

DIN EN ISO 9241-960



ICS 13.180; 35.080; 35.180

**Ergonomie der Mensch-System-Interaktion –
Teil 960: Rahmen und Anleitung zur Gestensteuerung
(ISO 9241-960:2017);
Deutsche Fassung EN ISO 9241-960:2017**

Ergonomics of human-system interaction –
Part 960: Framework and guidance for gesture interactions (ISO 9241-960:2017);
German version EN ISO 9241-960:2017

Ergonomie de l'interaction homme-système –
Partie 960: Cadre et lignes directrices relatives aux interactions gestuelles
(ISO 9241-960:2017);
Version allemande EN ISO 9241-960:2017

Gesamtumfang 38 Seiten

DIN-Normenausschuss Ergonomie (NAErg)



Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 9241-960:2017) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159 „Ergonomics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 023-00-04 GA „Gemeinschaftsarbeitsausschuss NAErg/NIA: Ergonomie für Informationsverarbeitungssysteme“ im DIN-Normenausschuss Ergonomie (NAErg).

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 9241-11:1998	siehe	DIN EN ISO 9241-11:1999-01
ISO 9241-16	siehe	DIN EN ISO 9241-16
ISO 9241-110	siehe	DIN EN ISO 9241-110
ISO 9241-171	siehe	DIN EN ISO 9241-171
ISO 9241-210	siehe	DIN EN ISO 9241-210
ISO 9241-400	siehe	DIN EN ISO 9241-400
ISO 9241-910	siehe	DIN EN ISO 9241-910
ISO 9241-920	siehe	DIN EN ISO 9241-920
ISO/IEC 27001	siehe	DIN EN ISO/IEC 27001

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 9241-11:1999-01, *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten — Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit; Leitsätze (ISO 9241-11:1998); Deutsche Fassung EN ISO 9241-11:1998*

DIN EN ISO 9241-16, *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten — Teil 16: Dialogführung mittels direkter Manipulation*

DIN EN ISO 9241-110, *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion — Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung*

DIN EN ISO 9241-171, *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion — Teil 171: Leitlinien für die Zugänglichkeit von Software*

DIN EN ISO 9241-210, *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion — Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme*

DIN EN ISO 9241-400, *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion — Teil 400: Grundsätze und Anforderungen für physikalische Eingabegeräte*

DIN EN ISO 9241-910, *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion — Teil 910: Rahmen für die taktile und haptische Interaktion*

DIN EN ISO 9241-920, *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion — Teil 920: Anleitung zu taktilen und haptischen Interaktionen*

DIN EN ISO/IEC 27001, *Informationstechnik — Sicherheitsverfahren — Informationssicherheitsmanagementsysteme — Anforderungen*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

**Ergonomie der Mensch-System-Interaktion —
Teil 960: Rahmen und Anleitung zur Gestensteuerung
(ISO 9241-960:2017)**

Ergonomics of human-system interaction —
Part 960: Framework and guidance for
gesture interactions
(ISO 9241-960:2017)

Ergonomie de l'interaction homme-système —
Partie 960: Cadre et lignes directrices relatives
aux interactions gestuelles
(ISO 9241-960:2017)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 6. Juli 2017 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Allgemeines	8
4.1 Normungsbedarf bezüglich der Gebrauchstauglichkeit von Gesten	8
4.2 Verwendung	9
4.3 Intendierte und nicht intendierte Gesten	9
4.4 Zusammenführung von Gesten und Funktionalität	9
5 Ergonomie von Gesten	10
5.1 Ergonomische Beschränkungen und Merkmale	10
5.2 Fähigkeiten des Geräts	11
5.3 Einschränkungen des Geräts	11
6 Anleitung zur Festlegung von Gesten	11
6.1 Prozess der Gestenfestlegung	11
6.1.1 Allgemeines	11
6.1.2 Untersuchung des Gestaltungsraumes	12
6.1.3 Zweckbestimmung	13
6.1.4 Gestaltung von Gesten und Gestenbefehlen	13
6.1.5 Gliederung von Gestensätzen	14
6.1.6 Evaluierung von Gesten	14
6.1.7 Iteration der Gestenschnittstelle	14
6.1.8 Dokumentation von Gesten	14
6.1.9 Erläuterung der Gesten	15
6.2 Gestenmerkmale	15
6.2.1 Abbildung von Gestenbefehlen auf Funktionen	15
6.2.2 Verschachtelte Gesten	15
6.2.3 Rückmeldung zu Strichgesten	16
6.2.4 Dauerhafte Rückmeldungen zu Gestenbefehlen	16
6.2.5 Verwendung vorwärtsgekoppelter Informationen für Strichgesten	16
6.2.6 Parameter von Gestenbefehlen	16
6.3 Zeitliche Abstimmung und Geschwindigkeit	17
6.3.1 Erkennen einer Geste bei unterschiedlichen Ausführgeschwindigkeiten	17
6.3.2 Verwendung der Ausführgeschwindigkeit einer Geste	17
6.4 Toleranz der Gestenschnittstelle	17
6.5 Gestenabfolgen	17
6.5.1 Beginn einer Geste	17
6.5.2 Rückmeldung zum Auslösen einer Geste	17
6.5.3 Fertigstellen des Zwecks einer Geste	17
6.5.4 Rückmeldung zur Gestenfertigstellung	17
6.5.5 Notwendigkeit eines Übergangs zwischen Gesten	17
6.5.6 Auswirkung von Übergängen zwischen Gesten	18
6.5.7 Überlappung von Gesten	18
6.5.8 Zustandsänderung	18

6.6	Gestensätze.....	18
6.6.1	Allgemeines	18
6.6.2	Zweck eines Gestensatzes	18
6.6.3	Konsistenz der Gesten untereinander.....	19
6.6.4	Unterscheidbarkeit von Gesten.....	19
6.6.5	Teilsätze innerhalb eines Gestensatzes	19
6.6.6	Alternative Teilsätze innerhalb eines Gestensatzes.....	19
6.7	Dokumentation von Gesten	19
6.7.1	Dokumentation	19
6.7.2	Bezeichnung einer Geste	20
6.7.3	Visualisierung von Gesten.....	20
6.7.4	Textliche Dokumentation einer Geste	21
6.7.5	Beschreibung des Zwecks einer Geste.....	21
6.7.6	Dokumentation eines Gestensatzes.....	21
6.7.7	Dokumentation von Gesten mit gemeinsamen Bewegungen.....	22
	Anhang A (informativ) Wann die Anwendung von Gesten und Gestenbefehlen zu nutzen ist.....	23
	Anhang B (informativ) Taxonomien zur Dokumentation von Gesten	31
	Literaturhinweise.....	33

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 9241-960:2017) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159 „Ergonomics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 2018, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 2018 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 9241-960:2017 wurde von CEN als EN ISO 9241-960:2017 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale, staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen, sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159, *Ergonomics*, Unterkomitee SC 4, *Ergonomics of human-computer interaction* ausgearbeitet.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 9241 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Einleitung

Taktile und haptische Interaktionen erlangen als mögliche Interaktionsarten mit Computersystemen, wie z. B. speziellen Computerumgebungen (z. B. Tablet-PCs), tragbarer Technologie (z. B. taktile Anordnungen, Datenhandschuhe) und unterstützender Technologien, eine zunehmende Bedeutung.

Taktile und haptische Geräte werden in vielen Ländern an Universitäten und in den Laboratorien der Industrie entwickelt. Sowohl die Entwickler als auch die möglichen Benutzer dieser Geräte benötigen eine Möglichkeit, Vergleiche zwischen konkurrierenden Geräten und allgemeinen Entwürfen zur Interaktion vorzunehmen.

Dieses Dokument konzentriert sich auf Gesten und die Identifizierung von Gestensätzen als eine spezifische Art der taktilen/haptischen Interaktion. Sie erklärt, wie deren Merkmale zu beschreiben sind und welche Faktoren bei der Festlegung der Gesten zu berücksichtigen sind.

ISO 9241-910 stellt eine Sammlung von Begriffen, Definitionen und Beschreibungen bereit, die allen verschiedenen Konzepten gemein ist und die grundlegend für die Gestaltung und Verwendung taktiler/haptischer Interaktionen ist. Die Norm bietet zugleich einen Überblick über die Vielfalt der taktilen/haptischen Anwendungen, Objekte, Merkmale und Interaktionen.

ISO 9241-920 stellt eine grundlegende Anleitung (einschließlich der Verweisungen auf entsprechende Normen) zur Gestaltung taktiler/haptischer Interaktionen zur Verfügung.

ISO 9241-940 befindet sich in Vorbereitung und stellt Möglichkeiten zur Evaluierung taktiler/haptischer Interaktionen bezüglich unterschiedlicher Aspekte der Interaktionsqualität bereit (wie z. B. haptische Gerätemerkmale, Gestaltung des logischen Raums und Gebrauchstauglichkeit).

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gibt eine Anleitung zur Auswahl und Erstellung von Gesten, die bei Gestenschnittstellen angewendet werden. Sie behandelt die Gebrauchstauglichkeit von Gesten und stellt Informationen zu deren Gestaltung, dem Gestaltungsprozess und den relevanten, zu berücksichtigenden Parametern bereit. Sie stellt zusätzlich eine Anleitung dazu bereit, wie Gesten dokumentiert werden sollten. Dieses Dokument behandelt von Menschen dargestellte Gesten und nicht das durch diese Gesten verursachte Systemverhalten.

ANMERKUNG 1 Bestimmte Gesten werden durch ISO/IEC 14754 und die Normenreihe ISO/IEC 30113 genormt.

ANMERKUNG 2 Eingabegeräte, wie z. B. Tablet-PCs oder Erkennungsgeräte für räumliche Bewegungen, können 2-D- oder 3-D-Gesten erfassen. Alle menschlichen Gesten sind 3-D.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 9241-910, *Ergonomics of human-system interaction — Part 910: Framework for tactile and haptic interaction*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 9241-910 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

3.1

vorwärtsgekoppelte Gesteninformation

von der *Gestenschnittstelle* (3.4) bereitgestellte Information zur Aufrechterhaltung der Konsistenz zwischen der Bewegung eines Körperteils und der vorhergesagten Bewegungsbahn einer einzelnen Geste oder mehrerer Gesten

BEISPIEL Eine Geste könnte durch eine Farbgebung der Bewegungsbahn auf der Anzeige visualisiert werden. Es können auch unterschiedliche Varianten der möglichen Farbgebungen ausgeführt werden. Dies hilft dem Benutzer dabei, die Geste zu vervollständigen.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die vorwärtsgekoppelte gestische Information verbessert die Selbsterklärungsfähigkeit der gestischen Schnittstelle.

3.2

Geste

Bewegung oder Pose des Körpers bzw. von Körperteilen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Betätigung einer materiellen Tastatur wird in diesem Dokument nicht behandelt.

[QUELLE: ISO/IEC 30113-1, 3.1]

3.3
Gestenbefehl
Kommando an das System, der sich aus der Eingabe mittels einer Geste durch den Benutzer ergibt, z. B. „auswählen“, „verschieben“, „löschen“

[QUELLE: ISO/IEC 14574:1999, 4.5]

3.4
Gestenschnittstelle
Benutzungsschnittstelle, die dem Benutzer Informationen und Steuerelemente zur Verfügung stellt, um mithilfe des interaktiven Systems durch eigene *Gesten* (3.2) bestimmte Arbeitsaufgaben zu erledigen

[QUELLE: ISO 9241-171:2008, 3.29 — modifiziert]^{N1)}

3.5
Gestensatz
Gruppierung von Gesten und deren Abbildung auf *Gestenbefehle* (3.3)

BEISPIEL Der Dirigent eines virtuellen Orchesters nutzt bei einer Musikveranstaltung einen Gestensatz.

3.6
intendierte Geste
Bewegung des Körpers oder von Körperteilen, die einen Zweck erfüllt

3.7
Strichgeste
intendierte Geste (3.6) aus einer Bewegungsbahn eines beliebigen Körperteils

Anmerkung 1 zum Begriff: Wie bei anderen Gesten bezieht sich der Begriff auf die Geste selbst und nicht auf deren Wirkung. Unterschiedlichen Gestenbefehle einschließlich direkter Beeinflussung können für eine Strichgeste definiert werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Gestenbefehl hängt nicht von der Größe der Bewegungsbahn ab.

Anmerkung 3 zum Begriff: Druck kann als Parameter der Geste verwendet werden.

3.8
direkte Manipulation
Dialogtechnik, durch die der Benutzer den Eindruck erhält, Objekte am Bildschirm direkt zu bearbeiten, z. B. indem er mit Hilfe eines Zeigeelements auf sie zeigt, sie verschiebt und/oder ihre physikalischen Eigenschaften (oder Werte) verändert

[QUELLE: ISO 2942-16:1999, 3.6]

4 Allgemeines

4.1 Normungsbedarf bezüglich der Gebrauchstauglichkeit von Gesten

Als Zeigegeräte, wie z. B. die Computermouse, in den 1960er Jahren entwickelt wurden, wurde die Bewegung der menschlichen Hand Teil interaktiver Systeme. Es dauerte bis zur Mitte der 1980er Jahre, bis die Maus Standard im Büroumfeld wurde. Mit der Entwicklung von Anzeigen für Mehrfachberührungen (Multi-Touch-Funktion) und 3-D-Kameras scheinen Gesten eine höchst gebrauchstaugliche Alternative zu einer winzigen Tastatur an einem mobilen Endgerät zu sein. Die breite Anwendung gestischer Schnittstellen macht eine Betrachtung ihrer Gebrauchstauglichkeit relevant.

N1) Nationale Fußnote: Verweisung in der Referenz ISO 9241-960 auf Begriff 3.29 in ISO 9241-171 ist nicht korrekt. Die korrekte Verweisung lautet ISO 30113-1:3.2.

4.2 Verwendung

Gesten können Sprache begleiten, um das gerade Gesagte zu verstärken. Solche Gesten werden in der Sprachwissenschaft als „Deixis“ beschrieben. Der Begriff „Deixis“ bezieht sich auf Wörter wie „dorthin stellen“, die kontextuelle Informationen durch Zeigen erfordern, um vollständig verstanden zu werden. Gesten können ihre eigene Bedeutung vermitteln, die in der tatsächlichen Bewegung eines Körperteils enthalten und unabhängig von einem konkreten physischen Objekt wie einem Stift oder einer Maus sind. Wenn während des Ausführens der Geste ein Zeigegerät verwendet wird, beschränkt das System der Informations- und Kommunikationstechnologie (ICT) häufig die Bewegungen aufgrund von Einschränkungen bei der Fähigkeit des Geräts zur Bewegungserkennung. Gesten sind, wie Sprache, kulturspezifisch und durch ihren unangemessenen Einsatz können Missverständnisse entstehen.

4.3 Intendierte und nicht intendierte Gesten

Beim Entwerfen von Gestensätzen wird häufig auf die Festlegung von Gesten geachtet, die in Bezug auf das System intendiert oder nicht intendiert sind. Typische Beispiele für eine intendierte Geste sind das Zeigen auf ein Objekt, um dieses auszuwählen, oder das Winken mit einer Hand vor einer Tür, um diese zu öffnen. In diesem Kontext sind nicht intendierte Gesten solche, die zu einem anderen Zweck ausgeführt werden (z. B. Zugehen auf eine automatische Tür, Hinsetzen auf den Fahrersitz eines Autos) oder unbewusst ausgeführte Gesten (z. B. Körpersprache). Diese nicht intendierten, erlernbaren Gesten sind insbesondere für allgemeine Situationen geeignet, die der Benutzer nicht eingeübt hat, in denen der Benutzer sich das System schnell aneignen oder unter Stress nutzen muss (z. B. Zeitdruck).

Intentionen bei Gesten können zugleich eine erhöhte Unterscheidbarkeit zwischen ihnen ermöglichen und dadurch ein unbeabsichtigtes Auslösen verringern. Wenn es z. B. unerwünscht ist, eine automatische Tür zu öffnen, stehen viele Menschen ruhig da und vermeiden in dem Wissen ein Gestikulieren vor der Tür, dass sie dadurch ungewollt die Tür öffnen würden.

4.4 Zusammenführung von Gesten und Funktionalität

Eine Geste ist das Ergebnis der Absicht eines Benutzers, eine Meldung für einen Empfänger oder Computer zu erstellen, wobei diese auf die Bewegung des Körpers oder von Körperteilen – typischerweise die oberen Gliedmaßen – abgebildet wird. Bild 1 stellt Unterschiede in den Intentionen dar, die auftreten, wenn Gesten gegenüber einem ICT-System ausgeführt werden. Der Benutzer auf der linken Seite interagiert durch Auswahl von Gesten aus einem Gestensatz mit der Gestenschnittstelle auf der rechten Seite. Der Benutzer hat eine Intention zu übermitteln und kann dafür Körperhaltung und -bewegung einsetzen. Die Wahl seiner Gesten kann in Abhängigkeit von der Situation intentional oder nicht intentional sein. Die Gestenschnittstelle könnte eine Rückmeldung zur Interpretation der Geste durch das System bereitstellen oder die Information sogar vorwärtskoppeln, um den Benutzer bei der Fertigstellung der Geste zu unterstützen (siehe 6.2 zur weiteren Anleitung zu Gestenmerkmalen).

Es besteht ein fließender Übergang zwischen der Interpretation von Gesten bei der Steuerung physischer Gegenstände, wie der direkten Einflussnahme auf einen Schieber, und der Interpretation einer Geste als ein abstraktes Symbol. Ein weiteres Abbildungskontinuum besteht zwischen der Abstimmung von Gestensätzen und der Gesamtfunktionalität eines interaktiven Systems und dessen Nutzungskontext.

Die Identifizierung nicht intendierter Gesten wird häufig dadurch verhindert, dass vom Benutzer mittels eines technischen Ansatzes, wie z. B. dem Berühren/Loslassen einer Anzeige mit den Fingern, ein ausdrückliches Signal gefordert wird, durch das Anfang und Ende einer Geste angezeigt wird. All diese Berührungen werden als intendierte Gesten interpretiert.

Abbildungen sollten vorhandene händische Betätigungen, wie z. B. Handschrift, berücksichtigen. Die einfache Handschrift kann gestisch interpretiert werden, jedoch ist handgeschriebene Sprache typischerweise wesentlich komplexer als der Wortschatz von Gesten.

Da der Abstimmungsprozess für benutzerzentrierte Gestaltungsprinzipien gilt, können Evaluierungsverfahren angewandt werden. ISO 9241-940 stellt Richtlinien dazu bereit, wie Gesten, die für taktile/haptische Geräte zu verwenden sind, evaluiert werden. Einige Benutzergruppen können über spezielle Bedürfnisse verfügen. Bei der Berücksichtigung dieser könnte ein spezieller Gestensatz erforderlich sein oder es könnten vollständig andere Eingabealternativen benötigt werden.

BEISPIEL 1 Eine Geste mit Mehrfachberührungen (Multi-Touch-Geste), die darin besteht, dass Daumen und Zeigefinger umeinander kreisen, während sie eine Anzeige berühren, kann als Gestenbefehl zur Änderung der Ausrichtung eines Bildes interpretiert werden. Es kann jedoch gleichfalls als direkte Manipulation der Bildausrichtung gesehen werden, wenn dessen Darstellung fortlaufend aktualisiert wird.

BEISPIEL 2 Der Wechsel zwischen intendierten und nicht intendierten Gesten tritt häufig bei haptischen Geräten auf. Blinde Menschen lesen Braille-Schrift mit einem Finger, während sie eine Braille-Anzeige abtasten. Solche Fingerbewegungen können gleichzeitig intendierte und nicht intendierte Gesten ausdrücken, falls die Braille-Anzeige berührungsempfindlich ist. Technisch betrachtet kann eine Disambiguierung aufgrund der Position des Fingers oder dessen Bewegungsgeschwindigkeit über die taktile Anzeige erfolgen. Einerseits kann der Leser Braille-Schrift lesen und sich dabei solch einer Kontrolle nicht bewusst sein, andererseits kann sich die Intention ausbilden, Lesebewegungen in gestische Eingaben umzuwandeln.

ANMERKUNG Die gestische Gesamtinteraktion zwischen Benutzer und ICT-System wird an dieser Stelle nicht erörtert und erfordert eine weitere Anleitung.

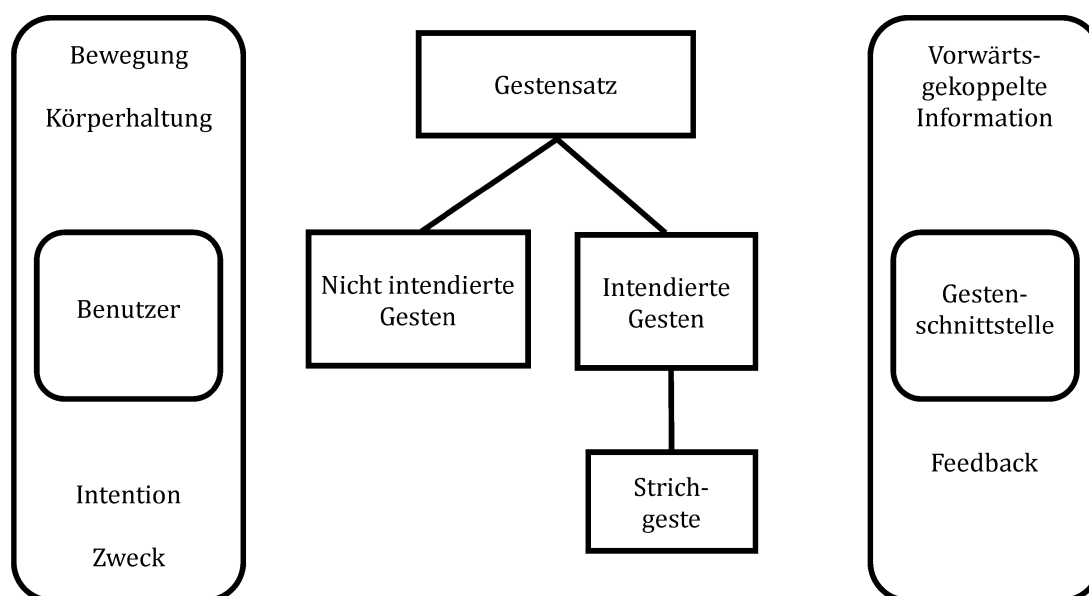


Bild 1 — Überblick zu Gesten, die von einem Benutzer an einer Gestenschnittstelle ausgeführt werden

5 Ergonomie von Gesten

5.1 Ergonomische Beschränkungen und Merkmale

Gesten, die wiederholt ausgeführt werden, sollten keine unnötige Erschöpfung der Körperteile auslösen, die während der Geste bewegt oder in eine bestimmte Haltung gebracht werden.

- Benutzer sollten bei der Festlegung des Bedarfs für solche Wiederholungen einbezogen werden.
- Falls Wiederholungen bei Gesten nicht zu vermeiden sind, sollten eine Gefährdungsbestimmung, eine Risikobewertung sowie eine Risikominimierung durchgeführt werden, um Muskel-Skelett-Erkrankungen vorzubeugen.

ANMERKUNG 1 An senkrecht befestigten Anzeigen mit Berührungsfunktion kann bei gestischen Eingaben von längerer Dauer das „Gorilla-Arm-Syndrom“ beobachtet werden. Der Begriff „Gorilla-Arm-Syndrom“ verweist auf einen Erschöpfungszustand nicht unterstützter Arme aufgrund der Positionierung und Bewegung vor dem Körper.

ANMERKUNG 2 Kinder und Personen mit eingeschränkter Beweglichkeit und Gelenkbeweglichkeit bringen möglicherweise weniger eindeutige Gesten hervor.

5.2 Fähigkeiten des Geräts

Ein Gerät zur Aufnahme von Gesten sollte über die Fähigkeit verfügen, die Bewegungsbahn eines Striches oder eine Pose unter allen durch die Umgebung erzeugten Bedingungen zu erkennen. Der Gestensatz ist für den gesamten Nutzungskontext festgelegt.

ANMERKUNG Eine einzelne Berührung oder mehrfache Berührungen zum selben Zeitpunkt sind Beispiele für Posen, die von sämtlichen Geräten zur Gestenerkennung zu erkennen sind.

5.3 Einschränkungen des Geräts

Ein Gerät zur Aufnahme von Gesten kann die Bewegungsbahn oder Pose, die eine Person ausführen möchte, beschränken. Der Benutzer sollte auf diese Einschränkungen hingewiesen werden.

ANMERKUNG 1 Digitalisierungsstifte können so konstruiert sein, dass sie schreiben, wenn sich die Spitze einer Oberfläche nähert, und löschen, wenn das entgegengesetzte Stiftende (Radierer) verwendet wird. Der Bezugspunkt für Gesten mit einem Stift ist entweder die Stiftspitze oder der Radierer. Dem Benutzer kann das räumliche Volumen, mit dem die Geste ausgeführt werden kann, verdeutlicht werden, indem der Griff eines Stifts symmetrisch oder asymmetrisch gestaltet wird.

ANMERKUNG 2 Wenn ein kameragestütztes System zum Erkennen von 3-D-Gesten verwendet wird, ist es für den Benutzer von Vorteil, auf den Bereich, der durch die Kamera erfasst wird, hingewiesen zu werden.

6 Anleitung zur Festlegung von Gesten

6.1 Prozess der Gestenfestlegung

6.1.1 Allgemeines

Der Prozess zur Gestenfestlegung muss der in ISO 9241-210 bereitgestellten Anleitung folgen und sollte gegebenenfalls die in ISO 9241-110 dargelegten Grundsätze berücksichtigen.

Gesten haben in Bezug auf die in ISO 9241-110 aufgeführten, 7 ergonomischen Grundsätze bestimmte Vor- und Nachteile, die im Folgenden dargelegt werden:

- a) Gestische Eingaben können die einzige Art der Interaktion mit dem System sein, die zur Erledigung von Arbeitsaufgaben geeignet ist (Hauptaufgabe).
- b) Gestische Schnittstellen können die Selbstbeschreibungsfähigkeit durch z. B. die Vorwärtskopplung gestischer Informationen unterstützen, sie erfordern jedoch häufig eine Memorierung.
- c) Gesten sollten zum Erlernen geeignet sein und können zu prozeduralem Wissen werden. Gesten werden jedoch häufig vergessen, wenn sie nicht regelmäßig angewendet werden. Dem könnte durch die Dokumentation von Gestensätzen begegnet werden oder durch einen Schulungsabschnitt, wobei Gesten am System im „gesicherten“ Zustand gelernt werden könnten.
- d) Die Steuerbarkeit gestischer Interaktion ist oft begrenzt, da eine abgebrochene Geste eine unvollständige Geste darstellt und dementsprechend kein Gestenbefehl bestimmt werden kann. Ein Gestensatz darf mit einer begleitenden Rückmeldung, die die Bildung von Gesten unterstützt, gekoppelt werden, um die Gebrauchstauglichkeit der Interaktion zu erhöhen.

- e) Die Konsistenz von Gesten könnte von Nutzungskontext und Gerät abhängig sein, wenn Gesten verwendet werden. Die Konsistenz kann verbessert werden, wenn schon vorhandene Gesten zur Gestaltung eines interaktiven Systems verwendet werden können.
- f) Gesten sind durch die Bereitstellung von Änderungsmechanismen für die Abbildung von Gesten auf Gestenbefehle für Individualisierbarkeit geeignet und indem z. B. benutzerdefinierte Gesten akzeptiert werden. Individualisierbarkeit kann gleichfalls durch die Gestaltung verschiedener Gesten für denselben Zweck erreicht werden.
- g) Um eine Fehlertoleranz zu erreichen, sollten die Benutzer darauf hingewiesen werden, dass das Gerät in der Lage ist, intendierte Gesten zu verarbeiten.

6.1.2 Untersuchung des Gestaltungsraumes

6.1.2.1 Allgemeine Untersuchung des Gestaltungsraumes

Die potentiell verfügbaren Gestaltungsalternativen einschließlich der Entwurfsbegründung für die vorgesehenen Benutzer und den Anwendungskontext sollten untersucht werden.

6.1.2.2 Weitreichende Untersuchung menschlicher Bewegungen

- a) Die Untersuchung sollte nicht nur die Hände umfassen, sondern gleichfalls die Gliedmaßen sowie die Bewegung des gesamten Körpers, Hand- und Augenbewegungen und andere Gesichtsausdrücke.
- b) Die Gestenschnittstelle muss typischerweise durch eine Vielzahl von Benutzern nutzbar sein. Zum Zwecke einer besseren Gebrauchstauglichkeit sollten für Gesten alternative Körperteile, wechselnde Bewegungsumfänge, Tremortoleranz, die Fähigkeit zu gleichzeitigen Handlungen und das Gehvermögen berücksichtigt werden.

BEISPIEL 1 Häufig wird der Zeigefinger der dominanten Hand für das Zeigen in Betracht gezogen. Dennoch könnten Daumen oder Zeigefinger des nicht dominanten Teils gleichfalls gut zum Zeigen verwendet werden. In einigen Kulturen ist das Zeigen mit dem Kinn allgemein üblich und natürlich.

BEISPIEL 2 Um eine Klanginformation zu wiederholen, kann eine Zeigegeste (Drücken einer Taste) verwendet werden, stattdessen kann jedoch auch das Schütteln eines handgeführten Endgeräts verwendet werden.

BEISPIEL 3 Um Informationen über einen Standort zu erhalten, könnte auf einer Karte auf eine Sehenswürdigkeit geklickt werden, während eine Alternative darin besteht, zur Erlangung derselben Information zum fraglichen Standort zu gehen.

BEISPIEL 4 Eine Zeichnung kann mittels eines Stifts angefertigt werden, der in der Hand gehalten wird (Handgesten), während eine Person ohne Hände ihre Füße benutzen könnte, um dieselbe Arbeitsaufgabe auszuführen.

BEISPIEL 5 Gesten für Bildschirmanzeigen, die für eine beidhändige Nutzung entwickelt wurden, können von einer Person, die ein Objekt in der anderen Hand hält, einhändig ausgeführt werden.

6.1.2.3 Untersuchung von Einzelbewegungen und synchronisierten Simultanbewegungen

Die Untersuchung von Gesten sollte nicht nur die Bewegung einzelner Körperteile berücksichtigen, sondern auch synchronisierte, koordinierte Bewegungen mehrerer Körperteile.

BEISPIEL 1 Eine Multi-Touch-Geste, wie z. B. das Zusammenziehen von Fingern, kann zum Gruppieren geeigneter sein, als jedes Objekt einzeln unter Verwendung von Einzelberührungen zusammenzuziehen.

BEISPIEL 2 Eine Multi-Touch-Geste, wie z. B. das Zeigen mit dem Zeigefinger und das Antippen mittels eines anderen Fingers kann es blinden Menschen ermöglichen, ein mobiles Endgerät durch sprachliche Rückmeldung zu bedienen und anschließend ein Objekt auszuwählen.

BEISPIEL 3 Die Verwendung beider Hände (z. B. Zusammenklatschen) kann eine intuitive Befehlsgeste sein (z. B. für Aufmerksamkeit)

6.1.2.4 Untersuchung gleichzeitiger und aufeinanderfolgender Bewegungen

Eine Untersuchung von Gesten sollte sowohl gleichzeitige als auch aufeinanderfolgende Bewegungen berücksichtigen.

BEISPIEL Ein Benutzer, der mit einem Assistenzroboter interagiert, kann zuerst auf das Objekt von Interesse deuten und anschließend eine Geste gegenüber dem Roboter ausführen, damit dieser das Objekt „herbeiholt“.

6.1.2.5 Untersuchung von Bewegungen mehrerer Benutzer

- a) Die Gestaltung sollte Gesten, die von mehreren Benutzern unabhängig voneinander ausgeführt werden, und Gesten, die in Zusammenarbeit zweier oder mehrerer Benutzer ausgeführt werden, berücksichtigen.
- b) Die soziale Akzeptanz von Gesten sollte berücksichtigt werden. Gesten, die innerhalb des persönlichen Raums ausgeführt werden, könnten als unangemessen aufgefasst werden.

BEISPIEL 1 Ein Handschlag kann bei einer gestischen Schnittstelle zwischen einem Benutzer und einem System genutzt werden, das soziale Symbole oder Formalitäten erkennt.

BEISPIEL 2 Soziale Roboter können darauf programmiert sein, eine Verneigungsgeste wahrzunehmen, zu interpretieren und zu erwidern.

6.1.3 Zweckbestimmung

Entwickler müssen die Gründe dafür identifizieren, warum Menschen in Bezug auf das ICT-System Gesten ausführen müssen.

BEISPIEL Die Lautstärke eines Fernsehers könnte durch eine Geste geändert werden; andere Funktionen, wie z. B. Umschalten, Stummschalten oder Aufzeichnen, könnten berücksichtigt werden.

6.1.4 Gestaltung von Gesten und Gestenbefehlen

6.1.4.1 Entwicklerdefinierte Gesten

Entwickler sollten aufgrund folgender Quellen wenigstens eine Geste für jeden Gestenbefehl identifizieren (geordnet nach abnehmender Bedeutung):

- a) schon vorhandene Gesten in einer Kultur;
- b) international genormte Gesten;
- c) Gesten, die durch einen oder viele Benutzer vorgeschlagen wurden;
- d) Gesten, die sich aus dem Nutzungskontext ergeben;
- e) Gesten aus anderen Nutzungskontexten;
- f) Gesten, die für das verwendete Gerät typisch sind;
- g) Gesten, die innerhalb eines Entwicklungsteams vorgeschlagen wurden.

Personen, die dieselbe Kultur oder dasselbe soziale Umfeld teilen, benutzen häufig die gleichen Gesten. Bei der Gestaltung eines Gestensatzes sollten diese bereits vorhandenen Gesten identifiziert und zwecks Aufnahme in einen Gestensatz berücksichtigt werden.

ANMERKUNG In Abhängigkeit von unterschiedlichen sozialen oder kulturellen Kontexten können Gesten beim Erfüllen einer Arbeitsaufgabe unterschiedlichen Zwecken dienen. Die meisten Gesten haben keine unveränderliche oder allgemeingültige Intention.

6.1.4.2 Benutzerdefinierte Gesten

Benutzerdefinierte Gesten können als Alternative zu vorher festgelegten Gestenbefehlen oder als zusätzliche Gesten für andere Ergebnisse/Handlungen/Funktionen genutzt werden.

Benutzerdefinierte Gestensätze sollten für einen großen Bereich von Anwendungskontexten und gegebenenfalls geräteübergreifend verfügbar sein.

ANMERKUNG 1 Benutzerdefinierte Gesten unterstützen die Zugänglichkeit dadurch, dass sie es Benutzern ermöglichen, Gesten an deren Fähigkeiten und Bedürfnisse anzupassen.

ANMERKUNG 2 Einige Benutzer möchten möglicherweise den innerhalb eines Gestensatzes berücksichtigten Bewegungsbereich ändern.

6.1.4.3 Identifizierung der Veränderlichkeit von Gesten

Die Fehlertoleranz für die Gestenbewegung sollte bestimmt werden und muss 6.6.4 entsprechen.

BEISPIEL Eine Datenbank für Gesten, die aus den Aufzeichnungen von Benutzern in einem bestimmten Kontext stammen, könnte zur Identifizierung der Ähnlichkeit einer jeden Geste ausgewertet werden. Veränderlichkeit bezieht sich häufig auf Unterschiede bei der Geschwindigkeit der Bewegung, der Größe, der Ausrichtung und der betroffenen Körperteile.

6.1.5 Gliederung von Gestensätzen

Gesten dürfen in Gestensätzen nach der Anleitung in 6.6 gegliedert werden.

6.1.6 Evaluierung von Gesten

Die von Entwicklern festgelegten Gesten müssen evaluiert werden, um sicherzustellen, dass sie die Bedürfnisse der vorgesehenen Benutzer im Rahmen der vorgesehenen Kontexte erfüllen.

ANMERKUNG ISO 9241-940 stellt weitere Informationen zur Evaluierung taktiler/haptischer Informationen bereit.

BEISPIEL 1 Eine Geste ist effektiv, wenn die Benutzer in der Lage sind, den Zweck der Geste zu identifizieren.

BEISPIEL 2 Bei der Entwicklung neuer Strichgesten kann Prototypenbildung mit geringer Güte (en: low-fidelity prototyping), wie z. B. das Zeichnen von Gesten mit den Fingern, verwendet werden, um Gesten zu identifizieren.

BEISPIEL 3 Eine Videoskizze ermöglicht zusammen mit gesprochenen Befehlen wie die Erklärung „nächste Seite“ das Aufzeichnen einer Gestensimulation.

BEISPIEL 4 Bei einer Wizard-of-Oz-Studie können Gesten mit einem von einem Menschen imitierten Systemverhalten simuliert werden.

6.1.7 Iteration der Gestenschnittstelle

Der Gestaltungsprozess der Gestenschnittstelle sollte nach ISO 9241-210 iterativ sein, wobei sowohl das interaktive System als auch dessen Nutzungskontext berücksichtigt werden.

6.1.8 Dokumentation von Gesten

Die Dokumentation der Gesten sollte für die vorgesehenen Benutzer und Nutzungskontexte geeignet sein (siehe 6.7).

6.1.9 Erläuterung der Gesten

Gesten und Gestenbefehle müssen in der für den Benutzer verfügbaren Dokumentation beschrieben sein. Diese Dokumentation sollte bei der Initialisierung der Gestenschnittstelle verfügbar sein.

Einüben von Gesten durch die Benutzer:

- a) Benutzer sollten in der Lage sein, Gesten ohne für den Systeminhalt nachteilige Auswirkungen zu erkunden.
- b) Benutzer sollten in der Lage sein, die in einer Geste enthaltenen möglichen Bewegungsbahnen oder Posen zu erkunden.

ANMERKUNG Ein Übungsmodus ist ein nützliches Tool, um dem Benutzer das Erkunden der innerhalb eines Systems zur Verfügung stehenden Gesten zu ermöglichen.

6.2 Gestenmerkmale

6.2.1 Abbildung von Gestenbefehlen auf Funktionen

Die Entwickler von Gesten sollten sicherstellen, dass die Abbildung eines Gestenbefehls auf eine Funktion mit den Erwartungen der Benutzer übereinstimmt.

ANMERKUNG 1 Mehrere Gesten können derselben Funktion zugewiesen werden.

ANMERKUNG 2 Dieselbe Geste kann in verschiedenen Kontexten innerhalb der Anwendung unterschiedliche Zwecke verfolgen.

ANMERKUNG 3 Eine Geste könnte den Anwendungskontext für eine oder mehrere Folgegesten ändern.

BEISPIEL 1 In Abhängigkeit von Kontext oder Modalität kann eine Zeigegeste „bringe dieses Objekt“ oder „gehe dorthin“ bedeuten.

BEISPIEL 2 Eine einzelne Strichgeste könnte in Abhängigkeit von der Anwendung verwendet werden, um Seiten umzublättern oder um ein Objekt zu bewegen.

6.2.2 Verschachtelte Gesten

Beim Verfolgen einer sekundären Arbeitsaufgabe können bestimmte Gesten ausgeführt werden, während eine primäre Arbeitsaufgabe bearbeitet (oder unterbrochen) wird.

ANMERKUNG Dies könnte zu Mikrogesten führen, falls die Handfläche bereits irgendein Objekt ergreift und nur die Finger bewegt werden können.

BEISPIEL 1 Im Rahmen der primären Arbeitsaufgabe könnte ein Benutzer einen virtuellen Globus mit einem Finger berühren, während er im Rahmen einer sekundären Arbeitsaufgabe Gesten mit dem Auge ausführt, um die Vergrößerung der Ansicht zu steuern.

BEISPIEL 2 Bei der Steuerung z. B. eines Lenkrades könnte die Kombination aus Arm und Hand bereits einige Kraft auf die Grifffläche ausüben, während ein Finger derselben Hand Gesten zur Wahl von Möglichkeiten in einem Menü ausführt.

BEISPIEL 3 Bezüglich der Zugänglichkeit kann das Lesen der Braille-Schrift mit Gesten zur Beendigung der Lesebewegungen und zur Einleitung einer gesprochenen Rückmeldung kombiniert werden. In diesem Beispiel können die Hände sogar ihre Rollen beim Ausführen der primären und sekundären Arbeitsaufgaben ändern.

BEISPIEL 4 In der Gebärdensprache werden Handzeichen zum Zwecke der Begriffsklärung bei schwierigen Zeichen mit Gesichtsausdrücken kombiniert.

BEISPIEL 5 Ein Dirigent kann Gesten simultan dazu verwenden, dauerhaft die Spielgeschwindigkeit zu kommunizieren und die Einführung oder Betonung bestimmter Instrumente zu koordinieren.

6.2.3 Rückmeldung zu Strichgesten

Falls zu einer Geste eine Rückmeldung erzeugt wird, sollte der Benutzer auf Striche hingewiesen werden, die nicht als Teil einer Geste erkannt werden.

ANMERKUNG 1 Der Benutzer benötigt möglicherweise keine Rückmeldung durch die Anwendung, wie z. B. durch die Visualisierung seiner Bewegungsbahn, falls die kinästhetische Rückmeldung ausreichend ist.

ANMERKUNG 2 Typischerweise werden bis zu 95 % der Strichgesten fehlerfrei in vorhandenen Systemen erkannt.

BEISPIEL Eine Geste könnte andere Eingabeverfahren, wie z. B. Sprache, begleiten, dass ein irrtümliches Erkennen eines Gestenbefehls durch die kombinierte Verarbeitung von Sprache und Geste vermindert wird.

6.2.4 Dauerhafte Rückmeldungen zu Gestenbefehlen

Das dauerhafte Ausführen von Gesten sollte keine Unterbrechungen oder Pausen in der Bewegung erfordern, um eine Rückmeldung zu erlangen.

BEISPIEL Das Dirigieren eines virtuellen Orchesters mit den Händen ist eine dauerhafte Abfolge von Gestenbefehlen.

ANMERKUNG Eine sprachliche Antwort auf eine symbolische Geste ist typischerweise innerhalb von 100 ms erstellt. Andere Modalitäten könnten eine schnellere Rückmeldung erfordern.

6.2.5 Verwendung vorwärtsgekoppelter Informationen für Strichgesten

Bei der Entwicklung von Rückmeldungen für Strichgesten sollten Informationen aus der Funktion der Vorwärtskoppelung berücksichtigt werden. Bild 2 a) zeigt die Farbgebung für eine Strichgeste. Eine vorwärtsgekoppelte Reaktion beschleunigt die Vervollständigung einer Geste durch Antizipieren des nächstfolgenden Teils der Geste (siehe Bild 2 b) und Bild 2 c)). Zusätzlich sollte der Benutzer, wenn die Gestenschnittstelle erst einmal einen Gestenbefehl identifiziert hat, die Geste nicht bis zum Ende der Bewegung ausführen müssen.

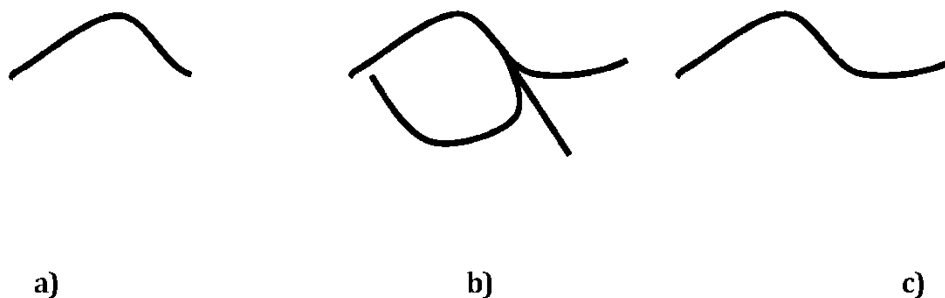


Bild 2 — Strichgeste mit vorwärtsgekoppelter Information

ANMERKUNG Benutzer wären in der Lage, Alternativen zu erkunden, wenn sie vorwärtsgekoppelte Informationen während der Ausführung einer Geste erhalten.

6.2.6 Parameter von Gestenbefehlen

Unterschiede bei Gesten können als Veränderung eines Gestenbefehls eingesetzt werden. Benutzer sollten in der Lage sein, solche Parameter zu identifizieren.

BEISPIEL 1 Die Richtung beim Zeichnen eines Kreises könnte den Maßstab einer Karte vergrößern oder verkleinern. Der Benutzer könnte die beiden Varianten der Zirkelgesten als „rechts“ und „links“ oder „im Uhrzeigersinn“ und „entgegen dem Uhrzeigersinn“ oder als „vergrößern“ und „verkleinern“ identifizieren.

BEISPIEL 2 Das Schlagen der Hände auf die Oberschenkel könnte genutzt werden, um „komm her“ zu kommunizieren, das wiederholte Schlagen kann „komm schnell her“ signalisieren (wie bei „komm jetzt her!“).

6.3 Zeitliche Abstimmung und Geschwindigkeit

6.3.1 Erkennen einer Geste bei unterschiedlichen Ausführgeschwindigkeiten

Ein Gerät sollte fähig sein, dieselbe Geste zu erkennen, wenn sie mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten ausgeführt wird.

6.3.2 Verwendung der Ausführgeschwindigkeit einer Geste

Die Dauer einer Geste sollte deren Funktionalität nicht beeinflussen, es sei denn, die Geschwindigkeit ist ein Parameter der Geste.

ANMERKUNG Gesten, die verschiedene dynamische oder kinematische Merkmale haben, können unterschiedliche Funktionen mit sich bringen.

BEISPIEL Es gibt einen Geschwindigkeitsunterschied zwischen einem Antippen und einer Strichbewegung, da eine Tippbewegung das Drehen der Hand entlang der Achse des Arms umfassen kann, während bei einem Strich nur der Ellenbogen gebeugt wird, um einen Finger zu bewegen. Das Antippen eines Bedienfeldes auf einem Computerbildschirm könnte dazu führen, dass dieses den Bildschirm ausfüllt, während ein Strich über das Bedienfeld dieses höchstens über den Bildschirm bewegen könnte.

6.4 Toleranz der Gestenschnittstelle

Die Gestenschnittstelle sollte so konstruiert sein, dass sie eine ausreichende Anzahl an Bewegungen unterstützt, wobei sie zwischen intentionalen und nicht intentionalen Gesten unterscheiden kann.

ANMERKUNG 1 Übung könnte die Geschwindigkeit der Gesteneingabe ändern und/oder die Größe der Bewegungsbahn verringern.

ANMERKUNG 2 6.6.4 bestimmt zugleich die Notwendigkeit einer Unterscheidbarkeit.

6.5 Gestenabfolgen

6.5.1 Beginn einer Geste

Benutzer sollten in der Lage sein, den Beginn einer intentionalen Geste anzuzeigen, so dass der Benutzer das nicht intentionale Auslösen einer interaktiven Systemfunktionalität vermeiden kann.

6.5.2 Rückmeldung zum Auslösen einer Geste

Die Fähigkeit des IuK-Systems zur Interpretation von Gestenbefehlen sollte dem Benutzer deutlich mitgeteilt werden.

6.5.3 Fertigstellen des Zwecks einer Geste

Der Benutzer sollte auf die Fertigstellung des Gestenbefehls aufmerksam gemacht werden.

6.5.4 Rückmeldung zur Gestenfertigstellung

Während der Gestenbewegung darf eine fortlaufende Rückmeldung erfolgen.

6.5.5 Notwendigkeit eines Übergangs zwischen Gesten

Falls ein Gerät für weitere gestische Eingaben in seinen Ausgangszustand zurückgesetzt werden muss, sollte der Benutzer auf sämtliche zusätzlich benötigte Bewegungen hingewiesen werden.

6.5.6 Auswirkung von Übergängen zwischen Gesten

Zusätzliche Bewegungen, die einen Übergang zwischen Gesten schaffen, sollten berücksichtigt werden.

BEISPIEL 1 Bei der Kombination kontinuierlicher Bewegungen zur Ausführung zweier Strichgesten, wie z. B. ein Kreis auf den eine Wischbewegung folgt, könnte eine kreisförmige Bewegung solange fortgesetzt werden, bis der korrekte Ausgangspunkt für die zweite Strichbewegung erreicht ist.

BEISPIEL 2 Bei der Verwendung eines Datenhandschuhs kann eine einfache Handhaltung oder ein Knopfdruck genutzt werden, um den Beginn bzw. das Ende einer Geste anzuzeigen.

6.5.7 Überlappung von Gesten

Gesten können einander überlappen, wenn mehrere Körperteile in den Prozess der Ausführung einbezogen sind.

BEISPIEL Ein Arm kann über Armbewegungen womöglich „folge mir“ anzeigen, während eine weitere Geste die dabei einzuhaltende Entfernung (dicht oder in einigem Abstand) anzeigen könnte.

6.5.8 Zustandsänderung

Wenn veränderliche Zustände die Funktionalität einer Geste beeinflussen, sollte das System den Benutzer davon in Kenntnis setzen, dass sich der Zustand geändert hat, und diesem Möglichkeiten bereitstellen, den aktuellen Systemzustand zu identifizieren.

ANMERKUNG Es ist wichtig, diese Information in derselben Modalität wie andere Rückmeldungen zu Gesten bereitzustellen.

BEISPIEL 1 Ein Wecker kann nur durch eine Geste ausgeschaltet werden, nachdem das Wecksignal ausgelöst wurde. Fortgesetzte Wecksignale zeigen den spezifischen Gerätezustand und zugleich die Bereitschaft zur Verarbeitung einer Geste an.

BEISPIEL 2 Ein Gestenerkennungssystem gibt ein Signal aus, falls die Energiequelle (z. B. Batterie) schwach ist.

6.6 Gestensätze

6.6.1 Allgemeines

Gesten können identifiziert werden, indem sie vielen Quellen einschließlich den Benutzern selbst entnommen werden. Gesten sollten in einem Gestensatz zusammengefasst werden. Ein Gestensatz verbessert die Konsistenz der Gesten. Häufig ist seine Abbildung auf Gestenbefehle bereichsspezifisch. Falls es dem Benutzer gestattet ist, Gesten zu individualisieren, können alternative Gesten den Gestensatz erweitern sowie Gestenbefehle spezifizieren.

6.6.2 Zweck eines Gestensatzes

Jede Geste innerhalb eines Gestensatzes sollte für einen bestimmten Zweck (siehe 6.1.3), ein Gerät und einen Kontext gestaltet sein.

ANMERKUNG Gestensätze, die aus denselben Gesten bestehen, können für verschiedene Geräte und unterschiedliche Kontexte gestaltet worden sein.

BEISPIEL Gesten, die für die Anwendung durch Militärpersonal gestaltet wurden (z. B. für die Steuerung von Robotern), könnten dieselben Gesten verwenden, die in der zwischenmenschlichen Kommunikation genutzt werden.

6.6.3 Konsistenz der Gesten untereinander

Gesten innerhalb eines Gestensatzes sollten ausreichend ähnlich sein, so dass die Erinnerung an eine Geste eine andere Geste innerhalb des Gestensatzes abrufbereit macht.

ANMERKUNG Die Dokumentation von Gestensätzen kann eine Erinnerung an Gesten aus diesem Satz erleichtern (siehe 6.7).

6.6.4 Unterscheidbarkeit von Gesten

Gestensätze sollten so gestaltet werden, dass sie dem Benutzer ein Unterscheiden der Gesten ermöglichen.

ANMERKUNG Das geforderte Unterscheidbarkeitsniveau wird durch eine Evaluierung mit Benutzern bestimmt, die über eine große Auswahl an Fähigkeiten verfügen. Mehrere Evaluierungstypen mit Benutzern sind möglich – Prüfarbeitsaufgaben in einer Laborumgebung, Beobachtung im normalen Gebrauch und andere.

6.6.5 Teilsätze innerhalb eines Gestensatzes

Einige Gesten können bestimmten Zwecken vorbehalten sein, um die Konsistenz von Gesten über mehrere Anwendungen hinweg sicherzustellen.

6.6.6 Alternative Teilsätze innerhalb eines Gestensatzes

Für den Bedarf bestimmter Benutzer sollten alternative Gesten bereitgestellt werden.

ANMERKUNG 1 Menschen mit einer Benachteiligung, wie z. B. Menschen mit einem Tremor, könnten alternative Teilsätze erforderlich machen.

ANMERKUNG 2 Teilsätze könnten durch Gesten ermöglicht werden, die in Teilsätzen häufig vorkommen.

6.7 Dokumentation von Gesten

6.7.1 Dokumentation

Die Dokumentation einer jeden Geste sollte Folgendes umfassen:

- die Bezeichnung der Geste;
- eine visuelle Beschreibung der Gestengestalt, z. B. Zeichnung, Animation oder Video;
- eine Textbeschreibung, wie die Geste auszuführen ist, und
- eine Beschreibung der dem Zweck entsprechenden Abbildung der Geste.

ANMERKUNG Zur Beschreibung einer solchen Abbildung könnte ein Rahmenwerk von Gesten angewandt werden.

BEISPIEL 1

Bezeichnung: Größenänderung

Form:

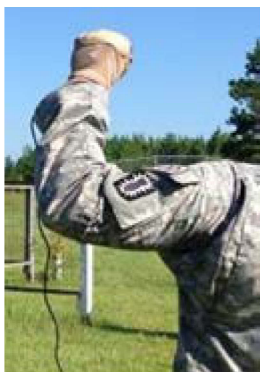


Beschreibung: Diese Strichgeste beginnt mit dem Berühren der Anzeige. Sie besteht aus der ununterbrochenen kreisförmigen Bewegung eines Fingers und wird entweder im Uhrzeigersinn oder in entgegengesetzter Richtung ausgeführt. Der Kreis kann klein sein, wenn ausschließlich der Finger bewegt wird oder groß, wenn sowohl Finger als auch Hand bewegt werden. Die Geschwindigkeit ist ungefähr gleichbleibend. Der Kreis darf an jeder Stelle begonnen werden und dieser Anfangspunkt ist zugleich ungefähr der Endpunkt.

Zweck: Dieser Gestenbefehl ändert den Maßstab einer Karte. Eine Bewegung im Uhrzeigersinn verkleinert den Maßstab, eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung vergrößert ihn.

BEISPIEL 2

Bezeichnung: Nicht bewegen



Form:

Beschreibung: Diese haltungsbasierte Geste kann von einer Reihe von Anfangspunkten ausgeführt werden. Das Erkennen der Geste beruht auf der geraden, von der Schulter wegführenden Ausrichtung des Arms und der Aufwärtsbeugung vom Ellenbogen an, wobei die Hand zur Faust geformt wird.

Zweck: Diese Geste übermittelt die Botschaft, mit jeder Bewegung unverzüglich einzuhalten. In diesem Fall wird die Geste auf taktile Gurte übertragen, die von anderen Benutzern getragen werden.

6.7.2 Bezeichnung einer Geste

a) Eine Bezeichnung sollte:

- in der Sprache der vorgesehenen Benutzer festgelegt werden;
- innerhalb des Nutzungskontexts eindeutig sein;
- einfach zu lernen und leicht einprägsam sein;
- knapp und präzise sein.

b) Die Bezeichnung darf den Zweck der Geste wiedergeben.

6.7.3 Visualisierung von Gesten

Die visuelle Dokumentation von Gesten sollte Folgendes angeben:

- einen Anfangspunkt;
- einen Endpunkt;
- die Bewegungsbahn jeder Bewegung im Rahmen der Geste;
- die Richtung jeder Bewegung entlang der Bewegungsbahn;
- welche Körperteile einbezogen sind;
- die Abfolge jeglicher in die Geste einbezogener Kräfte.

ANMERKUNG Eine Körperhaltung hat dieselben Anfangs- und Endpunkte.

6.7.4 Textliche Dokumentation einer Geste

- a) Die textliche Dokumentation einer Geste sollte Folgendes enthalten:
- die als Beginn der Geste betrachtete physische Interaktion;
 - die in diese Geste einbezogenen physischen Interaktionskomponenten (z. B. Körperteile oder durch den Benutzer bedientes Gerät) einschließlich:
 - deren physische Zusammenhänge;
 - deren zeitbezogene Zusammenhänge;
 - eine Beschreibung der einbezogenen Bewegungen und Kräfte:
 - Anfangs- und Endpunkte;
 - die Bewegungsbahn einer Geste und die Richtung der Bewegung entlang der Bewegungsbahn;
 - zeitliche Abstimmung (einschließlich Geschwindigkeit, Unterbrechungen, Beschleunigung);
 - gegebenenfalls Kraft;
 - Veränderlichkeit dieser Eigenschaften;
 - gegebenenfalls zusätzliche Informationen, z. B. ergonomische und technische Fähigkeiten, die die Geste beeinflussen.
- b) Die Beschreibung einer Geste sollte zusammen mit der Kennzeichnung der Ausrichtung und der Richtung der Bewegungen, wie in ISO 1503 beschrieben, aus der Benutzerperspektive erfolgen.
- c) Die Beschreibung einer Geste darf Verweisungen auf die Einschränkungen oder die Fähigkeiten eines Geräts enthalten.
- d) Falls bei Gesten, die nicht durch die Benutzer selbst festgelegt wurden, Faktoren im Hinblick auf den Schutz geistigen Eigentums zu berücksichtigen sind, sollte die Dokumentation der Gesten Informationen zu dieser Eigentümerschaft enthalten.

ANMERKUNG Eine Taxonomie könnte die Entwicklung einer konsistenten textlichen Dokumentation unterstützen. Siehe Anhang B und die Literaturhinweise bezüglich typischer Taxonomien für Gesten.

6.7.5 Beschreibung des Zwecks einer Geste

Die erwartete Reaktion oder das erwartete Ergebnis des Systems als Antwort auf die Geste sollte in der Dokumentation beschrieben werden und dem nach 6.1.3 identifizierten Zweck entsprechen.

6.7.6 Dokumentation eines Gestensatzes

- a) Gegebenenfalls sollten entsprechende Gesten in geeignete Sätze nach 6.6 zusammengefasst werden.
- b) Gegebenenfalls sollten sämtliche Gesten innerhalb eines Gestensatzes identifiziert werden und dem Benutzer zur Verfügung gestellt werden.
- c) Ein Gestensatz sollte im Rahmen des Nutzungskontextes eine aussagekräftige und eindeutige Bezeichnung haben.

6.7.7 Dokumentation von Gesten mit gemeinsamen Bewegungen

Falls Gesten innerhalb eines Gestensatzes Gemeinsamkeiten in ihren Bewegungsbahnen aufweisen, sollte die Dokumentation sowohl diese deutlich angeben als auch das, was jede Geste innerhalb des Gestensatzes eindeutig macht.

Anhang A (informativ)

Wann die Anwendung von Gesten und Gestenbefehlen zu nutzen ist

A.1 Gesten im Kunst- und Kreativbereich

A.1.1 Allgemeines

Gesten sind ein grundlegender Bestandteil der Kunst. Vom Tanz bis zum Spielen eines Instruments vermitteln Gesten Informationen. Verschiedene Geräte und Sensoren können zur Erkennung dieser Gesten verwendet werden und schließlich Gestenbefehle erteilen.

A.1.2 Handeln

Die Bewegung des menschlichen Körpers ermöglicht nicht nur Tanz und dramatischen Ausdruck sondern gleichfalls die Abbildung solcher Gesten auf animierte Figuren. Dadurch können Filme in voller Länge mit virtuellen Schauspielern und lebensechten Tätigkeiten produziert werden, da für diese Tätigkeiten die Bewegungen wirklicher Schauspieler übertragen werden.

A.1.3 Musik

Musikinstrumente haben sich mit Unterstützung durch die Elektronik weiterentwickelt und nutzen Gesten. Während Streich- und Holzblasinstrumente eine Bedienung durch Arme, Hände und Finger erfordern, können neue Instrumente gestrichen, gestoßen oder gezupft werden, um eine große Auswahl an Klängen hervorzubringen. Ein Musiker kann einen „T-Stock“ schwingen, ein mit Beschleunigungsmessgeräten und Druckpunkten ausgestatteter Einmeterstab, der als Reaktion auf die Verschiebungs- und Drehbewegungen des Stabes einen künstlichen Klang erzeugen kann. Eine Andere kann ihre Hände zur Manipulation und Störung des elektromagnetischen Feldes um ein Theremin herum verwenden, wobei eindringliche Klänge erzeugt werden, die insbesondere zu einer bestimmten Gattung von Science-Fiction-Filmen passen. Andere können die Tasten eines stummen Klaviers anschlagen (biegsame Stahlstäbe reichen in den Arbeitsraum des Anwenders) oder verfolgen mit den Fingern Kritzeleien auf einem Tablet-PC, um rhythmische Klänge zu erzeugen (wobei eine „Klangmarkierung“ rund um die Strichzeichnungen verläuft).

A.1.4 Malerei

In der Malerei können Gesten verwendet werden, aber auf eine andere Art als bei den darstellenden Künsten. Eine Anzahl von Programmen ermöglicht auf Tablet-PCs eine der Fingermalerei entsprechenden Tätigkeit. Mit solch einer Gestenschnittstelle kann ein Benutzer digital gemalte Bilder erzeugen, indem er mit den Fingern über eine Photographie streicht. Solche Striche könnten als „haptische Gesten“ bezeichnet werden. Ähnliche Bewegungen gibt es in der digitalen Bildhauerei, die Tools wie „Digitaler Ton“-Software mit entweder einer haptischen 3-DOF-Schnittstelle oder Messwertaufnehmern für Bewegungen verwendet, die Handgesten im freien Raum erkennen.

Beim „Gestenzeichnen“ (en: gesture drawing) wird der Begriff „Geste“ anders verwendet – Skizzen, die die grundlegende Anordnung eines geplanten Bildes vorgeben – z. B. den Gesichtsausdruck, die Ausrichtung der Wirbelsäule einer menschlichen Gestalt. Solch eine Verwendung liegt außerhalb des Anwendungsbereichs der vorliegenden Norm, aber die Pinselstriche selbst könnten als „Gestenbefehle“ bezeichnet werden, insbesondere wenn sie auf der Schnittstelle eines Tablet-PCs mit Berührungsfunktion im Unterschied zur Bearbeitung durch eine Standard-Computermaus ausgeführt werden.

A.2 Gesten bei Computerspielen

A.2.1 2-D-Gestenbefehle

Viele der Gesten innerhalb der Spieltechnologie sind aus der Emulation von Gesten hervorgegangen, die aus der Zeit vor der Spieltechnologie stammen und wie diese in Handlungen, wie z. B. dem Schlagen oder Werfen eines hypothetischen Balles (z. B. „Pong“) oder beim Zielen/Schießen, auftreten (z. B. „Centipede“). Solche frühen Computer-Interaktionsgesten kamen mit der frühen Technik, wie z. B. der Rollkugel oder der Maus, auf. Gestenbasierte Steuerelemente ermöglichen z. B. den Übergang von den sehr stark vorgegebenen 2-D Gesten der Maus-/Rollkugel-Steuerung zu den eher auf der Berührfunktion beruhenden Freiformgesten in 2-D (z. B. „Polar Bowling“, „Angry Birds“), die auf jedem Smartphone verfügbar sind. Spezialisierte Spiele-Controller ermöglichen Ganzkörpergesten zur Spielsteuerung. Auf Geschwindigkeitsmessgeräten beruhende Controller umfassen Einheiten, die vom Benutzer gehalten (z. B. Wii¹⁾) oder getragen (z. B. Datenhandschuh) werden, 3-D-Aspekte der Benutzerbewegung auswerten und üblicherweise auf Arm- und Handgesten beruhen. Klemmen mit Bewegungserkennung können auf alltäglichen Objekten angebracht werden und dadurch einen gestenbasierten Controller erzeugen. Diese Einheiten, handgeführt oder getragen, dürfen durch am Boden befindliche Messwertaufnehmer erweitert werden, die eine zusätzliche Auswertung der Bein- und Fußbewegungen ermöglichen (z. B. tanzbasierte Spiele).

A.2.2 3-D-Gestenbefehle

Die 3-D-Kameratechnik ermöglicht eine detailgetreuere Auswertung der Ganzkörperbewegungen (z. B. Kinect¹⁾). Diese Technik umfasst Tiefenmesswertaufnehmer, in mehreren Reihen angeordnete Mikrophone und Kameras mit wirklichkeitsgetreuer RGB-Wiedergabe (rot/grün/blau), um die Bewegungsmerkmale besser auswerten zu können. Dies ermöglicht eine noch stärkere Emulation realistischer Bewegungen (z. B. Golf, Bowling, Bogenschießen usw.). Diese Technik ermöglicht zugleich bewegungsbasierte Diagnosen, Übungen und die Wiederherstellung von Ganzkörperbewegungen.

Dementsprechend spiegeln Gesten beim Spielen die Entwicklung von eher vorgegebenen, durch die Technik begrenzten Bewegungen zu komplexeren Bewegungen mit freien Formen wider. Diese reichen von kurzen, linearen 2-D-Bewegungen einer einzelnen Hand oder eines einzelnen Fingers bis zu einer 3-D-, mehrere Gliedmaßen umfassenden Koordination unter Einbezug von Geschwindigkeitsaspekten im zeitlichen Verlauf.

A.2.3 Einübung von Gestenbefehlen

Beim Spielen beeinflussen Aspekte des Realismus die Merkmale von Gesten. Eine Bewegung kann komplex sein, Koordination und Einübung umfassen und dennoch die intuitive Art der Geste wiedergeben, wie sie aus dem bekannten Kontext abgeleitet wurde, und daher eine leichte Nachbildung ermöglichen. Der Transfer der Übungen basiert auf früheren Erfahrungen, insbesondere die Gesten in First-Person-Spielszenarien (z. B. akteurbasiert). Solche Gesten wären komplex und trotzdem intuitiv.

Beim Spielen beeinflussen Leistungs- und Wettbewerbsaspekte die Art der Entwicklung und Anwendung von Gesten. Eine Gestensteuerung, die zuerst einfach ist, kann eine gesteigerte Genauigkeit und Komplexität erfordern. In diesem Fall trägt die Art der Geste selbst zur Unterhaltungserfahrung bei.

¹⁾ Diese Angabe dient nur zur Unterrichtung der Anwender dieses Dokuments und bedeutet keine Anerkennung des genannten Produkts durch ISO. Gleichwertige Produkte dürfen verwendet werden, wenn sie nachweisbar zu den identischen Ergebnissen führen.

Der Transfer der Übungen mit den gestenbasierten Steuerelementen kann zugleich zur Entwicklung neuer Anwendungen von Steuerungsgesten in der Spieltechnologie führen. Übung und Erfahrung mit Spiele-Controllern führte zu einem betriebsbereiten Bestand erfahrungsbasierter Controller. Dieses Sachkenntnis wurde dann in Bezug auf die Gestaltung betriebsbereiter Roboter-Controller für eine Vielzahl von Tätigkeiten verallgemeinert.

Zentrale Überlegungen bei der Konstruktion gestenbasierter Spiele-Controller sind im Allgemeinen leichte Erlernbarkeit und Benutzerfreundlichkeit. Die für eine Umsetzung in Spielumgebungen entwickelten Grundsätze gelten gleichfalls allgemein für die Gestensteuerung.

A.3 Gesten bei mobilen Endgeräten

A.3.1 Mobile Umgebung

Mobile Endgeräte werden in einer Vielzahl unterschiedlicher Kontexte genutzt. Wann immer eine Person etwas tun möchte, findet die Tätigkeit im aktuellen Kontext statt. ISO 9241-210 definiert den Nutzungskontext als „Benutzer, Arbeitsaufgaben, Ausrüstung (Hardware, Software und Materialien) sowie die physische und soziale Umgebung, in der das Produkt genutzt wird“. Menschen vertrauen auf ihre Fähigkeiten und Erfahrungen beim Umgang mit schwierigen Situationen im Hier und Jetzt. Situationen der mobilen Nutzung können sehr verschieden sein und Umstände, die Benutzer und System auf die Probe stellen, sind bei weitem nicht ungewöhnlich. Benutzer bewegen sich schnell und ohne Anstrengung von Situation zu Situation und von einem Kontext zum nächsten, und mobile Produkte und Dienstleistungen müssen für Benutzererfahrungen gestaltet werden, die ähnlich dynamisch sind. Daher stellt der mobile Kontext eine Vielzahl von Herausforderungen bereit. Bei der Prüfung mobiler Endgeräte müssen die speziellen Herausforderungen in Bezug auf den Kontext, der für das spezifische, zu prüfende Endgerät relevant ist, identifiziert werden; es gibt jedoch gleichfalls allgemeine Herausforderungen, die jeder berücksichtigen muss.

A.3.2 Aufmerksamkeit/kognitive Belastung

Es ist kaum ein Produkt zu finden, dass in einer Situation genutzt wird, in der der Benutzer in der Lage ist, sich ausschließlich auf die Nutzung dieses Produkts zu konzentrieren. Stattdessen gibt es Personen und/oder Dinge in der Umgebung, die Aufmerksamkeit und kognitive Anstrengung erfordern – das Gerät ist Bestandteil einer Tätigkeit und nicht deren Ziel. Das bedeutet zugleich, dass der Kontext (einschließlich anderer Anwendungen auf demselben Gerät) die gesamte Aufmerksamkeit des Benutzers erfordern kann: etwas, womit jede mobile Anwendung oder mobile Dienstleistung umgehen können muss.

A.3.3 Visuelle Störungen

Sehen (bzw. die tatsächliche Unfähigkeit zu sehen, was auf der Anzeige ist) geht einher mit Aufmerksamkeit. Wenn sich eine Person ihrer Umgebung visuell zuwendet, kann sie nicht zur selben Zeit auf die Anzeige schauen. Es kann jedoch auch andere Umgebungsfaktoren wie Sonnenschein, Regen oder Staub geben, die das Erkennen von Einzelheiten auf einer Anzeige erschweren können.

A.3.4 Störgeräusche

Viele Arbeitsplatzumgebungen sind ruhig (insbesondere, wenn ein Mitarbeiter über einen eigenen Raum verfügt und die Tür schließen kann), das gilt jedoch nicht für viele andere Situationen, in denen karten- und standortbasierte Dienstleistungen genutzt werden. Verkehr, Züge und andere Personen erzeugen eine geräuschvolle Umgebung – es kann jedoch auch Geräusche geben, die beachtet werden müssen. Außerdem gibt es Situationen, in denen die vom Gerät kommenden Geräusche stören.

A.3.5 Erschütterungen oder Vibrationen

Externe Vibrationen oder Erschütterungen können eine Interaktion und das Wahrnehmen einer Rückmeldung schwierig gestalten. In mobilen Situationen ist dies allgegenwärtig – in öffentlichen Verkehrsmitteln, in Fahrzeugen, während des Gehens oder Radfahrens ist eine Person Vibrationen oder Erschütterungen ausgesetzt, die die Fähigkeit zur sensorischen Wahrnehmung und Interaktion begrenzen.

A.3.6 Einschränkungen der Bedienfähigkeit

Situationen, die die Fähigkeit des Benutzers, ein Endgerät zu bedienen, einschränken, sind weit verbreitet. Wenn man ein Kind an der Hand hält, einen Kinderwagen schiebt, einen Regenschirm oder einen Kaffeebecher hält, ein Eis isst oder hält, ist die Fähigkeit des Interagierens mit einem Gerät eingeschränkt – insbesondere eine zweihändige Interaktion gestaltet sich dann als schwierig.

A.3.7 Faktoren, die die Fähigkeit ein Gerät zu berühren, beeinflussen

Das Halten von Dingen mit den Händen begrenzt die Fähigkeit ein Gerät zu berühren – es gilt jedoch zu bedenken, dass das Gerät nicht unter allen Umständen gehalten wird. Es kann sich in einer Hosen- oder Umhängetasche befinden. Wenn es kalt ist, kann der Benutzer auch Handschuhe tragen.

Die mobile Situation ist zudem grundsätzlich dynamisch und Benutzer wechseln schnell zwischen verschiedenen Situationen und Kontexten. Jegliche Prüfung mobiler Gestaltungen muss auch die Dynamik der mobilen Nutzung genau beachten.

A.4 Gesten im Zusammenhang mit Zugänglichkeit und älteren Menschen

A.4.1 Allgemeines

Die Forschung zur Gebrauchstauglichkeit von Gesten für ältere Menschen steht erst am Beginn. Bei älteren Menschen kann z. B. die Bewegung der Hände weniger genau und das Geschwindigkeitsverhalten anders sein. Es könnte wünschenswert sein, eine längere Zeitdauer zum Zeigen, eine größere Variabilität, einen verkleinerten Raum oder eine größere Freiheit bei der Wahl der Technik (Freiraum vs. Berührung) zu ermöglichen.

Gesten werden von Menschen mit Behinderungen benutzt und aus den besonderen Bedürfnissen entstehen spezielle Präferenzen.

A.4.2 Gehörlose Menschen

Gesten haben zu einer anerkannten „stillen“ Sprache in vielen Sprachgemeinschaften geführt. Oftmals folgt die Gebärdensprache einer gesprochenen Sprache. Obwohl sie im 19. Jahrhundert für gehörlose Menschen nicht mehr unterrichtet wurde, ist die Gebärdensprache seit den 1970er Jahren wieder Bestandteil des Lehrplans. Außerdem wurde die Gebärdensprache in den letzten Jahrzehnten auf ihre linguistischen Merkmale hin erforscht und ist in vielen Ländern als offizielle Sprache anerkannt (z. B. vor Gericht). Einige Gebärdensprachen beruhen auf dem Buchstabieren alphabetischer Zeichen, weiter verbreitet ist jedoch ein Wortschatz aus Gebärden mit grammatikalischen Regeln für das Gebärden. Das schließt Übergänge zwischen Gebärden, das Setzen von Referenzpunkten für Pronomen und die Schaffung einer unmittelbaren Umgebung innerhalb des Gebärdenraums ein.

A.4.3 Taubblinde Menschen

Während die Gebärdensprache im Allgemeinen keine Berührungen erfordert, berühren taubblinde Menschen ihren Gesprächspartner. Es sind verschiedene gestische Wortschätze zur Kommunikation vorhanden. In Deutschland, den USA, den Niederlanden und der Tschechischen Republik berührt der Zeigefinger des Sprechers die Hand des Zuhörers an verschiedenen Stellen ein- oder zweimal oder streicht in Linien oder Kreisen über sie hinweg, um zu buchstabieren (nach Hieronymus Lorm, 1821-1902). Das in Norwegen entwickelte Tadoma-System erfordert vom Zuhörer, Lippen, Wange und Nacken zu berühren, um den Sprecher wahrzunehmen. Das Nissen-Alphabet wird durch Gesten auf dem Handrücken ausgeführt. In anderen Ländern wird das Tippen auf den Rücken des Zuhörers bevorzugt.

A.4.4 Sehbehinderte Menschen

Da Gesten nicht notwendigerweise eine visuelle Rückmeldung erfordern, verwenden sehbehinderte Menschen sie in interaktiven Systemen. Das Lesen von Braille-Schrift muss wahrscheinlich vom Ausführen von Gesten unterschieden werden, wie es typisch ist für Situationen, in denen Berührungen nicht intendierte Gestenbefehle auslösen können (auch „Midas Touch“ genannt). (Midas war eine Person aus der Mythologie, der Gegenstände in Gold verwandelte, wenn er sie berührte. Dadurch wurden die Gegenstände für ihre intendierte Anwendung unbrauchbar.)

Die Multi-Touch-Bedienung von Anzeigen mit Berührungsfunktion ermöglicht es blinden Menschen, die Anzeigeninhalte zu erforschen oder eine gesprochene Rückmeldung entsprechend der Stelle der Berührung zu erhalten. Ähnlich einem Mausklick kann eine Eingabe durch Klopfen mit nur einem zweiten Finger ausgelöst werden, während mit einem anderen Finger gezeigt wird. Das stellt sicher, dass der Bezugspunkt aufrechterhalten wird. Viele Ansätze gestatten sehbehinderten Menschen Gesten unter Bezugnahme auf die physikalische Gestalt der Anzeigen auszuführen, wie z. B. das Ausführen einer Geste entlang der Kanten einer Anzeige mit Berührungsfunktion. In Abhängigkeit von der Vorlese-Anwendung (engl. Screenreader) des Smartphones können Wischgesten ausgiebig genutzt werden, um sich durch die Steuerelemente und den Anzeigeninhalt zu bewegen. Die Gestenerkennung im Rahmen taktiler Braillezeilen ermöglicht z. B. eine Erhöhung der Geschwindigkeit der Handbewegung gegen Ende der Braillezeile, und die Interaktion setzt sich über gesprochene Rückmeldungen fort, nachdem die Hand von der berührungssensitiven taktilen Zeile entfernt wurde.

A.4.5 Menschen mit körperlichen Behinderungen

Das Ausführen von Gesten über Rehabilitationsroboter ermöglicht es schwerbehinderten Rollstuhlfahrern, den Einsatz des Roboters zu steuern und materielle Objekte zu beeinflussen. Hand- oder sogar Kopfgesten können die Beanspruchung beim Betrieb bestimmter Arten von Eingabegeräten mindern. Die Gestenform wird mit einem bestimmten Benutzer geübt, um das motorische Verhalten des Benutzers zu erfassen. In diesem Kontext wurde die (nicht sichtbare) Stärkung der Muskeln zur Gestensteuerung der Computereingabe verwendet. Das Erkennen solcher Gesten erfolgt typischerweise über biologische Signale, die auf der menschlichen Haut ermittelt werden.

A.5 Gesten bei der Robotersteuerung

A.5.1 Allgemeines

Die Anwendung gestenbasierter Controller zur Robotersteuerung folgt zum großen Teil den in Spiele-Controllern eingebauten Weiterentwicklungen. Deren Technologie ist ein Spiegelbild des Fortschreitens von tastaturbasierten Controllern zu handgeführten Controllern unter Einbeziehung komplexerer Berührungen. Aktuelle Roboter-Steuergeräte wenden viele derselben Funktionen und Konfigurationen wie spielebasierte Controller an.

Weitere technische Fortschritte ermöglichen eine komplexere gestenbasierte Steuerung, um Richtungsinformationen (z. B. Zeigen) durch die Verwendung überziehbarer (z. B. Datenhandschuh), handgeführter oder kameragestützter Technologie darzustellen.

Während Gesten zur Steuerung der Gesamtbewegung eines Roboters verwendet wurden, ermöglichen haptik- und gestenbasierte Steuerelemente eine detailgetreuere Steuerung der Bestandteile eines Roboters (z. B. Roboterarm). An dieser Stelle ermöglicht die Emulation der Bewegung und des Drucks eine natürliche Steuerung von Bewegungen wie dem Greifen, Anheben oder Eingießen.

Während davon ausgegangen wird, dass sich Gesten und die entsprechenden Fähigkeiten zum Erkennen von Gesten in ihrer Komplexität ständig weiterentwickeln, kann argumentiert werden, dass das Ziel der Robotersteuerung darin liegt, eine natürliche Erfahrung der Telepräsenz zu ermöglichen. Die Wahrnehmungen des Benutzers und die Verwendung einer Gestensteuerung sollten die Erfahrung einer First-Person-Steuerung ohne die Notwendigkeit eines wiederholten Übens möglich machen. Eine First-Person-Steuerung kann durch das Tragen einer Brille mit Anzeige sowie durch das Erkennen von Gesten mit einem Arm realisiert werden, um eine höhere Immersionsstufe zu erreichen, z. B. wenn ein entfernter Hebel bedient wird.

Während Gesten zu anderen Zwecken aus Gründen des Einübens (Rehabilitation oder Unterhaltung) Aufwand bedeuten können (z. B. ein Gefühl der Ermüdung), müssen Gesten für die Interaktion mit einem Roboter die Realität (z. B. Minimierung des kognitiven Aufwands) mit ihren physischen oder psychomotorischen Erfordernissen berücksichtigen. Gesten, die, wenngleich natürlich und feststellbar, physisch oder kognitiv aufwändig sind, müssen womöglich, obwohl für eine kurzzeitige Anwendung geeignet, für länger andauernde Tätigkeiten geändert werden.

Herausforderungen sind im Überfluss vorhanden und es ist wahrscheinlich, dass die Anwendung gestenbasierter Auslösereize in einen multisensorischen Kontext einschließlich Sprache eingebunden wird. Sprache würde z. B. ein intuitives und ergänzendes Mittel für die Übermittlung einer Botschaft wie der folgenden sein: „Gehe zum zweiten der drei geradeaus vor dir auf der linken Seite befindlichen Gebäude und verstecke dich mit dem Gesicht nach Osten an der südwestlichen Ecke.“ Blickerkennung wird wahrscheinlich gleichfalls integriert werden, so dass der Roboter sowohl die Ausrichtung des Kopfes als auch die blickbasierten Kameras nutzen wird, um gestische, gesprochene und videobasierte Auslösereize besser zu übersetzen. In diesem Kontext werden Gesten zur Anzeige der Richtung und von Bewegungen, wie z. B. „halt“, „gehe dorthin“ oder „komm her“, wahrscheinlich vorherrschen, so dass Benutzer und Roboter Beginn, Inhalt, Ende und Bedeutung einer bestimmten Geste mit geringstmöglichem Aufwand erkennen können.

A.6.1 Allgemeines

3-D-Gesten, die nicht durch handgeführte Endgeräte unterstützt werden, sind in der Umgebung eines intelligenten Hauses von Vorteil. Neben Mobiltelefonen und Tablet-PCs hinaus sind viele Endgeräte für die gestische Interaktion in einem intelligenten Haus geeignet.

A.6.2 Fernseher mit SMART-Funktion

Das Betreiben eines SMART-Fernsehers durch 3-D-Gesten verringert die Notwendigkeit, nach der Fernbedienung zu suchen. Gesten vor einem Fernseher mit einer Infrarot-Kamera können die Wahl des Kanals oder die Lautstärke steuern. Gesten mit dem Zeigefinger können zwischen einzelnen Menü-Optionen navigieren, während durch eine Geste mit dem Daumen eine Auswahl trifft. Falls sich mehrere Benutzer im Raum aufhalten, kann die Gesichtserkennung die eindeutige Identifizierung des Benutzers, der den Fernseher steuert, inmitten anderer Anwesender unterstützen.

A.6.3 Intelligente Sicherheitsgeräte

Ein Rauchmelder wird für einen bestimmten Zeitraum durch einen winkenden Arm ausgeschaltet, wenn das Kochen zu vorhersehbarer kurzzeitiger Rauchentwicklung führt. Diese Art von Messwertaufnehmer könnte des Weiteren mit anderen Arten von Sicherheitsmesswertaufnehmern verbunden sein, um z. B. Eindringlinge zu entdecken. Gestische Interaktion und insbesondere das Zeigen kann unterstützt werden, um das individuelle Ein-/Ausschalten einiger dieser Messwertaufnehmer voneinander zu unterscheiden.

ANMERKUNG Siehe z. B. ISO/IEC 27001 und ISO 39001 bezüglich Informationen zu den Begriffen „Sicherheit“ und „Schutz“.

A.6.4 Interaktion mit allgegenwärtigen Computervorgängen

Zur Steuerung der Intensität und der Farbe des Lichts ist die 3-D-gestische Interaktion gleichfalls geeignet. Das kann die Steuerung von Fensterverdunkelungen umfassen, da diese immer häufiger motorisiert sind.

Die Gestaltung von Gesten für intelligente Raumsysteme erfordert die Harmonisierung vieler Gestensätze, die für unterschiedliche, in einem Haus verbaute Endgeräte entwickelt wurden, denen sich der Benutzer aber womöglich nicht bewusst ist.

A.7 Gesten bei medizinischen Geräten

A.7.1 Allgemeines

Gesten in einem Operationssaal ermöglichen die Interaktion mittels einer anderen Modalität, die die Zahl der Unterbrechungen reduzieren kann, während eine Operation stattfindet. Die Steuerung medizinischer Geräte kann sehr gut mittels gesprochener Befehle integriert werden, erfordert jedoch eine Disambiguierung in Bezug auf die mit anderen Teammitgliedern gesprochenen Worte. Sorgfältig definierte Gestensätze vereinfachen die vielen Intentionen, die ein Operateur mit der Bewegung seiner Hände verbindet.

A.7.2 Verhindern einer Kontamination durch kontaktlose Gesten

Da die Kontaminierung steriler Hände unter allen Umständen zu vermeiden ist, löst eine rechtwinklige Handbewegung in der Luft das Durchsuchen medizinischer Bilder aus, die durch kontaktlose Fingergesten und das „Durchblättern“ mit der offenen Hand ausgewählt, größenverändert und geschwenkt werden können. Eine weitere Geste könnte festgelegt werden, um den Einsatz eines Mikroskops oder einer Linse ohne die Notwendigkeit des Berührens des Geräts zu ermöglichen. Durch gestische Interaktion wird zugleich die Zeit für das Vor- und Zurückbewegen zwischen Patient und Anzeige mit Berührungsfunktion eingespart.

Operateure werden das weithin bekannte „Gorilla-Arm-Syndrom“ (siehe Anmerkung in 5.1) nicht erleben, da ihre Hände zwischen Eingriff und Gestensteuerung hin und her wechseln. Auf diese Art kann eine Erschöpfung durch das länger anhaltende Wegstrecken der Arme vom Körper vermieden werden.

A.7.3 Endoskopische Geräteausstattung

Bei der endoskopischen Geräteausstattung kann eine Gestensteuerung die Bewegung der chirurgischen Instrumente einfacher modifizieren, als es durch direkte Beeinflussung möglich ist. Während die direkte Beeinflussung durch eine Krafterückmeldung unterstützt werden kann, bringen Gesten eine zusätzliche Funktionalität bei Instrumenten ein, ohne dass durch das Berühren einer Anzeige aus Menüs gewählt werden muss.

A.8 Gesten bei Kraftfahrzeugen

A.8.1 Verbessern der Fahrsicherheit

Gesten mit den Fingern können das Entfernen der Hände vom Lenkrad vermeiden und dadurch die Fahrsicherheit eines Fahrzeugs verbessern. Selbst wenn die Hände vom Lenkrad entfernt werden, um über einen größeren Betätigungsbereich zu verfügen, muss der Fahrer keinen in der Mittelkonsole angebrachten Steuerknopf erreichen, ohne diesen anzuschauen, oder eine Anzeige berühren, die ins Armaturenbrett des Fahrzeugs eingelassen ist. Solche Gesten wurden so gestaltet, dass sie eine Steuerung der Hilfsfunktionen des Fahrzeugs ermöglichen, selbst wenn der Fahrer durch gewisse Fahrmanöver in Anspruch genommen wird.

Ergonomische Anforderungen begrenzen die Leistungsfähigkeit einer Hand – eine Mindestanzahl von Fingern ist erforderlich, um das Lenkrad festzuhalten und eine ausreichende Kraft auf dieses auszuüben. Da das Fahren des Fahrzeugs die primäre Arbeitsaufgabe ist, vermeiden Hilfgesten einen hohen Aufmerksamkeitsgrad. Wie auch bei anderen Einstellungen besteht das Risiko einer Verwechslung der Geste mit anderen natürlichen Bewegungen. Ein gutes Beispiel für eine Geste in einem Fahrzeug ist das Tippen des Daumens auf den Mittel- oder Ringfinger. Ein schlechtes Beispiel ist das Tippen des kleinen Fingers auf den Daumen, was sich aufgrund der für die Hand geltenden ergonomischen Einschränkungen schwierig gestalten kann.

A.8.2 Fernzugang

Gesten auf einem mobilen Endgerät ermöglichen die Auswahl von Funktionen eines Fahrzeugs selbst von außerhalb des Fahrzeugs. Zum Beispiel kann der Fahrer die Rolle eines Dritten übernehmen, der vor dem Fahrzeug steht, um die Richtung der Frontscheinwerfer durch Gesten zu steuern.

Das Fahrzeug selbst wird zum Ziel gestischer Eingaben. Das Bewegen eines Fußes unterhalb der Rückseite des Fahrzeugs kann den Kofferraum öffnen, während beide Hände Gegenstände halten.

Die Steuerung von Gesten kann aus größerer Entfernung erfolgen, um Fahrzeugfunktionen zu steuern. Zum Beispiel kann das Heizungssystem von einem Fahrer gesteuert werden, der sich dem Fahrzeug zu Fuß nähert.

Anhang B (informativ)

Taxonomien zur Dokumentation von Gesten

B.1 Allgemeines

Bei der Vorbereitung einer Dokumentation für einen Gestensatz und dessen Gesten unterstützt eine Taxonomie die Einordnung der Gestenbefehle in eine Reihenfolge. Eine Taxonomie könnte zugleich die Lesbarkeit und Eindeutigkeit der verbalen Beschreibung jeder Geste verbessern und dadurch die Konsistenz erhöhen. Die folgenden Taxonomien beziehen sich auf verschiedene Bewegungen und unterschiedliche Gestensätze.

B.2 Einzel- und Mehrfachbewegungen

Strichgesten könnten nach den Berührungen je Strich und nach der Anzahl der Striche unterschieden werden. Bild B.1 beschreibt vier Kategorien: Single-Touch, Mehrfachstrich, Multi-Touch, sequentieller Multi-Touch.

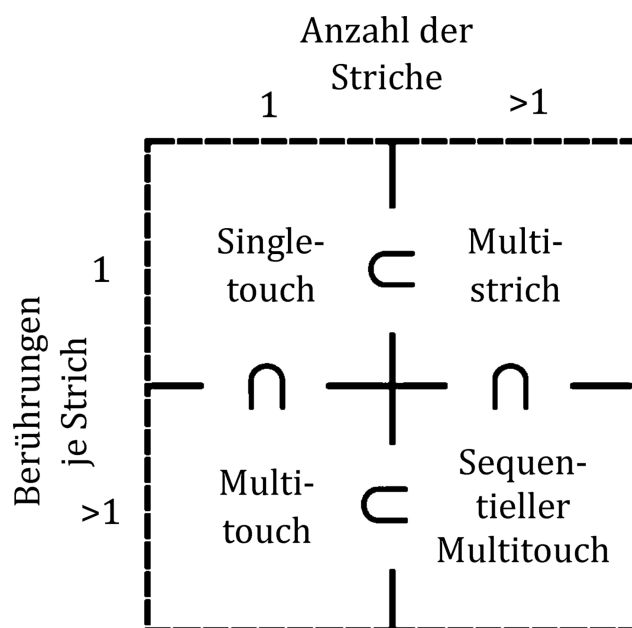


Bild B.1 — Taxonomie unter Einbeziehung von Strichen und Berührungen

B.3 Gestenschnittstellen

Gestenschnittstellen kommen in vielen Anwendungsbereichen vor, erfordern eine gewisse Grundlagentechnologie, erzeugen eine bestimmte Systemantwort und folgen einem gewissen Stil. Die folgende Auflistung ist eine weitergehende Beschreibung der Taxonomie durch die Bereitstellung mehrerer Instanzen.

- Anwendungsbereiche:
 - Desktop, mobil & überall vorhanden, allgegenwärtig, virtuelle und erweiterte Realität, Spiele, anpassungsfähige Techniken, Kommunikation, Unterhaltung, multimodale Interaktion;
- Grundlagentechnologien:
 - wahrnehmungstechnisch;
 - Sehen, Hören, Fernerkundung;
 - nicht wahrnehmungstechnisch;
 - Maus, Tastatur, Joystick, Datenhandschuhe, Stifte, reale Geräte, Oberflächen mit Berührungsfunktion;
- Systemantwort:
 - optische Anzeigen, Audioausgaben, CPU-Operationscode;
- Arten von Gesten:
 - deiktisch, Handbewegung, Beeinflussung, Formsignale, Gebärdensprache.

B.4 Taxonomie benutzerdefinierter Gesten

Tabelle B.1 beschreibt eine Taxonomie, die auf Form, Beschaffenheit, Anbindung und Ablauf einer Geste beruht und die auf Gesten, die durch Benutzer für bestimmte Arbeitsaufgaben festgelegt wurden, basiert.

Tabelle B.1 — Taxonomie benutzerdefinierter Gesten

Form	statische Pose	Handpose unverändert an einer Stelle
	dynamische Pose	Handpose wird an einer Stelle zusammengeführt
	statische Pose und Pfad	Handpose unverändert während sich Hand bewegt
	dynamische Pose und Pfad	Handpose verändert sich während sich Hand bewegt
	Ein-Punkt-Berührung	statische Pose mit einem Finger
	Ein-Punkt-Pfad	statische Pose und Pfad mit einem Finger
Beschaffenheit	symbolisch	Geste stellt visuell ein Symbol dar
	physisch	Geste agiert physisch an Objekten
	metaphorisch	Geste zeigt eine Metapher an
	abstrakt	gestenbezogene Abbildung ist frei gewählt
Anbindung	objektzentriert	Position in Bezug auf Objektmerkmale festgelegt
	umweltabhängig	Position in Bezug auf Umweltmerkmale festgelegt
	umweltunabhängig	Position kann Umweltmerkmale unbeachtet lassen
	gemischte Abhängigkeiten	umweltunabhängig plus eine andere
Ablauf	getrennt	Reaktion tritt nach dem Agieren des Benutzers ein
	kontinuierlich	Reaktion tritt während des Agierens des Benutzers ein

Literaturhinweise

- [1] ISO 1503, *Spatial orientation and direction of movement — Ergonomic requirements*
- [2] ISO 5776, *Graphic technology — Symbols for text correction*
- [3] ISO 9241-11:1998, *Ergonomics requiremetns for office work with visual display terminals (VDTs) — Part 11: Guidance on usability*
- [4] ISO 9241-16, *Ergonomics requiremetns for office work with visual display terminals (VDTs) — Part 16: Direct manipulation dialogues*
- [5] ISO 9241-110, *Ergonomics of human-system interaction — Part 110: Dialogue principles*
- [6] ISO 9241-171, *Ergonomics of human-system interaction — Part 171: Guidance on software accessibility*
- [7] ISO 9241-110, *Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centered design for interactive systems*
- [8] ISO 9241-400, *Ergonomics of human-system interaction — Part 400: Principles and requirements for physical input devices*
- [9] ISO 9241-910, *Ergonomics of human-computer interaction — Part 910: Framework for tactile and haptic interaction*
- [10] ISO 9241-920, *Ergonomics of human-computer interaction — Part 920: Guidance on tactile and haptic interactions*
- [11] ISO 9241-940²⁾, *Ergonomics of human-computer interaction — Part 940: Evaluation of tactile and haptic interactions*
- [12] ISO 11228-3, *Ergonomics — Manual handling — Part 3: Handling of low loads at high frequency*
- [13] ISO/IEC 14754, *Information technology — Pen-based interfaces — Common gestures for text editing with pen-based systems*
- [14] ISO/IEC 27001, *Information technology — Security techniques — Information security management systems — Requirements*
- [15] ISO/IEC 30113 series, *Information technology — User interface — Gesture-based interfaces across devices and methods — Part 1: Framework*
- [16] ISO 39001, *Road traffic safety (RTS) management systems — Requirements with guidance for use*
- [17] Karam, M. and Schraefel, M. C.; 2005. A taxonomy of gestures in human computer interactions. Univ. of Southhampton, 45p.

²⁾ Wird in Kürze veröffentlicht.

- [18] Nielsen, M.; Störring, M.; Moeslund T. B. and Granum, E.; 2004. A Procedure for Developing Intuitive and Ergonomic Gesture Interfaces for HCI, in Gesture-Based Communication in Human-Computer Interaction, LNCS, 2004, Volume 2915/2004, 409-420, DOI: 10.1007/978-3-540-24598-8_38.
- [19] Rubine, D.; 1992. Combining Gestures and Direct Manipulation. In Proceedings of Computer- Human Interaction, 659-660.
- [20] Saffer, D.; 2008. Designing Gestural Interfaces: Touchscreens and Interactive Devices
- [21] Weber, G.; 1987. Gestures as a means for the blind to interact with a computer. In Bullinger, H.-J. (ed.) Human-Computer Interaction INTERACT'87, North Holland: Amsterdam, 593-595.
- [22] Wobbrock, J. O.; Wilson, A. D.; Yang Li, Y.; 2007. Gestures without libraries, toolkits or training: a \$1 recognizer for user interface prototypes. UIST, 159-168.
- [23] Wobbrock, J.O.; Morris, M. R. and Wilson, A. D.; 2009. User defined gestures for surface computing. In CHI '09: Proceedings of the 27 international conference on Human factors in computing systems, New York, NY, USA, ACM, 1083-1092.
- [24] Wright, M.; Cassidy, R.; Zbyszynski, M.; 2004. Audio and Gesture Latency Measurements on Linux and OSX, Proc. International Music Conference, Miami, FL, USA, 423-429.
- [25] Zhai, S.; Kristensson, P. O.; Appert, C.; Andersen, T.H. and Cao X., Foundational Issues in Touch-Screen Stroke Gesture Design - An Integrative Review. Foundations and Trends in Human-Computer Interaction, Now Publishers, 2012, 5 (2), 97-205.