

# Inhalt

---

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Synthese-Problematik .....	1
1.2	Ziele der Arbeit .....	2
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>5</b>
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
<b>3</b>	<b>Automaten-basierter Ansatz zur Resynthese</b>	<b>17</b>
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
<b>4</b>	<b>Strukturierung und Optimierung des Datenpfades</b>	<b>51</b>
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
4.4.5	Einbeziehung der Steuerung .....	81
4.5.1	Extraktion von Don't Cares .....	81
4.5.2	Symbolische Co-Simulation der Steuerung .....	82
4.5.2.1	Sequentielle Don't Cares in Datenpfaden .....	82
4.5.2.2	Kombinatorische Don't Cares .....	86
4.5.3	Sequentielle Optimierung .....	88
<b>5</b>	<b>Repartitionierung von Steuerung-/Datenpfad-Systemen</b> .....	<b>89</b>
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
<b>6</b>	<b>Implementierung und experimentelle Ergebnisse</b> .....	<b>111</b>
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
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>123</b>
<b>8</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>125</b>
<b>A</b>	<b>Dynamische Beschränkungsfunktion</b>	<b>131</b>
<b>B</b>	<b>Komponenten-Bibliotheken</b>	<b>133</b>
<b>C</b>	<b>Gatter- und Latch-Bibliothek</b>	<b>135</b>
<b>D</b>	<b>Verwendete Logiksynthese-Skripten</b>	<b>137</b>

# 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