

Umsetzung einer natürlichen Interaktion mittels Head-Mounted-Display unter Einbezug von taktilen Rückmeldungen

Max Bernhagen, Jonas Trezl, Daniel Hertwig, Frank Dittrich

Professur Arbeitswissenschaft und Innovationsmanagement, Technische Universität Chemnitz

Zusammenfassung

Die Gesteneingabe wird als eine essentielle Interaktionsform zur Realisierung einer natürlichen Interaktion angesehen. Im Kontext virtueller Welten, wie sie bei der Verwendung von Head-Mounted-Displays geschaffen werden, ist die Umsetzung einer natürlichen Interaktion ein vielversprechendes Anwendungsfeld. Durch die Detektion der Handposition wird die Möglichkeit geschaffen, beide Hände in Echtzeit in die virtuelle Welt zu integrieren und diese für eine direkte Manipulation zu verwenden. Die Hand dient somit als Eingabegerät, wodurch Controller-Steuerungen ersetzt werden können. Dieser berührungslose Ansatz hat den Nachteil, dass keine taktilen Rückmeldungen an den Menschen übertragen werden können. Um diesen Sinn nutzen zu können, wurde ein Demonstrator entwickelt, bei welchem ein sogenannter Vortex-Generator einen Luftwirbel generiert, der eine taktile Rückmeldung auf der Handoberfläche des Nutzers erzeugt. Durch die Integration von Head-Mounted-Display, Leap Motion Controller, Microsoft Kinect und dem PC mit einer programmierbaren Spiele-Engine ermöglicht der Demonstrator das be-greifbare Erleben einer interaktiven virtuellen Welt.

1 Einleitung

Produktentwicklungen der letzten Jahre im Bereich der Sensortechnologien haben günstige Trackingsysteme, wie die Microsoft Kinect oder den Leap Motion Controller, hervorgebracht. Diese ermöglichen Anwendungen, welche mittels des gesamten Körpers oder durch Körperteile gesteuert werden. In Forschungsarbeiten wurde vor allem der Kinect-Sensor als Eingabeschnittstelle für die Realisierung natürlicher Benutzungsschnittstellen genutzt (Villaroman et al., 2011; Boulos et al., 2011). Die natürliche Mensch-Maschine-Interaktion

Veröffentlicht durch die Gesellschaft für Informatik e.V. 2016 in
B. Weyers, A. Dittmar (Hrsg.):
Mensch und Computer 2016 – Workshopbeiträge, 4. - 7. September 2016, Aachen.
Copyright © 2016 bei den Autoren.
<http://dx.doi.org/10.18420/muc2016-ws10-0001>

soll den Nutzer entlasten, indem eine Reduzierung des benötigten Wissens zur Aufgabendurchführung durch eine möglichst intuitive Bedienbarkeit angestrebt wird (Preim, Dachzelt, 2015). Sie sollte multimodal erfolgen und auf erlernte und vertraute Handlungen basieren. Interaktionsformen, wie Spracheingabe sowie gestenbasierte Interaktion, eignen sich nach Preim und Dachzelt (2015) dafür besonders. Es sollte zudem eine direkte Manipulation ermöglicht werden, bei der Ein- und Ausgaberaum miteinander verschmelzen (Wigdor, Wixon, 2010). Neben diesen neuen Eingabetechnologien, bieten auch innovative Ausgabe-technologien Potential für neuartige Interaktionskonzepte. Hierbei sind insbesondere Head-Mounted-Displays, wie die Oculus Rift, HTC Vive oder Razer OSVR, aktuelle Forschungsgegenstände. Diese ermöglichen eine stereoskopische Bilddarstellung, wobei für die Interaktion Eingabegeräte mit sechs Freiheitsgraden klassischen Eingabegeräten vorzuziehen sind (Moritz et al., 2007). Datenbrillen lassen allerdings keine Sicht auf die Umwelt und somit auch nicht auf physische Eingabegeräte zu.

Für die Umsetzung einer natürlichen Interaktion ist es möglich, optische Trackinggeräte, wie den Leap Motion Controller, an eine Datenbrille zu koppeln und somit die Hände des Nutzers in die virtuelle Welt zu projizieren. Diese berührungslose Interaktion weist jedoch die Charakteristik auf, dass die taktile Sinneswahrnehmung nicht angesprochen wird. Nach Skrlj et al. (2015) ist dies allerdings ein bedeutender Faktor bei der Bewertung der Gebrauchstauglichkeit des Leap Motion Controllers. Zur Erzeugung taktiler Rückmeldungen können sogenannte Vortex-Generatoren genutzt werden. Bei diesen Generatoren tritt Luft durch Kompression aus einer kreisförmigen Öffnung aus, wobei im Randbereich der Öffnung ein stabiler Luftwirbel entlang einer ringförmigen Achse entsteht. Mittels der Wirbel kann eine taktile Sinneswahrnehmung in Distanzen von über einem Meter realisiert werden. Gupta und Kollegen (2013) erstellten beispielsweise einen statischen Vortex-Generator, welcher jedoch nicht auf bewegte Objekte zielen konnte. Weiterhin präsentierten Sodhi et al. (2013) einen Generator, der mittels eines flexiblen Aufsatzes bewegliche Ziele mit einer hohen Genauigkeit trifft. Bei ihren Anwendungen wurden jeweils Projektionen auf der Haut mit taktilen Rückmeldungen überlagert. Technisch komplexe Alternativen für berührungslose taktile Rückmeldungen stellen zudem Ultraschallwellen (Sand et al., 2015) und indirekte Laserstrahlung (Lee et al., 2015) dar.

2 Demonstrator

An der Professur Arbeitswissenschaft und Innovationsmanagement der TU Chemnitz wurde ein Demonstrator entwickelt, der die Vorteile aktueller Technologien zur 3D-Ein- und Ausgabe für die virtuelle Realität vereint und eine berührungslose natürliche Interaktion mit taktilen Rückmeldungen durch die Nutzung eines Vortex-Generators ermöglicht. Ziel des Einsatzes des Vortex-Generators ist es, das Präsenzepfinden des Nutzers sowie die Effektivität und Effizienz der Interaktion durch taktile Rückmeldungen in der virtuellen Realität zu erhöhen. Wesentliche Anforderungen an die Rückmeldung sind eine hohe Genauigkeit, geringe Latenz und eine hohe wirkende Kraft. Hierbei soll die taktile Rückmeldung auf eine sich räumlich bewegendende Hand treffen. Abbildung 1 stellt die

technische Umsetzung der Integration von Head-Mounted-Display und Leap Motion Controller mit einer programmierbaren Spiele-Engine dar.

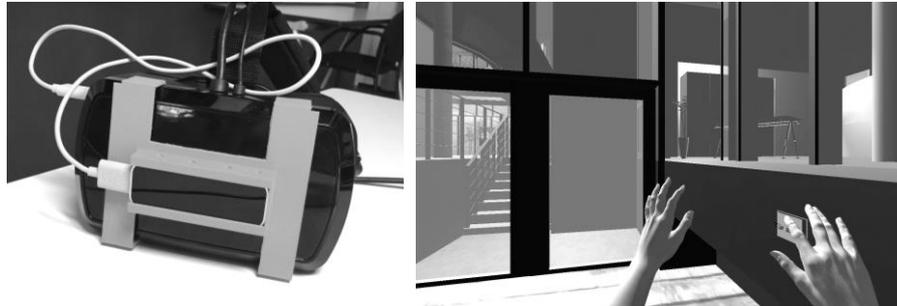


Abbildung 1: Beispielanwendung zur natürlichen Interaktion in virtuellen Welten mittels Head-Mounted-Display

Für die Entwicklung des Vortex-Generators wurde ein 3D-Drucker genutzt, mit dem unterschiedliche Luftausgänge zur Erzeugung des Luftwirbels erstellt und getestet werden konnten. Unter anderem wurden zur Optimierung der wirkenden Kraft sowie der Genauigkeit, Trichter- und Zylinderformen unterschiedlicher Länge innerhalb einer Laboruntersuchung bewertet. Dabei wurde experimentell ermittelt, dass mit einem 50mm langen zylindrischen Aufsatz die höchste Treffgenauigkeit erzielt werden kann. Für ein möglichst optimales Verhältnis der Kantenlänge des kubischen Generators zum Öffnungsdurchmesser wurde auf Erkenntnisse von Gupta et al. (2013) aufgebaut und ein Öffnungsverhältnis von 5:1 übernommen. Mittels zweier Servomotoren wurden außerdem Drehbewegungen des Generators um die x- und y-Achse ermöglicht, so dass bewegte Ziele anvisiert werden können. Abbildung 2 zeigt den mechanischen Aufbau des Vortex-Generators sowie dessen Integration in den Demonstrator.

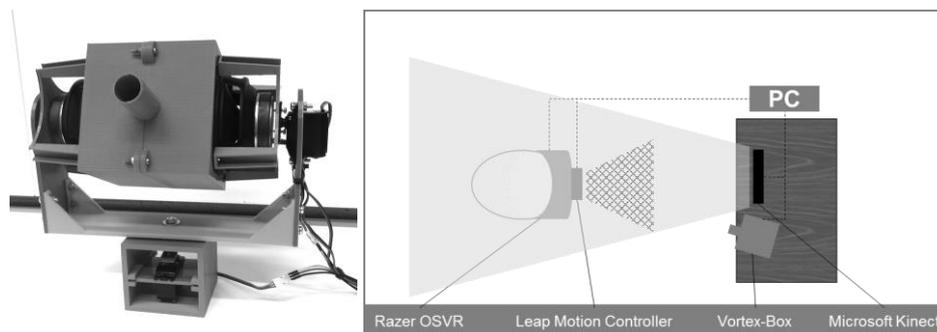


Abbildung 2: li. 2-achsiger Vortex-Generator, re. Komponenten Gesamtsystem

Um die Handposition für den Zielvorgang des Vortex-Generators zu ermitteln, wird der Microsoft Kinect Sensor verwendet (hellgrauer Trackingbereich in Abb. 2). Dieser detektiert die räumliche Position der auslösenden Hand und gibt die Daten an die Spiele-Engine weiter. Diese berechnet die Winklereinstellung des Vortex-Generators, welche für den Zielvorgang

benötigt wird. Erfolgt eine Interaktion, auf welche eine Rückmeldung folgen soll, wird die Information zum Auslösen eines Vortex-Impulses von der Spiele-Engine an eine Steuereinheit weitergegeben. Diese initiiert den Luftimpuls, der über eine Membranverschiebung zweier im Generator verbauter Lautsprecher realisiert wird. Der Leap Motion Controller wird hingegen für das hochpräzise Handtracking im Nahbereich genutzt (gepunkteter Trackingbereich in Abb. 2). Der Bedarf zweier Trackinggeräte rührt daher, dass der Leap Motion Controller nur die relative Lage der Hände zu seiner eigenen Lage detektiert. Bei der Verwendung der Razer OSVR ist die Kopfposition unbekannt. Aus diesem Grund wird die Microsoft Kinect, welche einen wesentlich größeren Detektionsbereich aufweist, für das Tracking der Handposition verwendet. Als verbindende Software wird die Spiele-Engine Unity3D verwendet, in welche vorgefertigte „Assets“ für den Leap Motion Controller und der Razer OSVR eingebunden werden. Sonstige Erweiterungen, wie die Ansteuerung der Steuerplatine und die interaktiven Elemente, wurden als selbst programmierte Skripte implementiert.

3 Diskussion

Anhand des Demonstrators wurde eine neuartige berührungslose Interaktionsform für Head-Mounted-Displays vorgestellt. Um den wesentlichen Nachteil der fehlenden taktile Rückmeldung auszugleichen, wurde ein Vortex-Generator entwickelt und integriert. Im Rahmen empirischer Studien soll evaluiert werden, wie stark die taktile Rückmeldung das Präsenzepfinden der Nutzer erhöht und ob ein Einfluss der taktile Rückmeldung auf die Effektivität und Effizienz der Interaktion festzustellen ist. Zudem ist die Ausgestaltung der taktile Reize von Interesse. Hierbei sollen unterschiedliche Frequenzen und Muster untersucht werden.

Als Weiterentwicklung des Demonstrators ist der Anschluss weiterer Vortex-Generatoren geplant, da durch die Verwendung nur eines Generators nicht der gesamte Aktionsraum des Nutzers ausgenutzt werden kann. Zudem werden Systemlösungen überprüft, welche unter Verwendung anderer Datenbrillen, wie der HTC Vive, die Kopfposition permanent bestimmen können und damit die zusätzliche Nutzung des Kinect Sensors entfällt. Schließlich soll die Miniaturisierung des Vortex-Generators bei gleichbleibender Leistungsfähigkeit umgesetzt werden, um damit den Einsatz innerhalb verschiedener Anwendungsszenarien, wie dem Fahrzeuginnenraum, oder an Wissensarbeitsplätzen, zu untersuchen.

Literaturverzeichnis

- Boulos, M. N. K., Blanchard, B. J., Walker, C., Montero, J., Tripathy, A., & Gutierrez-Osuna, R. (2011). Web GIS in practice X: a Microsoft Kinect natural user interface for Google Earth navigation. *International journal of health geographics*, 10(1), 1.
- Gupta, S., Morris, D., Patel, S. N., & Tan, D. (2013). Airwave: Non-contact haptic feedback using air vortex rings. In *Proceedings of the 2013 ACM international joint conference on Pervasive and ubiquitous computing* (pp. 419-428). ACM.

- Lee, H., Kim, J. S., Choi, S., Jun, J. H., Park, J. R., Kim, A. H., ... & Chung, S. C. (2015). Mid-air tactile stimulation using laser-induced thermoelastic effects: The first study for indirect radiation. In *World Haptics Conference (WHC), 2015 IEEE* (pp. 374-380). IEEE.
- Moritz, E., Hagen, H., Wischgoll, T., & Meyer, J. (2007). Usability of multiple degree-of-freedom input devices and virtual reality displays for interactive visual data analysis. In *Proceedings of the 2007 ACM symposium on Virtual reality software and technology* (pp. 243-244). ACM.
- Preim, B.; Dachselt, R. (2015). *Interaktive Systeme. Band 2.* Magdeburg: Springer Vieweg.
- Sand, A., Rakkolainen, I., Isokoski, P., Kangas, J., Raisamo, R., & Palovuori, K. (2015). Head-mounted display with mid-air tactile feedback. In *Proceedings of the 21st ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology* (pp. 51-58). ACM.
- Škrlić, P., Bohak, C., Guna, J., & Marolt, M. (2015). Usability evaluation of input devices for navigation and interaction in 3D visualisation. *International SERIES on Information Systems and Management in Creative eMedia*, (1), 19-23.
- Sodhi, R., Poupyrev, I., Glisson, M., & Israr, A. (2013). AIREAL: interactive tactile experiences in free air. *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, 32(4), 134.
- Villaroman, N., Rowe, D., & Swan, B. (2011, October). Teaching natural user interaction using OpenNI and the Microsoft Kinect sensor. In *Proceedings of the 2011 conference on Information technology education* (pp. 227-232). ACM.
- Wigdor, D.; Wixon, D. (2010). *Brave NUI World. Designing natural user interfaces for touch and gesture.* Burlington: Elsevier.

Kontaktinformationen

Max Bernhagen Erfenschlager Straße 73 | Haus F | 09125 Chemnitz
Max.Bernhagen@mb.tu-chemnitz.de