

Inhalt

1. Einleitung.....	1
1.1. Problemstellung	1
1.2. Beispiel: Dentale Software.....	4
1.3. Ziel dieser Arbeit	8
2. Grundlagen der praxisorientierten Bildverarbeitung	11
2.1. Medizinische Bildverarbeitung	11
2.1.1. Bildbearbeitung vs. Bildverarbeitung	11
2.1.2. Bereiche der Bildverarbeitung	14
Bilderzeugung	15
Bilddarstellung	15
Bildauswertung	15
Bildspeicherung	15
2.1.3. Bereiche der Bildbearbeitung.....	16
2.1.4. Verfahren und Algorithmen der medizinischen Bildverarbeitung.....	17
2.1.5. Besonderheiten der medizinischen Bildverarbeitung	18
Heterogenes Bildmaterial.....	19
Unscharfe Objektgrenzen.....	20
Robuste Algorithmen	21
2.2. Klinische Routine	21
2.3. Integration und Integrierbarkeit	26
2.3.1. Integrationsebenen	26
2.3.2. Integrationsstufen.....	28
Datenintegration.....	28
Funktionsintegration	29
Präsentationsintegration.....	31
Kontextintegration	33
2.3.3. Integrierbarkeit von Bildverarbeitungsalgorithmen.....	34
Algorithmisches Design.....	34
Systematische Validierung.....	37

3. Methoden	41
3.1. Definition und Katalogisierung abstrakter Bewertungskriterien	41
3.1.1. Anforderungen an die Kriterien eines Kataloges	42
Abstraktheit	42
Anwendbarkeit	42
Verifizierbarkeit	43
3.1.2. Anforderungen an den Kriterienkatalog	43
Vollständigkeit	44
Eindeutigkeit	44
Sortiertheit	45
Effizienz	45
3.1.3. Anwendungsszenarien für einen Kriterienkatalog	46
A-priori-Anwendung als Leitfaden	46
A-posteriori-Anwendung als Analysewerkzeug	47
3.2. Flexibilität der Software	47
3.2.1. Semantische Ebenen bei der Integration des A-priori-Wissens	48
3.2.2. Multiskalen-Ansätze	49
3.2.3. Beispiel: Strukturierte Abstraktion zum inhaltsbasierten Bildzugriff	50
Zielsetzung	50
Bisherige CBIR-Systeme	51
Das IRMA-Konzept	53
Semantische Ebenen in IRMA	57
3.2.4. Fazit	58
3.3. Adaptivität der Software	59
3.3.1. Abstraktionsstufen der Adaptivität	59
Keine Adaptivität	60
Datenbasierte Adaptivität	60
Regionenbasierte Adaptivität	61
Szenenbasierte Adaptivität	61
3.3.2. Learning from Examples	62
Applikationsspezifische Parametrierung	63
Bildspezifische Parametrierung	64
3.3.3. Beispiel: Texturadaptive Segmentierung mit aktiven Konturmodellen	65
3.3.4. Fazit	66
3.4. Kontrollmöglichkeiten für den Anwender	67
3.4.1. Kontrolle qualitativer Ergebnisse im Bildraum	68
3.4.2. Beispiel: Digitale Freihand-Subtraktionsradiographie	68
3.4.3. Kontrolle qualitativer Ergebnisse im Transformationsraum	69

3.4.4.	Beispiel: Time-Motion Diagramme der Glottis.....	70
3.4.5.	Kontrolle quantitativer Ergebnisse eines Einzelbildes.....	73
3.4.6.	Beispiel: Schwingungsprofilbilder der Stimmlippen.....	74
3.4.7.	Kontrolle quantitativer Ergebnisse aus vielen Einzelbildern.....	75
3.4.8.	Beispiel: Ergebnisprotokolle bei der Vermessung synaptischer Boutons .	76
3.4.9.	Fazit.....	78
3.5.	Stabilität der Software	79
3.5.1.	Variationskoeffizient.....	79
3.5.2.	Reproduzierbarkeit im engeren Sinne.....	80
	Stochastische Komponenten.....	80
	Algorithmische Reihenfolge.....	81
	Statische Parameter.....	81
3.5.3.	Reproduzierbarkeit im weiteren Sinne.....	82
	Rauschen.....	82
	Positionierung des Objektes.....	83
	Geräteeinstellungen bei der Aufnahme.....	83
	Manuelle Komponenten.....	83
3.5.4.	Beispiel: Stabilität bei der Vermessung synaptischer Boutons.....	84
	Stochastische Optimierung	84
	Manuelle Positionierung	84
	Mikroskopeinstellungen.....	85
	Manuelle Wahl der Referenzen.....	87
3.5.5.	Fazit.....	88
3.6.	Art der Referenzen zur Validierung.....	88
3.6.1.	Kategorisierung von Referenzbildern.....	89
	Reproduzierbarkeit.....	90
	Adäquanz	91
	Unabhängigkeit.....	91
3.6.2.	Nomenklatur für Referenzstandards	92
3.6.3.	Validierungsstrategien für die medizinische Bildverarbeitung.....	93
	Validierung mit Goldstandards.....	93
	Validierung mit Silberstandards.....	93
3.6.4.	Beispiel: Generierung von Silberstandards für Segmentierungsverfahren	95
3.6.5.	Beispiel: Generierung von Goldstandards für Registrierungsverfahren	98
3.6.6.	Fazit.....	100
3.7.	Anzahl der Referenzen und deren Analyse.....	100
<hr/>		
3.7.1.	Validierung medizinischer Bildverarbeitung als kontrollierte Studie.....	101
3.7.2.	Auswertung von Validierungsstudien.....	101

Hypothesenformulierung	102
Wahl der richtigen Teststatistik	103
Interpretation des Tests	104
3.7.3. Planung von Validierungsstudien	105
3.7.4. Beispiel: Quantitativer Vergleich von Interpolationsverfahren	107
3.7.5. Fazit.....	110
3.8. Datenintegration	111
3.8.1. Externe Datenintegration mit dem DICOM-Protokoll.....	112
3.8.2. Beispiel: Informationskodierung bei CT-Untersuchungen	113
3.8.3. Interne Datenintegration durch relationale Datenbanken	116
Bilddatenspeicherung in GIF	116
Bilddatenspeicherung in TIFF	117
Bilddatenspeicherung in JPEG.....	118
Bilddatenspeicherung in PNG.....	118
Transparente Bilddatenspeicherung.....	120
3.8.4. Beispiel: Interne Datenintegration im IRMA-System	120
Das interne IRMA-Datenbankschema	121
Transparenz beim Zugriff auf Merkmale und Methoden.....	122
3.8.5. Fazit.....	124
3.9. Funktionsintegration.....	124
3.9.1. Synchrone vs. asynchrone Kommunikation.....	125
3.9.2. Synchrone Funktionsintegration mit DICOM.....	126
3.9.3. Synchrone Funktionsintegration mit HTML und HTTP.....	128
3.9.4. Asynchrone Funktionsintegration mit Email und SMTP.....	129
3.9.5. Beispiel: Das DSR-Web.....	130
3.9.6. Fazit.....	132
3.10. Präsentationsintegration.....	132
3.10.1. Normen für die Gebrauchstauglichkeit von Software.....	133
3.10.2. Usability Engineering und Web-Usability	136
Positionierung und Layout.....	137
3.10.3. Evaluation und Usability-Test	138
3.10.4. Beispiel: Das DSR-Web, Version 2.0.....	141
3.10.5. Fazit.....	144
3.11. Kontextintegration	144
3.11.1. Externe Kontextintegration mit dem DICOM-Protokoll	144
3.11.2. Externe Kontextintegration über API-Schnittstellen	145
3.11.3. Interne Kontextintegration durch relationale Datenbanken	146

3.11.4. Beispiel: Interne Kontextintegration in IRMA	147
3.11.5. Fazit.....	148
4. Ergebnisse	149
4.1. Kriterienkatalog zur Bewertung medizinischer Bildverarbeitung....	149
4.1.1. A-priori-Katalog.....	149
4.1.2. A-posteriori-Katalog.....	151
4.2. Anwendung als Leitfaden am Beispiel des IRMA-Systems.....	154
4.2.1. Flexibilität	154
4.2.2. Adaptivität.....	155
4.2.3. Kontrollmöglichkeiten	156
4.2.4. Stabilität	158
4.2.5. Validierung.....	159
4.2.6. Präsentationsintegration	160
4.2.7. Datenintegration.....	162
4.2.8. Funktionsintegration	164
4.2.9. Kontextintegration	165
4.2.10. Resumee	166
4.3. Anwendung als Analysewerkzeug am Beispiel des DSR-Web.....	166
4.3.1. Analyse durch die Beantwortung der Leitfragen	167
4.3.2. Empfehlungen für Verbesserungen.....	170
5. Diskussion	173
6. Zusammenfassung	181
Literatur	183
Farbseiten.....	199