

Natürliche User Interfaces mit Anwendern gestalten – Eine Handreichung für die Gestaltung intuitiver Gesten-Sets

Thomas SEELING, Angelika C. BULLINGER

*TU Chemnitz, Professur Arbeitswissenschaft und Innovationsmanagement,
Erfenschlager Straße 75, D-09125 Chemnitz*

Kurzfassung: Berührungslose Freihandgesten zur Bedienung interaktiver Systeme können dann als intuitiv wahrgenommen gelten, wenn sie auf konventionalisierten Alltagsgesten der zwischenmenschlichen Kommunikation gründen. Am Beispiel typischer Selektions-, Manipulations- und Navigationsaufgaben, die mittels gestenbasierter 3D-Eingabegeräte steuerbar sind, wird mit explorativen Nutzertests untersucht, welche Gesten als Bedienstrategien durch Nutzer typischerweise spontan hervorgebracht werden. Ziel ist es, die dargebotenen Gesten auf der Basis ihrer Ähnlichkeit zueinander zu Typen intuitiver Gestenbefehle zusammenzufassen. Mit den Aufgaben zugeordneten Gestentypen ist es Entwicklern möglich, berührungslose Freihandbedienungen intuitiver zu gestalten. Auf Basis der für spezifische Arbeitsaufgaben dargebotenen Gestenbefehle der Probanden (N=29) konnten bereits vorläufige Gestentypen für u.a. die Aufgabe „Objekt verschieben“ abgeleitet und in ein Gestenmanual aufgenommen werden.

Schlüsselwörter: Natural User Interface, Gestensteuerung, Intuitivität

1. Einleitung

Neue Interaktionskonzepte verlangen Nutzern ab, Regeln und Rahmenbedingungen, die für dieses System Gültigkeit besitzen, zu verinnerlichen (Dachselt & Preim 2014; Ullrich 2013). Die Häufigkeit der Nutzung gestenbasierter Mensch-Maschine-Schnittstellen sowie die Entsprechung der implementierten Gesten-Sets zu im Alltag verankerten Objektgebrauchsgesten sind dabei Faktoren, welche die Dauer dieses Prozesses maßgeblich bestimmen. Weisen die implementierten Gestenkommandos Übereinstimmungen mit Objektgebrauchsgesten des Alltags auf, wird das Bedienen typischerweise eher als intuitiv erlebt (Fricke et al. 2016). Sind Gesten-Sets außerdem für identische Aufgaben über verschiedene interaktive Systeme hinweg gleich gestaltet und können Anwender dadurch auf ihnen bekannte Bedienkonzepte zurückgreifen, die zusätzlich auf Gesten des alltäglichen Objektgebrauchs basieren, können die Einübungsphasen in neuartige Systeme verkürzt werden, was zu einer Sicherstellung der Akzeptanz und letztlich der Nutzung dieser Schnittstellen führt (O'Hara et al. 2013; Saffer 2008).

Damit der intuitive Gebrauch und damit der Erfolg von Systemen, die auf berührungsloser Interaktion gründen, gewährleistet werden kann, ist es demnach als sinnvoll zu erachten, Anwender in den Entwicklungsprozess von Gesten-Sets einzubeziehen (Dachselt & Preim 2014; Seeling et al. 2016).

2. Forschungsziele

Mittels eines Nutzertests wird am Beispiel für interaktive Systeme typische Selektions-, Manipulations- und Navigationsaufgaben erhoben, welche spontanen Gestenkommandos Anwender als Bedienhandlungen darbieten. Linguistische Vergleichsparameter helfen bei einem Vergleich der intuitiven Gestenkommandos: Bringen Probanden für gleiche Aufgaben ähnliche oder identische Gesten hervor? Näher beschrieben werden diese zu typisierten Gestenbefehle durch weitere erhobene Faktoren (u.a. Diskomfort, Belastungsempfinden, Memorabilität der Gestenkommandos). Die zu Typen zusammengefassten Gestenkommandos werden in einem Gestenmanual aufbereitet und unterstützen Entwickler bei der Implementierung intuitiver Gesten-Sets in berührungslosen Schnittstellen.

3. Operationalisierung des Konstruktes intuitive Mensch-Maschine-Schnittstelle

Für intuitive Entscheidungen wesentlich ist, dass diese ohne eine bewusste Reflexion oder bewusste Analysen vollzogen werden (Agor 1986; Fischbein 1987; Bastick 2003). Wird etwa eine Arbeitsaufgabe angegangen, dann beschreibt Intuition den kognitiven Prozess des Problemlösens, ohne die Bewusstwerdung des Lösungswegs. Intuition gründet auf Vorerfahrungen der Anwender, die in impliziten Wissensbeständen sedimentiert sind (Fischbein 1987; Bastick 2003; Cappon 1994). „Ein technisches System ist im Rahmen einer Aufgabenstellung in dem Maße intuitiv benutzbar, in dem der jeweilige Benutzer durch unbewusste Anwendung von Vorwissen effektiv interagieren kann.“ (Mohs et al. 2006). Die Effektivität der Interaktion ist dabei in der DIN-EN-ISO 9241-11 (1998) näher beschrieben mit der „Genauigkeit und Vollständigkeit, mit der ein Nutzer sein Ziel erreichen kann“. Intuitivität entsteht also durch Vertrautheit und Vorerfahrungen, insbesondere also durch Übung (DIN-EN-ISO-9241-11 1998; Blackler 2010)

Intuitive Mensch-Maschine-Interaktion weist Konkordanzen mit dem Konstrukt guter Usability (Effizienz, Effektivität, Absenz kognitiver Beanspruchung, Zufriedenheit beim Gebrauch) auf (Blackler 2010; Naumann et al. 2007), beinhaltet zusätzlich jedoch Aspekte, die darüber hinausgehen: hoher Grad der Zielerreichung, geringe Fehlerrate und ein geringer Grad an wahrgenommener Beanspruchung (Ullrich & Diefenbach 2010).

Die Beanspruchungsintensität bei gestischer Interaktion wird durch eine Bestimmung des subjektiven Anstrengungsempfindens erhoben (Bernhagen et al. 2015). Ein valides Vorgehen stellt die Schätzskaala "ratings of perceived exertion" (RPE) nach Borg (1982) dar. Das Komforterleben, das eine als natürlich empfundene Interaktion mit einem interaktiven System außerdem anzeigt, wird durch die Bewertung der Absenz von Schmerz bei Gestenkommandos für die Aufgaben erhoben. Rempel et al. (1994) schlagen in ihrem Design zur Erhebung des Diskomforts von Gesten bei Gebärdensprachen eine fünfstufige Likert-Skala vor. Wie beschrieben ist Intuitivität von Interfaces vermittelt durch Vertrautheit und Vorerfahrung. Demgemäß ist die Eigenschaft interaktiver Systeme, dass sich Anwender leicht an Bedienkonzepte erinnern, Indikator für intuitive Interfaces. Zur Messung der „Interface Memorability“ schlägt Nielsen einen Erinnerungstest im Anschluss an Nutzertests vor, bei dem Anwender mit Fragen nach Effekten ihrer gezeigten Gestenkommandos konfrontiert wurden (Nielsen 1994).

4. Methodisches Vorgehen

Probanden (N=29) absolvierten in einem explorativen Nutzertest für interaktive Systeme typische Manipulations-, Selektions- und Navigationsaufgaben zu denen sie jeweils ein Gestenkommando zur Überführung eines Ist- in einen Sollzustand darbieten sollten. Daran anschließend wurden die oben beschriebenen Parameter, die eine intuitive Nutzung anzeigen bewertet. 17 Probanden waren männlich, 12 weiblich. Das Durchschnittsalter betrug 38,5 Jahre (sd=15,2). Um möglichst breitenwirksam gültig zu sein, wurden Testaufgaben gewählt, die Bestandteil der meisten interaktiven Systeme sind und dort in unterschiedlichen Arten und Abstraktionsniveaus Anwendung finden (Horizontales und vertikales Scrollen, Blättern von Objekten, Gruppieren und Verschieben, Skalieren und Zoomen von Objekten, Rotieren, Öffnen und Schließen von Objekten, Ausschneiden, Kopieren und Einfügen, Löschen von Objekten, Auswahl eines oder mehrerer Objekte).


Die für die Testaufgaben dargebotenen Gestenkommandos wurden nicht mittels optischer oder gerätebasierter Sensortechnik erfasst. Die technologieunabhängigen Testaufgaben werden den Probanden als Soll- und Ist-Zustände von Elementen auf einem 42"-Monitor dargestellt. Die Interaktionselemente werden durch abstrakte geometrische Objekte repräsentiert. Vier Feldkameras und ein Mikrofon erfassten das Darbieten der Gestenkommandos der Probanden für die definierten Testaufgaben synchron.

Fokussiert werden einerseits die Einschätzungen der Probanden hinsichtlich ihrer dargebotenen Gesten in Bezug auf die dabei empfundene Intuition und zum anderen die der Gestenkommandos zugrunde liegenden kognitiven Konzepte (Fauconnier & Turner 2002). Die Methode der Wahl ist dabei das retrospektive Thinking Aloud, bei dem Probanden nach der Absolvierung der Aufgabe zum Verbalisieren ihrer Gedanken angeregt werden (Häder 2015). Die Verbalisierungen wurden transkribiert und mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse zu Kategorien zusammengefasst. So konnten Rückschlüsse vor allem auf die kognitiven Konzepte der Probanden beim Darbieten der Gestenbefehle gezogen werden (Mayring 2010). Darüber hinaus ist den Probanden nach Beendigung der jeweiligen Testaufgaben ein Fragebogeninstrument zur intuitiven Nutzung von Mensch-Maschine-Schnittstellen (INTUI) vorgelegt worden, um zu erfassen, wie sie den hervorgebrachten Gestenbefehl hinsichtlich dieses Parameters einschätzen (Ullrich & Diefenbach 2010). Gleichsam sind Skalen zur Belastung (Borg 1982) sowie zum Komfortempfinden präsentiert worden (Rempel et al. 1994).

Zu jedem der durch die 29 Probanden pro Aufgabe hervorgebrachten Gestenkommandos existiert eine Videodatei, auf deren Basis mittels ELAN entsprechend annotiert wurde (Burgmann & Russel 2004). Für die linguistisch-semiotische Gestenbeschreibung grundlegend sind die Parameter Orientierung der Handfläche, Handform, die Position im Gestenraum, Bewegungsform und -richtung (Bressen et al. 2013). Darüber hinaus stellen sie für das Interaktionsvolumen sowie die Dauer (Saffer 2008), Beschaffenheit, Anbindung und Ablauf (Woobrock et al. 2009) relevante Attribute dar, die Voraussetzung für die Zusammenfassung der Gestenkommandos zu Typen sind. Festgestellt wird, ob die Probanden zu den 17 Testaufgaben identische oder ähnliche Gesten dargeboten haben (Woobrock et al. 2009).

5. Ergebnis: Entwurf eines Gestenmanuals für Entwickler

Das zum jetzigen Stand als Prototyp vorliegende Gestenmanual gründet auf den mit Hilfe der Beschreibungsparameter aus dem Datenmaterial extrahierten Gestentypen. Gestentypen werden darin als „Gesten-Karten“ visualisiert. Neben dem Grad der wahrgenommenen Intuitivität, der Memorabilität sowie Werten zu Komfort und Belastungsempfinden, enthalten diese Karten den Kommandos zugrunde liegende mentale Modelle der Probanden. Für die Aufgabe „Objekt verschieben“ wird der entsprechende Eintrag im Gestenmanual beispielhaft dargestellt (Abbildung 1). Dieser Typ wurde anhand von Ähnlichkeit aus den in der Anwenderstudie dargebotenen Gestenkommandos der Probanden abstrahiert. Die in der „Gesten-Karte“ enthaltene Videosequenz beschreibt den Typ aus mehreren Perspektiven visuell. Außerdem sind linguistische Beschreibungen der Gestenphasen unter Berücksichtigung der Beschreibungsparameter (u.a. Handform, Orientierung der Handfläche, Position im Gestenraum, Bewegungsform und –richtung) des Gestenkommandos zum Verschieben von Objekten dargestellt.



Der dominante und interagierende Arm wird auf Höhe des Brustkorbes angehoben, dabei werden sämtliche Finger der Hand ausgestreckt und zu einer flachen Handfläche, die nach unten gerichtet ist, geschlossen. Diese wird nun so ausgerichtet, dass sich eine gerade Linie zwischen Unterarm und Hand ergibt. Während Unterarm und Handfläche in dieser Position verbleiben, wird das zu verschiebende Objekt mit der Handspitze für etwa eine halbe Sekunde zur Objektauswahl fixiert. Dazu wird der agierende Arm vom Körper weg in Richtung des Displays ausgestreckt, bis das Objekt verschoben ist.

Zum Verschieben des Objektes, wird eine Armbewegung in die gewünschte Richtung durchgeführt, die den Verschiebepfad des Objektes nachzeichnet, wobei die Hand in der beschriebener statischen Pose verbleibt. Dabei findet vom Sprecher aus gesehen ein Gestenraumwechsel von der Mitte des Brustkorbs zu oben rechts statt. Unter- und Oberarm bleiben während dieser Gestikulation angewinkelt und nicht vollständig ausgestreckt. Ist die Objektzielposition erreicht, endet die Armbewegung. Nach dem Verschieben des Objektes wird die Hand zur Faustform geschlossen, während der Arm wieder in Richtung des Brustkorbes geführt wird, was das Endes des Kommandos anzeigt.

Form	Statische Pose und Pfad	Größe	Mittleres bis großes Interaktionsvolumen
Anbindung	umweltabhängig, objektzentriert	Komplexität	einfach
Anzahl Hände	einhändig dominante Hand	Dauer	~1-2 s
Benutzerposition/Gestenraum	beginnend vom Brustkorb (center), Pfad bis links Oberkopf (upper right)	Bewegung	Moderate Geschwindigkeit
Orientierung	Vom Körper weg, Ausrichtung zum Display	Beschaffenheit	Physisch, manipulatives Gestenkommando
Prozesshaftigkeit	Kontinuierliches Gestenkommando	Kognitive Konzepte	Verschiebegeräte (Multitouch-Device), Verschieben eines Bausteines

Intuitivität 5,48	Komfort hoch	Belastungsempfinden 0,5	Erinnerungsfähigkeit 8/8	Mögliche Verwendung räumliche Objektmanipulation, Objekt verschieben
-----------------------------	------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	--

Abbildung 1: Eintrag im Gestenmanual für einen Gestentyp, der für die Aufgabe „Objekt verschieben“ gebildet werden konnte

Die Form des in Abbildung 2 dargestellten Gestentyps für die Aktion „Objekt verschieben“ kann als statische Pose mit Pfadbewegung beschrieben werden: Die Handform (flache Hand, nach unten geöffnet) wird beibehalten, während eine Bewegung der zur Gestenbildung verwendeten Körperteile entlang eines Pfades (das Verschieben) stattfindet. Das Gestenkommando wird typischerweise einhändig mit der dominanten Hand vollzogen und hat seinen Ausgangspunkt in der Mitte des Gestenraumes, vor dem Brustkorb. Der Bewegungspfad verläuft vom Körper weg in Richtung des Displays bis über den Kopf. Das Interaktionsvolumen der einzelnen Gestenphasen kann deshalb als mittel bis groß definiert werden. Die Bewegung des manipulativen Gestenkommandos wird im Mittel in gleichbleibender Geschwindigkeit ausgeführt und dauert in der Ausführung des Verschiebens durchschnittlich 1,5 Sekunden. Komfort erleben und Intuitivität werden als hoch bewertet, das subjektive Belastungsempfinden als gering eingeschätzt. Entwicklern lesen so eine Eignung für

die Nutzung räumlicher Objektmanipulationen mittels dieses Gestentyps ab. Das Gestenkommando wurde zudem von allen 29 Probanden im Anschluss an den Versuch erinnert.

Für die Aufgabe „Objekt verschieben“ hat sich ein zweiter, ein dem ersten ähnlicher Typ, extrahieren lassen. Die Unterscheidung liegt insbesondere in den an der Geste beteiligten Fingern der dominanten Hand. Der Gestentypus ist als statische Pose mit einem Finger (typischerweise Zeigefinger) zu beschreiben. Probanden fokussieren den Zeigefinger (Handfläche nach unten) auf das zu navigierende Objekt auf dem Display. Daran anschließend vollziehen sie eine Pfadbewegung wie in Gestentyp 1. Der Zeigefinger, der das Objekt punktuell fixiert und es auf einem Pfad, beginnend von der Mitte des Körpers, nach rechts oben verschiebt, ersetzt in dieser Variante die Form der flachen Hand von Gestentyp 1. Gestentyp 1 (flache Hand, Handfläche nach unten) und Gestentyp 2 (Zeigefinger, Handfläche nach unten) unterscheiden sich also wesentlich nur im Hinblick auf den Parameter der Handform. Beide Handformen sind konventionalisiert. Sie sind in der Alltagskommunikation hochfrequent: Die Zeigefingergeste mit deiktischer Funktion dient der sprachlichen Aufmerksamkeitssteuerung, die Form der flachen Hand bildet eine „Gestenfamilie“ mit verschiedenen Form- und Bedeutungsvarianten. Es ist davon auszugehen, dass der Konventionalisierungsgrad von Gesten deren Intuitivitätsgrad für die Mensch-Maschine-Interaktion erhöht. Insofern sind die exemplarisch vorgestellten Typen intuitiv. Dieser Schluss wird durch die Spontanität ihrer Hervorbringung gestützt.

6. Diskussion

Der Versuchsaufbau ist technologieunabhängig geplant. Die dargebotenen Gesten wurden nicht mittels Sensortechnik erfasst. Auf die Gestenbefehle der Probanden zur Realisierung des definierten Soll-Zustandes der Objekte erfolgte demnach keine systemseitige Rückmeldung. Das Vorgehen kann damit begründet werden, dass beim Einsatz eines interaktiven Systems mit vordefinierten Gestenvokabularen (Leap Motion Controller), im Pre-Test zu beobachten war, dass Probanden ihre Gesten, die sie zur Zielerreichung als angemessen ansehen, revidieren, wenn das System Eingaben nicht rückmeldet. Dies konterkariert das Ziel des Vorhabens, intuitive Typen von Gestenbefehle in einem Manual zu erfassen.

Eine Hinzunahme weitere Fälle (N=50) dient der Prüfung, ob die bisher aus dem Material gezogenen Gestentypen distinkt sind, sie angepasst oder gar revidiert werden müssen. Demgemäß sind auch die vorläufigen Empfehlungen des Gestenmanuals zur Gestaltung intuitiver, nutzergerechter Gestenbefehle kritisch zu prüfen.

7. Literatur

- Bastick, T (2003) Intuition: Evaluating the construct and its impact on creative thinking. Kingston: Stoneman & Lang.
- Bernhagen M, Dettmann A, Bullinger AC (2015) Einflussfaktoren der Beanspruchung durch gestenbasierte Eingabegeräte. In: Pielot M et al. (Hrsg.) Mensch und Computer, Tagungsband 2015, S. 291–294.
- Blackler A, Popovic V, Mahar D (2010) Investigating users' intuitive interaction with complex artefacts. Applied Ergonomics, 41, S. 72-92.

- Borg G (1982) Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14 (5), S. 377-381.
- Bressemer J, Ladewig S, Müller C (2013) Linguistic annotation system for gestures (LASG) In: Müller C et al. (Hrsg.) *Body-Language-Communication: An International Handbook on Multimodality in Human Interaction*. (Handbooks of Linguistics and Communication Science 38.1.). Berlin und Boston: De Gruyter: Mouton, S. 1098-1125.
- Brugman H, Russel A (2004) Annotating Multimedia / Multi-modal resources with ELAN, In: *Proceedings of the 4th International Conference on Language Resources and Language Evaluation (LREC 2004)*, S. 2065-2068.
- Cappon D (1994) A new Approach to Intuition. *Omni*, 16(1), S.34-38.
- Dachselt R, Preim B (2009) *Interaktive Systeme*. Band 2. 2. Auflage. Heidelberg: Springer.
- DIN-EN-ISO-9241-11 (1998) Ergonomic requirements for office work with display terminals (VDTs) – Part 11, Guidance on usability. Genf: International Organization for Standardization.
- Fauconnier G, Turner M (2002) *The Way We Think. Conceptual Blending and the Mind's Hidden Complexities*. New York: Basic Books.
- Fischbein E (1987) *Intuition in science and mathematics: An educational approach*. Dordrecht: Reidel Publishing Co.
- Fricke E (2014) Deixis, gesture, and embodiment from a linguistic point of view. In: Müller C et al. (Hrsg.) *Body – Language – Communication. An International Handbook on Multimodality in Human Interaction*. Bd. 2. Berlin und Boston: De Gruyter Mouton, S. 1802-1823.
- Fricke E, Lynn U, Schöller D, Seeling T, Bullinger A (2016) Hände und Objekte: Perspektiven linguistischer Gestenforschung für die Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen. 3D Sensation, Tagungsband in interact conference, S. 45-49.
- Häder M (2015) *Empirische Sozialforschung: Eine Einführung*. 3. Auflage. Wiesbaden: Springer VS.
- Kendon A (2010) *Gesture: Visible Action as Utterance*. Cambridge: Cambridge University Press 2004.
- Mayring P (2010) *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. 11. Aufl. Weinheim, Basel.
- Mohs C, Hurtienne J, Kindsmüller M, Israel J, Meyer H (2006) IUUI–Intuitive Use of User Interfaces: Auf dem Weg zu einer wissenschaftlichen Basis für das Schlagwort Intuitivität. *MMI-Interaktiv*, 11, S.75-84.
- Müller C (1998) Forms and uses of the palm up open hand: A case of a gesture family? In: Müller C, Posner R. (Hrsg.) *The Semantics and Pragmatics of Everyday Gestures*. *Proceedings of the Berlin Conference*, S. 233-256.
- Müller C, Cienki A, Fricke E, Ladewig S, McNeill D, Bressemer J (2014): *Body – Language – Communication. An International Handbook on Multimodality in Human Interaction (Handbooks of Linguistics and Communication Science 38.2)*. Berlin und Boston: De Gruyter Mouton.
- Naumann A, Hurtienne J, Israel J, Mohs C, Kindsmüller MC, Meyer H, Hußlein S (2007) Intuitive use of user interfaces: defining a vague concept. *Engineering psychology and cognitive ergonomics*. Heidelberg: Springer, S. 128-136.
- Nielsen J (1994) *Usability engineering*. Elsevier.
- O’Hara K, Harper R, Metnis H, Sellen A, Taylor A (2013) On the Naturalness of Touchless: Putting the Interaction Back into NUI. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.* 20.
- Rempel D, Camilleri MJ, Lee DL (2014) The design of hand gestures for human–computer interaction: Lessons from sign language interpreters. *International journal of human-computer studies*, 72(10), S. 728-735.
- Saffer D (2008) *Designing Gestural Interfaces*. Sebastopol: O’Reilly Media.
- Seeling T, Fricke E, Bullinger AC (2016) Gestenbasierte Google-Earth-Bedienung. Implikationen für ein natürliches Gesten-Set am Beispiel einer 3D-Topographieanwendung. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (Hrsg.): *Arbeit in komplexen Systemen – Digital, vernetzt, human?!*, 62. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, S. 88-92.
- Ullrich D, Diefenbach S (2010) INTUI. Exploring the Facets of Intuitive Interaction. In: Ziegler J, Schmidt A (Hrsg.) *Mensch & Computer*, 2010, S. 251-260.
- Ullrich D (2013) Komponenten und Einflussfaktoren der intuitiven Interaktion: Ein integratives Modell. *i-com - Zeitschrift für interaktive und kooperative Medien*, 12(3), 2013, S. 44-53.
- Ullrich D (2014) *Intuitive Interaktion: Eine Exploration von Komponenten, Einflussfaktoren und Gestaltungsansätzen aus der Perspektive des Nutzererlebens*. Dissertationsschrift. TU Darmstadt.
- Woobrock J, Morris M, Wilson A (2009) User-Defined Gestures for Surface Computing. In: *Proceedings CHI 2009*, S.1083-1092.

Danksagung: Dieser Beitrag entstand im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projektes MANUACT.

