DIN EN ISO 9241-920:2027-01 (D)

Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 920: Taktile und haptische Interaktionen (ISO 9241-920:2024); Deutsche Fassung EN ISO 9241-920:2024

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 7

Vorwort 8

Einleitung 9

1 Anwendungsbereich 10

2 Normative Verweisungen 10

3 Begriffe 10

4 Anwendung von ISO 9241-920 12
4.1 Empfehlungen 12
4.2 Konformität 12

5 Taktile/haptische Eingaben, Ausgaben und/oder Kombinationen 12
5.1 Allgemeine Anleitung zu taktilen/haptischen Eingaben, Ausgaben und/oder Kombinationen 12
5.1.1 Leistungsoptimierung 12
5.1.2 Bereitstellung barrierefreier Informationen zu taktilen/haptischen Elementen 13
5.1.3 Bereitstellung von Kontextinformationen 13
5.1.4 Feststellung des Systemzustands 13
5.1.5 Ermüdungsminimierung 13
5.1.6 Bereitstellung alternativer Eingabeverfahren 14
5.1.7 Aufrechterhaltung der Kohärenz zwischen Modalitäten 14
5.1.8 Kombination von Modalitäten 15
5.1.9 Darstellung realistischer Erfahrungen 15
5.1.10 Trennung einzelner Schnittstellenelemente 15
5.2 Beabsichtigte Individualisierung 16
5.2.1 Ermöglichung der Änderung der Modalitäten durch den Benutzer 16
5.2.2 Ermöglichung des Umgehens einer Kraftrückmeldung 16
5.2.3 Steuerung der Kraftrückmeldung 16
5.2.4 Anzeige zur Kraftrückmeldung 16
5.2.5 Ermöglichung der Begrenzung der Kraftrückmeldung durch den Benutzer 16
5.2.6 Ermöglichung der Individualisierung taktiler/haptischer Parameter durch den Benutzer 16
5.3 Unbeabsichtigte Wahrnehmungen des Benutzers 17
5.3.1 Einschränkung der akustischen Ausgabe einer taktilen/haptischen Anzeige 17
5.3.2 Begrenzung des Wärmezuwachses von Kontaktflächen 17
5.3.3 Vermeidung sensorischer Anpassung 17
5.3.4 Erholung von sensorischer Anpassung 18
5.3.5 Vermeidung unbeabsichtigter Wahrnehmungstäuschungen 18
5.3.6 Verhinderung zeitlicher Verdeckung 18

6 Attribute taktiler und haptischer Informationskodierungen 18
6.1 Übergeordnete Anleitung zur taktilen/haptischen Informationskodierung 18
6.1.1 Anwendung vertrauter taktiler/haptischer Muster 18
6.1.2 Taktile/haptische Kodierungen durchschaubar machen 18
6.1.3 Übereinstimmung mit Benutzererwartungen 19
6.1.4 Nutzung sensorischer Substitution 19
6.1.5 Verwendung einer geeigneten räumlichen Adressierbarkeit und Auflösung 19
6.1.6 Verwendung eines taktilen scheinbaren Orts 19

6.1.7 Taktile Anzeige mit hoher räumlicher Auflösung 19
6.1.8 Nutzung einer höheren Adressierbarkeit für geschulte Benutzer 20
6.1.9 Verwendung einer taktilen scheinbaren Bewegung 20
6.1.10 Verhinderung räumlicher Maskierung 20
6.2 Anleitung zu spezifischen taktilen/haptischen Attributen zur Informationskodierung 20
6.2.1 Auswählen der Eigenschaften für die Informationskodierung 20
6.2.2 Unterscheidung zwischen Attributwerten 22
6.2.3 Begrenzung der Anzahl von Attributwerten 22
6.2.4 Kombination von Eigenschaften 22
6.2.5 Begrenzung der Komplexität 22
6.2.6 Kodierung durch Objektform 22
6.2.7 Informationskodierung durch zeitliche Muster 22
6.2.8 Informationskodierung mit Hilfe von Vibrationsamplituden 23
6.2.9 Informationskodierung durch Vibrationsfrequenz 23
6.2.10 Kodierung durch Körperstellen 23
6.2.11 Kodierung durch Temperatur 23
6.2.12 Kodierung durch Wärmeleitfähigkeit 23
6.2.13 Feststellung von Informationswerten 24
6.2.14 Informationskodierung mit Hilfe von elektrotaktilen Amplituden 24
6.2.15 Informationskodierung durch die elektrotaktile Frequenz 24
6.2.16 Wellenform für elektrotaktile Rückmeldungen 24
6.2.17 Polarität der elektrotaktilen Ausgabe 24

7 Inhaltsspezifische taktile/haptische Kodierung 25
7.1 Kodierung und Darstellung von Textdaten 25
7.1.1 Geschwindigkeit der Textdarstellung 25
7.1.2 Gestaltung der Textdarstellung 25
7.1.3 Darstellung der Textform 25
7.1.4 Oberflächenkontrast der Textdarstellung 25
7.1.5 Größe der Textdarstellung 25
7.2 Kodierung und Darstellung von Daten durch Haptifizierung von Informationen 25
7.2.1 Anzeige von Informationen in Form von taktilen/haptischen Graphiken 25
7.2.2 Komplexität bei der Haptifizierung von Informationen 26
7.2.3 Aufrechterhaltung der Orientierung bei der Haptifizierung von Informationen 26
7.2.4 Wahrnehmbarkeit bei der Haptifizierung von Informationen 26
7.2.5 Unterscheidbarkeit der Textur bei der Haptifizierung von Informationen 26
7.2.6 Konsistenz bei der Haptifizierung von Informationen 26
7.2.7 Kombination von Text und Graphiken bei der Haptifizierung von Informationen 27
7.2.8 Erlernbarkeit der Haptifizierung von Informationen 27
7.2.9 Verwendung von Gittern bei taktilen/haptischen Diagrammen 27
7.2.10 Verwendung von Orientierungspunkten auf taktilen/haptischen Karten 27
7.2.11 Bereitstellung von Maßstäben für taktile/haptische Karten 27
7.3 Kodierung und Verwendung von Steuerungselementen 27
7.3.1 Verwendung taktiler/haptischer Steuerungselemente 27
7.3.2 Nutzung von Größe und Abständen der Steuerungselemente zur Vermeidung einer versehentlichen Aktivierung 28
7.3.3 Verwendung von Elektroden 28
7.3.4 Vermeidung schwieriger Steuerungsaktionen 28
7.3.5 Nutzung von Kraft zur Vermeidung einer versehentlichen Aktivierung 28
7.3.6 Unterstützung der Sicherheit von Benutzern 28
7.3.7 Interaktion mit virtuellen Steuerungselementen 29

8 Gestaltung taktiler/haptischer Objekte und Räume 30
8.1 Taktile/haptische Anzeigeräume 30
8.1.1 Leichtigkeit der Wahrnehmung mehrerer taktiler/haptischer Objekte 30
8.1.2 Leichtigkeit des Erkennens benachbarter taktiler/haptischer Objekte 30
8.1.3 Aufrechterhaltung der Trennung zwischen Objektoberflächen 30
8.1.4 Trennung taktiler/haptischer Elemente 31
8.1.5 Verwendung einheitlicher Beschriftungen 31

8.1.6 Gestaltung taktiler/haptischer Beschriftungen ... 31
8.1.7 Vermeidung leerer Räume ... 31
8.1.8 Vermeidung von Volumengrenzen ... 31
8.1.9 Vermeidung des Herausfallens aus dem taktilen/haptischen Raum ... 31
8.2 Objekte ... 32
8.2.1 Verwendung geeigneter Objektgrößen ... 32
8.2.2 Erzeugung taktiler/haptischer Symbole aus visuellen Symbolen ... 32
8.2.3 Unterscheidung taktiler/haptischer Symbole ... 32
8.2.4 Winkel taktiler/haptischer Objekte ... 32
8.2.5 Ecken taktiler/haptischer Objekte ... 33
9 Interaktion ... 33
9.1 Navigieren im taktilen/haptischen Raum ... 33
9.1.1 Bereitstellung von Navigationsinformationen ... 33
9.1.2 Unterstützung der Pfadplanung ... 33
9.1.3 Bereitstellung gut gestalteter Pfade ... 33
9.1.4 Leichte Ermittlung und Erkennung von Orientierungspunkten ... 33
9.1.5 Bereitstellung geeigneter Navigationstechniken ... 33
9.1.6 Bereitstellung von Navigationshilfen ... 33
9.1.7 Verstehen des taktilen/haptischen Raums ... 34
9.1.8 Unterstützung von Erkundungsstrategien (-verfahren) ... 34
9.2 Neukonfigurierung ... 34
9.2.1 Neukonfigurierung des taktilen/haptischen Raums ... 34
9.2.2 Vom System initiierte Neukonfigurierung ... 34
9.2.3 Aufrechterhaltung der Orientierung des Benutzers bei einer Neukonfigurierung ... 35
9.3 Interaktionstechniken ... 35
9.3.1 Umsetzen von Interaktionstechniken ... 35
9.3.2 Vermeidung unbeabsichtigter Schwingungen ... 35
Literaturhinweise ... 37

Tabellen

Tabelle 1 — Maximal empfohlene Betätigungskräfte oder Betätigungsmomente für Stellglieder zur manuellen Steuerung ... 29