

Dipl.-Ing. Markus Reinhardt, Oberelchingen

Kombinierte vektorielle Entzerrungs- und Decodierverfahren

Reihe **10**: Informatik/
Kommunikationstechnik Nr. **519**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Überblick	1
2	Grundlagen	6
2.1	Signale im äquivalenten Tiefpaßbereich	6
2.1.1	BP-TP-Transformation	6
2.1.2	Korrelationsfunktionen von Energiesignalen	7
2.1.3	Korrelationsfunktionen von stochastischen Signalen	8
2.2	Zeitvariante Kanäle – Mobilfunkkanäle	9
2.2.1	Systemfunktionen	9
2.2.2	Stochastische Beschreibung – Korrelationsfunktionen der Systemfunktionen	11
2.2.3	Kanalmodelle	13
3	Vektorielle Übertragungs- und Entzerrungsverfahren	20
3.1	Grundlagen von Direct-Sequence-CDMA-Systemen	21
3.1.1	Zellulare Mobilfunknetze	21
3.1.2	Vielfachzugriffsverfahren	22
3.1.3	Motivation von Multiuser-Detektionsverfahren für CDMA-Systeme	23
3.2	Zeitdiskrete vektorielle Ersatzkanäle	25
3.2.1	Herleitung	26
3.2.2	Faktorisierung der Ersatzkanalmatrix	31
3.3	Vektorielle Entzerrer für eine uncodierte Übertragung	33
3.3.1	Vektorieller Maximum-Likelihood-Empfänger	33
3.3.2	Vektorieller Decision-Feedback-Equalizer (VDFE)	34
3.3.3	Vektorieller Transversalentzerrer (VTE)	37

3.4	Vergleich der vektoriellen Entzerrer	39
3.4.1	Bitfehlerhäufigkeiten	40
3.4.2	Near-Far-Resistenz	42
3.4.3	Zusammenfassung der Simulationsergebnisse	44
4	Kombinierte Entzerrung und Decodierung von TCM für zeitinvariante vektorielle Mehrpfadkanäle	45
4.1	Trelliscodierte Modulation (TCM)	47
4.2	Kombinierter vektorieller Entzerrer-/ Decodierer – CVED	51
4.2.1	Übertragungsmodell	51
4.2.2	Codierung und Interleaving im Sender	52
4.2.3	Struktur des CVED	53
4.2.4	Algorithmus des CVED	53
4.3	Abschätzung der Bitfehlerwahrscheinlichkeit	57
4.4	Implementierungsverlust bei endlicher Filterlänge	60
4.5	Untersuchung der Eigenschaften des CVED durch Simulation	62
4.5.1	Parameter des Simulationsmodells	62
4.5.2	Separierte Entzerrung und Decodierung	63
4.5.3	Near-Far-Resistenz des CVED	65
4.5.4	Lastabhängigkeit der Bitfehlerhäufigkeit	67
5	Kombinierte Entzerrung und Decodierung für Rayleigh-Kanäle	68
5.1	Das Symbolspreizverfahren	69
5.1.1	Kanalmodell für das Verfahren	69
5.1.2	Symbolspreizung mittels Orthonormaltransformation	70
5.2	Ein iterativer Decision-Feedback-Equalizer für das Symbolspreizverfahren – ISBDFE	74
5.2.1	Blocktransversalentzerrer (BTE)	74
5.2.2	Struktur und Algorithmus des ISBDFE	76
5.2.3	Herleitung der Koeffizienten des ISBDFE	77
5.2.4	Transformation des Rayleigh-Kanals in parallele AWGR-Kanäle	79
5.2.5	Komplexität des ISBDFE	81

5.2.6	Uncodierte Übertragung – Entzerrung mit ISBDFE	81
5.2.7	Kombinierte Entzerrung und Decodierung mit ISBDFE	84
5.3	Block-Turbo-Entzerrer für das Symbolspreizverfahren	90
5.3.1	Übertragungsmodell und Struktur des Block-Turbo-Entzerrers	91
5.3.2	Mathematische Herleitung	94
5.3.3	Simulationsergebnisse	99
6	Kombinierte Entzerrung und Decodierung für WSSUS-Kanäle	103
6.1	Symbolspreizung in Zeit- und Frequenzrichtung	103
6.1.1	Orthogonal Frequency Division Multiplexing	103
6.2	Symbolspreizung für zeitvariante frequenzselektive Kanäle – MC-CDMA	105
6.3	Ableitung des Matched-Filter-Bounds	111
6.4	Simulationsergebnisse	115
6.4.1	Matched-Filter-Bound	115
6.4.2	Uncodierte Übertragung	115
6.4.3	Übertragung mit TCM	121
6.5	Vektor-Block-Decision-Feedback-Equalizer (VBDFE)	122
6.5.1	Übertragungsmodell	125
6.5.2	Struktur des VBDFE	126
6.5.3	Simulationsergebnisse	129
7	Überblick und Einordnung der behandelten Detektionsverfahren	132
	Zusammenfassung	139
A	Ergänzende Definitionen und Herleitungen	141
A.1	Matrixfaltung	141
A.2	Matrix-Spektrum eines Vektorprozesses	141
A.3	Wiener-Lee-Beziehung in Matrix-Darstellung	142
A.4	Herleitung der Koeffizienten des VDFE im Zeitbereich	142
A.5	Herleitung der Koeffizienten des VTE im Zeitbereich	149
A.6	Fast-Hadamard-Transformation (FHT)	149

A.7	Kroneckerprodukt	150
A.8	Bestimmung der Koeffizienten des linearen Blocktransversalentzerrers	151
A.9	Berechnungen zum ISBDFE	153
A.9.1	Bestimmung der Koeffizienten des iterativen Soft-Block-Decision-Feedback-Equalizer	153
A.9.2	Mittlerer quadratischer Fehler des ISBDFE	159
B	Verwendete Formelzeichen und Abkürzungen	162
B.1	Verwendete Formelzeichen	162
B.2	Abkürzungen	168
	Literaturverzeichnis	171