

Gliederung

Abkürzungen und Formelzeichen	IX
1 Einführung	1
2 Problemstellung	5
2.1 Das Kanalvergabeprobem bei zellulären Funkssystemen	5
2.1.1 Formale Definition	6
2.1.2 Kanalbedarf	8
2.1.3 Interferenzmatrix	9
2.2 Reduktion des Kanalvergabeprobems auf das Knotenfärbungsproblem . . .	9
2.2.1 Graphentheoretische Grundlagen	10
2.2.2 Abbildung des Kanalvergabeprobems auf das Knotenfärbungsproblem	11
2.2.3 Rechenkomplexität	12
2.3 Fallbeispiele	13
2.3.1 Künstliche regelmäßige Funknetze	13
2.3.2 Reale Funknetze	19
2.3.3 Künstliche unregelmäßige Funknetze	23
3 Kanalvergabe mit Hilfe heuristischer Graphenfärbungs-Algorithmen	26
3.1 Heuristische Graphenfärbungs-Algorithmen	27
3.1.1 Überblick	27
3.1.2 Untere Schranken	28
3.2 GRAND-Kanalvergabe-Algorithmus	28
3.3 Problemimmanente Nachteile	31
3.3.1 Keine Berücksichtigung von graduell unterschiedlichen Bedingungen .	31
3.3.2 Eingeschränkte Lösungsmenge	33
3.3.2.1 Beweis der Suboptimalität der deterministischen GRAND-Version . .	33
3.3.2.2 Kombinatorische Überlegungen zum nicht-deterministischen Fall . . .	35
3.4 Ergebnisse	36
3.4.1 Anwendung auf reale Funknetze	37
3.4.2 Anwendung auf künstliche regelmäßige Funknetze	38
3.4.3 Anwendung auf künstliche unregelmäßige Funknetze	39
3.5 Bewertung des Graphenfärbungs-Ansatzes	40
4 Darstellung des Kanalvergabeprobems als Kostenfunktion	42
4.1 Kombinatorische Optimierungsprobleme	42
4.2 Anwendung auf das Kanalvergabeprobem	43

4.2.1	Definition der Lösungsmenge	43
4.2.2	Definition der Kostenfunktion	45
4.3	Weitere Varianten des Kanalvergabeproblems	47
4.3.1	Weiche Kanalvorgaben	48
4.3.2	Minimierung des benötigten Funkspektrums	49
4.3.3	Combiner	51
5	Kanalvergabe mit Hilfe von Simulated-Annealing	52
5.1	Der Simulated-Annealing-Ansatz	55
5.1.1	Markoff-Modell	57
5.1.2	Darstellung des Simulated-Annealing-Algorithmus als Markoff-Prozeß	59
5.1.3	Konvergenz-Aussagen	59
5.2	Polynomiale Approximation	61
5.2.1	Initialtemperatur	62
5.2.2	Temperaturabnahme	63
5.2.3	Länge der homogenen Markoff-Ketten	63
5.2.4	Stoppkriterium	64
5.3	Anwendung auf das Kanalvergabeproblem	64
5.3.1	Definition einer allgemeinen problemunabhängigen Nachbarschaft	65
5.3.2	Nachweis der Symmetrie und Irreduzibilität	66
5.3.3	Definition der Generierungswahrscheinlichkeit	67
5.3.4	Berücksichtigung von Randbedingungen in der Lösungsmenge	68
5.3.5	Implementierung	68
5.4	Theorie zur Konstruktion problemabhängiger Nachbarschaften	69
5.4.1	Definition der Quotientenmenge	70
5.4.2	Konstruktion der Nachbarschaftsstruktur in der Quotientenmenge	72
5.4.3	Universeller Satz zur Konstruktion optimaler Generierungswahrscheinlichkeiten	74
5.4.4	Konstruktion der Generierungswahrscheinlichkeit in der Quotientenmenge	77
5.4.5	Stationäre Verteilung im Hochtemperaturfall	79
5.5	Anwendung auf lineare Funknetze	83
5.5.1	Lineare Funknetze	83
5.5.2	Definition der Interferenz-Ordnung	84
5.5.3	Definition komplexer Übergänge in der Quotientenmenge	84
5.5.4	Definition der Generierungswahrscheinlichkeit in der Quotientenmenge	86
5.5.5	Stationäre Verteilung im Hochtemperaturfall	87

5.6	Anwendung auf beliebige Funknetze	88
5.6.1	Heuristischer Flip-Flop-Übergang	89
5.6.2	Heuristische Gleichkanalkette	90
5.6.2.1	Gleichkanalgraphen	90
5.6.2.2	Implementierung	95
5.6.3	Heuristische Nachbarkanalkette	96
5.6.3.1	Nachweis der Suboptimalität der heuristischen Gleichkanalkette	96
5.6.3.2	Definition der Nachbarkanalkette	98
5.6.3.3	Implementierung	99
5.6.4	Asymptotische Konvergenz	100
5.7	Anwendung auf regelmäßige hexagonale Funknetze	100
5.7.1	Definition der Ordnung	101
5.7.2	Kombinatorische Grundbegriffe	104
5.7.3	Formale Definition der Teil-Ordnung	106
5.7.4	Definition der Übergänge in der Quotientenmenge	107
5.7.5	Definition der Generierungswahrscheinlichkeit in der Quotientenmenge	109
5.7.6	Stationäre Verteilung im Hochtemperaturfall	110
5.7.7	Implementierung	112
5.8	Ergebnisse	113
5.8.1	Anwendung auf reale Funknetze	114
5.8.1.1	Vergleich der Nachbarschafts-Varianten	114
5.8.1.2	Berücksichtigung zusätzlicher Bedingungen	117
5.8.1.2.1	Berücksichtigung weicher Kanalvorgaben	117
5.8.1.2.2	Minimierung der Anzahl der benötigten Kanäle	119
5.8.1.2.3	Berücksichtigung weicher Interferenz-Bedingungen	121
5.8.1.3	Vergleich mit GRAND	122
5.8.2	Anwendung auf künstliche regelmäßige Funknetze	123
5.8.2.1	Vergleich der Nachbarschafts-Varianten	123
5.8.2.2	Vergleich mit GRAND	127
5.8.3	Kombination von Heuristiken	127
5.8.3.1	Anwendung auf künstliche unregelmäßige Funknetze	128
5.8.3.2	Anwendung auf reale Funknetze	129
5.8.4	Kontinuierliche Erhöhung der Rechenzeit	130
6	Dynamische Kanalvergabe mit Hilfe künstlicher neuronaler Netzwerke	132
6.1	Künstliche neuronale Netzwerke	134

6.1.1	Definition der Neuronenaktivitäten	134
6.1.2	Lernregel	135
6.1.3	Selbstorganisierende motorische Karten	135
6.1.3.1	Problem	136
6.1.3.2	Methode	136
6.1.3.3	Bestimmung des Erregungszentrums	136
6.1.3.4	Adaption der Synapsenstärken	137
6.1.3.5	Implementierung	139
6.2	Indirekt adaptives Kanalvergabe-Verfahren	140
6.2.1	Annahmen	142
6.2.2	Ermittlung der Verteilungsfunktion der Interferenz	143
6.2.3	Simultane Ermittlung aller Interferenz-Verteilungen	145
6.3	Direkt adaptives Kanalvergabe-Verfahren	146
6.3.1	Annahmen	146
6.3.2	Kostenfunktion	146
6.3.3	Übergänge in der Lösungsmenge	147
6.3.4	Steuerung der Temperatur und der Plastizität	148
6.4	Mikroskopische Betrachtung der Eingabedaten	149
6.4.1	Manhattan-Modell	149
6.4.2	Teilzellen-Konzept	150
6.4.3	Kapazitätsgewinn	152
6.5	Direkt adaptives Kanalvergabe-Verfahren auf der Basis mikroskopischer Daten	153
6.5.1	Eingaberaum	154
6.5.2	Ausgaberaum	156
6.5.3	Modellierung des Lehrers	156
6.5.4	Initialisierung der Neuronenkarte	157
7	Zusammenfassung	158
8	Anhang: Beweise	161
8.1	Beweise zu Abschnitt 5.4	161
8.2	Beweis zu Abschnitt 5.5	165
8.3	Beweis zu Abschnitt 5.7	167
9	Literatur	170