

Dipl.-Ing. Markus Mummert, München

**Sprachcodierung durch
Konturierung eines
gehörangepaßten
Spektrogramms und
ihre Anwendung zur
Datenreduktion**

Reihe **10**: Informatik/
Kommunikationstechnik Nr. **522**

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
1 Grundlagen	4
1.1 Anwendungsbereiche und Bewertungskriterien von Audiocodierungen . . .	4
1.2 Bedeutung des gehörorientierten Ansatzes bei Datenreduktion	6
1.3 Konturierung und Informationsaufnahme durch das Gehör	7
1.4 Spektralanalyse durch Fourier-t-Transformation (FTT)	8
1.4.1 Definition der FTT	8
1.4.2 Systeminterpretation der FTT und ihre Anwendung	9
1.5 Teiltonzeitmuster(TTZM)-Verfahren nach Heinbach	12
1.5.1 Berechnung des FTT-Pegelspektrums	14
1.5.2 Teiltonextraktion/Frequenzkonturierung	15
1.5.3 Codierung des Teiltonzeitmusters und Datenreduktion	16
1.5.4 Teiltonsynthese (TTSR und TTSD)	17
1.6 Verwandtschaft mit Sinustonrepräsentationen	20
2 Grenzen des Heinbachschen TTZM-Verfahrens	22
2.1 Verarbeitung transienter Signale	22
2.1.1 Unzureichende Repräsentation von Impulsen	23
2.1.2 Klangverfälschte Repräsentation von Impulsfolgen	25
2.1.3 Fehlende Knackrepräsentation geschalteter Signale	27
2.1.4 Zusammenstellung günstiger Effekte bei Sprache	29
2.2 Glättung der Schmalbandhüllkurve	30
2.3 Störungen im Übergang zeitlicher/spektraler Auflösung	32
2.3.1 Amplitudenmodulation	33
2.3.2 Zweitonschwebung	36
2.3.3 Frequenzmodulation	38
2.3.4 Zusammenfassung und Übertragung auf Sprache	40
2.4 Überhöhte Simultanverdeckung	41
2.5 Tonalisierung von Rauschsignalen	43
2.6 Qualitätsbeeinträchtigungen bei Datenreduktion	46
2.6.1 Spektral/zeitliche Kontrastverschärfung	47
2.6.2 Tonale Artefakte und Tonalisierung	49
2.6.3 Periodische Knackstörung	50
2.6.4 Intensitätsmodulation	52
2.6.5 Zusammenfassung und Schlußfolgerung	53
2.7 Zusammenfassung	54
3 Konturierung im zeitvarianten FTT-Pegelspektrum	57
3.1 Konturierungskonzept	58

3.1.1	Übergang vom Teiltonzeitmuster auf Frequenzkonturen	58
3.1.2	Einführung von Zeitkonturierung und Zeitkonturen	59
3.1.3	Zusammenfassung	62
3.2	Signalanalyse unter Berücksichtigung von Zeitkonturen	62
3.2.1	Impulsfolge	62
3.2.2	Tonsignal mit Hüllkurvenänderung	65
3.2.3	Sprachsignal	67
3.2.4	Zusammenfassung	69
3.3	Zusammenspiel von FTT-Fensterfunktion und Konturierung	70
3.3.1	Spezifikation und Beurteilungsmaße von Fensterfunktionen	70
3.3.2	Eignungskriterien für Fensterfunktionen	72
3.3.3	Variationsspielraum anhand ausgewählter Fensterfunktionen	73
3.3.4	Laufzeitausgleich	76
3.3.5	Konturausbildung in Abhängigkeit vom Fensterfunktionsgrad	77
3.3.6	Bedeutung von Glättung und Ausgeprägtheitsschwellen	82
3.3.7	Zusammenfassung	84
3.4	Einstellung der Transformations- und Konturierungsparameter	85
3.4.1	Bestmögliche Verarbeitungsqualität als Einstellziel	85
3.4.2	Durchführung und Ergebnis (ZFKI, ZFKII, M-TTZM)	87
3.4.3	Zusammenstellung und Erklärung der Parametereinflüsse	90
3.4.4	Zusammenfassung	95
3.5	Zusammenfassung	96
4	Repräsentation mittels Kontur/Textur	99
4.1	Trennung tonaler, impuls- und rauschhafter Anteile über die Konturlini- enlänge	100
4.1.1	Tonale und rauschhafte Anteile in den Frequenzkonturen	100
4.1.2	Impulshafte und rauschhafte Anteile in den Zeitkonturen	102
4.2	Kontur/Textur-Konzept	103
4.3	Verfahren zur Gewinnung von Kontur/Textur-Repräsentationen	105
4.4	Kontur/Textur-Repräsentation (KTX) von Sprachsignalen	108
4.5	Kontur/Textur-Repräsentation ohne Zeitkonturen (KTXOZ)	110
4.6	Einstellung der Verfahrensparameter und Verarbeitungsqualität	111
4.6.1	Durchführung und Ergebnis	112
4.6.2	Zusammenstellung und Erklärung der Parametereinflüsse	113
4.7	Zusammenfassung	114
5	Rekonstruktion des Signals aus Konturen	116
5.1	Entwicklung eines optimalen Rekonstruktionsverfahrens	116
5.1.1	Einführung der FTT-Rücktransformation (RFTT)	117
5.1.2	Rahmen für eine FTT-Codierung	121
5.1.3	FTT-Codierung durch konturgesteuerte Auswahl der Abtastwerte	128
5.1.4	Rekonstruktion aus Konturen mit Originalphasen (RKOP)	131
5.1.5	Rekonstruktion aus Konturen mit heuristischer Phase (RKHP)	132
5.1.6	Einstellung der Verfahrensparameter	144
5.1.7	Rekonstruktionsfehler im Vergleich mit Teiltonsynthesen	146
5.1.8	Zusammenfassung	148
5.2	Rekonstruktion aus Kontur/Textur-Repräsentationen	151

5.2.1	Erweitertes Verfahren RKHP mit Textur (RKHPTX)	151
5.2.2	Texturrekonstruktion mit Hilfe von Frequenzkonturen	153
5.3	Zusammenfassung	154
6	Codierungen mit Konturen	156
6.1	Quantisierung, Approximation und Quantisierungsveränderung	157
6.2	Codierung ohne zusätzliche Qualitätseinbußen	159
6.2.1	Einfache Codierverfahren mit gleichförmiger Quantisierung	159
6.2.2	Möglichkeiten weiterer Redundanz- und Irrelevanzreduktion	166
6.2.3	Zusammenfassung und Schlußfolgerung	169
6.3	Niedriggradige Sprachcodierung	170
6.3.1	Wahl des Frequenzkontur/Textur-Verfahrens und Modifikation	171
6.3.2	Codierung 30 kbit/s mit Frequenzkontur/Textur (MUM-30k)	173
6.3.3	Vergleich von MUM-30k mit anderen Verfahren	176
6.3.4	Codierung 4,4 kbit/s mit Frequenzkontur/Textur (MUM-4k4)	177
6.3.5	Vergleich von MUM-4k4 mit anderen Verfahren	180
6.3.6	Zusammenfassung	183
6.4	Zusammenfassung und Ausblick	184
	Zusammenfassung	187
	Anhang	191
A	Definitionen	191
A.1	Konturen und Konturpunkte	191
A.2	Konturlinien und Konturlinienlänge	192
A.3	Kontursignal und Konturpunktsignal	193
A.4	Phasenoperator	193
B	Verfahrensbeschreibungen	194
B.1	Approximation lokaler Pegelmaxima über der Frequenz	194
B.2	Realisierung von Modulator/Tiefpaß/Laufzeit-Strukturen	195
B.3	Realisierung von Tiefpaßfiltern durch Rekursion	197
B.4	Stufenlose Realisierung von Laufzeiten	198
B.5	Kontur/Textur-Analyse	200
B.6	Rekonstruktionsverfahren	202
C	Herleitungen	207
C.1	FTT-Spektrum einer eingeschalteten komplexen Schwingung	207
C.2	Spektrale Grenzselektion der FTT	209
C.3	Frequenzverlaufseigenschaften der FTT	210
D	Spezielle Ergebnisse	213
D.1	Hörversuch zur Heinbachschen TTZM-Datenreduktion	213
D.2	FTT-Codierungsrahmen als Wavelet-Transformation	213
D.3	Signaldarstellung durch Konturpunkt-Wavelets	216
E	Abkürzungen und Formelzeichen	218
	Quellenverzeichnis	222