

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>XIII</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>XV</b>
<b>1 Einführung</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation . . . . .	1
1.2 Aufbau der Arbeit . . . . .	2
1.3 Eigener Beitrag . . . . .	4
<b>I Grundlagen</b>	<b>7</b>
<b>2 Registrierung</b>	<b>9</b>
2.1 Das Problem der Registrierung . . . . .	9
2.2 Distanzmaße . . . . .	10
2.2.1 Summe der Quadrate der Grauwertdifferenzen . . . . .	11
2.2.2 Kreuzkorrelation . . . . .	11
2.2.3 Mutual Information . . . . .	12
2.2.4 Normalisiertes Gradientenfeld . . . . .	14
2.2.5 Vergleich der vorgestellten Distanzmaße . . . . .	15
2.3 Regularisierung der Registrierung . . . . .	16
2.3.1 Implizit regularisierte Registrierung . . . . .	16
2.3.2 Explizit regularisierte Registrierung . . . . .	19
2.4 Minimierung . . . . .	22
2.4.1 Gâteaux-Ableitung des Distanzmaßes . . . . .	23
2.4.2 Gâteaux-Ableitung des Regularisierers . . . . .	23
2.4.3 Euler-Lagrange-Gleichung . . . . .	24
2.5 Approximation . . . . .	24
2.5.1 Finite Differenzen . . . . .	25
2.5.2 Diskretisierung der Euler-Lagrange Gleichung . . . . .	26
2.6 Lösung des Registrierungsproblems . . . . .	27
2.6.1 Fixpunktiteration . . . . .	27
2.6.2 Verlauf des Algorithmus . . . . .	27

<b>3 Segmentierung</b>	<b>29</b>
3.1 Problemstellung . . . . .	29
3.2 Interne Energie . . . . .	30
3.3 Externe Energie . . . . .	31
3.3.1 Kantenbasierte Terme . . . . .	32
3.3.2 Mumford-Shah Modell . . . . .	32
3.4 Level-Set Methoden . . . . .	35
3.4.1 Einführung in die Level-Set Methoden . . . . .	35
3.4.2 Approximation der Heaviside Funktion und des Dirac-Stoßes . . . . .	36
3.4.3 Interne Energien in der Level-Set Darstellung . . . . .	37
3.4.4 Externe Energien in der Level-Set Darstellung . . . . .	37
3.5 Multiphasen-Technik für die Segmentierung . . . . .	38
3.6 Minimierung . . . . .	40
3.6.1 Gâteaux-Ableitung der externen Energie . . . . .	41
3.6.2 Gâteaux-Ableitung der internen Energie . . . . .	42
3.6.3 Euler-Lagrange-Gleichung . . . . .	42
3.7 Approximation . . . . .	43
3.8 Lösung des Segmentierungsproblems . . . . .	43
3.8.1 Zeitschrittverfahren und AOS Schema . . . . .	43
3.8.2 Verlauf des Algorithmus . . . . .	44
<b>II Methoden</b>	<b>45</b>
<b>4 Segistrierung</b>	<b>47</b>
4.1 Motivation . . . . .	47
4.1.1 Nutzen für die Registrierung durch die Segmentierung . . . . .	47
4.1.2 Nutzen für die Segmentierung durch die Registrierung . . . . .	48
4.2 Klassifizierung der Verfahren . . . . .	49
4.3 Gemeinsamer Rahmen . . . . .	50
4.4 Kommunikationsmaß der Segistrierung . . . . .	51
4.5 Segistrierung ohne Vorwissen . . . . .	52
4.5.1 Anwendung der Variationsrechnung . . . . .	55
4.5.2 Verlauf des Algorithmus . . . . .	56
4.6 Segistrierung mit gegebener Segmentierung des Templatebildes . . . . .	58
4.6.1 Anwendung der Variationsrechnung . . . . .	59
4.6.2 Verlauf des Algorithmus . . . . .	60
4.7 Segistrierung mit gegebener Segmentierung des Referenzbildes . . . . .	62
4.7.1 Anwendung der Variationsrechnung . . . . .	63
4.7.2 Verlauf des Algorithmus . . . . .	64

4.8 Zusammenfassung . . . . .	65
<b>5 Verbesserung der Verfahren durch die Informationen aus dem Verschiebungsfeld</b>	<b>67</b>
5.1 Methodik . . . . .	67
5.1.1 Einführung . . . . .	67
5.1.2 Idee . . . . .	71
5.2 Verbesserung der Segmentierung . . . . .	72
5.2.1 Algorithmus . . . . .	72
5.2.2 Akademisches Beispiel . . . . .	73
5.2.3 Reales Beispiel . . . . .	77
5.3 Verbesserung der Registrierung . . . . .	78
5.3.1 Algorithmus . . . . .	78
5.3.2 Akademisches Beispiel . . . . .	79
5.3.3 Reales Beispiel . . . . .	82
5.4 Zusammenfassung . . . . .	84
<b>6 Verbesserung der Symmetrie von Hirnaufnahmen entlang der Sagittalebene</b>	<b>87</b>
6.1 Einführung . . . . .	87
6.2 Methodik . . . . .	88
6.2.1 Idee . . . . .	88
6.2.2 Anwendung der Variationsrechnung . . . . .	89
6.2.3 Verlauf des Algorithmus . . . . .	90
6.3 Beispiele und Ergebnisse . . . . .	90
6.4 Zusammenfassung . . . . .	92
<b>III Ergebnisse</b>	<b>95</b>
<b>7 Validierungsrahmen</b>	<b>97</b>
7.1 Erstellung der Testdaten . . . . .	97
7.1.1 Einführung . . . . .	97
7.1.2 Ziel . . . . .	99
7.1.3 Verwendete Daten . . . . .	99
7.1.4 Generierung der Grundwahrheit . . . . .	101
7.1.5 Extraktion des Gehirns aus einem 3D Datensatz . . . . .	103
7.1.6 Diskussion der erstellten Datensätze . . . . .	103
7.2 Fehlermaße für die Validierung . . . . .	106

<b>8 Validierung der Methoden</b>	<b>109</b>
8.1 FFD-Testdaten . . . . .	110
8.2 SPM-Testdaten . . . . .	114
<b>IV Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>117</b>
<b>9 Zusammenfassung</b>	<b>119</b>
<b>10 Ausblick</b>	<b>121</b>
<b>V Anhang</b>	<b>123</b>
<b>11 Werkzeuge aus der Stochastik</b>	<b>125</b>
<b>12      ung      a      g s      ung</b>	<b>129</b>
<b>13 Werkzeuge aus der Vektoranalysis</b>	<b>133</b>
<b>14 In Verbindung mit der Arbeit entstandene Publikationen</b>	<b>135</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>137</b>