

# INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis .....	v
Abbildungsverzeichnis .....	xi
Tabellenverzeichnis .....	xvii
Abkürzungsverzeichnis .....	xix
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Inhaltsbezogene Datensuche .....	1
1.2 Musikinstrumentenerkennung .....	4
1.3 Studiotechnologie .....	5
1.4 Kapitelübersicht .....	6
<b>2 Musikterminologie .....</b>	<b>9</b>
2.1 Klangereignisse .....	9
2.1.1 Anschlag .....	10
2.1.2 Hüllkurve .....	10
2.1.3 Einordnung .....	13
2.2 Hörereignisse .....	15
2.2.1 Lautheit .....	15
2.2.2 Tondauer .....	16
2.2.3 Tonhöhe .....	16
2.2.4 Klangfarbe .....	16
2.3 Musikparameter .....	17

2.3.1	Zählzeiten.....	18
2.3.2	Tempo.....	18
2.3.3	Dynamik .....	19
2.3.4	Rhythmus .....	20
2.3.5	Intervalle.....	20
2.3.6	Harmonie .....	22
2.3.7	Melodie .....	22
2.3.8	Klang.....	23
2.4	Tonarten .....	23
2.4.1	Stammtonreihe .....	23
2.4.2	Gleichstufige Chromatik.....	25
2.4.3	Gängige Tonarten.....	27
2.4.4	Cent.....	28
<b>3</b>	<b>Musikinstrumente .....</b>	<b>29</b>
3.1	Systematiken.....	29
3.1.1	Genre .....	30
3.1.2	Spielart .....	30
3.1.3	Hornbostel-Sachs.....	31
3.1.4	Klangcharakteristik.....	32
3.2	Instrumentenfamilien .....	34
3.2.1	Flöteninstrumente.....	34
3.2.2	Rohrblattinstrumente .....	36
3.2.3	Trompeteninstrumente .....	39
3.2.4	Harmonikainstrumente .....	42
3.2.5	Streichinstrumente .....	45
3.2.6	Zupfinstrumente .....	47
3.2.7	Schlaginstrumente.....	50
<b>4</b>	<b>Merkmalsextraktion .....</b>	<b>53</b>
4.1	Merkmale .....	53
4.1.1	Aufbau .....	53

4.1.2	Anforderungen .....	54
4.2	Extraktionsszenarien.....	54
4.2.1	Monophone Musiksignale.....	55
4.2.2	Eingeschränkt Polyphone Musiksignale.....	55
4.2.3	Komplexe Polyphone Musiksignale.....	55
4.3	Zeitbereichsmerkmale.....	56
4.3.1	Nulldurchgangsrate.....	56
4.3.2	Effektivwert .....	57
4.3.3	Hüllkurve.....	58
4.3.4	Hüllkurvenparameter.....	58
4.3.5	Lineare Prädiktion.....	59
4.4	Spektrale Merkmale.....	60
4.4.1	Spectral Centroid.....	61
4.4.2	Spectral Spread .....	62
4.4.3	Spectral Skewness.....	63
4.4.4	Spectral Kurtosis .....	64
4.4.5	Spectral Flatness .....	66
4.4.6	Spectral Crest Factor .....	67
4.4.7	Spectral Rolloff.....	67
4.4.8	Spectral Flux .....	68
4.4.9	Audio Spectrum Envelope .....	69
4.4.10	Mel-scale Frequency Cepstrum Coefficients .....	70
4.5	Harmonische Merkmale .....	73
4.5.1	Monophone Grundfrequenzerkennung.....	73
4.5.2	Polyphone Grundfrequenzerkennung.....	74
4.5.3	Harmonic Peak Spectrum.....	76
4.5.4	Harmonizität .....	78
4.5.5	Rauschartigkeit.....	79
4.5.6	Harmonic Spectral Deviation.....	80
4.5.7	Harmonic Inner-Ratio.....	81

4.6	Dimensionsreduktion .....	82
4.6.1	Fluch der Dimensionalität .....	83
4.6.2	Matrixfaktorisierung .....	84
4.6.3	Hauptkomponentenanalyse.....	85
4.6.4	Singulärwertzerlegung .....	89
4.6.5	Analyse der unabhängigen Komponenten.....	93
4.6.6	Nicht-negative Matrixfaktorisierung.....	96
<b>5</b>	<b>Klassifikation.....</b>	<b>99</b>
5.1	Klassifikationsverfahren.....	100
5.1.1	Syntaktische Verfahren .....	100
5.1.2	Statistische Verfahren.....	101
5.1.3	Neuronale Verfahren.....	101
5.2	Lernverfahren .....	102
5.2.1	Überwachtes Lernen.....	102
5.2.2	Unüberwachtes Lernen .....	102
5.2.3	Kontinuierliches Lernen .....	103
5.2.4	Überanpassung.....	103
5.3	Distanzbasierte Modelle.....	105
5.3.1	Hierarchische Clusterbildung.....	105
5.3.2	Vektorquantisierung .....	107
5.3.3	K-Nearest Neighbour .....	111
5.4	Wahrscheinlichkeitsmodelle .....	112
5.4.1	Bayes'sche Klassifikation .....	112
5.4.2	Gaussian Mixture Models.....	113
5.4.3	Hidden Markov Models.....	120
5.5	Neuronale Netze .....	124
5.5.1	Biologische Neuronale Netze .....	125
5.5.2	Künstliche Neuronale Netze.....	126
5.5.3	Vorwärtsgerichtete Netze .....	128
5.5.4	Wettbewerbsnetze.....	130

	5.5.5	Hopfield-Netze.....	131
<b>6</b>		<b>Implementierung.....</b>	<b>133</b>
	6.1	Bisherige Ansätze .....	134
	6.1.1	Monophone Klassifikation .....	134
	6.1.2	Eingeschränkt Polyphone Klassifikation .....	137
	6.1.3	Komplexe Polyphone Klassifikation .....	139
	6.2	Monophones Experimentiersystem.....	140
	6.2.1	Aufbau .....	141
	6.2.2	Merkmalsextraktion .....	143
	6.2.3	Merkmalsaufbereitung.....	143
	6.2.4	Training.....	144
	6.2.5	Klassifikation .....	144
	6.3	Monophones Echtzeitsystem .....	145
	6.3.1	Aufbau .....	146
	6.3.2	Pluginbetrieb.....	146
	6.3.3	Training.....	147
	6.3.4	Segmentierung .....	148
	6.3.5	Spektrogramm .....	150
	6.3.6	Normierung.....	151
	6.3.7	Faktorisierung.....	151
	6.3.8	Hidden Markov Model.....	153
	6.3.9	MPEG-7 Modell.....	154
	6.3.10	Klassifikation .....	154
	6.3.11	Basisprojektion .....	155
	6.3.12	Klassenzuordnung .....	156
	6.4	Polyphones System.....	157
	6.4.1	Aufbau .....	157
	6.4.2	Merkmalsextraktion .....	157
	6.4.3	Resynthesemodell.....	160
	6.4.4	Training.....	161

	6.4.5	Klassifikation .....	162
<b>7</b>		<b>Auswertung .....</b>	<b>165</b>
	7.1	Testumgebung .....	165
	7.1.1	Trainingsmaterial.....	165
	7.1.2	Evaluiierung .....	166
	7.2	Monophone Klassifikation .....	167
	7.2.1	Standardparameter.....	167
	7.2.2	Spektrogrammparameter .....	168
	7.2.3	ICA-Parameter .....	170
	7.2.4	HMM-Parameter.....	171
	7.3	Polyphone Klassifikation .....	173
	7.3.1	Trainingsparameter.....	173
	7.3.2	Einzelklänge.....	174
	7.3.3	Musikstücke .....	175
	7.3.4	Zufallsmusik .....	177
	7.3.5	Zweiklänge .....	178
	7.3.6	Dreiklänge.....	179
<b>8</b>		<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>181</b>
	8.1	Musikinstrumentenerkennung.....	181
	8.2	Anwendung.....	182
<b>9</b>		<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>185</b>