

Inhaltsverzeichnis

Teil I Endliche Wörter

1	Grundlagen der Theorie formaler Sprachen	3
1.1	Reguläre Sprachen und endliche Automaten	3
1.1.1	Reguläre Sprachen	3
1.1.2	Endliche Automaten	5
1.1.3	Deterministische, endliche Automaten	9
1.2	Entscheidbarkeit und Komplexität	11
2	Schwache, monadische Logik zweiter Stufe	13
2.1	Syntax und Semantik	13
2.2	Verbindung zur Theorie formaler Sprachen	15
2.2.1	Von Automaten zu Formeln	17
2.2.2	Von Formeln zu Automaten	18
2.2.3	Regularität und WMSO-Definierbarkeit	19
2.3	Implementierung der monadischen Logik	20
2.3.1	Das Tool MONA	20
2.3.2	Spezifikation eines Binärzählers	21
2.3.3	Spezifikation eines Addierers	22
2.3.4	Spezifikation eines Synchronaddierers	23
2.4	Komplexität des Entscheidungsproblems	24
2.5	Presburger-Arithmetik	26
3	Alternierende, endliche Automaten	29
3.1	Alternierende Automaten und ihre Läufe	29
3.2	Verbindung zu regulären Sprachen	33
3.3	Gedächtnislose Läufe	36
3.4	Akzeptanz als Spiel	38

4 Sternfreie Sprachen	41
4.1 Erststufige Logik	41
4.2 Ehrenfeucht-Fraïssé-Spiele	42
4.3 Abschlusseigenschaften	45
Notizen	49
Übungsaufgaben	51

Teil II Unendliche Wörter

5 Automaten auf unendlichen Wörtern	61
5.1 Unendliche Wörter und reguläre ω -Sprachen	62
5.2 Büchi-Automaten	64
6 Komplementierung von Büchi-Automaten	69
6.1 Zwei Sätze der unendlichen Kombinatorik	69
6.2 Komplementierung nach Büchi	70
6.3 Entscheidbarkeit der monadischen Logik zweiter Stufe	72
7 Weitere Akzeptanzbedingungen	75
7.1 Rabin-, Streett- und Paritätsautomaten	75
7.2 Muller-Automaten	80
7.3 Co-Büchi-Automaten	83
8 Determinisierung von Büchiautomaten	87
8.1 Fundamentales Problem der Determinisierung	88
8.2 Safra-Konstruktion	90
8.3 Deterministische Paritätsautomaten	99
8.3.1 Verfeinerung der Safra-Konstruktion	99
8.3.2 Latest Appearance Records	101
9 Entscheidungsverfahren für ω-Automaten	103
9.1 Verschiedene Leerheitsprobleme	103
9.2 Universalitätsproblem für Büchi-Automaten	107
9.2.1 Universalität durch Komplementierung	107
9.2.2 Universalität mit dem Satz von Ramsey	108
9.2.3 Reduktion von Subsumption auf Universalität	110
9.3 Size-change Termination	111
9.3.1 Rekursive Programme	111
9.3.2 Termination als Sprachinklusion	113
9.3.3 Terminationsanalyse mit Büchi-Automaten	114

10 Alternierende Automaten	117
10.1 Alternierende Büchi-Automaten	117
10.2 Komplementierung mittels Alternierung	122
10.3 Schwache Automaten	126
11 Linearzeit-Temporale Logik	131
11.1 Syntax und Semantik	131
11.2 LTL und nichtdeterministische Büchi-Automaten	135
11.2.1 Verallgemeinerte Büchi-Automaten	135
11.2.2 Von LTL nach NBA	136
11.3 LTL und alternierende Büchi-Automaten	140
11.4 Spezifikation und Verifikation	144
11.4.1 Transitionssysteme und Läufe	145
11.4.2 Model-Checking	146
Notizen	149
Übungsaufgaben	153

Teil III Endliche Bäume

12 Automaten auf endlichen Bäumen	163
12.1 Top-down vs. Bottom-up	163
12.2 Abschlusseigenschaften und Entscheidbarkeit	169
13 Anwendungen	173
13.1 Higher-order Matching	173
13.2 Baumautomaten und XML	176
Notizen	179
Übungsaufgaben	181

Teil IV Unendliche Bäume

14 Automaten auf unendlichen Bäumen	185
14.1 Paritäts-Baumautomaten	186
14.2 Büchi-Baumautomaten	188
15 Komplement-Abschluss und Leerheitsproblem	191
15.1 Paritätsspiele	191
15.1.1 Spiele, Partien und Strategien	191
15.1.2 Positionale Determiniertheit	195
15.1.3 Algorithmische Behandlung	197

15.2	Komplementierung der Paritäts-Baumautomaten	199
15.2.1	Akzeptanz durch PBA als Paritätsspiel.....	199
15.2.2	Konstruktion des Komplementautomaten	200
15.3	Leerheitstest	201
16	Logiken auf unendlichen Bäumen	205
16.1	MSO auf Bäumen	206
16.1.1	Syntax und Semantik	206
16.1.2	Entscheidbarkeit	207
16.2	Volle Baumzeit-Logik	208
16.2.1	Syntax und Semantik	208
16.2.2	Entscheidbarkeit	210
16.3	Modaler μ -Kalkül	212
16.3.1	Modallogik	213
16.3.2	Fixpunktquantoren	214
16.3.3	Entscheidbarkeit	216
Notizen		219
Übungsaufgaben		223
<hr/>		
Anhang		
<hr/>		
Ausblick		227
Sachverzeichnis		231
Literaturverzeichnis		233