

Workshop:

## Be-greifbare Interaktion

Bernard Robben

Tanja Döring

Roman Lissermann

Ernst-Eckart Schulze

Daniel Wessolek



H. Reiterer & O. Deussen (Hrsg.): Workshopband Mensch & Computer 2012  
München: Oldenbourg Verlag, 2012, S. 117-119

# Be-greifbare Interaktion

Bernard Robben<sup>1</sup>, Tanja Döring<sup>2</sup>, Roman Lissermann<sup>3</sup>,  
Ernst-Eckart Schulze<sup>4</sup>, Daniel Wessolek<sup>5</sup>

FB3 AG Digitale Medien in der Bildung, Universität Bremen<sup>1</sup>  
FB 3 AG Digitale Medien, Universität Bremen<sup>2</sup>  
Telekooperation, Technische Universität Darmstadt<sup>3</sup>  
Fraunhofer Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme, Dresden<sup>4</sup>  
Tangible Interaction Design, Bauhaus Universität Weimar<sup>5</sup>

## Zusammenfassung

Be-greifbare Interaktion (tangible interaction) gewinnt an Bedeutung, weil Computer in unterschiedlichen Formen mehr und mehr in die Alltagsumgebungen eindringen. Die Fachgruppe "Be-greifbare Interaktion" des GI-Fachbereichs Mensch-Computer-Interaktion bietet ein Forum zum Austausch von Informationen und Erfahrungen. Der Workshop wird sich mit den neuesten Entwicklungen und Forschungsergebnissen in diesem Forschungsfeld befassen. Sowohl theoretische Auseinandersetzungen, kritische und zukunftsweisende Reflexionen, als auch Berichte praktischer Umsetzung und Systemdemonstrationen werden behandelt.

## 1 Einleitung

Die voranschreitende Entwicklung, dass Computer in unseren Alltagsgegenständen verschwinden, „intelligente“ Objekte unsere Umwelt bevölkern, der gesamte Körper und seine Bewegungen in der Interaktion mit Computerprogrammen eingesetzt werden, wird mit Begriffen wie „Tangible Interfaces“, „Greifbare Oberflächen“ oder „Embodied Interaction“ bezeichnet (Ishii 1997, Robben, Schelhowe 2012). Dadurch dass virtuelle und physikalisch-stoffliche Realitäten sich in neuartiger Weise verbinden und vermischen, stellen sich neue Herausforderungen und Fragen nach der Gestaltung und Aneignung von Informationstechnik und Digitalen Medien (Benford, Giannachi 2011, Petruschat 2008). Neue Potenziale können sich in verschiedenen Anwendungsbereichen entfalten, in Lern-, Arbeits-, Spiel- und Lebenswelten. Der Workshop soll die Diskussion über diese Thematik anhand von aktuellen Forschungsbeispielen theoretisch und praktisch weitertreiben.

Bei computergestützter Arbeit steht das Bedürfnis komplexe Vorgänge im Griff zu behalten häufig im Widerspruch mit der Flüchtigkeit der grafischen Darstellung digitaler Informationen. Als konkrete Verkörperungen digitaler Daten und Prozesse versprechen Tangibles einen Ausweg aus diesem Dilemma (Ishii, Ullmer 1997). Es handelt sich dabei um Benutzer-

schnittstellen, die Interaktion mit dem Computersystem durch die Manipulation physischer Objekte erlaubt. Im Sinne be-greifbarer Wirklichkeiten soll das unmittelbare, intuitive Verstehen durch die sinnhaften Qualitäten der verwendeten Objekte ermöglicht werden. In Tangibles verschmelzen die Grenzen zwischen digitalen Medien und der physischen Realität zu gemischten Wirklichkeiten. Der Computer in seiner klassischen Form verschwindet, er wird unsichtbar (Weiser 1991). Neben konkreten Interaktionstechniken und Systemen wird das Feld in zunehmendem Maße auch theoretisch systematisiert (Hornecker, Buur 2006). Der Workshop wird organisiert von der Fachgruppe "Be-greifbare Interaktion" des Fachbereichs Mensch-Maschine-Interaktion der Gesellschaft für Informatik (GI). Thema sind die neuesten Entwicklungen und Forschungsergebnisse im Bereich von Tangible Interfaces und Mixed Reality. Er bietet ein interdisziplinäres Forum für Designer, Informatiker, Ingenieure, Psychologen, Pädagogen und Medientheoretiker.

## 2 Inhalt

Die Beiträge beinhalten gestalterische wie informatische, theoretische wie praktische Aspekte. Insbesondere anregen möchten wir konzeptuelle Diskussionen zur Abgrenzung des Feldes von anderen etablierten Domänen, zur kulturellen und gesellschaftlichen Bewertung der Sinnhaftigkeit von neuen haptischen Schnittstellen und zu Visionen be-greifbarer Interaktion. Die Schwerpunktsetzung der Beiträge hat folgende Themenstellungen zum Gegenstand:

- Design be-greifbarer Schnittstellen
- Forschung zu Tangible Interaction, Mixed-Reality und zu physischer Interaktion mit mobilen Endgeräten
- Technische Grundlagen (z.B. Tracking-Technologien, Realisierung von haptischem Feedback)
- Empirische Erforschung der Wirkungen be-greifbarer Schnittstellen
- Entwicklung von Methoden
- Theoretisches Grundlagenverständnis des Gebiets und Modellbildung
- Diskussion philosophischer, psychologischer und pädagogischer Implikationen
- Anwendungen be-greifbarer Interaktion
- Demonstration von Systemen und Prototypen

Der Workshop soll Fachleute aus Wissenschaft und Praxis miteinander ins Gespräch bringen und ein interdisziplinäres Forum für interdisziplinäre Teilnehmer bieten. Wir laden insbesondere auch Interessierte zur Teilnahme ein, die nicht dem GI-Arbeitskreis Be-greifbare Interaktion angehören.

### 3 Organisation

Der Workshop „Be-greifbare Interaktion“ ist als eine ganztägige Veranstaltung mit Kurzvorträgen, Diskussionen und gemeinsamen Arbeiten parallel zu den Vorträgen der „Mensch Computer 2012“ angelegt.

#### Literaturverzeichnis

- Benford, S. & Giannachi, G. (2011). *Performing Mixed Reality*. Cambridge MA und London England: The MIT Press.
- Hornecker, E. & Buur, J. (2006): *Getting a grip on tangible interaction: a framework on physical space and social interaction*, Proc. CHI 2006. 437-446.
- Ishii, H. & Ullmer, B. (1997): *Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms*. Proc. CHI 1997.
- Petruschat, J. (2008): *Die Fühlbarkeit des Digitalen*, Berlin: form+zweck 22
- Robben, B. & Schelhowe, H. (2012). *Be-greifbare Interaktionen – Der allgegenwärtige Computer: Touchscreens, Wearables, Tangibles und Ubiquitous Computing*. Bielefeld: transcript.
- Weiser, M. (1991): *The Computer for the 21st Century*. Scientific American 09-91.



H. Reiterer & O. Deussen (Hrsg.): Workshopband Mensch & Computer 2012  
München: Oldenbourg Verlag, 2012, S. 121-127

# Ansätze zur Beschreibung der Ästhetik von Interaktion

Sarah Diefenbach, Marc Hassenzahl, Eva Lenz

Folkwang Universität der Künste, Fachbereich Gestaltung, Nutzererleben und Ergonomie

## Zusammenfassung

Neue Technologien eröffnen neue Möglichkeiten in der Interaktionsgestaltung. Die wachsende Zahl theoretisch möglicher Lösungen stellt Gestalter aber auch vor eine neue Verantwortung. Neben der selbstverständlichen Frage der visuellen Ästhetik eines Produkts stellt sich nun auch die Frage nach der Ästhetik von Interaktion. Der vorliegende Beitrag diskutiert bestehende Ansätze und ihr jeweiliges Potential für die Analyse und Gestaltung von Interaktion aus dem Blickwinkel des Experience Design.

## 1 Einleitung

War lange Zeit das Drehen der Wählscheibe die einzig technisch mögliche und damit "wahre" Interaktionsform zur Eingabe einer Telefonnummer, gibt es heute zahlreiche Alternativen: Tastendrücken, Touchgesten, Spracheingabe und weitere Möglichkeiten sind denkbar. Technisch ist heute (fast) alles möglich – damit steigt die Verantwortung des Gestalters, Entscheidungen im Sinne des gewünschten Ausdrucks der Interaktion sowie Nutzungserlebens zu treffen. Durch Interaktion mittels Berührung oder Gesten kann Technik für Menschen begreifbarer werden, die Technologie allein ist aber noch kein Garant für ein positives Nutzererleben, hierfür sind Feinheiten in der Ausgestaltung entscheidend. Die Frage nach der Ästhetik von Interaktion wird damit zunehmend wichtiger und verstärkt diskutiert (z.B. Djajadiningrat et al., 2007; Lim et al., 2007; Ross & Wensveen, 2010), jedoch mit unterschiedlichen Herangehensweisen. Vertreter normativer Ansätze beschreiben Gestaltungsprinzipien, die "gute" oder "ästhetische" Interaktionsformen hervorbringen, beispielsweise betitelt durch Termini wie *Rich interaction* (Djajadiningrat et al., 2007) oder *Resonant interaction* (Hummels et al., 2003). Die Mehrheit der Ansätze nähert sich der Ästhetik von Interaktion jedoch durch eine Beschreibung von relevanten Aspekten der Interaktionsgestaltung, teils in Form von Frameworks, die spezifische Kategorien von Interaktionsqualitäten vorschlagen (z.B. Löwgren & Stolterman, 2004; Lundgren, 2011).

Eine Möglichkeit zur Einordnung der vorgeschlagenen Ansätze und Komponenten der Ästhetik von Interaktion bieten die von Hassenzahl (2010) beschriebenen Ebenen des *Wie* und *Warum* von Interaktion: Die Ebene des *Wie* betrachtet Interaktion im Sinne von konkreten

Operationen und deren grundlegenden Eigenschaften (z.B. *schnell, kraftvoll, direkt*). Die Ebene des *Warum* betrachtet Interaktion in ihrer psychologischen Bedeutung, welche in den bestehenden Ansätzen sowohl aus Sicht des Individuums als auch in einem breiteren soziokulturellen Kontext thematisiert wird. Der vorliegende Beitrag stellt Ansätze zur Beschreibung der Ästhetik von Interaktion auf beiden Ebenen vor und diskutiert ihr Potential zur Analyse und Gestaltung von Interaktion aus Sicht des Experience Design.

## 2 Ansätze auf der Ebene des *Warum*

**Interaktionserleben und -charakter.** Eine Facette des Interaktionserlebens auf der *Warum*-Ebene bilden die Emotionen und der subjektive Eindruck der Interaktion aus Sicht des Nutzers, teilweise auch bezeichnet als der wahrgenommene "Interaktionscharakter". In diesem Zusammenhang thematisieren viele Autoren das Stimulationspotential neuartiger Interaktionskonzepte – insbesondere im Feld Be-greifbare Interaktion und der Auflösung von Begrenzungen durch klassische Plattformen wie Desktop Computer, entstehen Möglichkeiten zur Schaffung ganz neuer und (zumindest für den Moment) "magischer" Interaktionserlebnisse. Vorgeschlagene Attribute zur Beschreibung der Ästhetik von Interaktion sind dementsprechend *exciting, unnatural, unordinary (Magical Interaction, De Jong Hepworth, 2007)* oder *surprising, inspiring, memorable, tellable (Excitability, Christensen, 2004)*. Eine solche Betrachtungsweise unter Berücksichtigung des individuellen Erfahrungshintergrunds beschreibt "temporäre Qualitäten" von Interaktion, ihre momentane Bedeutung im Hier und Jetzt des Nutzers, von Löwgren und Stolterman (2004) zusammengefasst in Kategorien wie "qualities dealing with the user's creation of meaning", "qualities dealing with motivation" oder "qualities dealing with our immediate experience". Einige Autoren diskutieren auch Zusammenhänge zwischen solchen Erlebnisqualitäten und (vermutlich) relevanten Gestaltungsentscheidungen: So beschreibt Landin (2009) wie Relationen zwischen Interaktion und Funktion (*interaction forms, z.B. fragile, changeable*) spezifische Empfindungen hervorrufen können (*expressions of interaction, z.B. Anxiety, Thrill, Trust*). Djajadiningrat und Kollegen (2007) diskutieren die Beziehung zwischen Aktion und Reaktion (z.B. zögerliche Reaktion, gegensätzliche Bewegungsrichtung) in Hinblick auf die einer Interaktion zugeschriebenen Charaktereigenschaften (z.B. *shy, stubborn*). Lundgren (2011) bezeichnet die Interaktion mit einem auf Nutzer-Aktionen wartenden System als *submissive*, die Interaktion mit einem Aktionen-forcierenden System (z.B. Spiele wie *Tetris*) als *dominant*. Auch die Erläuterungen von Löwgren und Stolterman (2004) zu ihren *Use Qualities* geben Hinweise auf Gestaltungsprinzipien, wie beispielsweise die Übertragung physikalischer Eigenschaften materieller Objekte in die digitale Welt. Ergebnis ist ein Eindruck von *Pliability*, ein Eindruck von "Plastizität", der die Interaktion direkter, spielerischer und kognitiv weniger belastend machen soll; Beispiele reichen von der generellen Einführung grafischer Benutzeroberflächen und der Desktop-Metapher bis hin zur Simulation von taktilem Feedback bei Touchdisplays. Mitunter existieren innerhalb der hier beschriebenen Ansätze also durchaus Vorstellungen über Zutaten und Mittel auf der Ebene des *Wie*. Definiert wird die Ästhetik von Interaktion jedoch anhand des beim Nutzer entstandenen Gesamteindrucks auf der Ebene des *Warum*. So umschreibt beispielsweise Christensen (2004, p. 10) den Fokus von *Excitability*

mit "why users would use an object rather being occupied with specific [functional] outcomes of the use". Auch Löwgren (2009, p. 133) definiert seine *Aesthetic interaction qualities* anhand des entstehenden Erlebnisses: "properties or traits that characterize a user's experience of interacting with a product or service."

**Zeitliche Dynamik, Dramaturgie.** Auch die der Interaktion inhärente Komponente der Zeit, und die sich durch eine Reihe von aufeinander aufbauenden Operationen ergebende Geschichte, bestimmt die Ästhetik der Interaktion, von Löwgren (2009, p.130) beschrieben als "the beauty (or lack thereof) with which the interaction between user and product unfolds over time" und vertieft unter dem Begriff der *Dramaturgical structure*. Auch die von Dalsgaard (2008) aufgeführten *Design Sensitivities Challenge, Risk* und *Resolution* zur Erzeugung von *Inquisitive Use* betonen die Relevanz der zeitlichen Anordnung von Interaktionselementen für das sich hieraus entfaltende Erlebnis.

**Soziale Dynamik.** Neben dem Interaktionserleben aus Sicht des Nutzers betonen viele Autoren auch dessen Bedeutung und Beeinflussung durch den sozialen Kontext, betitelt beispielsweise als *Socio-cultural factors* (Petersen et al., 2007), *Aesthetics of emergence* (Baljko & Tenhaaf, 2008), *Spectator experience* (Reeves et al., 2005) oder als *social action space, identity, personal connectedness*, zusammenfassend beschrieben als "user's interactions with digital artifacts and their outcomes on a broader social level" (Löwgren & Stolterman, 2004, p. 134). Dalsgaard und Hansen (2008) betonen die allgegenwärtige Bedeutsamkeit einer (vorgestellten) Anwesenheit anderer und die sich hieraus ergebende Rolle des Akteurs als "Performer", Marti (2010) schließt auch die Technik in den sich ergebenden sozialen Dialog ein und diskutiert, wie intelligente Systeme durch Sensortechnik das Phänomen einer wechselseitigen Wahrnehmung und eines aufeinander Reagierens erzeugen können. Die sich ergebende Beziehung zwischen Nutzer und System als auch die Beziehung und das soziale Geschehen zwischen Personen bilden damit einen weiteren Betrachtungswinkel auf die Ästhetik von Interaktion auf der Ebene des *Warum*.

### 3 Ansätze auf der Ebene des *Wie*

Eine Betrachtung der Ästhetik von Interaktion auf der *Wie*-Ebene fokussiert auf deren grundlegende Eigenschaften, analog zu einer Beschreibung von Dingen anhand von Form, Farbe oder Materialität. Interaktion wird beschrieben durch physikalische Merkmale und Zusammenhänge, wie beispielsweise *Duration, Position, Motion, Pressure, Size, Orientation* (Saffer, 2009), teils auch in Form von Gegensatzpaaren wie *discrete-continuous (Continuity)*, *narrow-wide (Movement range)*, oder *prompt-delayed (Response range)* (Lim et al., 2007, 2009). Auch Notationen zur Beschreibung von Bewegungsmustern aus nicht-technischen Bereichen werden hier aufgegriffen, so nehmen Ross und Wensveen (2010) Bezug auf die von Laban (Laban & Lawrence, 1947) vorgeschlagene Notation zur Beschreibung von Bewegungen aus dem Bereich des Tanz; Alaoui und Kollegen (2011) übertragen die von Emio Greco | PC (2007) vorgeschlagene Bewegungssprache auf die Beschreibung von Touchgesten. Eine solche Einschränkung auf eine spezifische Modalität oder Technologie, wie eben *Movement qualities of touch gestures* (Alaoui et al., 2011), *Attributes of gestures* (Saffer,

2009) oder ein Fokus auf Beispiele aus dem GUI-Bereich (Lim et al., 2007), limitiert das Potential dieser Ansätze – gerade in Feldern wie Be-greifbare Interaktion und Gemischte Wirklichkeiten, die sich durch eine Offenheit für neuartige Kombinationen verschiedener Technologien auszeichnen. Zudem legen technologie-orientierte Ansätze nahe, dass bereits zu Beginn des Gestaltungsprozesses die Entscheidung für eine bestimmte Technologie steht.

## 4 Ästhetik der Interaktion aus Sicht des Experience Design

Erlebnisorientierte Interaktionsgestaltung (*Experience Design*, Hassenzahl, 2010) sieht Entscheidung für eine Technologie erst zu einem späteren Zeitpunkt vor. Im Vordergrund stehen zunächst das intendierte Erlebnis und zu erfüllende Bedürfnisse. Ausgehend hiervon, folgen dann Überlegungen zu Eigenschaften die Interaktion, um dieses Erlebnis zu unterstützen. Das *Wie* von Interaktion wird abgeleitet aus dem *Warum*. Die Frage nach der technologischen Umsetzung ist erst der darauffolgende Schritt. Was aus methodischer Sicht also zunächst benötigt wird, ist *ein technologie-unabhängiger* Pool von Attributen zur Exploration des Gestaltungsspielraums anhand einer Bewusstmachung der zur Verfügung stehenden Interaktionseigenschaften und deren Kombinationsmöglichkeiten. Es geht allerdings nicht darum, beliebige, irgendwie neue oder ungewöhnliche Interaktionskonzepte zu generieren – Richtschnur für die Auswahl von Interaktionseigenschaften auf der *Wie*-Ebene bildet immer das auf der *Warum*-Ebene definierte Ziel, das intendierte Erlebnis. Für sich allein gesehen, sind Eigenschaften auf der *Wie*-Ebene also *wertfrei*, erst die Passung von *Wie* und *Warum* bestimmt die Ästhetik der Interaktion. Dies entspricht einer Sicht auf Interaktionseigenschaften in Analogie zu Eigenschaften von Dingen, wie Farbe oder Form. Auch diese sind nicht per se gut oder schlecht, sondern können allein in Hinblick auf den intendierten Ausdruck passend oder weniger passend gewählt sein. Genauso bilden auch Interaktionseigenschaften ein dem Gestalter zur Verfügung stehendes Repertoire, aus dem er eigenverantwortlich wählen muss. Für eine umfassende Abbildung des Gestaltungsspielraums, sollte dieses Repertoire alle denkbaren *Wie*-Unterschiede abdecken – und sich damit durch eine Analyse aller *Wie*-Unterschiede innerhalb einer Reihe von alternativen Interaktionsformen (für eine gleiche Funktion) auch *systematisch herleiten* lassen. Die uns bekannten Ansätze zur Beschreibung der Ästhetik von Interaktion basieren jedoch nicht auf einer solchen systematische Herleitung von Interaktionseigenschaften, sondern schlagen ein bestimmtes Set von Eigenschaften vor, ohne dass nachvollziehbar ist, woher diese Auswahl kommt oder warum gerade diese als relevant erachtet wird (dies gilt im Übrigen auch für die meisten Ansätze der *Warum*-Ebene). Ein weiteres Problem bestehender Ansätze ist, dass die im Experience Design wichtige Unterscheidung von *Wie* und *Warum* verloren geht. So beschreiben die von Lim und Kollegen (2009) vorgeschlagenen *Interactivity attributes* überwiegend physikalische Eigenschaften auf der *Wie*-Ebene (z.B. *slow-fast*, *narrow-wide*, *concurrent-sequential*), teils aber auch den individuellen Erfahrungshintergrund und damit die Bedeutungsebene (*expected-unexpected*).

Ein erster Vorschlag zur *technologie-unabhängigen, nicht wertenden* Beschreibung der Eigenschaften von Interaktion, basierend auf einer *systematischen Herleitung*, ist das *Interaktionsvokabular* (Diefenbach et al., 2010, 2011). Es besteht aus elf Dimensionen (*langsam-schnell, abgestuft-stufenlos, ungefähr-präzise, behutsam-kraftvoll, sofort-verzögert, stabil-sich verändernd, vermittelt-direkt, räumliche Trennung-räumliche Nähe, beiläufig-gezielt, verdeckt-offensichtlich, anspruchslos-aufmerksamkeitsbedürftig*), die innerhalb einer Sammlung von über 100 Interaktionskonzepten zur Ausführung einer gleichen Funktion (hier: "Schalten einer Lampe") als relevante Unterscheidungsmerkmale identifiziert wurden. Die vorgeschlagenen Dimensionen bieten keine Garantie auf eine voll-ständige Abdeckung des Gestaltungsraums, doch zumindest eine systematische und nachvollziehbare Auswahl, die sich im bisherigen Einsatz in der Gestaltung und Evaluation als hilfreich erwiesen hat (siehe Diefenbach et al., 2011). Ein sinnvolles Werkzeug wird das Interaktionsvokabular allerdings immer erst in Verbindung mit einer präzisen Vorstellung des intendierten Erlebnisses (z.B. durch eine Beschreibung in Form von Experience Pattern, siehe Hassenzahl, 2010). Ein zukünftiger Schwerpunkt der Methodenentwicklung ist daher, dieses Ineinandergreifen von Interaktionsvokabular und Experience Pattern und damit die Verbindung von *Wie* und *Warum* systematisch zu unterstützen. Bisherige Arbeiten zeigen, dass eine Orientierung der Interaktion am intendierten Erlebnis oft zu Konzepten führt, die von etablierten Lösungen abweichen. So verzichtet der von Eva Lenz gestaltete soziale Musikplayer *Mo* auf ein Display zur Anzeige des aktuellen Musiktitels und regt stattdessen zur Kommunikation an (Lenz et al., 2011). Die von Kai Eckoldt gestaltete Esstischlampe wird nicht mittels Lichtschalter sondern mittels Feuerzeug "geschaltet", und unterstreicht so die Bedeutsamkeit des Lichtmachens in Verbindung mit dem Zusammenkommen mit den Liebsten; das von Matthias Laschke vorgeschlagene Interaktionskonzept *linked.* für Jungs im Teenager-Alter greift anstelle von etablierten Technologien wie Telefon oder Chat auf den rauen und direkten Ausdruck von Verbundenheit wie auf dem Schulhof zurück – realisiert durch einen Austausch von Knuffen mittels per Internet verbundenen Kissen (siehe Diefenbach et al., 2011). Im Fokus der Interaktionsgestaltung stehen weder eine Technologie noch eine (oft als allgemeingültig betrachtete) Wertvorstellung wie der Effizienzgedanke, sondern jeweils das spezifische zu erzeugende Erlebnis.

## 5 Schluss

Die Gestaltung von Interaktion und der sich hieraus ergebenden Erlebnisse wird mit neuen Technologien zunehmend komplexer, deutlich wird dies auch in der Vielfalt der hier vorgestellten Positionen und Schwerpunkte bei der Beschäftigung mit der Ästhetik von Interaktion. Zunächst erfordert Interaktionsgestaltung immer ein Denken über die Zeit, ein Bewusstsein für die Veränderung des Dialogs zwischen Nutzer und System durch die zeitliche Abfolge von in der Interaktion angelegten Schritten, die "Dramaturgie der Benutzerführung" (vgl. Löwgren, 2009). Die fortschreitende Integration von Technik in die Lebenswelt von Menschen eröffnet zudem Möglichkeiten für ganz neue Geschichten und Dynamiken. So wird die Interaktion mit technischen Systemen zur Performance (vgl. Dalsgaard & Hansen, 2008), inspiriert aus Elementen aus Tanz und Theater (vgl. Alaoui, 2011), oder auch zur

sozialen Interaktion, geprägt von einem Eindruck des wechselseitigen aufeinander Reagierens, das technische Objekte als soziale Wesen erscheinen lässt (vgl. Marti, 2010). Dieses Nachdenken über Interaktion auf der Ebene des *Warum* verdeutlicht die weitreichenden Konsequenzen von Interaktionsgestaltung für das resultierende Nutzer-erleben. Der eigentliche Kern von Interaktionsgestaltung ist es jedoch, Entscheidungen bezüglich des *Wie* von Interaktion zu treffen. Um ihr volles Potential zu entfalten, müssen Überlegungen auf der Ebene des *Warum* auch auf der Ebene des *Wie* in die Gestaltung einfließen. Vorstellungen oder methodische Ansätze zur Verbindung dieser beiden Ebenen bleiben jedoch meist vage, oder die Frage nach den grundlegenden Eigenschaften von Interaktion wird gar nicht thematisiert. Dies zeigt sich teils auch in Gesprächen mit Praktikern. Es scheint, dass sich Entscheidungen bezüglich des *Wie* oft einfach "ergeben", durch die Technologie ("Wir wollten was fürs iPad machen") und den Rückgriff auf verbreitete Kombinationen von Aktion und Funktion (vgl. Saffer, 2009 für Pattern im Bereich Gestural Interfaces). Es mag gute (und weniger gute) Gründe für den Rückgriff auf solche Lösungen geben. Wichtig ist aus unserer Sicht, Entscheidungen bezüglich des *Wie* bewusst zu treffen, und scheinbar "naheliegende" Lösungen zu hinterfragen: Ist dies insgesamt die angemessenste oder einfach die verbreitetste Art der Interaktion? Drückt die Form der Interaktion das aus, was ich ausdrücken möchte? Diese Auseinandersetzung mit der sich aus dem *Wie* ergebenden Bedeutung (dem *Warum*) ist essentieller Bestandteil eines Gestaltungsprozesses im Sinne der Ästhetik von Interaktion.

### Danksagung

Finanziert durch das vom BMBF geförderte Projekt proTACT (FKZ: 01IS12010F).

### Literaturverzeichnis

- Alaoui, S. F., Caramiaux, B. & Serrano, M. (2011). From dance to touch: movement qualities for interaction design. In *Proceedings of the 2011 SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. New York: ACM, 1465-1470.
- Baljko, M. & Tenhaaf, N. (2008). The aesthetics of emergence: Co-constructed interactions. In *ACM ACM Transactions on Computer-Human Interaction*. 15, 3, Article 11
- Christensen, M. S. (2004). Introducing Excitability! In *Proceedings of the NordiCHI 2004 Workshop on Aesthetic Approaches to Human-Computer Interaction*, 10-13.
- Dalsgaard, P. (2008). Designing for inquisitive use. In *Proceedings of the 7th ACM conference on Designing interactive systems*. New York: ACM, 21-30.
- Dalsgaard, P. & Hansen, L. K. (2008). Performing perception—staging aesthetics of interaction. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 15 (3), 1-33.
- De Jongh Hepworth, S. (2007): Magical Experiences in Interaction Design. In *Proceedings of the 2007 conference on Designing pleasurable products and interfaces*. New York: ACM, 108-118.
- Diefenbach, S., Hassenzahl, M., Klöckner, K., Nass, C. & Maier, A. (2010): Ein Interaktionsvokabular: Dimensionen zur Beschreibung der Ästhetik von Interaktion. In H. Brau, S. Diefenbach, K. Göring, M. Peissner & K. Petrovic (Eds.) *Usability Professionals 2010*. Stuttgart: German Chapter der Usability Professionals' Association e.V., 27-32.

- Diefenbach, S., Hassenzahl, M., Eckoldt, K. & Laschke, M. (2011). Ästhetik der Interaktion: Beschreibung, Gestaltung, Bewertung. In M. Eibl (Ed.) *Mensch & Computer 2011*. München: Oldenbourg, 121-130.
- Djajadiningrat, T., Matthews, B. & Stienstra, M. (2007). Easy doesn't do it: skill and expression in tangible aesthetics. *Personal and Ubiquitous Computing*, 11, 657-676.
- Greco, E. (2007): *Capturing intention: documentation, analysis and notation research based on the work of Emilio Greco*, Amsterdam: Amsterdamse Hogeschool voor de Kunsten.
- Hassenzahl, M. (2010). *Experience Design. Technology for all the right reasons*. San Francisco: Morgan & Claypool Publishers.
- Hummels, C., Ross, P. & Overbeeke, C. J. (2003). In search of resonant human computer interaction: Building and testing aesthetic installations. In *Proceedings of the 9th international conference on human-computer interaction*. Amsterdam: IOS Press, 399-406.
- Laban, R., & Lawrence, F. C. (1947). *Effort*. London: MacDonal & Evans.
- Landin, H. (2009). *Anxiety and Trust and other expressions of interaction*. Doctoral thesis, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden.
- Lenz, E., Laschke, M., Hassenzahl, M. & Lienhard, S. (2011): Mo. Gemeinsam Musik erleben. M. Eibl (Ed.) *Mensch & Computer 2011*. München: Oldenbourg, 121-130.
- Lim, Y., Stolterman, E., Jung, H. & Donaldson, J. (2007). Interaction Gestalt and the Design of Aesthetic Interactions. In *Proceedings of the 2007 conference on Designing pleasurable products and interfaces*. New York: ACM, 239-254.
- Löwgren, J. (2009). Towards an articulation of interaction aesthetics. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, 15 (2), 129-146.
- Löwgren & Stolterman (2004). *Thoughtful interaction design*. Cambridge: MIT Press.
- Löwgren, S. (2011). Interaction-Related Properties of Interactive Artifacts. Retrieved from <http://chalmers.academia.edu/SusLöwgren/Papers>
- Marti, P. (2010). Perceiving while being perceived. *International Journal of Design*, 4(2), 27-38.
- Petersen, M. G., Iversen, O. S., Krogh, P. G. & Ludvigsen, M. (2004). Aesthetic interaction: a pragmatist's aesthetics of interactive systems. In *Proceedings of the 5th conference on Designing interactive systems*: New York: ACM, 269-276.
- Reeves, S., Benford, S., O'Malley, C. & Fraser, M. (2005). Designing the spectator experience. In *Proceedings of the 2005 SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. New York: ACM, 741-750.
- Ross, P. R. & Wensveen, S. A. G. (2010). Designing Behavior in Interaction: Using Aesthetic Experience as a Mechanism for Design. *International Journal of Design*, 4(2), 3-13.
- Saffar, D. (2009). *Designing Gestural Interfaces*. Sebastopol: O'Reilly.



# Personal Interaction through Individual Artifacts

Lisa Ehrenstrasser<sup>1</sup>, Wolfgang Spreicer<sup>2</sup>

iDr-inklusiv Design & research<sup>1</sup>

Institute for Design and Assessment of Technologies, Vienna University of Technology<sup>2</sup>

## Abstract

Understanding and executing interactions with communication interfaces can be a bitter process, especially with basic or none technology knowledge. The paper gives insights in developing a tangible interface called *kommTUi*, a single user communication interface triggering interaction through a mixture of pre-produced, generic tokens and personal artifacts both serving as objects for defined interactions. We explore the importance of individualising tokens and personal relations between objects and users for interaction design and present findings from participatory design workshops.

## 1 Introduction

Recent discussions in the TEI community about future directions for the design of tangible systems suggest a shift away from creating seamless user interfaces to seamful mappings and a higher degree of appropriation by the user (Hornecker 2012). We want to contribute to this discussion by presenting our approach of designing personalized tangible interfaces. Referring to Tofflers term *prosumers* (Toffler 1980), we propose that users should participate in the design of products and interfaces. Recent developments underline the trend to dissolve strict distinction of producers and consumers. On the online platform NikeID<sup>1</sup>, for example, users can customize and personalize their shoes before they purchase them. The product designers provide the basic form, the consumers/users appropriate it to their needs. In this paper, we describe how we facilitate interaction through personalized tangible objects. Our research aims are to scrutinize the role of personal artifacts for communication tools, observe how familiar objects support interaction and how this can influence design and set-up of a communication interface.

---

<sup>1</sup> <http://nikeid.nike.com> (05.06.2012)

## 1.1 Background

In our previous paper, we scrutinized the differences of generic and personalized tokens for tangible interaction (Ehrenstrasser & Spreicer 2011). We have defined generic tokens as containers with well-known geometric shapes, predefined size and material. These tokens physically embody abstract digital data and can be easily integrated into a token+constraints set-up as a support for known chains of actions and shape patterns (Ullmer et al. 2005). On the other hand, we have defined personal tokens as individual objects with a special meaning to the user. These can be everyday or self-made objects, representing physical, autobiographical objects of memory, reminding the owner of special moments or friends (González 1995). Through the emotional linkage between the object and the user, personal tokens turn into *keys*, which can only be decoded by the owner of the object. While generic objects have been used since the first concepts of TUIs like the Marble Answering Machine (Poyner 1995), the usage of personalized tokens for user interaction came up within the last decade. The ME-MODULES project uses a combination of RFID-technology (Radio-Frequency Identification) and image recognition for creating „tangible shortcuts“ to ease the use of new technologies (Mugellini et al. 2009). The Alcatel Lucent venture *touchatag*<sup>2</sup> used RFID-stickers to link objects with different functionalities of traditional computer systems. Ishii et al. propose a different approach for personalized tangible objects in their vision for future tangible systems called *radical atoms*: pre-produced dynamic physical materials react and transform according to user input (Ishii et al. 2012). As van Hoven (Hoven, E. A. W. H. van den 2004) argues, the interplay between generic and personal tokens in the field of Tangible User Interfaces is still worth observing and scrutinizing further.

## 2 Design

To evaluate our approach, we conducted participatory workshops with a heterogeneous group of people between 55 and 70 years with different prior knowledge of ICTs (Fisk et al. 2009), based on the experience and findings from the workshops in 2010 (Ehrenstrasser & Spreicer 2011). We planned our second round of workshops with one group of participants, who have already attended in 2010 and one group with totally new participants. We used space, rooms and equipment to create a playful and harmonic workshop surrounding. Next to workshop design, our design work consisted of:

- Artifacts, mock-up and technical probe design: We provided a workshop package for each participant with three pre-produced, generic tokens, ready to be equipped and annotated in the design session at the beginning of each workshop. These generic tokens had a specially designed form and shape for our context of use (Fig. 1) to have a strong connection between the shape of the token and the corresponding slot. For annotating the tokens we provided stickers, icons, pen, paper, etc. Furthermore, we asked every participant to

---

<sup>2</sup> [www.touchatag.com](http://www.touchatag.com) (04.06.2012)

bring an object, which reminds him or her on a very special friend or relative. These autobiographical objects were used to promote the linkage between the memory of a special person and the tangible element of the interaction (González 1995). The personal objects have been equipped with RFID tags to use them directly as *personal tokens* for the user interaction. The generic and personal tokens were part of our technical probe, which consists of a netbook embedded in a wooden case. On the top of the screen there are two areas, each equipped with a RFID reader, on which the users can place their tokens. The left area provides a slot, shaped like the bottom of the generic tokens. This similarity in shape should guide the user where and how to position the token on the probe. The personal tokens are placed on the right area, marked with a colored rectangle. Our token design is used to scrutinize the interplay between generic and personalized objects in our workshops.

- **Interaction design:** We introduced three use cases for user interaction with the technical probe – Starting a voice-over-IP call, sending a photo and sending a note. To start the interaction, the user had to choose the functionality by placing the particular generic token. After that, the user had to determine the recipient by placing the personal token. This interaction also started the call or the transmission. Each interaction was followed by acoustic feedback and visual feedback on the screen.

The design of the tokens is twofold, as we have our pre-produced generic tokens and the personal artifacts brought by participants. We argue that personal objects can embody specific stories, meanings known often only by the object owners. Therefore our definition of personal interaction is the usage of personal relations with artifacts triggering interaction, which is as well one of the essential design decisions to be explored in *kommTUi*. In the following section we will outline the conducted workshop and our categories of observation.

### 3 Observation and Analysis

- In the observations we focused on our argument of supporting interaction with personal objects. First of all, we scrutinized the equipping process of the generic tokens (e.g.: photos, symbols) during the design session. In addition, we examined whether this individualization extends generic objects to subjective objects in a way, that the emerging symbolic relation between the user and the object triggers the desired interaction (González 1995). Furthermore, we focused on how participants used interface and surrounding space and how the RFID interaction was perceived and used. Finally, we observed the use of generic and personal tokens – more detailed: the role of personal objects triggering interaction.

In the following section 3.1, we present examples of two participatory workshops, showing the importance of individual triggers supporting understandable interactions and specific relations of participants with their artifacts.

### 3.1 Examples

The workshops agenda consisted of a guided “design session” with all participants (station 1), followed by the specific interaction situations carried out individually (station 2) along *think aloud* and accompanying interviews (Fisk et al. 2009). The workshop ended with group discussion and reflection.

#### 3.1.1 Example 1 – use of generic tokens in the “design session”

The generic tokens (each participant got 3 items, according to the type of communication) had to be equipped and personalized in the “design session”. The participants had to think about what kind of icon or annotation they would use to show the specific interaction - call, send note, send photo (Fig. 1). On the account of “personalizing interaction”, we added to the generic tokens the personal level – to make them individual and a personal key for the users and their communication interaction.



Figure 1: Generic tokens equipped with selected icons by our participants.

#### 3.1.2 Example 2 – use of personal token

The personal token (= artifact with personal history and meaning for a specific person, and a mounted RFID tag to trigger the technical interaction on a hidden place) helped to visualize the communication partner and served as “phidget”. The set-up of the technology probe provided the frame for the participants to try out to trigger interaction with the personalized generic tokens and individual artifacts (Fig. 2, left).



Figure 2: User interaction with personal tokens

- Each participant was asked to bring a personal item, which reminds him/her to a special friend or relative. Figure 2 (right) shows a metallic animal, reminding the participant of

his wife. The item brings to him his wife in thoughts and is therefore the perfect artifact to serve as interaction token – triggering the digital communication by placing the animal to the defined spot on the prototype. The third photo (Fig. 3) shows a bottle cork in the form of a zebra, reminding one of our participants about her daughter. She told us, that if she hasn't talked to her daughter for a while, she turns the zebra so that the head is pointing away from her. If she feels close to her daughter, she turns the zebra so that the head is pointing towards her.

- The participants' approach towards the technical probe was very diverse: some were standing in a little distance, scrutinizing what laid in front of them, carefully not to touch it, needing strong invitations to start interacting. Others were happily jumping right into interacting with the technology probe.

## 4 Results

In the two workshops conducted in 2011 we explored a way of triggering interaction through a mixture of tokens: generic, but individually annotated and personal objects. Our focus in *kommTUi* lies on the design of tokens and the use of personal artifacts as interaction trigger. Therefore our token design is twofold: it is generic, since pre-produced by the development team itself, hence personal because of the individual annotation during the design session and the use of artifacts brought in by participants. Summarizing, our findings are:

- Time to start the very first interaction with the new RFID interface is very individual; hence the second round of interaction was carried out fast for every participant.
- The token+constraint relation of the generic tokens and the corresponding slot was understood well. The distinction of the different functionalities of the generic tokens worked out very well due to individual annotation.
- Personal artifacts adapted as tokens helped fostering the relation with communication partners and interaction itself. It “deepened” the communication aims through the selected objects with its own stories and embodied experiences.
- Simple interaction with the technical probe through personal and personalized artifacts was welcomed and especially perceived as useful even for very old age.
- The participants argued against purchasing an additional device for their homes.
- Our invitation to bring own objects and use them to trigger interaction enriched the communication, the experience with the interface and lowered the access barriers towards the interface. Participants were not shy to use their familiar objects.
- Through personal annotation and re-design of the pre-produced tokens the interplay between generic and personalized objects was successful.

The ad-hoc equipping (attaching RFID tags, annotating) made it possible to further explore the importance of familiar artifacts by reducing the barrier of interacting with a novel

interface. Our findings show how personal objects can support interaction and reduce access or emotional barriers towards technology by using familiar artifacts with personal relation to the users. This can be helpful for further design and development of ICT products.

## 5 Conclusion

We argue that the use of personal artifacts supports interaction with novel interfaces. Personal objects “embody” a specific story known by its owner creating an individual relation to somebody or a situation. Therefore, they can link and support interaction, by equipping these objects with RFID tags and serving as tangibles for pre-defined interactions. Additionally, the role of users as co-designers enhances the advantages of generic tokens. Through individual annotations, generic tokens not only benefit from their affordances, but also from the personal relation to the users. Further development and design will be focused on the integration of our current technical setup into various common devices like: smart phones, tablets, home computers, notebooks. The major challenge here is to achieve the same interaction and functionality on different tools in order to further refine the RFID interaction with personal tokens as interaction key.

### References

- Ehrenstrasser, L., and Spreicer, W. (2011). Tokens: Generic or Personal? Basic design decisions for tangible objects. In: Eibl, M., and Ritter, M. (Hrsg.): *Workshop-Proceedings Mensch & Computer 2011*, Chemnitz: Universitätsverlag Chemnitz, S. 25-28.
- Fisk, A. D., Rogers, W. A., Charness, N., Czaja, S. J. and Sharit, J. (2009). *Designing for Older Adults. Principles and Creative Human Factors Approaches*. Second Edition. CRC Press
- González, J. A. (1995). Autotopographies. In Brahm, G. Jr. and Driscoll, M. (Hrsg.): *Prosthetic Territories: Politics and Hypertechnologies*. Boulder, USA: Westview Press, S. 133-150.
- Hornecker, E. (2012). Beyond affordance: tangibles' hybrid nature. In Spencer, S. N. (Hrsg.): *Proceedings of the Sixth International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction (TEI '12)*, New York, USA: ACM, S. 175-182.
- Hoven, E. A. W. H. van den (2004). *Graspable Cues for Everyday Recollecting*. The Netherlands: PHD Thesis, Department of Industrial Design, Eindhoven University of Technology.
- Ishii, H., Lakatos, D., Bonanni, L. and Labrune, J-B. (2012). Radical atoms: beyond tangible bits, toward transformable materials. *Interactions* 19(1), 38-51.
- Mugellini, E., Lalanne, D., Dumas, B., Evéquo, F., Gerardi, S., Le Calvé, A., Boder, A., Ingold, R. and Khaled, O. A. (2009). MEMODULES as Tangible Shortcuts to Multimedia Information. *Lecture Notes in Computer Science* 5440, S. 103-132.
- Poyner, R. (1995). The hand that rocks the cradle. *The International Design Magazine*. May-June 1995.
- Toffler, A. (1980). *The Third Wave*. New York: Morrow.
- Ullmer, B., Ishii, H. and Jacob, R. J. K. (2005). Token+constraint systems for tangible interaction with digital information. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.* 12(1), 81-118.

# Programmieren im Vorschulalter mit Hilfe von Tangicons

Claudia Hahn, Christian Wolters, Thomas Winkler, Michael Herczeg

Institut für Multimediale und Interaktive Systeme, Universität zu Lübeck

## Zusammenfassung

In diesem Beitrag diskutieren wir unsere Vorgehensweise zur Konzeption und zum Co-Design-Prozess einer neuen Variante der be-greifbaren, interaktiven Lern-Applikation Tangicons. Tangicons sollen durch spielerisches Erlernen wesentliche Konzepte der Programmierung vermitteln helfen. Vor dem Hintergrund von Vorgängersystemen wurde ein neues Spiel entwickelt, das auch für Kinder im Alter von vier, möglicherweise auch schon von drei Jahren geeignet ist. Es wird ein Prozess vorgestellt, in dem das Spielkonzept formativ, unter Einbezug der Zielgruppe, optimiert und evaluiert wird.

## 1 Einleitung

Ziel des Beitrags ist die Vorstellung und Entwicklung eines Lernspiels, in dem sich 4-jährige Kinder mit wesentlichen Konzepten des Programmierens auseinandersetzen. Dieses Spiel geht aus den Tangicons hervor, die seit 2006 entwickelt und untersucht werden (Scharf et al. 2008; Winkler et al. 2011; Scharf et al. 2012). Bei den Tangicons handelt es sich um eine Klasse von be-greifbaren Lernspielen, mit denen Kinder bis zum Alter von zehn Jahren programmieren und algorithmisch denken. Um mit diesem Spiel der Altersgruppe der 4-Jährigen gerecht zu werden, müssen deren spezifische Fähigkeiten und Grenzen berücksichtigt werden. Deshalb wird die Spielidee unter Berücksichtigung kognitiver Kompetenzen entwickelt.

Die Grundidee der Tangicons umfasst verschiedene Elemente: In einem Prozess des Begreifens sollen Kinder spielerisch das Programmieren erlernen. Dabei bewegen sie sich im Raum, wodurch auch der Körper relevant ist. Sie spielen miteinander, um über ihr Handeln im Spiel Kommunikations- und Entscheidungsprozesse auszulösen. Grundsätzlich sind im Spiel Input und Output getrennt, so dass keine direkte Manipulation stattfindet und Kommunikationsprozesse angeregt werden.

Die Entwicklung dieser Lernumgebungen orientierte sich an modernen pädagogischen Konzepten (Kösel 2007), die die Bedeutung gemeinsamen Lernens, die feinmotorische Handha-

bung (be-greifbarer) physisch-ikonischer Objekte (tangiblen Icons) sowie grobmotorische Bewegung der Lernenden berücksichtigen. In kollaborativen Lernsituationen wird durch gemeinsame Diskussion und Reflexion eine erfolgreiche Lösung erarbeitet (Scharf et al. 2012). Es fand bereits eine weitgehende Auseinandersetzung mit ähnlichen wissenschaftlichen Vorhaben statt (vgl. Scharf et al. 2008).

Die erste Systemgeneration der Tangicons (Scharf et al. 2008) wurde bereits 2007 in einem partizipativen Entwicklungsprozess mit Kindern im Alter von sechs bis neun Jahren fertig gestellt. Die zweite Systemgeneration wurde dahingehend verändert, dass Sensoren und Funkmodule in die Programmierbausteine des Spiels eingebaut wurden. Dies vereinfachte die Übertragung einer Programmiersequenz sowie die Ausführung des Programms und verbesserte das Erleben des Spiels. Hier gab es erstmals qualitative Hinweise auf eine altersbedingte Untergrenze für den Einsatz der Tangicons (Winkler et al. 2011). Eine wesentliche Neuerung bei der dritten Systemgeneration der Tangicons ist, dass die Spieler einen Avatar über Spielfelder bewegen. Dabei können wir vollständig auf handelsübliche Standardhardware (Laptop und Sifteo Cubes, siehe Merrill et al. 2007) zurückgreifen.

## 2 Programmieren als Problemlöseprozess

Im Folgenden wird Programmieren als ein Problemlöseprozess aufgefasst, das in einfacheren Varianten bereits von Kindern erlernt werden kann. Prozesse des Problemlösens zeichnen sich durch drei wesentliche Merkmale aus (vgl. Anderson 2001): (1) sie sind zielgerichtet, d. h. das Verhalten ist auf ein bestimmtes Ziel hin orientiert; (2) dieses Ziel wird in Teilziele zerlegt; (3) es werden Operatoren zur Transformation von Information angewendet. Dies sind Handlungen, die den vorliegenden Problemzustand in einen anderen Problemzustand transformieren. Das Gesamtproblem, die Aufgabenstellung, wird durch eine Sequenz von Operatoren gelöst.

Ein Programm kann als Sequenz von Befehlen betrachtet werden, die in der Reihenfolge ausgeführt werden, in der sie aufgestellt wurden (Scharf 2007). Zunächst muss also die Bedeutung einer Sequenz verstanden und dann eine Verbindung zwischen Input und Output hergestellt werden. Dabei muss erkannt werden, dass Veränderungen in der Programmierung mit Transformation des Inputs und damit Veränderungen im Output verbunden sind. Folglich wird die Verbindung zwischen Input und Output als Sequenz erkennbar.

Programmieren kann demnach als ein Problemlöseprozess aufgefasst werden, bei dem ein übergeordnetes Ziel in Teilziele zerlegt wird und mit Hilfe einer Sequenz von Operatoren ausgeführt wird. Wesentlich ist hier, dass die kognitiven Fähigkeiten der Zielgruppe berücksichtigt werden, weshalb diese nachfolgend betrachtet werden.

### 3 Kognitive Fähigkeiten

Um für die Altersgruppe der 3- und 4-Jährigen mit einem normalen Entwicklungsverlauf ein adäquates Lernspiel zu entwickeln, ist es erforderlich, deren kognitiven Kompetenzen zu berücksichtigen. Deshalb müssen relevante Konzepte identifiziert werden.

Das Problemlösen und Denken von Kindern verbessert sich, wenn sich eine Reihe von Komponenten mit ihrer kognitiven Entwicklung verändert (vgl. Oerter & Montada 2002): Sie nutzen ihren Arbeitsspeicher besser, sie bilden abstrakter werdende Repräsentationen und nutzen verbesserte Strategien. Bereits Kinder unter drei Jahren gehen beim Problemlösen mit Absicht und Organisiertheit vor, so dass von definierten Problemlösestrategien gesprochen werden kann. Der Wechsel einer Strategie kann als klares Zeichen zielgerichteten Problemlösens gewertet werden (vgl. Oerter & Montada 2002 und Siegler et al. 2005).

Weiterhin ist beim Umgang mit Symbolen die Fähigkeit zur dualen Repräsentation von Bedeutung (DeLoache 2004): Symbolische Artefakte sind sowohl reales Objekt als auch die Repräsentation (Zeichen) von etwas anderem als sich selbst. Diese Fähigkeit nimmt mit dem Alter zu und ist unter bestimmten Umständen ab einem Alter von 2,5 Jahren zu beobachten. Sie ist auch von Eigenschaften der Objekte abhängig, so dass attraktive Objekte von jungen Kindern weniger leicht als Symbole begriffen werden. Da die Sifteo Cubes als Symbole dienen, ist die Fähigkeit zur dualen Repräsentation eine Voraussetzung für erfolgreiches Spielen.

Außerdem sind noch die Entwicklung des Zahlenverständnisses und die Repräsentation von Zahlen durch Symbole von Interesse. Das Phänomen des *Subitizing* (vgl. Siegler et al. 2005) bezeichnet die Kompetenz, Mengen mit bis zu drei Elementen unmittelbar zu erkennen und kann schon im ersten Lebensjahr geleistet werden. Jedoch ist unklar, inwiefern dies auf ein arithmetisches Grundverständnis oder einen Wahrnehmungsprozess zurückzuführen ist. Erst im Alter von drei oder vier Jahren können Kinder Mengen unterscheiden, die nur wenig größer als drei sind (vgl. DeLoache 2004). Die meisten Kinder erlernen das Zählen im Alter von drei Jahren, erst mit fünf Jahren kennen die meisten Kinder die relative Größe (fast) aller Zahlen zwischen 1 und 10 (vgl. Siegler et al. 2005).

Ein weiteres Problem könnte im Verständnis von Ursache und Wirkung liegen. Die meisten 3-Jährigen wissen noch nicht, dass Effekte eine Ursache haben müssen, Vorläufer eines kausalen Verständnisses existieren schon vorher (vgl. Siegler et al. 2005).

### 4 Spiel

Basierend auf dem Spielaufbau der Tangicons der dritten Systemgeneration wurde eine neue Spielidee entwickelt. Es spielen jeweils drei Kinder gemeinsam, damit eine überschaubare Lernsituation geschaffen wird, die Kommunikationsprozesse zulässt.

Die Aufgabe der Spieler ist es, einen Frosch von links nach rechts durch eine Teichlandschaft zu bewegen. Dazu müssen sie eine regelbasierte Sequenz aus Sifteo Cubes erstellen.

Die Darstellung des Teichs dient als Aufgabenstellung für die Spieler, indem sie Spielfelder anzeigt und angemessene Fortbewegungsarten impliziert. Die Abbildungen 1 und 2 visualisieren die Spielidee und gleichzeitig beispielhaft eine Variante des Untersuchungsmaterials, das im Co-Design-Prozess eingesetzt wird.

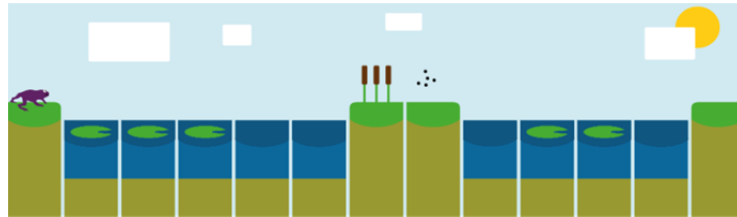


Abbildung 1: Mögliche Visualisierung der Spielfelder



Abbildung 2: Grafischer Entwurf für die Spielsteine (die Anzahl der roten Punkte entspricht der Anzahl der zurückgelegten Spielfelder) und des „Ladesteins“

Der Frosch kann hüpfen, schwimmen, gehen und klettern. Die Spieler müssen die Bewegungsart und die Entfernung, d.h. die Anzahl an Spielfeldern, auswählen. Dazu erhält jedes Kind einen Spielstein. An Land kann der Frosch hüpfen oder gehen - auf Seerosen gelangt er nur durch Hüpfen. Fällt oder springt er ins Wasser, so muss er bis ans nächste Ufer schwimmen, um dort wieder an Land zu klettern. Trifft der Frosch auf eine Mücke, will er sie fressen. Dann müssen die Kinder mit ihrem Spielstein zu einem entfernten „Ladestein“ laufen, um den Frosch zu füttern, damit sie weiterspielen können. Die Kinder lernen das Spiel, indem sie es zunächst gemeinsam mit einem kundigen Erwachsenen spielen. Sie beginnen mit einer einfachen Teichlandschaft, die sukzessive komplexer wird.

Entsprechend den kognitiven Fähigkeiten werden die konzeptuellen und grafischen Entwürfe gestaltet. Deshalb werden nur Zahlen bis 3 berücksichtigt und neben Ziffern auch Symbole in der entsprechenden Anzahl verwendet. Ein weiterer Aspekt ist, dass die Symbole vorerst nicht zu attraktiv gestaltet werden, um eine duale Repräsentation zu ermöglichen. Ein wichtiger Gesichtspunkt ist die Verbindung zwischen der gelegten Sequenz und der Ausführung auf dem PC. Wir fassen das Spielen als Programmieren auf, insofern die Spieler das Gesamtproblem in Teilschritte zerlegen und geeignete Bewegungsarten und die Anzahl an Spielfeldern auswählen. Der daraus resultierende Ablauf entspricht einfachen Programmsequenzen in Computerprogrammen. Die vier Bewegungsarten einer Sequenz entsprechen Funktions- oder Methodenaufrufen, denen als Parameter die Reichweite der Bewegung übergeben wird. Um dieses Konzept für die Spieler zu visualisieren, geben die Sifteo Cubes ein

grafisches Feedback über den Fortschritt der Ausführung. Mit dem be-greifbaren Spielmaterial sollen kognitive Prozesse externalisiert werden und so das Problemlösen der Kinder unterstützt und kommunizierbar werden.

## 5 Co-Design-Prozess

Mit dem folgenden formativen Ansatz soll die Eignung eines neuen Spiels für 4-jährige Kinder untersucht und optimiert werden. Eine generelle Voraussetzung für ein erfolgreiches Spiel ist, dass die Sifteo Cubes mit den angezeigten Bildern als Symbole begriffen werden und eine duale Repräsentation zulassen.

Gegenwärtig werden vier Gegenstandsbereiche als zentral für einen Co-Design-Prozess betrachtet. Erstens müssen geeignete Symbole für die Spielsteine identifiziert werden. Dazu werden verschiedene Varianten entwickelt, die dieselbe Information enthalten, sich jedoch in ihrem Abstraktionsgrad unterscheiden. Verschiedene Symbole können auch kombiniert werden, um die ideale Darstellungsweise zu ermitteln. Dazu werden Kindern Entwürfe für Symbole zur Interpretation vorgelegt, um mögliche Fehlinterpretationen aufzudecken. In einem weiterführenden Schritt werden die verschiedenen Varianten der Symbole in einfache Levels des Spiels integriert und das Spiel von einem der Autoren gemeinsam mit je einem 4-jährigen Kind gespielt. Dies erlaubt einen qualitativen Beobachtungs- und Befragungsprozess, in dem Probleme aufgedeckt werden können. Zweitens sollen verschiedene Varianten getestet werden, mit denen die Symbole auf den Steinen ausgewählt werden können. Eine Variante besteht darin, Modifikationen der „Befehle“ der Programmierbausteine durch Drücken der Bildschirme oder durch eine Rotationsbewegung der Programmierbausteine im Raum hervorzurufen. Eine weitere Variante besteht in der Verfügbarkeit von zwei Modifikator-Steinen, wobei einer die Art der Bewegung (Hüpfen, Schwimmen, Klettern, Gehen) und einer die zurückgelegte Entfernung (ein, zwei oder drei Spielfelder) modifiziert. Dazu wird ein Modifikator-Stein neben einen Spielstein gelegt. Ein weiterer Aspekt ist die Ausgangsanzeige der Spielsteine. Der Stein kann zunächst „leer“ sein und nur einen Hintergrund ohne Symbole anzeigen. Diese Variante kann mit einer standardmäßigen Anzeige von einem „Sprung“ verglichen werden. Drittens soll die Landschaft, in der sich der Frosch bewegt, optimiert werden, da diese auch die Aufgabenstellung für die Spieler enthält. Hier ist es notwendig, dass die Anzahl an Spielfeldern fehlerfrei zu erkennen ist. Es ist aber auch wünschenswert, dass die Landschaft ansprechend gestaltet ist. Schließlich wird optimiert, wie eine aus drei Spielsteinen gelegte Sequenz ausgelöst wird. Eine Sequenz kann ausgelöst werden, indem die drei Spielsteine nebeneinander gelegt werden oder durch das Betätigen eines Start-Steines.

Sind diese grundlegenden Fragen des Spiel-Designs geklärt, kann das Spiel eingesetzt und weiterführende Fragen können geklärt werden. Beispielsweise kann dann untersucht werden, ob das Lernspiel gemeinsam gespielt werden kann und wenn, ob die Kinder sich gegenseitig durch Erklärungen beim Spielen helfen. Weiterhin kann die Rolle des Greifens untersucht werden, indem alle Elemente des Spiels auf einem Tablet PC präsentiert werden. Schließlich ist es entwicklungspsychologisch mit Fokus auf Programmierfähigkeiten auch interessant, ob

Kinder im Alter von drei Jahren schon in der Lage sind, das Spiel erfolgreich zu spielen. Dabei soll ebenfalls untersucht werden, ob mögliche Probleme für 3- und 4-Jährige gleichermaßen bestehen.

## 6 Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag skizziert die Entwicklung eines be-greifbaren Lernspiels für 4-Jährige. Ziel ist das spielerische Erlernen des Programmierens. Aufbauend auf drei Systemgenerationen wird das Spiel unter Berücksichtigung kognitiver Fähigkeiten in einem Co-Design-Prozess entwickelt. Wichtige Aspekte sind dabei die Gestaltung der Symbole und der Interaktion der Kinder mit den Steinen um die Symbole auszuwählen. Ist das Spielkonzept durch iterative Entwicklung hinreichend ausgereift, können weiterführende Fragestellungen bearbeitet werden. Eine spezielle Frage ist die Eignung des Spiels für 3-Jährige.

### Literaturverzeichnis

- Anderson, J. R. (2001). *Kognitive Psychologie. 3. Auflage*. Heidelberg: Spektrum.
- DeLoache, J. S. (2004). Becoming symbol-minded. *Trends in Cognitive Science*, 8(2), 66-70.
- Kösel, E. (1993-2007). *Die Modellierung von Lernwelten*. 3 Bände. SD Verlag, Bahlingen.
- Merrill, D., Kalanithi, J. & Maes, P. (2007). Siftables: towards sensor network user interfaces. In Ullmer, B. & Schmidt, A. (Hrsg.): *Proceedings of the 1st International Conference on Tangible and Embedded Interaction 2007*. New York: ACM, S. 75-78.
- Oerter, R. & Montada, L. (Hrsg.) (2002). *Entwicklungspsychologie. 5. Auflage*: Weinheim: Beltz.
- Scharf, F. (2007). *Tangicons: Algorithmic Reasoning in a Collaborative Game for Preschool Children*, Student Research Project, IMIS, University of Luebeck.
- Scharf, F., Winkler, T., Hahn, C., Wolters, C. & Herczeg, M. (2012). Tangicons 3.0 – An Educational Non-Competitive Collaborative Game. In Schelhowe, H. (Hrsg.): *The 11th International Conference on Interaction Design and Children, IDC '12*. Bremen: ACM, S. 144-151.
- Siegler, R., DeLoache, J. & Eisenberg, N. (2005). *Entwicklungspsychologie im Kindes- und Jugendalter. 1. Auflage*. München: Elsevier.
- Winkler, T., Scharf, F., Peters, J. & Herczeg M. (2011). Tangicons - Programmieren im Kindergarten. In Eibl, M. & Ritter, M. (Hrsg.): *Workshop Proceedings der Tagung Mensch & Computer 2011 - überMEDIEN ÜBERmorgen*. Universitätsverlag: Chemnitz, S. 23-24.

# Gait Biometrics in Interaction Design: A Work in Progress Report

Nassrin Hajinejad, Simon Bogutzky, Barbara Grüter

University of Applied Sciences Bremen

## **Abstract**

The use of biometric data in HCI is an emerging field of science and design. In addition to the security dimension, biometrics open up new possibilities of interaction design. This paper presents suggestions on applying gait biometrics in mobile biofeedback systems. We describe a prototypical implementation of mobile gait analysis and put first ideas on incorporating gait biometrics to understand and affect subjective experiences on debate.

## 1 Introduction

Development and availability of a variety of sensing technologies allow more refined human-computer interaction (HCI). Capturing biometrics, biofeedback systems allow for new interaction modalities and experiences. Biometrics may be broadly defined as measurable biological and behavioral characteristics. Cast against the background of experience design, biofeedback systems are preferably applied in the area of digital games to gain insight into users' emotional and mental state (cf. Gilleade et al. 2005).

The human gait is an important source of information. Various approaches of gait analysis have been proposed to analyze gait characteristics (cf. Best & Begg, 2006). However, in HCI gait biometrics are mainly applied for authentication purposes. We investigate within our feasibility study the incorporation of gait characteristics for the purpose of mobile interaction design. In this paper we share our considerations and describe our approach of implementing a prototypical real-time gait analysis on a mobile device to gain insight into practical aspects of gait analysis.

## 2 Gait

The human gait is one of the most essential human activities and can be neutrally defined as follows "Human gait is a spatio-temporal phenomenon that characterizes the motion of an individual." (Chellappa et al. 2005, 2). The manner of walking reveals valuable information and plays a significant role in implicit interpersonal communication. In fact, the human gait reflects the body form, health status, activity and mood of the walking person.

Gait analysis is a means to describe observable changes of motion and thus deals with the outward aspects of the walking activity. Objectifying the information contained in a gait pattern, the scientific method of gait analysis deals with „[...] the measurement, analysis and assessment of the biomechanical features that are associated with the walking task.“ (Best & Begg, 2006, 2). There are a huge number of parameters that have been used to describe a gait pattern, most of which are temporal-spatial ones. Some characteristics commonly extracted in gait analysis, are cadence (step frequency), stride length and stance duration.

However, walking comprises more than biomechanical aspects. Qualitative gait characteristics may provide indications of a person's inward movements. For instance the degree of gait ‚smoothness‘ (particularly applied to assess pathologically changed walking) is not only objectively measurable but also reflected in the subjective experience (Meinel et al., 2007). Investigating the relation between objectively measurable gait characteristics and the subjective experience level can make a substantial contribution towards experience design in mobile interaction. In our research we aim to understand this interplay and use the term gait gestalt (based on the German word „Gangbild“) to refer to the activity of walking as an expression of objective and subjective features.

## 3 Gait in Biofeedback Systems

Up to date gait analysis is primarily applied in the field of medicine and sports. Therapists apply gait analysis to recognize gait deviations and understand causes of biomechanical abnormalities in the locomotor system. Applying gait biometrics in biofeedback systems may serve different design goals. Kuikkaniemi et al. (2010) differentiate two categories of biofeedback, explicit and implicit biofeedback.

Explicit biofeedback refers to systems that incorporate biometrics to facilitate awareness of physiological processes. By means of mediation, these applications support users in training and control of unconsciously running processes (such as the galvanic skin response).

Implicit biofeedback systems make use of biometrics to support the personal manner of interaction. Depending on the user's analyzed behavior biofeedback-based games change to a more supportive or respectively challenging mode, or vary their content (Gilleade et al. 2005). First attempts of applying gait biometrics in implicit biofeedback systems use auditory feedback to support gait characteristics such as symmetry. Prassas et al. (1997) report how music adapted to the cadence of stroke patients positively affected the symmetry of their

stride length and hip joint range of motion. We aim to find indications how to affect subjective experiences by means of gait-based implicit biofeedback systems. In order to identify and measure behavioral characteristics in gait patterns (gait features), we have implemented a prototypical real-time gait analysis on a mobile device, which we describe in the following section.

## 4 Mobile Gait Analysis: An Approach

With the prospect of unobtrusive person identification, gait analysis on mobile devices and real-time gait feature extraction is gaining increasing attention (Derawi et al., 2010; Yang et al., 2011). We use in our gait analysis the Apple iPhone 4S<sup>1</sup>. The iPhone 4S has an integrated accelerometer (STMicro STM33DH) and an integrated gyroscope (STMicro AGDI)<sup>2</sup> for measuring translational acceleration in three axes and angular acceleration in three axes.

To allow an unobtrusive way of gait analysis, we ask users to carry their iPhone in their trouser pocket. As the orientation of the device affects the measurement, the app demands users to wear the iPhone in an upright position with the display pointed in walking direction.

### 4.1 Data Collection and Feature Extraction

Our current app allows users to sign up, log in and create a profile with personal data such as height, weight, gender, and age. The main functions of the app enable the recording of gait acceleration signals in a walking session and the extraction of elementary gait features in real-time. We store the measurement values acceleration, gravity, attitude, and rotation rate in a sampling rate of 100 Hz. After each session the measured data is stored in an XML file and uploaded on a server for a subsequent stationary gait analysis (offline). On the one hand, the recording serves for analyzing gait patterns and identifying gait features; on the other hand, we use it to validate the real-time feature extraction.

The human walk is a series of steps. A periodic repetition of every two steps is defined as one gait cycle. We are able to identify gait cycles in real-time using the attitude pitch values. A pitch is a rotation around the lateral axis and indicates if the user's thigh is swinging or standing on the ground. The app identifies the moment of the human gait cycle, where the user's thigh has an angle up to 90 degrees to the ground. At that moment, the pitch signal has a distinctive peak. The app detects these peaks (see fig. 1, dashed line) and plays a sound. This first auditory feedback can be later used for time synchronization of data and video recordings and is also a first step to gait-based implicit biofeedback.

---

<sup>1</sup> <http://www.apple.com/iphone/>

<sup>2</sup> <http://www.ifixit.com/Teardown/iPhone-4-Teardown/3130/2>

In our offline gait analysis, we viewed several walking sessions from different users. These sessions varied in length, pedestrian, stop behavior, footwear, ground, and speed to get a great variety of features that influence the gait pattern. We use an approach described by Moe-Nilssen & Helbostad (2004) to identify basic gait features such as stride regularity (regularity of two consecutive steps) and cadence from the vertical user acceleration (VA) and the forward user acceleration (FA). This approach uses an autocorrelation procedure to identify these features from the VA and the FA measurement series.

## 4.2 Results

The identified features of the offline gait analysis serve as comparison values for the real-time gait analysis on the mobile phone. It is questionable, whether or not we are able to use the same method in our mobile approach, as the autocorrelation function requires a certain amount of repetitive measurement points in order to provide meaningful results.

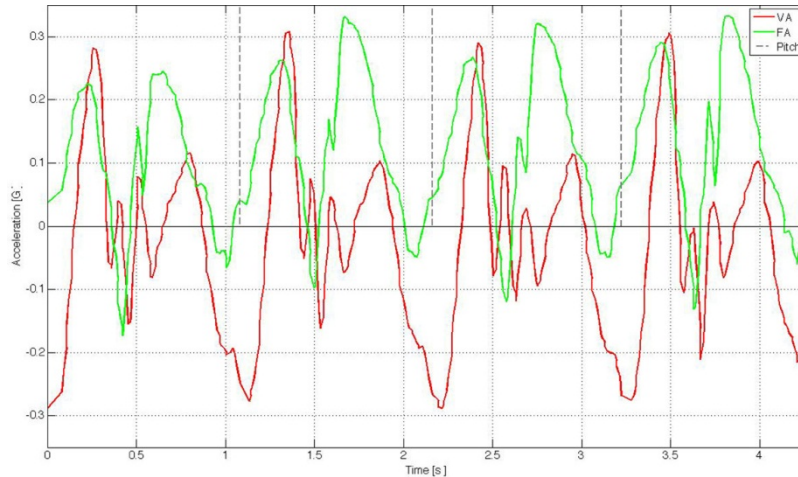


Figure 1: Gait Cycles separated by Pitch Peaks

Figure 1 shows a short part of a walking session (407 measurement points) with four pitch peaks ( $N$ ) in a time interval ( $T$ ) of 4.26s. The mobile approach calculates the cadence as follows:

$$C = 2 \frac{60s}{T} \frac{C}{N} = 2 \frac{60s}{4.26s} = 112.67 \text{ step}/\text{min}$$

The offline approach calculates for the same data set a cadence of 108.09 steps/min. If we include more gait cycles (11 cycles, 986 measurement) the mobile approach calculates the same cadence value as before. In contrast the result of the offline approach changes to a cadence of 110.43 steps/min and approaches the mobile result. Thus, the use of the gyro-

scope in mobile gait analysis is more promising than the sole use of an accelerometer (cf. Lee & Park 2011). Currently, we identify only a moment of the human gait cycle, but the detection of pitch peaks in real-time is our first step in the field of mobile gait analysis.

## 5 Outlook

In the further course of our research we will deepen technological and theoretical aspects of gait-based biofeedback.

Implementing a mobile gait analysis, we created the prerequisite to examine gait gestalt and its meaning in mobile interaction design. In the continual development process we will integrate a global reference coordinate system to ignore the orientation of the device and reduce the distortion that will emerge when the device moves in the trouser pocket. Furthermore, we have to improve the detection of maxima and minima in the gyroscope and acceleration data to optimize the feature extraction. We will apply our mobile application to analyze context-related changes of gait features and understand the relation of contextual characteristics and the gait gestalt. In particular we will investigate how a person's gait gestalt reflects the following contextual characteristics such as a) emotional state, b) location/place and c) activity.

### References

- Best, R. & Begg, R. (2006). Overview of movement analysis and gait features. *Computational intelligence for movement sciences: neural networks and other emerging techniques*. Hershey, PA: Idea Group Pub. 1–69.
- Chellappa, R., Roy-Chowdhury, A. K. & Zhou, S. K. (2005). Recognition of humans and their activities using video. *Synthesis Lectures on Image, Video & Multimedia Processing* 1(1), 1–173.
- Derawi, M. O., Nickel, C., Bours, P. & Busch, C. (2010). Unobtrusive user-authentication on mobile phones using biometric gait recognition. *Proc. IHH-MSP '10 Sixth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal*. 306–311.
- Gilleade, K., Dix, A. & Allanson, J. (2005). Affective videogames and modes of affective gaming: assist me, challenge me, emote me. *Proceedings of DiGRA 2005 Conference: Changing Views – Worlds in Play*.
- Kuikkaniemi, K., Laitinen, T., Turpeinen, M., Saari, T., Kosunen, I. & Ravaja, N. (2010). The influence of implicit and explicit biofeedback in first-person shooter games. *Proc. of the 28th international conference on Human factors in computing systems*, 859–868.
- Lee J. & Park E. (2011). Quasi real-time gait event detection using shank-attached gyroscopes. *Medical and Biological Engineering and Computing*, 49 (6), 707-712.
- Meinel, K., Schnabel, G., Schnabel, G. G. & Krug, J. (2007). *Bewegungslehre Sportmotorik: Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt*. 1. Aufl. Aachen: Meyer & Meyer Sport.
- Moe-Nilssen R. & Helbostad J. L. (2004). Estimation of gait cycle characteristics by trunk accelerometry. *Journal of Biomechanics* 37 (1), 121-126.

- 
- Prassas, S., Thaut, M., McIntosh, G. & Rice, R. (1997). Effect of auditory rhythmic cuing on gait kinematic parameters of stroke patients. *Gait & Posture* 6(3), 218 – 223.
- Yang, C.-C., Hsu, Y.-L., Shih, K.-S. & Lu, J.-M. (2011). Real-Time Gait Cycle Parameter Recognition Using a Wearable Accelerometry System. *Sensors* 11(8), 7314–7326.

# Berührungslose und be-greifbare Interaktionen des 3D-Skizzierens

Johann Habakuk Israel<sup>1</sup>, Erik Sniegula<sup>2</sup>

Geschäftsfeld Virtuelle Produktentstehung, Fraunhofer IPK Berlin<sup>1</sup>  
Freie Universität Berlin<sup>2</sup>

## Zusammenfassung

Entwickler immersiver Anwendungssysteme, in diesem Beitrag insbesondere immersiver Skizziersysteme, sind seit der breiten Verfügbarkeit von Tiefenkameras vor die Frage gestellt, Interaktionstechniken be-greifbar oder berührungslos zu realisieren. In diesem Beitrag werden jeweils ein auf be-greifbaren und ein auf berührungslosen Interaktionstechniken basierendes immersives Skizziersystem vorgestellt und miteinander verglichen. Abschließend werden erste Vorschläge für eine Funktionsallokation zwischen be-greifbaren und berührungslosen Interaktionstechniken im Kontext des immersiven Skizzierens benannt.

## 1 Einleitung

Mit der Verfügbarkeit tiefenbildbasierter Interaktionsgeräte wie der Microsoft Kinect oder der ASUS Xtion wurde es möglich, berührungslose Interaktionstechniken auf einfache Art und Weise zu realisieren. Diese erlauben dem Benutzer, durch die Bewegung seines Körpers mit dem Computer zu interagieren, beispielsweise durch Winken mit den Händen oder Bewegen der Arme. Physische Interaktionsgeräte sind dazu nicht notwendig. Solche berührungslosen Interaktionstechniken, oft auch gestenbasierte Interaktionstechniken genannt, werden häufig als Möglichkeit zur Entwicklung „natürlicher“ oder „intuitiver“ Benutzungsschnittstellen beschrieben (vgl. u. a. Ren et al. 2011; Wachs et al. 2011). Zwar sind solche Aussagen oft kaum empirische unterlegt und unterscheiden begrifflich nicht zwischen Gesten, physischer Manipulation und Metaphern (vgl. u. a. Quek 2004; Naumann et al. 2007; Israel, Hurtienne, et al. 2009). Trotzdem stellt sich Designern be-greifbarer und anderer Benutzungsschnittstellen die Frage, welche Vor- und Nachteile be-greifbare und berührungslose Interaktionstechniken im gegenseitigen Vergleich aufweisen und ob sie im konkreten Fall Systemfunktionen berührungslos oder be-greifbar anbinden sollten.

Dieser Beitrag widmet sich dieser Frage insbesondere aus der Anwendungsperspektive immersives Skizzieren in virtuellen Umgebungen. Zunächst wird kurz ein bestehendes, auf be-

greifbaren Interaktionstechniken basierendes immersives Skizziersystem beschrieben, anschließend ein funktional ähnliches experimentelles System, welches die berührungslose Steuerung der Skizzierfunktionen ermöglicht. Abschließend werden beide Ansätze verglichen und ein erstes Fazit zur Funktionsallokation spezifischer Interaktionsaufgaben zwischen be-greifbaren und berührungslosen Interaktionstechniken vorgestellt. Unter be-greifbaren Interaktionstechniken wird hier der Gebrauch physisch repräsentierter Interaktionswerkzeuge während des immersiven Skizzierens verstanden; eine Betrachtung weiterer Aspekte be-greifbarer Interaktion erfolgt im Abschnitt 4.

## 2 Immersives Skizzieren mit be-greifbaren Interaktionswerkzeugen

Die Entwicklung und Untersuchung multimedialer Werkzeuge zur Unterstützung kreativer Produktentwicklungsprozesse ist ein wichtiger Gegenstand des Design Research. Hierzu zählen auch Virtual-Reality-Technologien und insbesondere immersive Modellier- und Skizziersysteme, mit denen Designer in die Lage versetzt werden, direkt im immersiven dreidimensionalen Raum zu modellieren und skizzieren (vgl. u. a. Fiorentino et al. 2002; Keefe et al. 2001). Das hier vorgestellte immersive Skizziersystem wurde am Fraunhofer IPK entwickelt (Israel, Wiese, et al. 2009) und ermöglicht es dem Benutzer, Skizzen und Modelle direkt im dreidimensionalen Raum zu erstellen, sich um sie zu bewegen und sie aus verschiedenen Perspektiven zu betrachten (Abbildung 1). Das System nutzt eine VR-Cave, ein stereoskopisches Projektionssystem mit fünf quadratischen Projektionsflächen mit je 2,5 m Kantenlänge (Cruz-Neira et al. 1992). Unter den Interaktionswerkzeugen des Skizzierungssystems befindet sich ein Stift der es erlaubt, Linien zu zeichnen, Objekte zu löschen („Radiergummi“-Funktion) und Linien zu extrudieren, eine Zange zum Verschieben und Rotieren virtueller Objekte sowie ein beidhändiges Modellier-Werkzeug, mit dem Bézier-Kurven zu Flächen aufgezo-gen werden können (Abbildung 2). Alle Werkzeuge können mit den Händen geführt und entweder im Präzisionsgriff oder im Kraftgriff gehalten werden (precision grip, power grip, vgl. Napier 1956; Wilson 1998). Das System wurde bereits mehrfach empirisch im Kontext des Product Design untersucht, wobei die Möglichkeiten im Maßstab eins-zu-eins und dreidimensional zu arbeiten und direkt mit den Skizzen im Moment ihrer Entstehung interagieren zu können als Alleinstellungsmerkmale dieser Entwurfsmethode identifiziert wurden (Israel, Wiese, et al. 2009). Schwierigkeiten ergaben sich beim detaillierten und präzisen Skizzieren, jedoch konnten die entsprechenden Fertigkeiten relativ schnell verbessert und eine steile Lernkurve beobachtet werden (Wiese et al. 2010).

## 3 Berührungsloses freihändiges Skizzieren

Zur vergleichenden Untersuchung mit der be-greifbaren Variante wurde ein experimentelles berührungsloses Skizziersystem entwickelt. Dieses setzt eine Microsoft Kinect Kamera ein, welche unter anderem die vor der Kamera befindlichen Personen erfassen und Skelettmodel-

le von ihnen erstellen kann. Für diese Anwendung wurden die von der Kinect ermittelten Positionen der Unterarme genutzt und auf die Positionen der oben genannten virtuellen Werkzeuge abgebildet (Abbildung 3, Abbildung 4).



Abbildung 1: Immersives Modellersystem des Fraunhofer IPK Berlin (Israel 2011).



Abbildung 2: Be-greifbare Interaktions- und Modellierwerkzeuge.



Abbildung 3, Abbildung 4: Berührungslose Steuerung des Beziér-Flächenwerkzeugs.

Mit dem geschilderten experimentellen Aufbau konnten erste Interaktionstechniken des bestehenden Modellersystems wie das Zeichnen von Linien und Beziér-Kurven und das beidhändige Greifen von Objekten berührungslos umgesetzt werden. Es zeigte sich dabei, dass ein direkter funktionaler Vergleich zwischen dem berührungslosen und dem be-greifbaren Ansatz nur begrenzt möglich ist, da sich beide im Reifegrad sehr unterscheiden. So liegt die Qualität der von der Kinect ermittelten Trackingdaten hinsichtlich Auflösung, Genauigkeit, Rauschens und Stabilität weit unter denen des bisher verwendeten optischen Trackingsystems. Ein einhändiges Greifen von Objekten ist beispielsweise nicht möglich, da die Finger der Hand vom Trackingsystem nicht aufgelöst werden können. Im Beispielsystem mussten Objekte daher immer gleichzeitig mit beiden Händen gegriffen werden. Weiterhin ist der

durch die Kinect erfasste Interaktionsraum beschränkt und erfasst nur einen pyramidenartig zulaufenden Teilbereich der Cave. Der Benutzer kann außerdem nur in Richtung der Kinect interagieren und sich nicht beliebig drehen, da seine Arme sonst gegenüber der Kinect vom eigenen Körper verdeckt werden.

## 4 Vergleich be-greifbarer und berührungsloser Interaktionen am Beispiel immersives Skizzieren

Der Vergleich be-greifbarer und berührungsloser Interaktionstechniken des immersiven Skizzierens soll hier basierend auf den vier Themen *greifbare Manipulation (tangible manipulation)*, *räumliche Interaktion (spatial interaction)*, *verkörperte Interaktion (embodied facilitation)* und *ausdruckstarke Repräsentationen (expressive representation)* des Tangible-Interaction-Frameworks von Hornecker und Buur (2006) geführt werden. Die geschilderten Einschätzungen gründen auf Erfahrungen aus eigenen Benutzerstudien und sporadische Nutzerbeobachtungen während informeller Demonstrationen.

Bezogen auf das Thema *greifbare Manipulation* unterscheiden sich beide Interaktionstechniken grundlegend. Dieses Thema beschreibt die Möglichkeiten zur direkten haptischen Interaktion mit materiellen Objekten, den damit verbundenen physischen Effekten und der Unterstützung durch physische Affordances und Constraints. In der be-greifbaren Variante führt der Benutzer das physische Werkzeug mit den Händen, die Wirkrichtung des Werkzeugs ist das Ergebnis des Zusammenspiels der Finger (precision grip) und wird in der räumlichen Ausrichtung des physischen Werkzeuges als auch seines virtuellen Cursors eindeutig repräsentiert. Sensoren und Schalter, die am Werkzeug untergebracht sind, können schnell gefunden und ausgelöst werden. Über das Auslösen erhält der Benutzer eindeutiges Feedback durch die Gegenkraft am Objekt oder das Klicken eines Schalters. Es besteht daher nur wenig Unsicherheit darüber, ob das System die Auslösung einer Funktion erfasst hat. Die Wirkung des Werkzeugs wird jedoch auf einen räumlichen Freiheitsgrad reduziert, anders als beim Formen eines plastischen Objekts mit den Händen, bei dem jeder Kontaktpunkt der Hände mit dem Material eine Wirkung erzielen kann (vgl. u. a. Piper and Ratti 2002).

Mit berührungslosen Interaktionstechniken steuert der Benutzer die Wirkrichtung der Werkzeuge mit den Unterarmen, eine Abstimmung durch mehrere Finger ist derzeit technisch nicht möglich. Selbst wenn es technisch möglich wäre, die Finger der Hand einzeln zu erfassen - was in absehbarer Zeit zu erwarten ist -, wäre das Austarieren einer Wirkrichtung schwierig, da ein zwischen den Fingern vermittelndes Element fehlte. Ob sich mit berührungslosen Interaktionstechniken Präzisionsgriffe überhaupt realisieren lassen, erscheint daher fraglich. Ein besonderes Problem der Verwendung berührungsloser Interaktionstechniken stellen Auswahloperationen bzw. Statusänderungen dar, hier insbesondere das Beginnen und Beenden des Linien- oder Flächenzeichnens, das Greifen und Loslassen eines virtuellen Objektes oder die Auswahl einer Subfunktion in einem 3D-Menü. Bisher wird dies durch Gesten gelöst, die im Vergleich zur begreifbaren Interaktionstechniken unzuverlässig sind und den Benutzer oft im Unklaren lassen, ob die Geste vom System erkannt und die Funkti-

on ausgewählt wurde. Da Greifen, Auslösen und Beenden oft ausgeführt werden, wirken sich diese Verzögerungen erheblich auf die Gesamteffizienz aus. Ein wesentlicher Vorteil berührungsloser Interaktion ist natürlich, dass Benutzer keine physischen Interaktionsgeräte tragen müssen und alle Interaktionsmöglichkeiten – so sie entsprechend implementiert sind – in den bloßen Händen tragen.

Bezogen auf das Thema *räumliche Interaktion*, also der Möglichkeit den Raum zu nutzen und in ihm präsent zu sein, unterscheiden sich berührungslose und be-greifbare Interaktion wenig. Benutzer können sich in beiden Fällen im Rahmen des vom Trackingsystem erfassten Bereichs bewegen, die Bedeutung der Interaktionsorte unterscheidet sich nicht. Berührungslose Interaktionstechniken erlauben es jedoch, potentiell mit dem gesamten Körper im Interaktionsraum zu interagieren und somit mehr räumliche Freiheitsgrade als be-greifbare Interaktionswerkzeuge zu nutzen (s. o.).

Hinsichtlich der *verkörperten Interaktion* konnten wir beobachten, dass mit be-greifbaren Interaktionstechniken die konzentrierte Arbeit am Objekt im Vordergrund stand. Einige Nutzer hoben den Prozess hervor und dass ihnen die Formen aus den Händen fließen. Öfter wurde jedoch das Resultat der Arbeit, das skizzierte Objekt thematisiert und der Wunsch, die Bewegungen zu dessen Erschaffung möglichst präzise ausführen zu können. Nutzer des berührungslosen Systems legten dagegen weniger Wert auf das zu erschaffende Objekt sondern sahen die Qualität des Systems zuerst in der Stimulation, die Hände zu bewegen und das System damit zu steuern. Viele beschrieben dies als faszinierend oder sogar meditativ und führten repetitive Bewegungen teilweise minutenlang aus.

*Ausdruckstarke Repräsentationen* zu erzeugen, eine Verbindung zwischen den eigenen Aktionen und der Reaktion des Systems wahrzunehmen und innere Bilder externalisieren zu können ist mit beiden Interaktionstechniken möglich. Gerade hier haben immersive Skizziersysteme ihre größte Stärke. Die erzeugten Bilder unterscheiden sich zwar aufgrund des verschieden starken experimentellen Charakters der Systeme in ihrem Detailreichtum und in ihrer Präzision. Grundsätzliche Unterschiede lassen sich jedoch auch in anderen Systemen nicht erkennen (vgl. u. a. Keefe et al. 2001; Schkolne 2006).

## 5 Zusammenfassung

Die Erfahrungen mit be-greifbaren und berührungslosen Interaktionstechniken des immersiven Skizzierens legen nahe, dass konkrete Systementwürfe, abhängig vom Anwendungsfall, Anleihen in beiden Konzepten nehmen sollten. Ein Entweder-oder zwischen beiden Konzepten, das heißt entweder alle Interaktionstechniken berührungslos anzubinden oder nur vermittelt über physische Interaktionswerkzeuge, würde Möglichkeiten verschenken. Basierend auf dem Vergleich beider Interaktionstechniken lässt sich – bei aller Begrenztheit der empirischen Basis und Methode – für den Anwendungsfall immersives Skizzieren eine erste Funktionsallokation zwischen be-greifbaren und berührungslosen Interaktionstechniken vornehmen.

Begreifbare Interaktion kann für solche Interaktionstechniken zum Tragen kommen, für die folgende Anforderungen gelten:

- präzise freihändige Interaktion (precision grip) um Informationen zu generieren,
- häufige und schnelle Statusänderungen durchführen,
- eindeutiges Systemfeedback (passives Feedback, physische Affordances und Constraints) für effiziente und schnelle Interaktionen vermitteln,
- das zu generierende Objekt steht im Vordergrund, nicht die Interaktionstechnik.

Dagegen kann berührungslose Interaktion für solche Interaktionstechniken in Betracht gezogen werden, für die diese Anforderungen bestehen:

- die Aktivität der Benutzer steht im Vordergrund, nicht das zu generierende Objekt,
- die Manipulation virtueller Objekte soll flächig und nicht punktuell erfolgen,
- Genauigkeit der Interaktion spielt eine untergeordnete Rolle,
- auf physische Interaktionsgeräte soll verzichtet werden.

Umgebrochen auf Systemfunktionen bedeutet dies, dass generierende Funktionen wie das Erzeugen von Linien und Flächen wegen ihres höheren Präzisionsanspruches, der schnellen Zustandswechsel und der Notwendigkeit des Zusammenspiels mehrere Finger (Präzisionsgriff) be-greifbar realisiert werden sollten. Transformierende Operationen wie das Greifen, Verschieben und Skalieren von Objekten lassen sich dagegen zukünftig möglicherweise berührungslos umsetzen. Hierdurch ergäbe sich auch eine Reduktion der Anzahl benötigter Interaktionsgeräte, wodurch sich das Problem des physical clutter (vgl. Ullmer and Ishii 2001) ebenfalls verringerte.

Die gleichzeitige Verwendung des be-greifbaren und des berührungslosen Ansatzes erscheint zusammenfassend als vielversprechender Weg hin zu ganzheitlichen Interaktionskonzepten des immersiven Skizzierens, von 3D-Benutzungsschnittstellen und darüber hinaus. Es sollten daher technische Infrastrukturen geschaffen werden, diese Kombination von Interaktionstechniken zu realisieren und innerhalb des gleichen Szenarios berührungslose und be-greifbare Interaktionstechniken zu interagieren.

### Literaturverzeichnis

- Cruz-Neira, C et al. 1992. "The CAVE: audio visual experience automatic virtual environment." *Communications of the ACM* 35(6): 64-72.
- Fiorentino, Michele et al. 2002. "Surface Design In Virtual Reality As Industrial Application." In *DESIGN Conference*, Dubrovnik, Croatia, p. 477-482.
- Hornecker, Eva, and Jacob Buur. 2006. "Getting a Grip on Tangible Interaction: A Framework on Physical Space and Social Interaction." In *CHI 2006*, ACM Press, p. 437-446.

- Israel, Johann Habakuk, Eva Wiese, et al. 2009. "Investigating three-dimensional sketching for early conceptual design—Results from expert discussions and user studies." *Computers & Graphics* 33(4): 462-473. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cag.2009.05.005>.
- Israel, Johann Habakuk, Jörn Hurtienne, et al. 2009. "On intuitive use, physicality and tangible user interfaces." *Int. Journal Arts and Technology* 2(4): 348-366.
- Israel, Johann Habakuk. 2011. "Sketching In Space – Freihändiges Modellieren in Virtuellen Umgebungen." *Futur. Mitteilungen aus dem Produktionstechnischen Zentrum Berlin* (3): 18-19.
- Keefe, Daniel F et al. 2001. "CavePainting: A Fully Immersive 3D Artistic Medium and Interactive Experience." In *ACM Symposium on Interactive 3D Graphics (SI3D'01)*, ACM Press, p. 85-93.
- Napier, John. 1956. "The prehensile Movements of the human Hand." *Journal of Bone and Joint Surgery* 38-B(4): 902-913.
- Naumann, Anja et al. 2007. "Intuitive Use of User Interfaces: Defining a Vague Concept." In *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics, HCII 2007*, Heidelberg: Springer, p. 128-136.
- Piper, Ben, and Carlo Ratti. 2002. "Illuminating clay: a 3-D tangible interface for landscape analysis." In *SIGCHI conference on Human factors in computing systems: Changing our world, changing ourselves (CHI'02)*, Minneapolis, Minnesota, USA , p. 355-362.
- Quek, Francis. 2004. "The catchment feature model: a device for multimodal fusion and a bridge between signal and sense." *EURASIP Journal of Applied Signal Processing* 2004(1): 1619-1636. <http://dx.doi.org/10.1155/S1110865704405101>.
- Ren, Zhou et al. 2011. "Robust hand gesture recognition with kinect sensor." In *Proceedings of the 19th ACM international conference on Multimedia - MM '11*, New York, New York, USA: ACM Press, p. 759. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2072298.2072443> (Accessed March 13, 2012).
- Schkolne, Steven. 2006. "Making Digital Shapes by Hand." In *Interactive Shape Editing, ACM SIGGRAPH Courses 2006*, ACM Press, p. 84-93.
- Ullmer, Brygg, and Hiroshi Ishii. 2001. "Emerging frameworks for tangible user interfaces." In *Human-computer interaction in the new millennium*, ed. J M Carroll. Reading, Massachusetts, USA: Addison-Wesley, p. 579–601.
- Wachs, Juan Pablo et al. 2011. "Vision-based hand-gesture applications." *Communications of the ACM* 54(2): 60. [http://dl.acm.org/ft\\_gateway.cfm?id=1897838&type=html](http://dl.acm.org/ft_gateway.cfm?id=1897838&type=html) (Accessed March 9, 2012).
- Wiese, Eva et al. 2010. "Investigating the Learnability of Immersive Free-Hand Sketching." In *ACM SIGGRAPH/Eurographics Symposium on Sketch-Based Interfaces and Modeling SBIM'10*, eds. Ellen Yi-Luen Do and Marc Alexa. Annecy, France: ACM SIGGRAPH and the Eurographics Association, p. 135-142.
- Wilson, Frank R. 1998. *The hand. How it use shapes the brain, language, and human culture*. New York: Pantheon Books.



# Thermal Display, based on the separated presentation of hot and cold

Ron Jagodzinski, Götz Wintergerst, Peter Giles

Tangible Interaction Research [TIR], Hochschule für Gestaltung Schwäbisch Gmünd

## Abstract

Temperature sensation is an important part of the human haptic perception. Nevertheless, thermal displays are rarely used within man-machine interfaces. One reason for this is the thermal reaction time of the transmitting contact material, which makes it hard to implement a dynamic interface. In this paper, we introduce a principle which allows a versatile presentation of heat and cold stimuli with thermal displays. The adjustable thermal changes are enabled by the separate execution of heat generation and cooling of the users skin.

## 1 Introduction

With respect to the display of haptic object and material properties, the temperature component is of crucial interest (Ino et al. 1993, Lederman & Klatzky 2009). There are well-founded basics for the human thermal perception and detailed models for the thermal simulation (Benali-Koudja et al. 2003, Ho & Jones 2006, Jones & Ho 2008). The thermal diffusivity of a material seems to be a distinguishing cue for material discrimination (Bergmann Tiest & Kappers 2009) as well as the heat capacity (Jones & Berris 2003). Thermal displays for material simulation have been developed by Ino (Ino et al. 1993), Ottensmeyer (Ottensmeyer & Salisbury 1997) or Caldwell (Caldwell et al. 1996) - all of them based on peltier elements as active component. Several works for the identification and discrimination of simulated material within virtual environments was done by varying scientists, like Kron (Kron & Schmidt 2003), Yamamoto (Yamamoto et al. 2004), Benali- Khoudja (Benali-Khoudja & Hafez 2004), Ho (Ho & Jones 2007), to name just a few.

Furthermore, thermal interfaces are not only suitable for material simulation within virtual environments. Through it's emotional component this kind of perception can disclose a large potential for the "look and feel" of common man-machine interfaces.

For example Nakashige (Nakashige et al. 2009) developed a thermal interface based on peltier elements as part of a telecommunication system and integrated the actuator in a regular

trackball. A comparably system embedded in a gamecontroller is done by Baba (Baba et al. 2010). Whereas Wettach (Wettach et al. 2007) developed a thermal interface based on the heating of resistors but does not include a cooling system. Thermal interfaces based on infrared radiation are not used widespread. Some work was done by Dionisio et al. (Dionisio 1997, Dionisio et al. 1997) and Lecuyer et al. (Lecuyer et al. 2003). Both research group used the infrared radiation for controlling ambient temperature within virtual reality-systems. The introduced principle of this paper is based on infrared radiation to heat the users skin while simultaneously the same area is cooled through the surface of the device. Through weighting these individual actuators, a specific sensation can be triggered.

## 2 Temperature Perception

The human thermal sensory system, embedded within the skin is regarded to be one of the skin senses, alongside tactility. Precedent findings showed, that thermal perception is an important quality of material exploration (Caldwell & Gosney 1993, Ho & Jones 2007, Ino et al. 1993). Besides the conscious thermal perception of object temperature and surrounding, one of it's functions is the observation of the bodies temperature (Birbaumer & Schmidt 2006). The receptor density is distributed unequally (Caldwell et al. 1996) with an accumulation at the bodies orifices, especially the lips (Stevens 1991). The skin temperature is perceived by warm and cold receptors in differing concentration ratios, up to 1(warm) : 30 (cold) (Jones & Berris 2002). The receptors are placed in different skin depth. Cold receptors can be found inside the epidermal skin layer at a depths of about 0.15 mm below the skin surface. The heat receptors are embedded in the dermal layer at a depth of about 0.3 mm. Therefore and for the reason of differing fiber characteristics, the latency for warm sensation is significantly above that of cold sensation (Darian-Smith 1984, Caldwell et al. 1996). Cold sensing perception cells respond within the temperature range between 5°C and 43°C with the peak at 30°C, whereas warmth receptors are within the range between 13°C and 45°C peaking at 43°C (Darian-Smith et al. 1973).

However, the individual warm and cold receptors do not give a precise reading of the skin temperature (Kandel et al. 2000) which could be caused through a unavailable fixed reference point for temperature (Bergmann Tiest & Kappers 2009). Therefore it's difficult for humans to evaluate the absolute temperature of the skin. Both receptor cells are more sensitive to thermal changes than to static temperatures (Hensel 1973) within the perceivable range. Temperature differences of between 0.5°C and 5.2°C could be detected if applied simultaneously on a test subjects hands (Abbott 1913). The perception of a thermal change at the same spot is even better and varies between 0.1°C and 0.3°C at a rate of 0.1°C/sec or faster (Kenshalo et al. 1968). The temperature sensation is based on the perceived heat extraction rate (Bergmann Tiest & Kappers 2009, Darian-Smith et al. 1973) and there are indications for a high resolution, even for small changes in skin temperature (Johnson et al. 1979). Therefore, for temperature perception the speed and strength of temperature modification is of crucial interest. The minimum values for an observable thermal change can be found in Weber's three tray experiment (Birbaumer & Schmidt 2006).

By decreasing the area of contact or the altering speed, the threshold values for the sensation are increasing and vice versa. Slow changes in skin temperature could hardly or not be perceived until they are rising above 36°C or falling below 30°C. Therefore it's proposed by Jones and Berris to present thermal changes in rapidly occurring transients (Jones & Berris 2002). The thermal perception is based on the basic temperature of the skin, which is generally within the range of 30°C – 35°C in an indoor environment (Jones & Berris 2002). Ordinarily, the temperature of the skin measured on the hand varies between 25°C– 36°C (Verrillo et al. 1998). If the skin temperature falls below 15°C- 18°C or rises above 45°C pain is perceived (Spray 1986, Darian-Smith & Johnson 1977).

The spatial resolution of the temperature sensory system is very limited, compared to the resolution of the mechanoreceptors (Darian-Smith & Johnson 1977, Yang et al. 2009). This resolution although varies through the human body depending on the receptor density (Darian-Smith 1984). There is an even stronger limitation in spatial resolution in the palm or the fingers of the hand (Johnson et al. 1973) compared to the human cavities like nose, eyes or mouth. However, the human hand is of crucial importance for the human-machine interaction and the capability for the use of thermal interfaces is proven often in previous works.

Besides the perceptive conditions, physical interrelations are relevant for the thermal exploration of objects. There are three possibilities of thermal transfer: Heat conduction, thermal convection and thermal radiation, and basically four properties which affects the speed of thermal convey: The temperature difference, size and flux of the contact area, the thermal conductivity and the heat capacity. For thermodynamics and therefore for thermal man-machine interfaces all of these properties are of interest. Nonetheless, most measurements of thermal displays are focused on the device itself and neglect the thermal convey to the users skin.

It is important to point out that the perceived temperature always deals with the temperature of the skin, which is not necessarily the temperature of the contact material (Jones & Ho 2008). Therefore, the speed of thermal changes within the simulator is not as relevant as the speed of thermal changes within the users skin. Which includes the heat flux between display and user.

### 3 Temperature Feedback

A limitation of existing thermal interfaces is the heat capacity of the thermal actuator. This "thermal storage" within the materials of the device, slows down the agility of the display. Thus, we tried to minimize the influence of the surface material and to that the influence of the materials heat capacity. Through a separated handling of heat generation within the user skin and heat deflection sudden temperature change could be achieved. The introduced prototype has a constant heat flux conducted from the user skin and generates heat on demand via infrared heating. Thus, we were able to differentiate the transmission of heat and cold by initiating the thermodynamics within the skin and not within the contact material of the interface.

It is much more difficult to generate and modulate thermal conduction than producing and controlling heat, especially if the thermal transfer has to be without contact and should have no effect on the tactile perception, as it would with a cooling airstream (Dionisio et al. 1997). Due to this fact, we decided to keep the level of heat removal constant by using a peltier cooled aluminum housing as a heat sink for the skin. To implement the sensation of heat, we complimented the display area with an embedded glass lens. The heat is generated via the use of infrared rays which radiate through the transparent part of the contact area. The infrared heat is applied directly on the user and the infrared rays warm the skin rather than the surface material. The temperature change within the skin is the dominant perception. The radiation may not be identified as an autonomous heat source, so the resulting temperature summation is ascribed to the display surface.

If the heat source is turned off, the skin cools down immediately and the user will only perceive the cold temperature of the contact area. This perception leaves the impression that the thermal display cooled down. By varying the duration of the infrared illumination, the perceived temperature can be influenced (fig. 1). An interruption of the infrared radiation leads to an immediate drop within the thermal perception, because the heat sink is still at the intended low temperature.

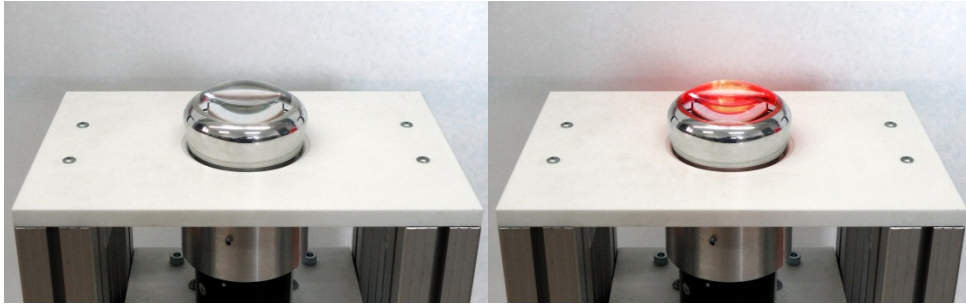


Figure 1: Schematic depiction of the thermal currents in the adjusting knob (thermal display). Variable heat generation (red arrow) and constant heat removal (blue arrows)

## 4 Implementation

To generate the infrared rays, we used a Philips 100W infrared incandescent lamp with an optimized short wave length at about 1400 nm and a infrared radiation peak corresponding to the absorption factor of the human skin. These wavelengths are absorbed less by the epidermal melanin, and could penetrate deeper into the human skin (Dai et al. 2004). This supports a strong and fast heat perception and a pleasing character of the infrared heat.

The touch area of the device is a rotatory knob, build of aluminum and an embedded crystal glass lense. To keep those parts on a constant low level, a peltier element is attached. The different materials could be identified through their thermal conductivity when touched separately, but not when grasped as a whole unit. The impression of consistency is further confirmed through the seamless transition between both materials. The aluminum housing allows a fast thermal transfer and therefore a fast cooling of the skin, even if glass is not the first class material through its limited thermal conductivity.



*Figure 2: The thermal display integrated into the adjusting knob of a dynamic rotatory device. The embedded lens is visible in the middle of the adjusting knob. During disabled infrared radiation the aluminium housing of the device is constantly cooling the user skin through its high heat conductivity, which leads to the perception of cold. If the infrared heat source is turned on, the infrared radiation is warming the users skin. In this case, the generated heat is higher than the constant heat removal which leads to the sensation of warmth.*

When designing the thermal display, we made the contact area as large as possible, so this area can constantly withdraw heat from the users palm. We decided to integrate the thermal display into a rotatory device with a large adjusting knob since this permits the maximum contact area between the users palm and the device (fig. 2). The large contact area enhances the heat conduction. The device is controlled by and communicates through an atmel atmega 328 attached on an arduino development board. To allow a consistant cooling of the users skin a pt100 temperature probe is attached to the knob and regulates the peltier element.

## 5 Conclusion

The introduced functional principle with separated heating and cooling, allows the implementation of a simple, fast and low-cost thermal interface. The technology could be used on flat as well as on curved surfaces which offers a great variety of possible applications. First preliminary user tests with eight subjects have shown a strong reaction towards the implemented temperature changes. The participants touched the device constantly. They were blindfolded and used headphones with brown noise. The room temperature was kept constantly at 21°C and the subjects could acclimate for at least 15 min before the test was started. They were assigned to report every perceived thermal change as fast as possible by pressing a button. The setting consisted of 20 thermal changes within two minutes. All changes were realized in an arrhythmic sequence. Every toggle of the infrared incandescent lamp could be perceived within 0.9 seconds, in heating and cooling mode. Participant reported that the thermal changes were very compelling and most of them assigned the perceived temperatures to the touched material. For accurate adjustments of the thermal changes and to measure the users skin temperature future versions of the thermal display will incorporate a fast and contactless thermometer.

## References

- Abbott, E. E. (1913). *The effect of adaptation on the temperature difference limen*. Kessinger Publishing.
- Baba, T., Kushiyama, K. and Doi, K. (2010). *Thermogame: video game interaction system that offers dynamic temperature sensation to users*. In SIGGRAPH '10: ACM SIGGRAPH 2010 Posters, pages 1–1
- Benali-Khoudja, M. and Hafez, M. (2004). Vital: A vibrotactile interface with thermal feedback. IRCICA International Scientific Workshop.
- Benali-Koudja, M., Hafez, M., Alexandre, J., Benachour, J. and Kheddar, A. (2003). *Thermal feedback model for virtual reality*. In MHS 2003, IEEE International Symposium on Micromechatronics and Human Science.
- Bergmann Tiest, W. M. and Kappers, A. M. L. (2009). *Discrimination of thermal diffusivity*. In EuroHaptics conference, 2009 and Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems. World Haptics 2009. Third Joint, pages 635–639.
- Bergmann Tiest, W. M. and Kappers, A. M. L. (2009). *Tactile perception of thermal diffusivity*. Attention, Perception, & Psychophysics, 71(3):481–489.
- Birbaumer, N. and Schmidt, R. (2006). *Biologische Psychologie*. Berlin: Springer Verlag, 6 edition
- Caldwell, D. and Gosney, C. (1993). *Enhanced tactile feedback (tele-taction) using a multi-functional sensory system*. In Proc. IEEE Internat. Conf. on Robotics and Automation, pp 955–960. IEEE Comput. Soc. Press.
- Caldwell, D., Lawther, S. and Wardle, A. (1996). *Tactile perception and its application to the design of multi-modal cutaneous feedback systems*. Proc. IEEE Internat. Conf. on Robot. and Automation, pages 3215–3221.
- Dai, T., Pikkula, B. M., Wang, L. V. and Anvari, B. (2004). *Comparison of human skin opto-thermal response to near-infrared and visible laser irradiations*. Physics in Medicine and Biology, 49(21):4861–4877.
- Darian-Smith, I. (1984). *Thermal Sensibility*, pages 879–913. American Physiological Society.
- Darian-Smith, I., Johnson, K. O. and Dykes, R. (1973). *"Cold" fiber population innervating palmar and digital skin of the monkey: response to cooling pulses*. Journal of Neurophysiology, 36(2):325–346.
- Darian-Smith, I. and Johnson, K. O. (1977). *Thermal sensibility and thermoreceptors*. The Journal of investigative dermatology, 69(1):146–153.
- Dionisio, J. (1997). *Virtual hell: A trip through the flames*. IEEE Computer Graphics and Applications, 17:11–14.
- Dionisio, J., Henrich, V., Jakob, U., Rettig, A. and Ziegler, R. (1997). *The virtual touch: Haptic interfaces in virtual environments*. Computers & Graphics, 21(4):459–468.
- Hensel, H. (1973). *Cutaneous thermoreceptors*, pages 79–110. Heidelberg-New York: Springer Verlag.
- Ho, H. N. and Jones, L. A. (2007). *Development and evaluation of a thermal display for material identification and discrimination*. ACM Transactions on Applied Perception, 4(2):1–24.

- Ino, S., Shimizu, S., Odagawa, T., Sato, M., Takahashi, M., Izumi, T. and Ifukube, T. (1993). *A tactile display for presenting quality of materials by changing the temperature of skin surface*. In IEEE International Work- shop on Robot and Human Communication, pages 220–224.
- Johnson, K. O., Darian-Smith, I., LaMotte, C., Johnson, B. and Oldfield, S. (1979). *Coding of incremental changes in skin temperature by a population of warm fibers in the monkey: Correlation with intensity discrimination in man*. *Journal of Neurophysiology*, 42(5):1332–1353.
- Johnson, K. O., Darian-Smith, I., and LaMotte, C. (1973). *Peripheral neural determinants of temperature discrimination in man: a correlative study of responses to cooling skin*. *Journal of Neurophysiology*, 36(2):347– 370.
- Jones, L. A. and Berris, M. (2002). *The Psychophysics of Temperature Perception and Thermal-Interface Design*. Interfaces.
- Jones, L. A. and Berris, M. (2003). *Material Discrimination and Thermal Perception*. In Proceedings of the 11th Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems (HAPTICS03), pages 171–178. IEEE Comput. Soc. Press.
- Jones, L. A., and Ho, H. N. (2008). *Warm or Cool, Large or Small ? The Challenge of Thermal Displays*. *Transactions on Haptics*, 1(1):53– 70.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., and Jessell, T. M. (2000). *Principles of Neural Science*. McGraw-Hill Medical, 4th edition.
- Kenshalo, D. R., Holmes, C. E. and Wood, P. B. (1968). *Warm and cool thresholds as a function of rate of stimulus temperature change*. *Perception Psychophysics*, 3:81–84.
- Kron, A. and Schmidt, G. (2003). *Multi-fingered tactile feedback from virtual and remote environments*. In Proceedings of the 11th International Symposium on Haptics Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems, pages 16–23.
- Lecuyer, A., Mobuchon, P., Megard, C., Perret, J., Andriot, C. and Colinot, J. P. (2003). *HOMERE: a multimodal system for visually impaired people to explore virtual environments*. IEEE Virtual Reality, 2003. Proceedings: 251–258.
- Lederman, S. and Klatzky R. (2009). *Haptic perception: A tutorial*. *Attention Perception & Psychophysics*, 71(7):1439–1459.
- Nakashige, M., Higashino, S., Kobayashi, M., Suzuki, Y. and Tamaki, H. (2009). "Hiya-Atsu" Media : *Augmenting Digital Media with Temperature*. In CHI 2009, pages 3181–3186.
- Ottensmeyer, M. and Salisbury, J. (1997). *Hot and cold running vr: Adding thermal stimuli to the haptic experience*. In Proceedings of the Second PHANTOM Users Group Meeting 34 Artificial Intelligence Laboratory Technology Report No. 1617.
- Spray, D. C. (1986). *Cutaneous temperature receptors*. *Annual Review of Physiology*, 48:625–638.
- Stevens, J. C. (1991). *Thermal sensibility*. Lawrence Erlbaum Associates. pages 61–89.
- Verrillo, R. T., Bolanowski, S. J., Checkosky, C. M. and McGlone, F. P. (1998). *Effects of hydration on tactile sensation*.
- Wettach, R., Danielsson, A., Behrens, C. and Ness, T. (2007). *A thermal information display for mobile applications*. In Proceedings of the 9th Conf. on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services Mobile HCI'07, pages 182–185.

- Yamamoto, A., Cros, B., Hasimoto, H. & Higuchi, T. (2004). *Control of thermal tactile display based on prediction of contact temperature*. In Proc. IEEE Internat.Conf. on Robot. & Automation, pp. 1536-1541
- Yang, G. H., Kwon, D. S., and Jones, L. A. (2009). *Spatial acuity and summation on the hand: The role of thermal cues in material discrimination*. Science, 71(1):156–163.

# Incredible Machines aus Fabrication Laboratories

Radina Nazaraska, Franziska Schade

Fachbereich 3 Mathematik/Informatik, Universität Bremen

## Zusammenfassung

Vorgestellt werden drei komplexe Maschinen aus dem Projekt „FabLabs“ des Studiengangs Digitale Medien an der Universität Bremen. Diese wurden mit FabLab-Technologien hergestellt und beinhalten unterschiedliche Schwerpunkte. Im Rahmen des Symposiums zur internationalen Ausstellung „fab\*education“<sup>1</sup> wurden die entstandenen Objekte Alphabot, Fab-tast-o-mat und Lightflare erstmals gezeigt.

## 1 Kontext

Unter Einbeziehung von Theorie (Gershenfeld 2005) und Technik des *fabrication laboratory* (kurz „FabLab“) entstanden drei „Incredible Machines“ mit unterschiedlichen Schwerpunkten.

Zur Herstellung der meisten Bauteile wurde auf FabLab-Technologien zurückgegriffen. Dabei wurden die dreidimensionalen Bauteile am Computer modelliert und mit dem 3D-Drucker „Thing-o-matic“ der MakerBot Industries ausgedruckt. Zweidimensionale Komponenten wurden dagegen aus verschiedenen Materialien wie Holz, Plexiglas oder Acryl mit dem Lasercutter LaserPro Spirit GX zugeschnitten.

## 2 Die Projekte

Das Ziel des Roboters „AlphaBot“ und zwei weiteren kleinen Robotern (s. Abbildung 1) ist das Schaffen von Interaktionsmöglichkeiten ohne direkte Eingabemöglichkeit für den Benutzer.

---

<sup>1</sup> Vgl. <http://www.fabeducation.net/de/>



Abbildung 1: AlphaBot, FemBot und ManBot

Zwei Roboter-Prototypen der Online-Plattform „Thingiverse<sup>2</sup>“ bildeten die Grundlage für das Fahrgestell. Ein „Alpha“-Roboter sollte in der Lage sein, mit mehreren kleinen Robotern zu kommunizieren. Die Umsetzung erfolgte für die kleinen Roboter mit 3D-modellierten und ausgedruckten Bauteilen, für den großen Roboter mit zugeschnittenen Holzteilen. Für die Programmierung und Ansteuerung der Motoren und Sensoren wurden Arduino-Boards verwendet, die durch Open-Source-Software den Nachbau für jeden ermöglichen. Um das Verhalten der Roboter interessant und nachvollziehbar zu gestalten, wurden geeignete Geräusche und Lichteffekte implementiert. Daneben wurde durch die Installation von Xbee-Shields und Infrarot-Beacons die Kommunikation unter den Robotern ermöglicht. Bei der Vorstellung auf der internationalen Ausstellung fab\*education zeigte sich, dass die Benutzer auch ohne direkte Eingabemöglichkeit durch eine Fernbedienung schnell herausfanden, wie die Roboter zu beeinflussen sind. Für die Vorstellung auf der Konferenz werden alle drei Roboter zu Verfügung gestellt. Daneben wird Bild- und Videomaterial zu Bau und Funktionsweise mitgeliefert.

Beim Fabtast-o-mat ging es beim Design der Interaktion zwischen Mensch und Maschine darum, die Verbindung zwischen dem Digitalen und dem Analogen herzustellen sowie um den Spiel- und Spaßfaktor. Orientierung und inspirierende erste Ideen wurden bei den komplizierten Apparaturen von Rube Goldberg (1883-1970)<sup>3</sup> gefunden.

Ein Regal, das aus vier Ebenen besteht, wurde mit verschiedenen Elementen gefüllt. Auf der ersten Ebene befinden sich ein Gong, mehrere Wippen und die Bremer Stadtmusikanten. Die zweite Ebene ist gefüllt mit einer selbstgestalteten Marmelbahn und einem LED-Cube (siehe Abbildung 2). Das Wasserspiel und der Stepsequenzer bilden die dritte Ebene und die vierte Ebene besteht aus einer Wippe mit eingebauter Laserharfe die durch das Einhorn gesteuert wird (siehe Abbildung 3).

---

<sup>2</sup> Vgl. „Thingiverse- Digital designs for physical objects“: <http://www.thingiverse.com/>

<sup>3</sup> Vgl. <http://www.rubegoldberg.com/?page=home>

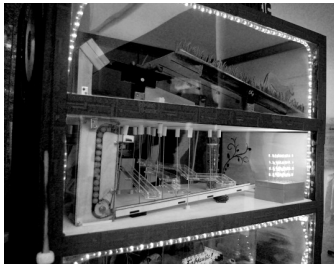


Abbildung 2: Erste und zweite Ebene



Abbildung 3: Dritte und vierte Ebene

Zur Steuerung der Motoren, LEDs und Sensoren wurden Arduino Boards verwendet. Zu jeder Ebene gibt es eine digitale Visualisierung auf einem Bildschirm, die später als analoge Postkarte dem Benutzer als Andenken dient. Wichtige begreifbare Interaktionen für den Benutzer sind, dass nur er den Fabfast-o-mat mit dem anschlagen des Gongs in Gang setzen kann. Während der Beobachtung des Ebenen Ablaufs wird das Kind im Benutzer reaktiviert und der Spiel- und Spaßfaktor animiert. Die internationale Ausstellung fab\*education hat gezeigt, dass der Benutzer vom Fabfast-o-mat sowohl optisch, haptisch als auch akustisch wahrgenommen wird. Die Besucher wurden meist zuerst durch das Erscheinungsbild des Fabfast-o-mats angelockt. Die Interaktion durch das Schlagen des Gongs fand großen Anklang, wie aber auch jegliche Aktion, Interaktion und Effekte im Ablauf der Maschine. Die Demonstration des Fabfast-o-mat wird auf dem Kongress in Konstanz mit einem Video gezeigt werden, aus dem hervorgeht, wie die Interaktion zwischen Mensch und Maschine funktioniert und welche Begeisterung dadurch hervorgerufen wird.

Die interaktive Designer-Lampe Lightflare (siehe Abbildung 4) reagiert mit Licht und Tönen auf die Entfernung, in der der Betrachter zu ihr steht. Indem dieser sich dem Objekt nähert, kann er dessen Verhalten beeinflussen und verschiedene Licht- und Toneffekte erzeugen.

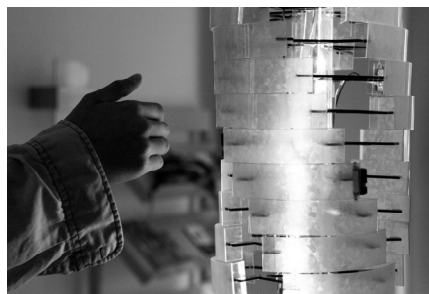


Abbildung 4: Lightflare

Die Grundform sind der Spiralförmigkeit und Skelettkonstruktion des Gakuen Spiral Tower in Nagoya<sup>4</sup> nachempfunden. Die Konstruktion besteht aus einer Plexiglasröhre, A-förmige Steckteilen und Verbindungsstücken. Alle Teile wurden mit dem Laser-Cutter ausgeschnitten. Für die Interaktion mit der Lampe dienen Wave-Shield für die Soundausgabe, Abstandssensoren, RGB-LED-Streifen und Lautsprecher, die alle über Arduino Boards gesteuert werden. Auf der Ausstellung fab\*education wurde das Interesse der Besucher an der Lampe erst durch ihre Konstruktion geweckt. Später, nachdem die Abstandssensoren auf die nahgekommene Person reagiert hatten, wurde Lightflare zu einem interaktiven Erlebnis. Die Kombination von Licht und Ton und die Möglichkeit diese zu beeinflussen wurde von allen als sehr spannend und interessant bezeichnet. Auch Lightflare wird auf dem Kongress ausgestellt werden.

### Literaturverzeichnis

Fab\*education. Offizielle Website: <http://www.fabeducation.net/de/>, aufgerufen am 11.06.2012

Gakuen *Spiral Tower in Nagoya*, Japan: <http://www.mymodernmet.com/profiles/blogs/modern-architecture>, aufgerufen am 10.06.2012

Gershenfeld, Neil (2005). *Fab: The Coming Revolution on Your Desktop - From Personal Computers to Personal Fabrication*. New York: Basic Books.

Goldberg, Rube. Official Website. <http://www.rubegoldberg.com/?page=home>, aufgerufen am 12.06.2012

---

<sup>4</sup> Vgl. Gakuen Spiral Tower in Nagoya, Japan <http://www.mymodernmet.com/profiles/blogs/modern-architecture>

# El Niño – An Emotion Avatar for Casual, Collateral Communication

Xinyu Weng, Kristian Gohlke

Faculty of Arts & Design, Bauhaus-Universität Weimar

## **Zusammenfassung**

El Niño is the prototype of a set of physical avatars for casual communication. The system is designed to enhance the emotional connection and awareness between people in long distance relationships by providing a low-threshold channel for casual communication. Two stationary anthropomorphic robots are used as tangible user interfaces that can mimic human emotions by displaying symbolic facial expressions on low-resolution screens, in order to reflect the emotional state of the user. The system allows its users to casually express their emotions over a distance through dedicated networked objects. El Niño is currently a functional work-in-progress prototype. The system was built and designed using a combination of open source hardware and a 3D-printed enclosure.

## 1 Introduction

As of today a wide range of tools and methods for long distance communication are readily available and commonly used by many people to communicate globally. One can choose from a variety of systems that allow for audiovisual conversations with another person across the globe. The overall experience is often designed to closely mirror *some* of the qualities of a face-to-face encounter in real life. However, audiovisual systems usually require the user to be actively engaged with the system. The perceived awkwardness of a telephone conversation where both partners are silent for a prolonged amount of time can also occur when using an audiovisual telecommunication system. The medium itself appears to create expectations about its use. The effectiveness of non-verbal or even non-visual, casual expression of emotions and feelings is strongly inhibited and might even be misunderstood as a lack of interest in the counterpart and thereby often fail to create a feeling of nearness and empathy without using words or expressive gestures.

It appears that the available audiovisual systems are not necessarily the suitable medium for collateral casual communication. Particularly over prolonged periods of continuous use, the awareness of being constantly captured by a camera produces a notion of surveillance and control, rather than creating the intended feeling of nearness, empathy and awareness. Alt-

though they allow people to be constantly connected with each other, the use of such systems can strongly inhibit people's need for freedom, privacy and even their engagement in other social activities, as the system constantly calls for the user's focus and attention.

## 2 Emotional Awareness and Empathy over a Distance

The ongoing trend towards a work-culture where a job or an office can rapidly be relocated results in an increased demand by companies for more flexible workers. This brings with it a wide range of implications for people's social- and family-life. Prolonged long-distance relationships with friends and loved-ones are increasingly more common.

The available means for telecommunication such as email, videoconferencing, text-messaging, etc. are largely designed for a purposeful transmission of information and intends to avoid ambiguities in the conversation. This approach fails to provide means for sharing and experiencing other qualities that are usually present in a social situation, such as the feeling of another person's presence and attention, the surrounding climate condition, empathic touches, scents and smells or the spatial immersion in the ambient soundscape. Many attempts have been made to simulate parts of these qualities remotely by various means of technology (Eichhorn 2008, Szigeti 2009, Adalgeirsson 2010). Other research has explored the use of physical avatars with speech recognition capabilities (Bartneck 2003) or asymmetric communication using images (Chang 2001) for intimate communication.

However, the importance of creating a remote awareness of each other's *mood* has often been neglected (Lottridge 2009). Many instant messaging systems allow for the creation of so called *mood messages*, usually short snippets of text that are intended to give others an idea of how a person currently feels.

Whereas the available means of text or additional audiovisual media might suffice to give some information about a person's current mood, they often do not reflect the emotional significance of a beloved person and their importance to one's own emotional well-being. Such messages are commonly displayed on the screen of *multipurpose* computing devices such as a personal computer or a contemporary mobile phone. These devices, including the data presented on their screens, are – by design – ephemeral and challenge the user with distracting, and seemingly endless amount of possibilities for their use. Mobile devices – particularly mobile phones – are also designed to be easily stowed away and transported, making them temporarily inaccessible. This makes such devices less-suitable as tools for remote emotional awareness that also express the significance and constancy of a stable social relationship. The ephemeral nature of the object that intends to communicate the mood of a beloved one, conflicts with the emotional significance of the message.

The system presented in the following attempts to address this issue by introducing a dedicated object that embodies the mood of a beloved person in a remote location. It acts as a tangible and persistent emotional avatar that provides a way for casual – yet semantically significant – communication.

### 3 Prototype

The prototype of *el Niño* consists of two identical – slightly anthropomorphic – standalone objects (see Fig. 1) that both work as in- and output devices. The devices are equipped with a low resolution LC-Display, a rotary encoder and a pushbutton. Both devices can exchange data and synchronize their state over the internet, using a wireless network connection. The display is mounted on the head of the device and used to show different, animated abstract facial expressions (see Fig. 2) that serve as an indication of the emotional state of the user.



Figure 1: Using *el Niño* – Select and confirm

#### 3.1 Using the *el Niño*

By turning the rotary knob on the front-facing belly of one device the user can browse through the available facial expressions and select the one that comes closest to their individual mood. On pushing down the head of the *el Niño* the selected expression is transmitted to the second device and displayed on the remote screen. A mechanism transforms the downward motion into a shoulder shrug to confirm the user input. If the user ends the browsing process without confirming a selection the original facial expression is restored. The available library of expressions can be extended and customized by using separate software that runs on an additional computer and enables users to create their own faces and upload them to the *el Niño*.



Figure 2: A selection of facial expressions as displayed on the *el Niño*

## 3.2 Hardware Design

The embedded electronics are based on the Open Source electronic platform of Arduino which allowed for a quick development process. The enclosure of the device consists of custom designed, 3D-printed parts that underwent some manual post-processing to achieve the desired appearance and haptics of the surfaces.

## 4 Conclusion

We introduced the early prototype of *el Niño*, an experimental platform for casual expression of emotional awareness over a distance. The design questions the role and suitability of multipurpose computing devices as a medium for intimate, emotional communication, as opposed to specialized digital artifacts which only serve one purpose. The presented system shows a case study on how the use of a dedicated interactive artifact can enhance the emotional value and persistence of personal messages by becoming a physical embodiment of the message itself. The *el Niño* does not intend to replace common instant messaging systems. Instead it adds an additional channel which – due to its physicality and appearance – attempts to amplify the significance of a message. The limited set of emotional expressions that are available on the *el Niño* can make communication slightly ambiguous and their interpretation often depends on the context of the conversation. However, when using the system as an *additional* means for casual communication along with existing systems, sender and receiver usually have an intimate understanding of the other person’s context, thoughts and recent activities which influences the interpretation of the simple facial expression displayed on the *el Niño*. The perceived semantic significance of the same expression is highly individual and can be fundamentally different for different people and different contexts. This vagueness and context dependency makes it hard for outsiders to decipher the meaning of a message, which can add to the perceived intimacy and personal significance of a message, thereby making the message more valuable to the receiver.

## 5 Outlook

Ongoing work is aimed at further exploring the potential of dedicated artifacts to enhance the significance and value of intimate telecommunication. Along with a series of user observations we plan to investigate whether concepts such as kinematics, human-sensing and simple gestures. To enable individuality, the appearance of the *el Niño* as an anthropomorphic character was chosen to be largely neutral in order to entice the user to use it as a blank screen that can be fully customized, similar to the popular 3D-vinyl figures (Kidrobot 2012) that originate in the street-art scene and have yielded a special genre of 3D graffiti artworks. This idea could further be extended by allowing users to create enclosures with customized shapes. For this purpose, all source code and CAD-data will be released under an open source license to allow for custom modifications of the *el Niño* by its user community.

**References**

- Adalgeirsson, S., et al. (2010). MeBot: a robotic platform for socially embodied presence. Pr. HRI 10.
- Bartneck, C. (2003). Interacting with an embodied emotional character. Pr DPPI 03. p55ff.
- Chang, A., et al. (2001). LumiTouch: an emotional communication device. Pr. CHI 01. p313f.
- Eichhorn, E. et al. (2008). A stroking device for spatially separated couples. Pr. MobileHCI 08. p303ff.
- El Niño: <https://vimeo.com/44975339> and <https://vimeo.com/44976247> (accessed 24.06.12).
- Kidrobot: <http://www.kidrobot.com/> (last accessed June 24<sup>th</sup> 2012).
- Lottridge D., et al. (2009). Sharing empty moments: design for remote couples. Pr. CHI 09, p2329ff.
- Szigeti, T., et al. (2009). Cisco Telepresence Fundamentals 1<sup>st</sup> Ed.



# Externe Eingabegeräte für mobile 3D-Interaktion

Dirk Wenig, Frederic Pollmann

AG Digitale Medien, TZI, Universität Bremen

## Zusammenfassung

Während sich die Nutzung digitaler Medien zusehends auf Smartphones und Tablets verschiebt, sind entsprechende Geräte mittlerweile in der Lage umfangreiche und detaillierte 3D-Umgebungen darzustellen. Eine Herausforderung dabei ist die Realisierung von Benutzungsschnittstellen zur Navigation im 3D-Raum auf kleinen Touchscreens. Die Interaktion unterstützende externe Eingabegeräte können Abhilfe schaffen. Diese Arbeit stellt einen Prototyp zur 3D-Interaktion mit Touchscreen und Roboter- kugel im Anwendungsszenario der virtuellen Exploration realer Umgebungen vor.

## 1 Einleitung

Insbesondere bei der Nutzung von digitalen Medien in der Freizeit ist aktuell eine Verschiebung von Desktop- und Notebook-Systemen in Richtung Smartphones und Tablets zu beobachten<sup>1</sup>. Benutzungsschnittstellen auf berührungsempfindlichen Bildschirmen (Touchscreens) gewinnen auch im häuslichen Umfeld gegenüber bisher weit verbreiteten Maus-Tastatur-Kombinationen an Bedeutung.

Die Leistungsfähigkeit aktueller Geräte erlaubt die Darstellung umfangreicher und detaillierter 3D-Umgebungen. Ein Problem dabei ist die Realisierung der Interaktion zur Navigation im 3D-Raum mit sechs Freiheitsgraden (Translation und Rotation): moderne Smartphones und Tablets bietet in der Regel nur wenige Hardware-Knöpfe mit fest zugeordneten Funktionen, so dass der Großteil der Interaktion auf kleinen Touchscreens realisiert werden muss. Neuartige Benutzungsschnittstellen auf Basis integrierter Sensoren und zusätzlicher externe Eingabegeräte können die Limitierung umgehen.

Die Interaktion zur Navigation im dreidimensionalen Raum (*Spatial Input*) mit sechs Freiheitsgraden (Translation und Rotation) in Desktop-Umgebungen wird seit geraumer Zeit

---

<sup>1</sup> <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=2070515>

wissenschaftlich untersucht. Frühe Arbeiten beschäftigen sich mit speziell dafür entwickelten Eingabegeräten (z.B. Ware & Osborne, 1990) und Steuerelementen grafischer Benutzungsoberflächen, wie beispielsweise einem frei drehbaren Ball zur Kontrolle der Orientierung im Raum (Chen et al., 1988). Nurminen & Oulasvirta (2008) beschäftigen sich mit der Interaktion mit 3D-Karten auf mobilen Geräten und vergleichen verschiedene Möglichkeiten beschränkter und geführter Bewegungen. Ergebnis der Arbeit sind Interaktionsempfehlungen für mobile Geräte mit Touchscreen, wenigen Hardware-Knöpfen und einem Steuerkreuz.

Die virtuelle Exploration realer Umgebungen (z.B. Städte) ist ein weitverbreiteter Anwendungsfall ohne spezielle Randbedingungen. Eine Möglichkeit sind Kombinationen von Karten und Fotografien, wobei der 3D-Raum durch die Karte und die senkrecht darauf platzierten Bilder aufgespannt wird. Während Fotografien detaillierte Abbildungen der Realität sind, können Karten die Umgebung darlegen. Durch die beiden diskreten Ansichten reduziert sich der minimal notwendige Interaktionsumfang auf Translation in der Kartenebene, Rotation um die Hochachse sowie das Umschalten zwischen beiden Ansichten. Hierzu schlagen Wenig & Malaka (2010) eine *Pitch-Geste* vor. Der folgende Prototyp ergänzt diese und realisiert Translation über den Touchscreen während für das Gieren eine Roboterkugel genutzt wird.

## 2 Sphero

Bei Sphero<sup>2</sup> handelt es sich um eine kommerziell verfügbare fernsteuerbare Roboter-Kugel aus Polycarbonat (Durchmesser 7,5 cm; 170 g), die mit einem Motor und Inertialsensorik ausgestattet ist. Ein Akku und Bluetooth ermöglichen kabellosen Betrieb. Auf Grund des inneren Aufbaus ist Sphero stets an einer Stelle schwerer und begibt sich nach Roll- und Nick-Bewegungen in die Ursprungsorientierung zurück. Es stehen Beschleunigungs- und Drehratensensoren sowie ein Magnetometer zur Messung des Erdmagnetfelds zur Verfügung. Fusionierte und gefilterte Daten als Roll-Nick-Gier-Winkel können über Software Development Kits (SDK) für Geräte mit Apple iOS und Google Android ausgelesen werden.



Abbildung 1: Sphero Roboter-Kugel

---

<sup>2</sup> <http://www.gosphero.com/>

### 3 Prototyp

De-facto Interaktionsstandard bei Kartenanwendungen für mobile Geräte sind Gesten auf dem Touchscreen mit einem Finger für Translation und mehreren Fingern für Rotation. Während erste Prototypen zur Kombination von *Pitch-Geste* und Multi-Touch eine Ungenauigkeit der Eingaben vermuten lassen, eignet sich Sphero insbesondere zur Eingabe von Rotationen um die Hochachse (Gieren). Die Auslagerung der Drehung ermöglicht die Nutzung des Touchscreens einzig zur Translation. Bisher wurden zwei Varianten als Anwendung für Smartphones und Tablets mit Android Betriebssystem implementiert.

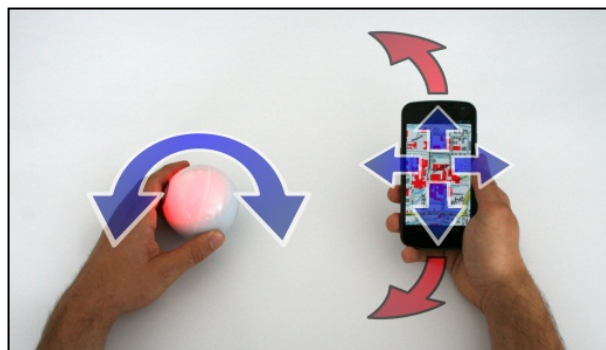


Abbildung 2: Sphero für Rotation, Smartphone für Translation und Pitch

Die erste Variante setzt ausschließlich die Idee der Auslagerung der Rotationssteuerung um die Hochachse auf die Sphero um, so dass auf dem Touchscreen stets gradlinige Bewegungen vorgenommen werden können. Durch die Berücksichtigung von Sensordaten über das Erdmagnetfeld entspricht die Orientierung der virtuellen Ansicht der tatsächlichen Ausrichtung der Sphero in der physikalischen Welt. Die *Pitch-Geste* wird weiterhin über die Orientierung des Smartphones realisiert; durch Neigen kann der Nutzer zwischen der Kartenansicht und der Bildansicht umschalten.

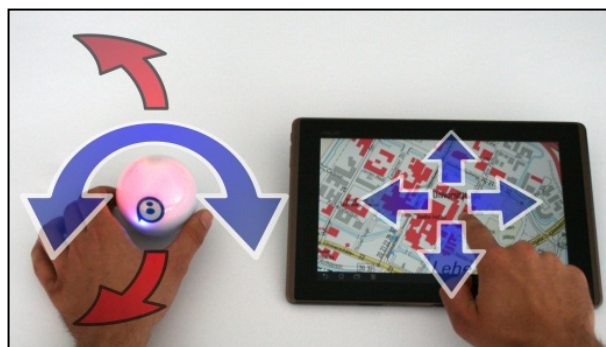


Abbildung 3: Sphero für Rotation und Pitch, Tablet für Translation

Die zweite Variante geht einen Schritt weiter und realisiert die *Pitch-Geste* anstatt auf dem mobilen Gerät auf der Sphero. Hierzu findet beim Start eine Kalibrierung statt, so dass die initiale Orientierung einer Nordausrichtung der Karte entspricht. Durch Neigung der Sphero kann der Nutzer dann zwischen der Kartenansicht und der Bildansicht wechseln; das mobile Gerät wird nur noch für Eingaben zur Translation genutzt. Ein Vorteil ist, dass das Gerät nicht in der Hand gehalten werden muss. Diese Variante eignet sich dementsprechend insbesondere für Tablets.

## 4 Zukünftige Arbeit

Für die weitere Arbeit stellt sich zunächst die Frage, welche Funktionalität in welchem Umfang von Smartphone und Tablet auf die Sphero oder ähnliche Geräte für räumliche Eingabe ausgelagert werden kann. Dies gilt insbesondere für über die einfache *Pitch-Geste* hinausgehende Neigungen in alle Richtungen. In anderen Anwendungsszenarien könnte eine Trennung von Eingaben zur Kontrolle der virtuellen Kamera sowie der Interaktion mit Objekten im 3D-Raum realisiert werden. Wäre es möglich erstes so weit wie notwendig über die Sphero umzusetzen, könnte der Touchscreen ausschließlich zur Selektion und Manipulation von Objekten genutzt werden.

### Literaturverzeichnis

- Chen, M.; Mountford, S. J.; Sellen, A. (1988). A Study in Interactive 3-D Rotation Using 2-D Control Devices. *SIGGRAPH Comput. Graph.*, 22(4):121–129, June 1988.
- Nurminen, A. & Oulasvirta, A. (2008). Designing Interactions for Navigation in 3D Mobile Maps. In *Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*, Kap. 10, S. 198–227. Springer Berlin / Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Ware, C. & Osborne, S. (1990). Exploration and Virtual Camera Control in Virtual Three Dimensional Environments. In *Proceedings of the 1990 Symposium on Interactive 3D graphics*, I3D '90, S. 175–183, New York, NY, USA, 1990. ACM.
- Wenig, D. & Malaka, R. (2010). Interaction with Combinations of Maps and Images for Pedestrian Navigation and Virtual Exploration. In *MobileHCI '10: Proceedings of the 12th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, S. 377–378, New York, NY, USA. ACM.