

Inhalt

1	Einleitung	1
1.1	Synthese-Problematik	1
1.2	Ziele der Arbeit	2
2	Grundlagen	5
2.1	Verfahren zur automatischen Hardware-Synthese	5
2.2	Entwurfs-Metriken und deren Relevanz	8
2.2.1	Fläche	8
2.2.2	Leistungsaufnahme	9
2.2.3	Performanz	10
2.2.4	Kommunikation	10
2.2.5	Andere Kriterien	11
2.3	Konsequenzen und Aufbau der Arbeit	14
3	Automaten-basierter Ansatz zur Resynthese	17
3.1	Symbolisches Automatenkalkül	17
3.2	Gewinnung von DC-Information	22
3.2.1	Erreichbare Zustände	22
3.2.2	Äquivalente Zustände	24
3.2.3	Vereinfachung der DC-Information	27
3.2.4	Ordnung der Variablen	31
3.3	Zustands-Rekodierung	32
3.3.1	Kompaktierung des Zustandscodes	33
3.3.2	Kodierungsansatz für mehrstufige Logik	36
3.3.3	Kostenfunktionen	38
3.3.4	Kodierung durch iterierte Partitionierung	39
3.3.5	Kostenfunktion für Partitionierungen	40
3.3.6	Rekodierungs-Schritt	42
3.3.7	Algorithmus	44
3.4	Extraktion der funktionalen Beschreibung	45
3.5	Schnittstelle zur Logiksynthese	48
4	Strukturierung und Optimierung des Datenpfades	51
4.1	Definitionen	52
4.2	Synthesemodell	54
4.3	Datenpfad-Partitionierung	56
4.3.1	Modellierung der Entwurfsmetriken	56
4.3.2	Problem-Formulierung und Komplexität	58
4.3.3	Verwaltung von Entwurfs-Informationen	61

4.3.3.1	Charakteristika von Zellen	62
4.3.3.2	Charakteristika von Elementar-Partitionen	63
4.3.4	Modifikationen im Datenpfad	65
4.3.4.1	Replikation und Dereplikation	65
4.3.4.2	Hierarchische Expansion	66
4.3.5	Graphen-Konstruktion	68
4.4	Algorithmen zur Freien Partitionierung	69
4.4.1	Freie Partitionierung durch Mehrwege-Zerlegung	69
4.4.2	Freie Partitionierung durch Genetischen Algorithmus	70
4.4.2.1	Kodierung des Problemraumes	74
4.4.2.2	Einarbeitung von Kostenfunktion und Selektion	75
4.4.2.3	Realisierung der Genetischen Operatoren	76
4.4.2.4	Parameter-Einstellungen und Diskussion	77
4.4.3	Einbeziehung der Steuerung	81
4.4.3.1	Extraktion von Don't Cares	81
4.4.3.2	Symbolische Co-Simulation der Steuerung	82
4.4.3.2.1	Sequentielle Don't Cares in Datenpfaden	82
4.4.3.2.2	Kombinatorische Don't Cares	86
4.4.3.3	Sequentielle Optimierung	88
5	Repartitionierung von Steuerung-/Datenpfad-Systemen	89
5.1	Sequentielle Optimierung von Steuerung-/Datenpfad-Systemen	90
5.2	Ansatz der Repartitionierung	91
5.2.1	Transformation des Entwurfs	91
5.2.2	Multikriterielle Bewertung von Partitionierungen	92
5.2.3	Ausgangspunkt und Ziel der Repartitionierung	95
5.2.4	Auswahl der Optimierungs-Strategie	96
5.2.5	Generisches Partitionierungs-Schema	97
5.2.6	Auflösung des Nichtdeterminismus	98
5.2.7	Optimierung durch Threshold-Accepting	99
5.2.8	Lokale Gewinn-Analyse	99
5.3	Bestimmung der Analyse-Regionen	103
5.4	Gewinne höherer Ordnung und Resynthese	106
5.5	Ersetzbarkeit von Teilschaltungen	107
6	Implementierung und experimentelle Ergebnisse	111
6.1	Entwurfsumgebung	111
6.2	Experimente	113
6.2.1	Sequentielle Optimierung von Steuerungen	113
6.2.2	Partitionierung und Optimierung von Datenpfaden	115

6.2.3	Repartitionierung von Steuerung-/Datenpfad-Systemen	119
7	Zusammenfassung und Ausblick	123
8	Bibliographie	125
A	Dynamische Beschränkungsfunktion	131
B	Komponenten-Bibliotheken	133
C	Gatter- und Latch-Bibliothek	135
D	Verwendete Logiksynthese-Skripten	137

Abbildungen

Abbildung 1:	Entwurf durch iterierte Synthese und Resynthese-Schritte.	6
Abbildung 2:	Klassische sequentielle und kombinatorische Logiksynthese.	8
Abbildung 3:	Steuerung der Resynthese.	15
Abbildung 4:	Deterministischer endlicher Mealy-Automat.	18
Abbildung 5:	Beschreibungsformen von endlichen Automaten.	18
Abbildung 6:	Erzeugung einer symbolischen Beschreibung.	19
Abbildung 7:	Konstruktion der Produktmaschine.	25
Abbildung 8:	Rekodierung durch Veränderung der Zustandsübergangs-Funktion.	29
Abbildung 9:	Rekodierung der äquivalenten Zustände.	30
Abbildung 10:	Netzliste für den Beispiel-Automaten.	30
Abbildung 11:	Kompaktierung des Zustandscodes.	36
Abbildung 12:	Beispiel für den Fanout-orientierten Algorithmus.	38
Abbildung 13:	Korrektheit des Rekodierungs-Schrittes.	42
Abbildung 14:	Beispiel für die Anwendung einer Partitionierungs-Funktion.	43
Abbildung 15:	Algorithmus zur Zustandsrekodierung.	45
Abbildung 16:	Zweistufige und mehrstufige Ausgabe des Automaten.	48
Abbildung 17:	Zielarchitektur aus Steuerung und Datenpfad.	54
Abbildung 18:	Synthesemodell für den Datenpfad.	55
Abbildung 19:	Korrelation zwischen Synthesezeit und Größe.	58
Abbildung 20:	Klassifikation von Verbindungstypen im Datenpfad.	63
Abbildung 21:	Beispiele für häufig auftretende Verbindungstypen.	64
Abbildung 22:	Modifikationen im Datenpfad.	66
Abbildung 23:	Definition der Meta-Zellen.	67
Abbildung 24:	Hierarchische Expansion eines Register-Files.	67
Abbildung 25:	Konstruktion des Konnektivitäts-Graphen.	69
Abbildung 26:	Kantenorientierte Partitionierungs-Heuristik.	71
Abbildung 27:	Knotenorientierte Partitionierungs-Heuristik.	72
Abbildung 28:	Anwendung der Partitionierungs-Heuristiken.	73
Abbildung 29:	Partitionierung durch genetischen Algorithmus.	73
Abbildung 30:	Alternative Implementierungen des Rekombinations-Operators.	77
Abbildung 31:	Optimierung mit kantenorientierter Heuristik.	78
Abbildung 32:	Vergleich der knoten- und der kantenorientierten Methode.	78
Abbildung 33:	Auswirkung von Mutations- und Perturbations-Parameter.	79
Abbildung 34:	Auswirkung der dynamischen Beschränkungsfunktion.	79
Abbildung 35:	Ergebnis der funktionalen Partitionierung des Datenpfades.	81
Abbildung 36:	Entstehung von DCs in algorithmischen Beschreibungen.	82
Abbildung 37:	Entstehung von DCs durch nicht erreichbare Zustände.	83
Abbildung 38:	Replikation eines Ausgangs-Multiplexers bei Funktionen.	84
Abbildung 39:	Co-Simulations-Verfahren.	85
Abbildung 40:	Bestimmung von kombinatorischen DCs.	87

Abbildung 41: Bus-basierte (a) vs. Multiplexer-basierte (b) Architektur	90
Abbildung 42: Repartitionierung von Steuerung-/Datenpfadsystemen	91
Abbildung 43: Der generische Partitionierungs-Algorithmus	97
Abbildung 44: Prinzip der lokalen Gewinnanalyse	101
Abbildung 45: Resultat der lokalen Gewinnanalyse.....	102
Abbildung 46: Generisches Optimierungs-Schema zur Repartitionierung	103
Abbildung 47: Entstehung von Mealy-Ausgängen.....	108
Abbildung 48: Entwurfssystem PMOSS	112
Abbildung 49: Implementierung des Repartitionierungs-Werkzeugs.....	112
Abbildung 50: Multikriterielle Optimierung von Controller-/Datenpfad-Systemen	122
Abbildung 51: Dynamische Beschränkungsfunktion	131
Abbildung 52: Wahrscheinlichkeitsverteilung zu Abb. 51	132
Abbildung 53: Das Synthese-Skript script.rugged	137
Abbildung 54: Das Synthese-Skript script.full_simplify.....	137