

Inhaltsverzeichnis

1 Grundzüge der Linguistik	1
1.1 Zum Sprachbegriff	1
1.2 Sprache als Zeichensystem; semiotische Aspekte	7
1.3 Sprache als Kommunikationsform	10
1.4 Informationstheoretische Aspekte	12
Literatur	17
2 Grundzüge der Schallausbreitung und Elektroakustik	19
2.1 Schallfeld, Schallausbreitung	19
2.1.1 Schallfeldgrößen, Ausbreitungsformen	19
2.1.2 Grundgleichungen der Schallausbreitung	21
2.1.3 Wellengleichung	24
2.1.4 Ebene Schallabstrahlung	25
2.1.5 Ebene Wellenausbreitung in Röhren	31
2.1.6 Kugelförmige Schallausbreitung	35
2.1.7 Webstersche Gleichung	43
2.2 Elektroakustische Wandler	48
2.2.1 Einteilungsprinzipien, Definitionen	48
2.2.2 Elektrodynamische Wandler	49
2.2.3 Elektrostatische Wandler	51
2.2.4 Elektret-Mikrofone	54
2.2.5 Weitere Mikrofontypen	55
Literatur	56
3 Grundzüge der Phonetik und Darstellungsmöglichkeiten von Sprachsignalen	57
3.1 Entwicklungsgeschichtliches zur Funktion des Sprechens und Hörens	57
3.2 Sprachproduktion	58
3.2.1 Atmung	58
3.2.2 Stimmproduktion (Phonation)	59
3.2.3 Artikulation	62

3.3	Lautklassifikation	62
3.3.1	Konsonanten (Mitlaute)	62
3.3.2	Vokale (Selbstlaute)	64
3.4	Zur Klassifikation von Einzellauten	66
3.5	Lautschriftsysteme	68
3.6	Weitere phonologische Begriffe	69
3.7	Modelle für die Spracherzeugung	71
3.8	Darstellungsmöglichkeiten von Sprachsignalen	77
3.8.1	Zeitfenster	77
3.8.2	Darstellung im Zeitbereich	79
3.8.3	Darstellung im Frequenzbereich	81
3.9	Signaleigenschaften von Einzellauten	85
3.9.1	Konsonanten	86
3.9.2	Vokale	89
3.10	Koartikulationseffekte	94
3.11	Langzeitmessung von Sprache	94
	Literatur	97
4	Hörphysiologie und Psychoakustik	99
4.1	Hörphysiologie	99
4.1.1	Überblick	99
4.1.2	Außenohr	100
4.1.3	Mittelohr	101
4.1.4	Innenohr	102
4.1.5	Zum Hörvorgang; Hörhypthesen	105
4.2	Grundzüge der Psychoakustik	107
4.2.1	Hörfäche, Lautstärke, Lautheit	107
4.2.2	Frequenzgruppen	112
4.2.3	Pegelzuwachs bei mehreren Schallereignissen	115
4.2.4	Mithörschwelle, Verdeckungseffekt	118
4.2.5	Lautstärkebestimmung bei breitbandigen Schallereignissen; Zwicker-Diagramm	120
4.2.6	Tonhöhenwahrnehmung	121
	Literatur	125
5	Sprachqualitätsmessungen	127
5.1	Zum Begriff der Sprachqualität	127
5.2	Dimensionen der Sprachqualität	128
5.3	Formen der Sprachqualitätsmessung und Anwendungen	130
5.3.1	Sprachqualitätsmessungen im Überblick	130
5.3.2	Skalierungs- und Antwortformen bei Sprachqualitätsmessungen	132
5.3.3	Anwendungen von Sprachqualitätsmessungen	133

5.4	Auditive Verfahren zur Beurteilung der Sprachqualität	134
5.4.1	Überblick	134
5.4.2	Randbedingungen bei auditiven Messungen	134
5.4.3	Globale Qualitätsbewertung	139
5.4.4	Diagnostische Qualitätsbewertung	146
5.4.5	Weitere Verfahren von auditiven Tests	156
5.5	Instrumentelle Verfahren zur Beurteilung der Sprachqualität	157
5.5.1	Nutzen und Einteilungsprinzipien	157
5.5.2	Einseitig gerichtete Sprachkommunikation (Hörsituation)	159
5.5.3	Planung und Qualitätsbeurteilung von Fernsprechnetzen; das E-Modell	168
5.5.4	Zusammenstellung der wichtigsten ITU-T-Standards für auditive und instrumentelle Sprachqualitätsmessungen	169
	Literatur	171
6	Sprachcodierverfahren	173
6.1	Einleitung	173
6.2	Analoge und digitale Darstellung von Signalen	174
6.3	Einteilung der Sprachcodierverfahren	175
6.4	Signalformcodierung	176
6.4.1	Pulscodemodulation (PCM)	176
6.4.2	Differenz-Puls-Code-Modulation (DPCM)	189
6.4.3	Adaptive Differenz-Pulscodemodulation (ADPCM)	199
6.4.4	Lineare Prädiktion und inverse Filterung	207
6.5	Parametrische Verfahren	214
6.5.1	Grundprinzip	214
6.5.2	Kanalvocoder	215
6.5.3	Linearer Prädiktionsvocoder (LPC-Vocoder)	216
6.5.4	LPC-Vocoder Realisierung	218
6.5.5	Grundfrequenzanalyse (GFA)	221
6.6	Hybride Codierung	232
6.6.1	Grundprinzip	232
6.6.2	Restsignal-Codierung (RELP; Residual Excited Linear Prediction)	237
6.6.3	CELP	237
6.7	Frequenzbereichscodierung	241
6.7.1	Transformationscodierung	241
6.7.2	Teilbandcodierung (Subband Coding)	242
6.7.3	MPEG-basierte Audiocodierung	243
6.8	Internationale Standards und Ausblick	246
	Literatur	248

7 Merkmalsextraktion und Klassifikation	251
7.1 Vorbetrachtung	251
7.2 Merkmalsextraktion	252
7.2.1 Linear Predictive Cepstral Coding (LPCC)	253
7.2.2 Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCCs)	253
7.2.3 Perceptual Linear Predictive (PLP)-Analyse	258
7.2.4 RASTA-Perceptual Linear Predictive (RASTA-PLP)-Verfahren	258
7.3 Klassifikation	259
7.4 Entscheidungstheoretische Klassifikation	260
7.4.1 Prinzip der Bayes-Klassifikation	260
7.4.2 Statistische Klassifikatoren mit bekannten Wahrscheinlichkeitsverteilungen	268
7.5 Lineare Klassifikatoren	270
7.6 Abstandsklassifikatoren	271
7.7 Hidden-Markov-Modelle	273
7.7.1 Vorbetrachtung: Markov-Modelle	273
7.7.2 Hidden-Markov-Modelle	275
7.8 Künstliche Neuronale Netze	282
7.8.1 Einführung	282
7.8.2 Struktur künstlicher neuronaler Netze	283
7.8.3 Beispiel für eine neuronale Anwendung: ADALINE	285
7.8.4 Perzeptron	289
7.8.5 Netzstrukturen	290
7.8.6 Multilayer Perzeptron (MLP)	291
7.9 DTW-Klassifikator	295
7.9.1 Dynamische Zeitnormalisierung	295
Literatur	300
8 Spracheingabe	303
8.1 Vorbetrachtung	303
8.2 Spracherkennung	304
8.2.1 Spracherkennung beim Menschen	304
8.2.2 Überblick	306
8.2.3 Einteilung der Verfahren	306
8.2.4 Erkennung als mathematische Optimierungsaufgabe	309
8.2.5 Einzelwort-Erkennung	311
8.2.6 Beurteilung der Erkennungsleistung	316
8.2.7 Schlüsselwort-Erkennung („Word Spotting“)	318
8.2.8 Erkennung fortlaufender Sprache	320
8.3 Sprechererkennung	324
8.3.1 Übersicht	324
8.3.2 Sprecherverifizierung	325
8.3.3 Verifizierung auf der Basis von akustisch-phonetischen Merkmälern	332

8.3.4 Heutiger Stand der Sprecherverifizierung	336
8.3.5 Sprecheridentifizierung	336
8.4 Sprachenerkennung	338
Literatur	339
9 Sprachausgabe	343
9.1 Einteilungsprinzipien	343
9.2 Sprachwiedergabe	344
9.2.1 Prinzipielle Verfahren	344
9.2.2 Anwendungsbeispiele für die Sprachwiedergabe	346
9.3 Sprachsynthese	347
9.3.1 Übersicht	347
9.3.2 Linguistisch-phonetische Transkription	348
9.3.3 Phonetisch-akustische Transkription	353
9.3.4 Verkettung der Lautelemente (Konkatenation)	356
9.3.5 Aktuelle Entwicklungen in der Sprachsynthese	362
Literatur	366
10 Sprachdialogsysteme	369
10.1 Einleitende Betrachtungen zur Kommunikation	369
10.2 Eigenschaften des Mensch-Mensch-Dialogs	370
10.3 Mensch-Maschine-Dialog	372
10.3.1 Vorbemerkung	372
10.3.2 Dialogformen	372
10.3.3 Dialogphasen	373
10.3.4 Beispiel für eine Dialoggestaltung	374
10.3.5 Anforderungen an Dialogsysteme	375
10.4 Klassifikation und Funktion von Dialogsystemen	377
10.4.1 Klassifikation	377
10.4.2 Allgemeines Schema eines sprachbasierten Dialogsystems	378
10.4.3 Beispiel für ein Sprachdialogsystem: VERBMOBIL	380
10.5 Multimediale Dialogsysteme	381
10.5.1 Begriffsdefinitionen	381
10.5.2 Beispiel für ein multimediales Dialogsystem	382
10.5.3 Anwendungsbeispiele	384
10.6 Experimentierfeld ‚Wizard of Oz‘	386
Literatur	388
Sachverzeichnis	391