

DIN EN ISO 9241-910:2011-11 (D)

Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 910: Rahmen für die taktile und haptische Interaktion (ISO 9241-910:2011); Deutsche Fassung EN ISO 9241-910:2011

| Inhalt | Seite |
|---|-------|
| Vorwort | 5 |
| Einleitung | 7 |
| 1 Anwendungsbereich | 8 |
| 2 Begriffe | 8 |
| 3 Einführung in die Haptik | 10 |
| 4 Erforschung der haptischen Wahrnehmung des Menschen | 11 |
| 4.1 Bedeutung des haptischen Sinns..... | 11 |
| 4.2 Haptische Wahrnehmung und Gesichtssinn..... | 12 |
| 4.2.1 Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen haptischer Wahrnehmung und Gesichtssinn | 12 |
| 4.2.2 Kollokation des visuellen und haptischen Raums | 12 |
| 4.2.3 Schlussfolgerungen für haptische Anzeigen | 13 |
| 4.3 Manuelle Erkundung von Objekten | 13 |
| 4.4 Training in Erkundungsprozeduren | 13 |
| 4.5 Die Schwierigkeit, mit der haptischen Wahrnehmung einen Überblick über einen Vorgang zu erhalten..... | 13 |
| 4.6 Physikalische Mindeststimulation: absolute Reizschwellen | 14 |
| 4.7 Für die Wahrnehmung erforderliche Mindestunterschiede | 14 |
| 4.8 Wahrnehmung geometrischer Eigenschaften von Objekten..... | 14 |
| 4.9 Wahrnehmung der Masse..... | 14 |
| 4.10 Wahrnehmung der Materialeigenschaften..... | 15 |
| 4.11 Anzahl und Größe der Kontaktflächen in taktilen/haptischen Geräten | 15 |
| 4.12 Zusammenfassung..... | 15 |
| 5 Verwendung taktiler/haptischer Interaktionen | 16 |
| 5.1 Allgemeines | 16 |
| 5.2 Zugänglichkeit | 16 |
| 5.3 Desktop-Interaktionen..... | 17 |
| 5.4 Mobile Interaktionen..... | 17 |
| 5.5 Robotertechnik | 18 |
| 5.6 Medizinische Anwendungen | 18 |
| 5.7 Spiele | 19 |
| 5.8 Kunst und Kreativität | 20 |
| 5.9 Multimodale Anwendungen und Simulatoren | 20 |
| 6 Gestaltung taktiler/haptischer Interaktionen | 21 |
| 6.1 Gestaltungsrichtlinien für taktile/haptische Interaktion..... | 21 |
| 6.1.1 Benutzerorientierte Gestaltung..... | 21 |
| 6.1.2 Gestaltung individueller Interaktionen..... | 21 |
| 6.1.3 Gestaltung taktiler/haptischer Schnittstellen | 21 |
| 6.2 Gestalten des taktilen/haptischen Raums | 22 |
| 6.2.1 Allgemeines | 22 |
| 6.2.2 Gestalten des logischen Raums | 22 |
| 6.2.3 Gestalten des physikalischen Raums | 22 |
| 6.3 Adressierbarkeit und Auflösung in der taktilen/haptischen Interaktion | 23 |
| 6.3.1 Allgemeines | 23 |
| 6.3.2 Taktile/haptische Adressierbarkeit der Ausgabe..... | 23 |
| 6.3.3 Taktile/haptische Auflösung der Eingabe..... | 24 |
| 6.3.4 Taktile/haptische Auflösung und deren Beziehung zur taktilen/haptischen Adressierbarkeit | 24 |

| | | |
|--------|--|----|
| 7 | Durch den Benutzer eingeleitete interaktive Elementaraufgaben | 25 |
| 7.1 | Allgemeines | 25 |
| 7.2 | Suchen | 25 |
| 7.3 | Überblick verschaffen | 25 |
| 7.4 | Navigieren..... | 26 |
| 7.5 | Markieren | 26 |
| 7.6 | Auswählen | 26 |
| 7.6.1 | Allgemeines | 26 |
| 7.6.2 | Objekt- oder Funktionsauswahl | 26 |
| 7.6.3 | Auswahl der Gruppe..... | 27 |
| 7.6.4 | Auswahl des Raums | 27 |
| 7.6.5 | Auswahl der Systemeigenschaft..... | 27 |
| 7.7 | Betätigen..... | 27 |
| 7.7.1 | Allgemeines | 27 |
| 7.7.2 | Zoomfunktion | 27 |
| 7.7.3 | Neuausrichtung..... | 27 |
| 7.7.4 | Verschieben..... | 27 |
| 7.7.5 | Dimensionierung..... | 27 |
| 7.7.6 | Betrachtung von charakteristischen Eigenschaften..... | 28 |
| 7.7.7 | Erstellen und Löschen | 28 |
| 7.7.8 | Verändern von charakteristischen Eigenschaften (charakteristische Eigenschaften und Beziehungen) | 28 |
| 8 | Taktile/haptische Interaktionselemente | 28 |
| 8.1 | Allgemeines | 28 |
| 8.2 | Taktile/haptische funktionale Effekte | 28 |
| 8.2.1 | Allgemeines | 28 |
| 8.2.2 | Aktivierung und Deaktivierung von Effekten | 28 |
| 8.2.3 | Kraftvektor | 29 |
| 8.2.4 | Kraftfeld | 29 |
| 8.2.5 | Federeffekt..... | 29 |
| 8.2.6 | Dämpfungseffekt..... | 29 |
| 8.2.7 | Masseneffekt | 29 |
| 8.2.8 | Temperaturfeld..... | 29 |
| 8.3 | Taktile/haptische Eigenschaften von Objekten | 29 |
| 8.3.1 | Objekteigenschaften | 29 |
| 8.3.2 | Allgemeine Objekteigenschaften | 30 |
| 8.3.3 | Oberflächeneigenschaften..... | 30 |
| 8.4 | Steuerelemente | 31 |
| 8.4.1 | Elemente mit haptischer Rückmeldung | 31 |
| 8.4.2 | Elemente ohne haptische Rückmeldung | 31 |
| 8.5 | Verwendung von Mehrpunkt-Kontaktschnittstellen | 31 |
| 8.6 | Kombinieren von Elementen und Effekten | 32 |
| 8.7 | Unterscheidbarkeit | 32 |
| 9 | Der Bereich der taktilen/haptischen Schnittstellengeräte..... | 32 |
| 9.1 | Allgemeines | 32 |
| 9.2 | Auswahlkriterien | 32 |
| 9.2.1 | Mobilität | 32 |
| 9.2.2 | Geräte-Körper-Schnittstelle..... | 33 |
| 9.2.3 | Freiheitsgrade (en.: Degrees of freedom (DOF)) | 33 |
| 9.2.4 | Maximale Steifheit..... | 34 |
| 9.2.5 | Bewegungsbereich | 35 |
| 9.2.6 | Kraft und Drehmoment..... | 35 |
| 9.2.7 | Freiraum-Bewegungswiderstand | 36 |
| 9.2.8 | Trägheit..... | 37 |
| 9.2.9 | Spitzenbeschleunigung | 37 |
| 9.2.10 | Reibung..... | 37 |
| 9.2.11 | Zeitliche Parameter..... | 38 |
| 9.2.12 | Umgebungsfaktoren | 39 |
| 9.2.13 | Sicherheit..... | 40 |
| 9.2.14 | Überlegungen zur Körperhaltung | 41 |
| 9.2.15 | Adaptierbarkeit..... | 42 |

| | |
|--|-----------|
| 9.2.16 Wiedergabetreue | 43 |
| Anhang A (informativ) Taktile Geräte | 44 |
| A.1 Allgemeines | 44 |
| A.2 Vibrierendes Funkmeldegerät/Telefon | 44 |
| A.3 Taktile Linear-Aktuator | 44 |
| A.4 Vibrierender Handheld-Controller | 45 |
| A.5 Anzeigen mit Stiftanordnung | 45 |
| A.6 Shear-Displays | 46 |
| A.7 Vibrierende Westen und Gürtel | 46 |
| A.8 Thermische Geräte | 47 |
| A.9 Elektrische Geräte | 47 |
| Anhang B (informativ) Taktile/haptische Force-Feedback-Geräte | 48 |
| B.1 Allgemeines | 48 |
| B.2 Haptische Geräte mit Reglerhandgriff | 48 |
| B.3 Force-Feedback Joysticks | 48 |
| B.4 Force-Feedback Lenkräder und Pedale | 49 |
| B.5 Auf einem Punkt basierende haptische Geräte | 50 |
| B.6 Auf einem Griffel beruhende haptische Geräte | 51 |
| B.7 Auf einer Hand beruhende haptische Geräte | 51 |
| B.8 Force-Feedback Maus | 52 |
| Anhang C (informativ) Physiologie der haptischen Wahrnehmung | 53 |
| C.1 Somatosensorisches System | 53 |
| C.2 Sensoren des Tastsinns | 54 |
| C.2.1 Allgemeines | 54 |
| C.2.2 Mechanorezeptoren | 54 |
| C.2.3 Thermorezeptoren | 54 |
| C.2.4 Nozizeptoren | 55 |
| C.2.5 Chemorezeptoren | 55 |
| C.2.6 Elektrotaktile Stimulation | 55 |
| C.3 Kinästhetische Sensoren | 56 |
| C.3.1 Allgemeines | 56 |
| C.3.2 Kinästhetische Rezeptoren | 56 |
| C.3.3 Differenzielle Wahrnehmbarkeitsschwelle (en.: Just noticeable difference (JND)) | 56 |
| C.3.4 Kinästhetisches Empfindungsvermögen | 56 |
| C.4 Sensorisch-motorische Steuerung | 57 |
| Literaturhinweise | 59 |