

Inhaltsverzeichnis

Teil I User Interface Engineering

1	User Interface Engineering: Einleitung	3
1.1	Historische Entwicklung	6
1.2	Kontext der Softwareentwicklung	10
1.2.1	Vertragsentwicklung	11
1.2.2	Produktentwicklung	12
1.2.3	Entwicklung innerhalb eines Unternehmens	13
1.2.4	Positionierung von Usability und User Experience	14
1.2.5	User Interface Engineering und Agile Softwareentwicklung	15
1.3	Phasen der Entwicklung	16
1.3.1	Analyse	16
1.3.2	Anforderungen	18
1.3.3	Spezifikation und Design	19
1.3.4	Umsetzung der entworfenen Lösungen	20
1.4	User Experience Design	22
1.4.1	Emotionen	26
1.4.2	Komponenten der UX	27
1.4.3	Beispiele für UX Design	29
1.4.4	Zusammenfassung	31
1.5	Szenariobasierte Entwicklung	32
1.6	Contextual Design	34
1.7	Partizipative Entwicklung und Living Labs	35
1.8	Beobachtungen, Befragungen und Workshops	39
1.8.1	Beobachtungen	39
1.8.2	Befragungen	40
1.8.3	Workshops in der Analyse und Evaluierung	41
1.9	Werkzeuge für das User Interface Engineering	42
1.10	Zusammenfassung	43

2 Anforderungsanalyse	45
2.1 Initiale Aufgaben- und Prozessanalyse	47
2.2 Vertiefte Analyse von Aufgaben und Prozessen	52
2.2.1 Beobachtungen	55
2.2.2 Interviews	63
2.2.3 Schriftliche Befragungen	66
2.2.3.1 Organisatorische Vorbereitung der Befragung	66
2.2.3.2 Gestaltung von Fragebögen	68
2.2.3.3 Auswertung von Befragungen	69
2.2.3.4 Generelle Fragebögen	70
2.2.3.5 Befragung mittels E-Mail oder mittels web-basiertem Formular	73
2.2.4 Die Rolle von Entwicklungspartnern	73
2.2.5 Diskussion	74
2.3 Repräsentation der Analyseergebnisse	74
2.3.1 Repräsentation mittels Szenarien	75
2.3.2 Hierarchische Aufgabenanalyse	78
2.3.3 Prozessmodellierung und Workflow-Management	80
2.3.4 Validierung von Anforderungen	84
2.3.5 Verbreitung der Ergebnisse	85
2.4 Benutzeranalyse	85
2.4.1 Identifikation relevanter Gruppen von Benutzern	86
2.4.2 Aspekte der Benutzeranalyse	89
2.4.3 Personas: Fiktive Benutzer	90
2.5 Rahmenbedingungen	94
2.5.1 Direkte Vorgaben	95
2.5.2 Unscharfe Vorgaben	95
2.6 Ethnografische Studien	96
2.7 Definition von Anforderungen	99
2.7.1 Tätigkeiten bei der Definition von Anforderungen	100
2.7.2 Klassifikation von Anforderungen	102
2.7.3 Qualität von Anforderungsdokumenten	103
2.7.4 Szenariobasierte Beschreibung von Anforderungen	104
2.7.5 Quantitative Anforderungen	106
2.7.6 Änderungen von Anforderungen	107
2.8 Zusammenfassung	108
3 Der Designprozess	111
3.1 Charakterisierung des Designprozesses	112
3.2 Sketching	115
3.2.1 Manuelle Skizzen versus computergenerierte Layouts	115
3.2.2 Integration von manuellen Skizzen und computergestütztem Prototyping	116
3.2.3 Verwendung von Storyboards	117
3.2.4 Informationsdesign	118

3.2.5	Erstellung von Wireframes	119
3.3	Prototypen	120
3.3.1	Papier-Prototypen	123
3.3.2	Erstellung und Nutzung von Papier-Prototypen	124
3.3.3	Integration anderer Methoden des User Interface Engineerings	125
3.3.4	Video Prototyping	125
3.3.5	Wizard of Oz Prototyping	126
3.3.6	Physische Prototypen	128
3.4	Fallbeispiel 1: Prototyping für die Exploration geografischer Daten .	129
3.5	Fallbeispiel 2: Operationsplanung	130
3.6	Fallbeispiel 3: Prototyping eines verbesserten User Interfaces einer Angiografieanlage	133
3.7	Werkzeuge für das Prototyping	138
3.7.1	Anforderungen an Prototyping-Werkzeuge	138
3.7.2	Klassische Prototyping-Werkzeuge	140
3.7.3	Neuere Prototyping-Werkzeuge	141
3.7.4	Werkzeuge für das integrierte Prototyping von physischen und digitalen Komponenten	146
3.8	Zusammenfassung	148
4	Evaluierung von User Interfaces	151
4.1	Formale Evaluierung	152
4.2	Inspektionsmethoden	154
4.2.1	Heuristische Evaluierung	155
4.2.2	Cognitive Walkthrough	158
4.2.3	Zusammenfassung	159
4.3	Einführung in die Empirische Evaluierung	160
4.3.1	Arten empirischer Evaluierungen	160
4.3.2	Formative und summative Evaluierungen	162
4.3.3	Studiendesign	163
4.3.4	Usability Laboratories	165
4.3.5	Empirische Evaluierung subjektiver Kriterien	166
4.3.6	Qualitätskriterien für Benutzerstudien	169
4.4	Vorbereitung empirischer Evaluierungen	170
4.4.1	Auswahl von Testaufgaben	171
4.4.2	Ziele und Hypothesen	171
4.4.3	Beteiligte Personengruppen	172
4.4.4	Weitere Aspekte der Vorbereitung	173
4.5	Statistische Aspekte bei der Planung und Auswertung von Evaluierungen	174
4.5.1	Abschätzung der notwendigen Anzahl an Testpersonen für heuristische Evaluierungen	174
4.5.2	Statistische Auswertung	178
4.5.3	Der χ^2 -Test	184

4.5.4	Statistische Auswertung ordinaler Daten	186
4.5.5	Effektgröße	187
4.5.6	Werkzeuge für die Auswertung von Testdaten	190
4.5.7	Zusammenfassung	191
4.6	Evaluierung der UX	191
4.7	Kritische Sicht auf Evaluierungen	195
4.8	Auswertung	196
4.8.1	Strukturierung von Usability Reports	198
4.8.2	Usability Reports aus Sicht der Software-Entwickler	200
4.9	Zusammenfassung	201
5	Styleguides im User Interface Engineering	205
5.1	Firmen- und plattformspezifische Richtlinien	206
5.2	Erstellung von Styleguides	208
5.3	Inhalt und Struktur von Styleguides	211
5.3.1	Strukturierung	211
5.3.2	Richtlinien zur Verwendung von Icons	213
5.4	Validierung und Verifikation	216
5.5	Einführung von Styleguides	217
5.6	Veränderungen von Styleguides	218
5.7	Beispiele	219
5.7.1	Webdesign	219
5.7.2	Medizinische Anwendungen	220
5.7.3	Weitere Anwendungen	223
5.8	UX Styleguides	226
5.9	Zusammenfassung	228

Teil II 3D-Interaktion

6	Einführung in die 3D-Interaktion	231
6.1	Leitszenarien	233
6.1.1	Touristische Nutzung von 3D-Stadt- und Terrainmodellen	233
6.1.2	Geometrische Modellierung im Design und in der Architektur	235
6.1.3	Komplexe industrielle Planungs- und Entwurfsprozesse	236
6.1.4	3D-Patientenmodelle für die Therapieplanung	237
6.2	Begriffe	237
6.2.1	Ein- und Ausgabegeräte	244
6.2.2	3D Widgets	245
6.2.3	Virtual und Augmented Reality	246
6.2.4	Erfolgsfaktoren	250
6.3	Bibliotheken, Toolkits und Technologien	251
6.3.1	Grafikbibliotheken	252
6.3.2	Tools für die web-basierte 3D-Interaktion	257
6.3.3	Werkzeuge für AR und VR	259

6.4	Tiefenhinweise in realen und virtuellen Welten	260
6.4.1	Tiefenhinweise in computergenerierten Bildern	263
6.4.2	Gestalterische Tiefenhinweise	266
6.4.3	Evaluierung von Tiefenhinweisen	270
6.5	Orientierung und Navigation	274
6.5.1	Nutzung visueller Informationen	275
6.5.2	Nutzung nicht-visueller Informationen	277
6.6	Beidhändige 3D-Interaktion	279
6.7	Metaphern für die 3D-Interaktion	280
6.8	Zusammenfassung	283
7	Ein- und Ausgabegeräte für die 3D-Interaktion	285
7.1	3D-Eingabegeräte	287
7.1.1	Kriterien	287
7.1.2	3D-Mäuse	289
7.1.3	Tracking-basierte Eingabe	293
7.1.4	Handgehaltene Eingabegeräte	294
7.1.5	Datenhandschuhe und Finger-Tracking	297
7.1.6	Leap Motion	299
7.1.7	Gestenbasierte Eingabe mit der Wiimote	299
7.1.8	Tracking auf Basis von Tiefenkameras	302
7.1.9	Evaluierung von Eingabegeräten	304
7.2	Stereoskopische und autostereoskopische Displays	306
7.2.1	Stereodarstellungen	307
7.2.2	Stereodarstellungen mit dem z-Space-System	310
7.2.3	Autostereoskopische Darstellungen	312
7.2.4	Evaluierung von Stereoeffekten	315
7.2.5	Volumetrische und holografische Displays	315
7.2.6	Zusammenfassung	316
7.3	Force Feedback-Geräte	317
7.4	Semi-Immersive und immersive VR-Umgebungen	322
7.4.1	Semi-Immersive VR-Umgebungen	322
7.4.2	Displays für immersive VR	324
7.4.3	Cave Automatic Virtual Environment	326
7.4.4	Kuppelprojektionen	331
7.4.5	Anwendungen der Kuppelprojektion	333
7.5	Displays für Augmented Reality	335
7.5.1	Optische See-Through Displays	336
7.5.2	Video See-Through Displays	336
7.5.3	Google Glass	337
7.6	Zusammenfassung	337

8	Grundlegende 3D-Interaktionen	339
8.1	Entwurf von 3D Widgets	340
8.1.1	Visuelle Gestaltung	341
8.1.2	Platzierung und Sichtbarkeit von 3D Widgets	342
8.2	Selektion	343
8.2.1	Erweiterungen des Raycastings	345
8.2.2	Erweiterungen der Selektion in VR-Umgebungen	348
8.2.3	Feedback	352
8.2.4	Evaluierung von Selektionstechniken	353
8.3	Objektplatzierung	353
8.3.1	Arten der Objektplatzierung	354
8.3.2	Eingeschränkte Objektplatzierung	355
8.3.3	Anwendungen	359
8.4	Skalierung und Rotation von Objekten	364
8.5	Rotation der virtuellen Kamera	366
8.5.1	Virtueller Trackball	367
8.5.2	Rotation mit dem Two-Axis Valuator	369
8.5.3	Vergleich der Methoden	370
8.5.4	Orientierungsanzeige	373
8.6	Touch-basierte Platzierung und Rotation von 3D-Objekten	373
8.7	Navigation in virtuellen Welten	375
8.7.1	Navigationsaufgaben	378
8.7.2	Navigationshinweise	380
8.7.3	Geschwindigkeitssteuerung	384
8.7.4	Beschränkte Navigation	386
8.7.5	Automatische Tourgenerierung	388
8.7.6	Selbstdefinierte Pfade	389
8.8	3D Widgets zur Systemsteuerung	390
8.8.1	Kommandoeingabe	390
8.8.2	Texteingabe in virtuellen Umgebungen	391
8.8.3	3D-Menüs	391
8.8.4	Kreisförmige Menüs	393
8.9	Zusammenfassung	396
9	Fortgeschrittene 3D-Interaktionen und Anwendungen	399
9.1	Exploration von 3D-Daten	400
9.1.1	Einfügen und Manipulieren von Schnittebenen	401
9.1.2	Linsen, Cutaways und Ghostviews	404
9.1.3	Explosionsdarstellungen	408
9.2	Erstellung komplexer Objektformen	409
9.2.1	Modellierung mit Bezier- und Splineflächen	410
9.2.2	Sketching	414
9.2.3	Architektonische Modellierung	419
9.2.4	Virtuelle Resektion	422
9.3	Anwendungen der Navigation	425

9.3.1	Navigation in 3D-Stadtmodellen	425
9.3.2	Navigation in der virtuellen Endoskopie	427
9.3.3	Navigation in VR	430
9.4	Annotation von 3D-Modellen	434
9.4.1	Annotation von 3D-Stadt- und Terrainmodellen	437
9.4.2	Dynamische Anpassungen	439
9.4.3	Annotation in immersiven VR-Umgebungen	441
9.5	Interaktive Vermessung in virtuellen Welten	443
9.5.1	Distanzmessung	444
9.5.2	Größenabschätzung	445
9.5.3	Winkelmessung	446
9.5.4	Vermessung in VR	448
9.6	Fallbeispiele	448
9.6.1	Medizinische Lern- und Trainingssysteme	449
9.6.2	VR-Anwendungen	451
9.7	Zusammenfassung	455

Teil III Natural User Interfaces

10	Natürliche und gestische Interaktion	461
10.1	Natural User Interfaces: Einführung und Motivation	463
10.1.1	Grenzen von Fenstern, Icons, Menüs und Mauszeigern	466
10.1.2	Die natürliche Nutzererfahrung	470
10.1.3	Meilensteine der Entwicklung	473
10.1.4	Post-WIMP UIs: Ausprägungen und Konzepte	479
10.1.5	Ein konzeptueller Rahmen: Realitätsbezogene Interaktion	484
10.2	Gesten in der menschlichen Kommunikation	488
10.2.1	Grundlagen: Gesten im Alltag	489
10.2.2	Typisierung und Klassifikation von Gesten	491
10.2.3	Aufbau und Aspekte von Gesten	494
10.3	Gestenbasierte Mensch-Computer-Interaktion	496
10.3.1	Begriffsbestimmungen und eine Taxonomie	496
10.3.2	In welchen Formen werden Gesten genutzt?	500
10.3.3	Gesten als Teil natürlicher Benutzungsschnittstellen	507
10.3.4	Anwendungsgebiete und -beispiele für Freihandgesten	512
10.4	Designaspekte und Herausforderungen beim Gestenentwurf	520
10.4.1	Attribute und Freiheitsgrade von Gesten	520
10.4.2	Designrichtlinien und -herausforderungen	522
10.4.3	Weitere Herausforderungen	525
10.5	Prozess und Verfahren der Gestenerkennung	528
10.5.1	Grundsätzliche Probleme und Herausforderungen	529
10.5.2	Merkmalserfassung (Feature Detection)	530
10.5.3	Merkmalsverfolgung (Tracking)	533
10.5.4	Gestenklassifikation (Classification)	534
10.5.5	Weiterführende Literatur und Ausblick	536

10.6	Möglichkeiten und Grenzen gestischer Interaktion	537
10.6.1	Vorteile	537
10.6.2	Nachteile	538
10.7	Zusammenfassung und Ausblick	540
11	Interaktive Oberflächen	545
11.1	Interaktive Oberflächen: Einführung & Grundlagen	547
11.1.1	Wenn Eingabe und Ausgabe verschmelzen	548
11.1.2	Meilensteine der Entwicklung	550
11.1.3	Formfaktoren und Gerätevielfalt	558
11.2	Gestische Multitouch-Eingabe	567
11.2.1	Ein einführendes Beispiel: Multitouch-Layout	567
11.2.2	Charakteristik von Multitouch-Eingabe	570
11.2.3	Multitouch-Gesten	576
11.3	Designaspekte und Herausforderungen bei Multitouch-Interaktion ..	580
11.3.1	Fat-Finger-Problem	581
11.3.2	Geeignetes Feedback	585
11.3.3	Feedforward als Ergebnisvorschau	588
11.3.4	Erlernen von Touch-Gesten	589
11.3.5	Multiuser-Aspekte	590
11.3.6	Nutzeridentifikation	594
11.3.7	Erkennung von Gesten in Hard- und Software	595
11.4	Der Entwurf eines Gestenvokabulars	597
11.4.1	Von (technischen) Experten allein entworfene Gesten	598
11.4.2	Ein benutzerzentrierter Gesten-Entwicklungsprozess	598
11.4.3	Von Nutzern vorgeschlagene Gesten	600
11.4.4	Individualisierte und selbst definierte Gesten	606
11.5	Erfolgreiche Anwendungsgebiete	607
11.5.1	Tabletops in Museen und Ausstellungen	608
11.5.2	Lehr-/Lernanwendungen	610
11.5.3	Schauräume und Verkaufsanwendungen	612
11.5.4	Kollaborative Informationsvisualisierung	613
11.5.5	Strategie, Planung und Koordination	614
11.6	Aktuelle Trends und Herausforderungen	615
11.6.1	Neue Formfaktoren, Materialien und Haptik	615
11.6.2	Erweiterter Interaktionsraum vor und um Oberflächen	619
11.6.3	Abstandsabhängige und entfernte Interaktion	621
11.6.4	Multi-Display-Umgebungen	624
11.7	Zusammenfassung	626
12	Tangible User Interfaces	629
12.1	Einführung, Grundlagen und Historie	630
12.1.1	Einführende Beispiele	632
12.1.2	Was sind Tangible User Interfaces?	634
12.1.3	Eigenschaften und Kernaspekte von TUIs	637

12.1.4 Historie und Entwicklung	640
12.2 Anwendungsklassen und -beispiele	643
12.2.1 Architektur-, Raum- und Landschaftsplanung	644
12.2.2 Informationsvisualisierung, -suche und -filterung	646
12.2.3 Musik und Kunst	651
12.2.4 Tangible Programming	654
12.2.5 Lehr-/Lernanwendungen	656
12.2.6 Spiele und Edutainment	659
12.3 Klassifikation von TUIs und konzeptionelle Frameworks	663
12.3.1 Grundlegende TUI-Klassen	664
12.3.2 Begriffe und ein Framework: Token und Constraints	668
12.3.3 Kopplung des Gegenständlichen und Digitalen	669
12.3.4 Soziale Interaktion und User Experience	672
12.4 Designaspekte, Vorteile und Grenzen	673
12.4.1 Herausforderungen	674
12.4.2 Stärken und Vorteile von TUIs	677
12.4.3 Nachteile und Beschränkungen von TUIs	679
12.5 Aktuelle Trends	680
12.5.1 Touch+Tangibles kombiniert	680
12.5.2 Tangibles auf Mobilen Endgeräten	681
12.5.3 Tangibles jenseits von kleineren horizontalen Oberflächen ..	682
12.5.4 Größerer Ausdrucksreichtum	683
12.5.5 Smarte und Augmentierte Objekte	684
12.5.6 Aktuierte Tangibles und Oberflächen	685
12.5.7 Formveränderliche Oberflächen und Tangibles	687
12.6 Zusammenfassung	689
Literaturverzeichnis	695
Definitionen	752
Index	753
Personen	765