah zu erleben.

Danksagung

Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder – EXC 2050/1 – Projektnummer 390696704 – als Exzellenzcluster „Centre for Tactile Internet with Human-in-the-Loop“ (CeTI) der Technischen Universität Dresden.

Literatur

[1] Schwendicke, A. ; Winger, H. ; Wieczorek, F. ; Altinsoy, M. E.: Begreifen – Wie unabhängig arbeiten unsere Finger wirklich? In: *Proceedings of the German Annual Conference on Acoustics (DAGA)*, 2020, S. 399–401

[2] Wieczorek, F. ; Winger, H. ; Sachse, C. ; Bollengier, Q. ; Trümper, W. ; Nocke, A. ; Cherif, C. : Knitted products for Human-in-the-Loop applications (Poster P85). In: *Proceedings of the Aachen-Dresden-Denkendorf International Textile Conference*, 2019

[3] Wieczorek, F. ; Winger, H. ; Sachse, C. ; Trümper, W. ; Nocke, A. ; Cherif, C. : Function integration - Innovative knitted fabrics for life 4.0. In: *Proceedings of the World Textile Conference (AUTEX)*, 2019