

# Inhalt

1. Einführung . . . . .	1
1.1 Generierung von Worthypothesen . . . . .	1
1.2 Übersicht . . . . .	3
2. Vergleich von Zeitmustern . . . . .	6
2.1 Abstand zwischen Zeichenketten . . . . .	8
2.2 Dynamische Zeitverzerrung . . . . .	11
2.3 Markoffmodelle . . . . .	13
2.3.1 Markoffketten und -modelle . . . . .	14
2.3.2 Schätzung der Modellparameter . . . . .	17
2.3.3 Viterbi-Training . . . . .	18
2.3.4 Baum-Welch-Algorithmus . . . . .	19
2.3.5 Problemspezifische Modifikationen . . . . .	24
3. Positionierung von Wörtern im Sprachsignal . . . . .	27
3.1 Detektion von Schlüsselwörtern . . . . .	28
3.2 Einige Verfahren zur Positionierung . . . . .	29
3.3 Vertikale Summation . . . . .	33
3.4 Invertiertes Markoffmodell (IMM) . . . . .	38
4. Lautähnlichkeit und -verwechslung . . . . .	40
4.1 Ähnlichkeitsrelationen zwischen Lauten . . . . .	40
4.2 Lautverwechslungswahrscheinlichkeiten . . . . .	42
4.2.1 Kanalmodell für die akustisch-phonetische Erkennung . . . . .	42
4.2.2 Das Markoffmodell für den Kanal . . . . .	43
4.2.3 Der Schätzalgorithmus . . . . .	46
4.2.4 Experimentelle Ergebnisse . . . . .	47
4.3 Lautoberklassen . . . . .	50
4.3.1 Oberklassen mit maximaler Transformation . . . . .	50
4.3.2 Oberklassen und Kohorten . . . . .	55
4.4 Lautverwechslungsmatrix nach Regeln . . . . .	57
5. Ein Modul zur Generierung von Worthypothesen . . . . .	59
5.1 Die Repräsentation des Lexikons als Baum . . . . .	59
5.1.1 Linguistische Datenbasis und Lautumschrift . . . . .	59
5.1.2 Lexikonbaum, Profil und Suche . . . . .	61
5.1.3 Ein Präprozessor für das Aussprachelexikon . . . . .	65
5.1.4 Beispiele . . . . .	66

5.2 Eine parametrisierte Familie von Worterkennungsalgorithmen . . . . .	68
5.2.1 Segmentweise Verwechslung . . . . .	68
5.2.2 Rekursionsformel für den Profilvektor . . . . .	70
5.2.3 Baumentwicklung . . . . .	72
5.2.4 Hypothesengenerierung . . . . .	72
5.2.4.1 Positionswahl . . . . .	72
5.2.4.2 Anfangspunkt . . . . .	73
5.2.4.3 Kohortenhypothesen . . . . .	74
5.2.4.4 Worthypothesen . . . . .	74
5.2.4.5 Hypothesenbewertung . . . . .	74
5.2.4.6 Elimination dominierter Hypothesen . . . . .	74
5.2.4.7 Reduktion . . . . .	75
5.3 Performanzkriterien für die Worthypothesengenerierung . . . . .	75
5.3.1 Motivation . . . . .	75
5.3.2 Definition von Rangmaßen . . . . .	76
5.3.2.1 Worthypothesen und -vorkommen . . . . .	76
5.3.2.2 Sätze . . . . .	78
5.3.2.3 Stichproben . . . . .	79
5.3.2.4 Separierte Auswertung . . . . .	79
5.3.3 Einige Anmerkungen . . . . .	80
6. Experimente und Resultate zur Worterkennung . . . . .	82
6.1 Übersicht und experimentelle Voraussetzungen . . . . .	82
6.2 Das erweiterte Markoffmodell (EMM) . . . . .	83
6.3 Einige Modifikationen zum EMM . . . . .	84
6.3.1 Lokale Ähnlichkeit . . . . .	84
6.3.2 Lokale Transitionen . . . . .	85
6.3.3 Verknüpfungsoperationen . . . . .	85
6.3.4 Positionswahl . . . . .	86
6.4 Einige Vergleichsalgorithmen . . . . .	87
6.4.1 HMM und DP . . . . .	87
6.4.2 Zwei Fortentwicklungen . . . . .	88
6.4.3 Knotenorientierte Modelle . . . . .	88
6.4.4 Mustervergleich ohne Zeitverzerrung . . . . .	90
6.5 Lautverwechslungsmatrizen . . . . .	91
6.5.1 Geschätzte Verwechslungshäufigkeiten . . . . .	92
6.5.2 Binäre Verwechslungsmatrizen nach Lautoberklassen . . . . .	93
6.5.3 Verwechslungsmatrix nach Regelsystem . . . . .	97
6.6 Wortposition . . . . .	97
6.6.1 Positionsalternativen . . . . .	97
6.6.2 Anfangs- und Endpunkt detektion . . . . .	98
6.7 Separierte Auswertungen . . . . .	99
6.7.1 Wortart . . . . .	99
6.7.2 Wortlänge . . . . .	100
6.7.3 Wortposition . . . . .	101
6.8 Lexikon . . . . .	101
6.8.1 Standardaussprache und Aussprachevarianten . . . . .	101
6.8.2 Lexikonumfang . . . . .	102

6.8.3 Teillexika langerer Wörter . . . . .	105
6.9 Performanzvergleich . . . . .	105
6.9.1 Einzelworterkennung . . . . .	105
6.9.2 Worthypothesen . . . . .	106
6.9.3 Verifikation . . . . .	106
7. Hypothesenbewertung . . . . .	108
7.1 Problemstellung . . . . .	108
7.1.1 Qualität und Priorität . . . . .	108
7.1.2 Hypothesenbewertung als komparatives Urteil . . . . .	109
7.1.3 Drei kritische Punkte . . . . .	109
7.2 Verletzung des Optimalitätsprinzips . . . . .	111
7.3 Längennormalisierung . . . . .	113
7.4 Das Zweiklassenproblem für Worthypothesen . . . . .	115
7.5 Die Bewertungsfunktion für das IMM . . . . .	117
7.6 Wortfolgen und ihre Bewertung . . . . .	118
Zusammenfassung . . . . .	120
Bibliographie . . . . .	123
Anhang . . . . .	137