
Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Hintergrund und Motivation	1
1.2	Problemdefinition und Zielsetzung	3
1.3	Aufbau der Arbeit	5
2	3D-Echtzeitgrafik im World Wide Web	7
2.1	Einführung und Abgrenzung	8
2.1.1	Grundlagen interaktiver 3D-Grafik	8
2.1.2	VR, VE, DVE und weitere Begriffe	9
2.1.3	Schwerpunkt Desktop-VR	10
2.1.4	Charakterisierung von Web3D-Grafik	11
2.2	Anwendungsdomänen	14
2.2.1	Produktpräsentationen / E-Commerce	14
2.2.2	Unterhaltung und Freizeit	15
2.2.3	Lehr- / Lernanwendungen	16
2.2.4	Architektur-, Städte- und Landschaftsvisualisierung	18
2.2.5	Distributed Virtual Environments und Virtual Communities	18
2.2.6	Informationsvisualisierung und Navigation	18
2.3	Internetbasierte 3D-Formate und -Technologien	20
2.3.1	Standardformat VRML97	20
2.3.2	Standardisierungsvorschlag X3D	21
2.3.3	Standardformat MPEG-4	22
2.3.4	Quasi-Standard Java3D	23
2.3.5	Proprietäre Streamingformate	23
2.3.6	Weitere Formate und Technologien	24
2.3.7	Gesamtübersicht	25
2.4	Entwicklungsstand und Trends	26
3	Metaphern und Widgets für interaktive 3D-Anwendungen	28
3.1	3D-Benutzungsoberflächen	29
3.1.1	Grundlagen: Mentales Modell und Metaphern	29
3.1.2	Historie interaktiver Benutzungsoberflächen	30
3.1.3	Definition und Charakteristik von 3D-Benutzungsschnittstellen	32
3.1.4	Beispiele für 3D-Benutzungsschnittstellen	35
3.1.5	Vergleich von 2D- und 3D-Benutzungsoberflächen	38
3.1.6	Fazit und Motivation der Systematisierung	40
3.2	Gestaltungsrichtlinien für 3D-Anwendungen	42
3.2.1	Beachtung genereller UI- und Designrichtlinien	42
3.2.2	Nutzung von Metaphern	42
3.2.3	Keine 1:1 – Abbildung der Realität, mehr Magie	43
3.2.4	Integration von 3D-Dokumenten und 3D-Widgets	43
3.2.5	Produktsprachlicher Ansatz	44

3.2.6	Reduktion im Szenenlayout, visuelle Klarheit und Bildschirmeffektivität	45
3.2.7	Vielfältige Medienintegration	46
3.2.8	Ästhetische Qualität, Interface-Identität und Benutzungsfreude	46
3.2.9	Optimierung und Schonung von Ressourcen	47
3.2.10	Interdisziplinäre Entwicklung	47
3.2.11	Spezielle Richtlinien für 3D-Widgets	48
3.3	Action Spaces: Konzept und Metaphern	50
3.3.1	Verwandte Arbeiten	50
3.3.2	Konzept und mentales Modell	51
3.3.3	Metaphern	51
3.4	3D-Widgets: Klassifikation und Systematisierung	55
3.4.1	Verwandte Arbeiten	56
3.4.2	Eine hierarchische Systematik von 3D-Widgets	57
3.4.3	Widgets zur Objektselektion	60
3.4.4	Widgets zur Geometrischen Manipulation	63
3.4.5	Widgets zur Orientierung und Navigation	66
3.4.6	Widgets zur Steuerung der Szenenpräsentation	69
3.4.7	Widgets zur Exploration und Visualisierung	72
3.4.8	Widgets zur Anwendungskontrolle	77
3.5	Spezifikation von 3D-Widgets: auf dem Weg zu Standards	84
4	CONTIGRA: Konzeption einer 3D-Komponentenarchitektur	87
4.1	Motivation und Anforderungsanalyse	88
4.2	Software-Komponentenmodelle und ihre Eignung für 3D-Grafik	90
4.2.1	Common Object Request Broker Architecture (CORBA)	90
4.2.2	Component Object Model (COM)	91
4.2.3	JavaBeans und Enterprise JavaBeans	91
4.2.4	Fazit der Analyse	92
4.3	Verwandte Arbeiten – eine Klassifikation	94
4.3.1	Frühe Komponentenansätze	94
4.3.2	Code-zentrierte Lösungen	95
4.3.3	Systeme unter Nutzung existierender Komponententechnologien	95
4.3.4	Spezielle 3D-Komponentenansätze	96
4.3.5	Dokumentzentrierte Ansätze	96
4.3.6	Klassifikationsschema und Fazit	96
4.4	Der dokumentzentrierte Lösungsansatz	99
4.4.1	Der deklarative, dokumentzentrierte Komponentenbegriff	99
4.4.2	Ebenen bei der Entwicklung komponentenbasierter 3D-Anwendungen	100
4.4.3	Die deklarativen Beschreibungssprachen	102
5	CONTIGRA: Das deklarative Dokumentenmodell	105
5.1	Einsatz der Extensible Markup Language (XML)	106
5.2	CoApplication – Beschreibung von 3D-Applikationen	108
5.3	CoComponent – Beschreibung der Schnittstelle	110
5.3.1	Grundlegende Metainformationen und Dokumentation	111

5.3.2	Unterstützung des Autorenprozesses und Implementierung.....	111
5.3.3	Das Parameterkonzept.....	112
5.4	CoComponentImplementation – Beschreibung der Implementierung.....	115
5.4.1	Der Komponentengraph	115
5.4.2	Getrennte Szenengraphen: Geometrie, Audio, Verhalten	117
5.4.3	Audio3D – Integration von Raumklang	119
5.4.4	Behavior3D – Beschreibung von Interaktionen und Objektverhalten	122
5.4.5	Das Verknüpfungskonzept für Komponenten- und Szenengraphen	125
5.4.6	Zuordnung von Schnittstellenparametern zu Implementierungsteilen.....	128
6	CONTIGRA: Der Autorenprozeß und seine Werkzeuge	129
6.1	Existierende 3D-Autorenwerkzeuge	130
6.1.1	Allgemeine und spezialisierte XML-Editoren	131
6.1.2	Visuelle Werkzeuge für VRML97 / X3D.....	132
6.1.3	Visuelle Werkzeuge für proprietäre 3D-Formate	133
6.1.4	Autorenwerkzeuge aus Forschungsprojekten	134
6.1.5	Fazit.....	135
6.2	CONTIGRA-Prozeßphasen und beteiligte Autoren.....	136
6.2.1	Phasen des Autorenprozesses.....	136
6.2.2	Gruppen von Autoren	138
6.3	Anforderungen an ein 3D-Autorenwerkzeug	140
6.4	Der CONTIGRABUILDER im Überblick	142
6.4.1	Charakteristik.....	142
6.4.2	Arbeitsmodi und prinzipielle Werkzeugnutzung.....	143
6.4.3	Realisierte Editoren	144
6.4.4	Unterstützung verschiedener Autorenrollen	147
6.5	Die prototypische Realisierung.....	148
6.5.1	Verschiedene Realisierungsaspekte	148
6.5.2	Transformation in 3D-Grafikformate bzw. Webpräsentationen	150
6.6	Beispielanwendungen.....	152
7	Zusammenfassung und Ausblick.....	153
7.1	Zusammenfassung der Kapitel und ihrer Beiträge	153
7.2	Diskussion	156
7.2.1	Wissenschaftlicher Beitrag	156
7.2.2	Einschränkungen.....	157
7.3	Zukünftige Arbeiten.....	157
	Anhang.....	159
	Abkürzungsverzeichnis.....	160
	Webreferenzen	162
	Literaturverzeichnis.....	165
	Verzeichnis eigener Publikationen.....	173