

Low-Cost NUI

Malte Jannasch, Dennis Ludl, Claudia Vöhringer

Hochschule Reutlingen
Medien- und Kommunikationsinformatik Master
Malte_Simon.Jannasch@Student.Reutlingen-University.DE
Dennis.Ludl@Student.Reutlingen-University.DE
Claudia.Voehringer@Student.Reutlingen-University.DE

Art der Arbeit: Masterprojekt im ersten und zweiten Mastersemester
Betreuer/in der Arbeit: Prof. Dr. Gabriela Tullius, Prof. Dr. Uwe Kloos

Abstract: Im Virtual Reality Laboratory der Hochschule Reutlingen werden neue Interaktionsarten entwickelt und evaluiert. Natural User Interfaces (NUI) bilden dabei einen Schwerpunkt, der den Studierenden die Möglichkeit eröffnet, sich vertiefend mit neuen Interaktionsformen auseinanderzusetzen. Sowohl die entwickelten touchbasierten Systeme mit horizontaler und vertikaler Orientierung als auch die berührungslose Interaktion eröffnen vielfältige Anwendungsmöglichkeiten in unterschiedlichen Anwendungsfeldern. Dabei spielt die Usability dieser Interaktionsverfahren eine zentrale Rolle. Hierzu wurden Nutzertests entwickelt, die eine systematische Untersuchung der Einsetzbarkeit dieser NUI ermöglichen.

1 Einleitung

Im Virtual Reality Laboratory (VRLab) des Masterstudiengangs Medien- und Kommunikationsinformatik an der Hochschule Reutlingen forschen und entwickeln Studenten Lösungen im Themenumfeld virtueller Umgebungen und innovativer und natürlicher Interaktionsmöglichkeiten (NUI natural user interfaces) zwischen Mensch und Maschine. Weitere Schwerpunkte sind die stereoskopische Projektion von medialen und dreidimensionalen Inhalten sowie das Tracking zur Steuerung virtueller Welten. Dabei wird insbesondere Wert auf Low-Cost Ansätze und Lösungen gelegt [He11]. Zu den Natural User Interfaces (NUI) zählen Multitouch Systeme (MTS) sowie freihändig gestenbasierte Systeme, die auf Basis von bildverarbeitenden Algorithmen bestimmte Strukturen im Raum erkennen können. NUI werden meist als intuitive und vertraute Interaktionsformen beschrieben. Es wird oft übersehen, dass auch die gestenbasierte Interaktion zunächst erlernt werden muss und für die Gestaltung bestehende Richtlinien erweitert werden müssen [NN10]. Dazu leistet die vorliegende Arbeit einen Beitrag, indem drei Low-Cost NUI Systeme vorgestellt werden, mit denen repräsentative Daten zur Nutzung erhoben werden können.

2 Multitouch Systeme

Ein Schwerpunkt der MTS Arbeiten ist die Definition neuer Gesten oder die Entwicklung neuer Szenarien [Käl1]. Wenige Arbeiten beschäftigen sich mit der Evaluierung von MTS [So11]. Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Untersuchung der Usability unterschiedlicher Low-Cost MTS. Dafür wurde innerhalb des VRlabs zwei MTS entwickelt: horizontal (Tisch) und vertikal (Cube), um unterschiedliche Auswirkungen der Bedienung testen zu können.

2.1 Technische Umsetzung der MTS

Die Umsetzung der Multitouch (MT) Funktionalität wurde unter Anwendung des Rear Diffused Illumination Ansatzes realisiert [Nu09]. Der Ansatz basiert auf der Low-Cost Technik wie von [Ha05] beschrieben. Dabei wird die Interaktionsfläche von der Rückseite mit Infrarot LEDs ausgeleuchtet. Eine Berührung führt zur Änderung des Reflexionsverhaltens der Scheibe. Dies kann mittels einer Kamera detektiert und lokalisiert werden. Durch Einsatz von Computer Vision Verfahren werden die Kameradaten in Trackingdaten umgerechnet und mit Hilfe des TUIO Protokolls [Ka05] an die verschiedensten MT Anwendungen weitergeleitet.



Abbildung 1: Multitouch Tisch

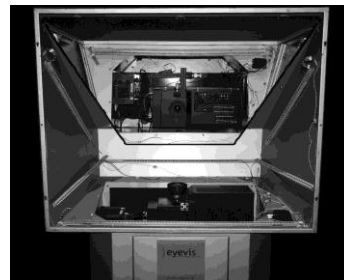


Abbildung 2: Multitouch Cube (Innen)

Der selbst konstruierte MT Tisch verfügt über eine horizontal ausgerichtete Bedienfläche, auf der das Bild eines LED Projektors über einen im Boden des Tisches angebrachten Spiegel dargestellt wird. Für die Touch Oberfläche wird halbtransparentes Acrylglas verwendet. Die Interaktionsfläche wird mit Hilfe einer Playstation 3 Eye Cam erfasst. Durch die Entwicklungsarbeit der Studenten kann der MT Tisch stabil betrieben werden (Abbildung 1). Der MT Cube basiert auf einem Rückprojektionscube der Firma eyevis GmbH, welcher dem VRlab zur Verfügung gestellt wurde. Aus dem als Ausgabegerät konzipierten Großbildsystem wurde von den Studierenden unter Verwendung von Low-Cost Komponenten ein weiteres MT Gerät, dieses Mal mit vertikaler Interaktionsfläche, konstruiert. Eine Herausforderung war hierbei, dass das Projektionssystem, das über einen schräg zur Projektionsfläche (1,1m x 1,38m) ausgerichteten Spiegel und einen DLP-Projektor realisiert wurde, nicht verändert werden konnte. Daher musste die Kamera aufgrund der Gehäusebeschaffenheit idealerweise an derselben Position wie der Projektor positioniert werden.

Diese und weitere technische Herausforderungen, wie die gleichmäßige Ausleuchtung, die Druckempfindlichkeit der großen Scheibe, konnten ebenfalls erfolgreich gelöst werden. Der innere Aufbau des MT Cube kann Abbildung 2 entnommen werden.

2.2 Nutzertests mit dem MT Cube

Zur Entwicklung von Gestaltungsrichtlinien für MTS wurde zunächst ein Nutzertest entwickelt und mit dem MT Cube durchgeführt. Bei der Interaktion mit dem MT Cube existieren eine Reihe von Unterschieden zu herkömmlichen MT Geräten. Insbesondere die Größe und die vertikale Ausrichtung der Benutzungsoberfläche fallen auf. Auf geeignete Bedienkonzepte für die Entwicklung einer benutzungsfreundlichen Anwendung kann auf Grund fehlender Erfahrungen mit dem Gerät nicht zurückgegriffen werden [NN10]. Faktoren wie die Ermüdung des Nutzers während der Interaktion, die Größe und Positionierung von aktiven und nicht aktiven Elementen sowie die teilweise Verdeckung der Inhalte durch den Nutzer müssen bei der Entwicklung von Anwendungen für den MT Cube zusätzlich beachtet werden, um eine möglichst gute User Experience zu erzielen. Für die Testanwendung wurde anhand des Überblicks über MT Frameworks von Kammer et al. [KFW10] MT4J ausgewählt. MT4J ist ein Java Framework zur Entwicklung von 2D und 3D MT Anwendungen. Für den Test wurden 18 Teilnehmer rekrutiert. Davon war die Mehrzahl Rechtshänder. Es wurden unterschiedliche Aufgaben zu Thesen (beispielsweise bzgl. der Positionierung von Interaktionsobjekten) hinsichtlich der Bedienung des Cubes gestellt bzw. bekannte Modelle wie Fitts Law überprüft. Gegenwärtig werden die Ergebnisse der Nutzertests ausgewertet. Erste Aussagen dieser Tests sind, dass die meisten Teilnehmer eine Navigationsleiste im unteren Bereich als negativ empfanden, obwohl sie ähnlich effizient wie an anderen Stellen (oben, rechts, links) bedient wurde. Interessant war auch die Beobachtung, dass fast alle Teilnehmer den Cube ausschließlich mit einer Hand bedienten, egal ob sich die Interaktionsobjekte im rechten oder linken Bereich von ihnen befanden. Die weitere statistische Auswertung der Test wird zur Entwicklung von Richtlinien für die Gestaltung von MT Cube Systemen führen. Darauf aufbauend können gestenbasierte Anwendungen entwickelt werden, welche dem Ideal der NUI näher kommen.

3 NUI auf Basis der Kinect

Mit der Einführung der Microsoft Kinect ergeben sich neue Möglichkeiten einer kostengünstigen Erfassung freihändiger Interaktionsformen. Dabei werden Körperbewegungen des Nutzers anhand eines Infrarot-Tiefensensors sowie einer RGB-Farbkamera erfasst und mittels Bildverarbeitungsverfahren selektiert [En11]. Grundlage der Erfassung sind einfache Bewegungen und Gesten. Für die Erkennung komplexer oder zusammenhängender Gesten mit der Kinect, die dann dem Anspruch NUI genügen können, existieren derzeit nur wenige Ansätze. Auf dieser Grundlage wird ein Ansatz verfolgt, Gesten unter Verwendung eines künstlichen neuronalen Netzes zu erkennen. Die Basis hierzu bildet ein Feedforward Netzwerk, das mit Hilfe des Backpropagation Algorithmus trainiert wird.

Für die Umsetzung des neuronalen Netzes wird das .NET Encog Framework 3.0 [Ha11] verwendet. Es wurde eine Software entwickelt die es ermöglicht Trainings- sowie Testdaten aufzunehmen und auszuwerten. Die Daten liegen hierbei zunächst als Liste von 3D-Koordinaten vor. Anschließend werden jeweils die Distanzen von x, y und z Koordinaten zweier benachbarter 3D-Punkte gemessen und in einem Vektor gespeichert, der als Eingabe für das neuronale Netz dient. Die Ausgabe sieht ein Neuron für jede Geste vor, die im Idealfall die Werte 0 für nicht erkannt bzw. 1 für erkannt annehmen. In einem ersten Test des neuronalen Netzes wurden 26 unterschiedliche komplexe und zusammenhängende Gesten verwendet. Die Buchstaben A-Z dienten hierbei als Vorlage. Die Erkennungsrate war in ersten Tests überwiegend gut. Gegenwärtig wird mit dem Ziel der Validierung des Verfahrens ein repräsentativer Nutzertest vorbereitet.

4 Ausblick

Die weiteren Arbeiten zielen auf die Formulierung von Gestaltungsempfehlungen für die Entwicklung von Anwendungen für NUIs ab, so dass die Interaktion nicht nur natural heißt, sondern auch natürlich empfunden wird. Weiterhin wird an Konzepten gearbeitet, die einen gemeinsamen Einsatz von vertikalen und horizontalen Multitouch Systemen ermöglichen, um so die Vorteile beide Interaktionsformen zu kombinieren.

Literaturverzeichnis

- [En11] Engineering and Technology Magazine: The Teardown: The Kinect for Xbox 360. Engineering & Technology, Vol.6, Nr.3, 2011; S.94-95.
- [Ha11] Haeton Research, Inc.: Encog Java and DotNet Neural Network Framework - <http://www.heatonresearch.com/encog> Stand 12.11.2011.
- [Ha05] Han, J.Y.: Low-cost multi-touch sensing through frustrated total internal reflection. In UIST '05: Proceedings of the 18th annual ACM symposium on User interface software and technology (New York, NY, USA, 2005), ACM, pp. 115–118.
- [He11] Herrmann, E. et al.: Low Cost Tracking: A student's approach to a tracking system. Accepted Poster at 2011, Joint Virtual Reality Conference 20-21 September, Nottingham UK EuroVR-EGVE, 2011.
- [Ka05] Kaltenbrunner, M. et al.: TUIO: A protocol for table-top tangible user interfaces. In: Proc. of the 6th International Workshop on Gesture in Human-Computer Interaction and Simulation, GW, 2005.
- [Kä11] Käser, D. et al.: FingerGlass: Efficient Multiscale Interaction on Multitouch Screens. In: ACM Human Factors in Computing Systems (CHI), 2011. pp. 1601-1610.
- [KFW10] Kammer, D.; Freitag, G.; Wacker, M.: Taxonomy and Overview of Multi-touch Frameworks: Architecture, Scope and Features. In: Symposium on Engineering Interactive Computing Systems; Workshop; Engineering Patterns for Multi-Touch Interfaces, ACM, Berlin, 2010.
- [NN10] Norman, D. A.; Nielsen, J.: Gestural Interfaces: A Step Backwards In Usability. In: Interactions, Vol.17, Nr.5, ACM, New York, NY, USA, 2010; pp .46-49.
- [Nu09] NUI Group Authors: Multitouch Technologies, NUI Group, Community Release, 2009.
- [So11] Soro, A. et al.: Evaluation of User Gestures in Multi-touch Interaction: a Case Study in Pair-programming. In Proceedings of ICMI 2011, Alicante, Spain: pp. 161-168