

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Bedeutung der realitätsnahen Modellierung und Simulation in der Nachrichtentechnik	1
1.1.1	Problematik des Systementwurfs und der Systembewertung	1
1.1.2	Effizienzsteigerung durch computergestützte Entwurfsmethoden	3
1.1.3	Problematik der Realitätsnähe	4
1.2	Stand der Technik und offene Fragen	5
1.3	JD-CDMA-Mobilfunksystem als exemplarisches komplexes nachrichtentechnisches System	8
1.4	Ziele und durchzuführende Arbeiten	12
1.5	Inhaltsübersicht und wesentliche Ergebnisse	13
2	Modellierung und Simulation nachrichtentechnischer Systeme	16
2.1	Abstraktionsebenen bei der Modellierung und Simulation	16
2.2	Grundlagen der Modellierung und Simulation auf der Systemebene	18
2.2.1	Voraussetzungen	18
2.2.2	Systemmodellierung	19
2.2.3	Zufallsgrößen und Monte-Carlo-Simulation	20
2.3	Simulatorkonzepte	21
2.4	Vorgehensweise beim Entwickeln eines Simulationsprogramms	24
2.5	Bemerkungen zur diskreten Faltung	25
3	Idealisiertes Modell des betrachteten JD-CDMA-Mobilfunksystems	27
3.1	Vielfachzugriff und Signalformate	27
3.2	Kanalschätzung	37
3.2.1	Theorie der Kanalschätzung	37
3.2.2	Optimieren von Codefamilien	41
3.2.3	Aufwandsgünstige Kanalschätzung	42
3.2.4	Nachverarbeitung geschätzter Kanalimpulsantworten	47
3.3	Datendetektion	47
3.3.1	Betrachtete Datendetektoren	47
3.3.2	Linearer Zero-Forcing-Blockentzerrer	49
3.3.3	Zero-Forcing-Blockentzerrer mit quantisierter Rückkopplung	50

3.3.4	Linearer Minimum-Mean-Square-Error-Blockentzerrer	52
3.3.5	Minimum-Mean-Square-Error-Blockentzerrer mit quantisierter Rückkopplung	53
3.3.6	Erweitern der Algorithmen zur Datendetektion auf mehrere Empfangsantennen	55
4	Realitätsnahes Modell der Übertragungskanäle	56
4.1	Motivation	56
4.2	Analoges Sendesignal	58
4.3	Analoges Empfangssignal	58
4.4	Zeitdiskretes Empfangssignal	60
4.5	Modellieren von analogen Systemkomponenten	62
4.5.1	Verstärker	62
4.5.2	A/D- und D/A-Umsetzer	64
4.5.3	Analoge Tiefpaßfilter	67
4.6	Mobilfunkkanal	68
4.6.1	Theoretische Grundlagen	68
4.6.2	Modellannahmen	73
4.6.3	Beschreiben des Modells	74
5	Kanalcodierung	81
5.1	Struktur digitaler nachrichtentechnischer Systeme mit Kanalcodierung und Interleaving	81
5.2	Codieren mit Turbo-Codes	83
5.2.1	Struktur des Codierers für Turbo-Codes	83
5.2.2	RSC-Codes	85
5.2.3	Turbo-Code-Interleaver	86
5.3	Iteratives Decodieren von Turbo-Codes	87
5.3.1	Überblick	87
5.3.2	Prinzip	87
5.3.3	MAP-Symbolschätzer	91
5.3.3.1	Folgeschätzer und Symbolschätzer	91
5.3.3.2	Rekursive MAP-Symbolschätzung	92
6	Parametrisierung des Modells des betrachteten JD-CDMA-Mobilfunk- systems mit realitätsnahen Übertragungskanälen	101
6.1	Vorbemerkung	101

6.2	Signalformate und Modulation	101
6.2.1	TDMA-Rahmen und Struktur der gesendeten Bursts	101
6.2.2	Datenmodulation und -demodulation	103
6.2.3	CDMA- und Mittambelcodes	104
6.3	Realitätsnahe Übertragungskanäle	107
6.4	Eigenschaften des Sendesignals	112
6.5	Kanalcodierung und Interleaving	116
6.5.1	Kanalcodierer	116
6.5.2	Interleaver	117
6.5.3	Kanaldecodierer	118
7	Systemsimulation	120
7.1	Simulationswerkzeuge	120
7.2	Leistungsmerkmale von PeCoCS	122
7.3	Simulationsergebnisse	124
7.3.1	Bitfehlerraten	124
7.3.2	Auswirkung von Nichtlinearitäten auf die Leistung außerhalb des Frequenzbandes	136
7.4	Diskussion der Simulationsergebnisse	136
8	Erfahrungen und Schlußfolgerungen	146
9	Zusammenfassung	149
10	Abstract	150
	Liste häufig verwendeter Formelzeichen und Abkürzungen	151
	Formelzeichen	151
	Abkürzungen	159
	Literatur	161