

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Grundlegender Ansatz	2
1.2	Anwendungsgebiet	4
1.3	Lösungsweg und Aufbau der Arbeit	4
2	Grundlagen	5
2.1	Grundlegende Terminologie	5
2.2	Die Speicherhierarchie	6
2.2.1	Parameter der Speicherhierarchie	7
2.2.2	Typische Speicherhierarchien	8
2.2.3	Ersetzungsstrategien	10
2.2.4	Besonderheiten von Caches	10
2.2.5	Treffer und Fehler in der Speicherhierarchie	11
2.3	Wiederbenutzung und Lokalität	13
2.4	Einordnung in den Übersetzerbau	14
2.5	Analysetechniken	14
2.5.1	Lebenszeitanalyse	14
2.5.2	Abhängigkeitsanalyse	15
2.5.3	Reihungsabschnittsanalyse	15
2.6	Graphfärbungstechniken	16
2.6.1	Klassische Heuristik	16
2.6.2	Graphfärbung für Schleifen	17
2.7	Die Klasse perfekt planbarer Programme	22
3	Stand der Technik	23
3.1	Schablonencodes	23
3.2	Cacheanalyse	24
3.3	Schleifentransformationen	25
3.3.1	Grenzen der Schleifentransformation	26
3.4	Datenanordnung	27
3.4.1	Naive Speicherabbildung	27
3.4.2	Allgemeine Speicherabbildung	27

3.5	Techniken zur Änderung der Datenanordnung	28
3.5.1	Transponieren	29
3.5.2	Schrittweiten-Umordnung	29
3.5.3	Auffüttern	30
3.5.4	Mischen	31
3.5.5	Richtungsneutrale Techniken	32
3.6	Färbung	32
3.6.1	Cachefärbung in Multiprozessoren	33
3.6.2	Instruktionscache	33
3.6.3	Datencache	33
3.7	Zusammenfassung	34
4	Cachelebenszeiten	35
4.1	Ziele	35
4.2	Ketten von Wiederbenutzungen	35
4.2.1	Vorbereitende Transformationen	35
4.2.2	Wahl der Zeitauflösung	36
4.3	Wiederbenutzung von Zellen	36
4.4	Lebenszeiten im Cache	37
4.5	Zusammenfassung	40
4.6	Erweiterungsmöglichkeiten	40
5	Cacheoptimierung durch Graphfärbung	41
5.1	Ziele	41
5.2	Spekulation über die Zusammensetzung der Cachezeilen	41
5.3	Zusammenfassung zu virtuellen Cachezeilen	42
5.4	Konfliktvermeidung für virtuelle Cachezeilen	44
5.5	Zusammenfassung	46
5.6	Erweiterungsmöglichkeiten	46
6	Die neue Speicherabbildung	47
6.1	Ziele	47
6.2	Kostengünstiger Zugriff auf die Speicherzeilen	48
6.3	Färbungsgesteuerte Partitionierung	49
6.3.1	Bildung der Partitionen	49
6.3.2	Anpassung der Startadressen	50
6.3.3	Wahl der Speicherabbildung	50
6.4	Laufzeitkosten	52
6.5	Zusammenfassung	54
6.6	Erweiterungsmöglichkeiten	54
7	Fallstudien	55

7.1	Verwendete Programmkerne	55
7.2	Cachelebenszeiten	58
7.3	Zusammenfassung zu virtuellen Cachezeilen	61
7.4	Konfliktvermeidung für virtuelle Cachezeilen	65
7.5	Speicherabbildungen	70
7.6	Abbildungskosten	72
8	Experimente	75
8.1	Testumgebung	75
8.1.1	Testprogramme	75
8.1.2	Zielarchitekturen	76
8.1.3	Meßstrategie	78
8.2	Simulation	79
8.3	Messung der Cachefehlerraten	87
8.4	Messung der Laufzeiten	88
8.5	Folgerungen aus den Messungen	94
9	Bewertung und Ausblick	95
9.1	Bewertung	95
9.2	Ausblick	96
9.2.1	Einsatz von Techniken aus der Schleifenparallelisierung	96
9.2.2	Kombination mit Instruktionsanordnung	96
9.2.3	Erweiterung über eine Schleifenschachtel hinaus	97
9.2.4	Jenseits von wissenschaftlichem Rechnen	98
9.2.5	Weitere Stufen der Speicherhierarchie	98
A	Der Übersetzerprototyp	99
A.1	Erweiterung des SPL-Übersetzers	99
A.2	Der Färbungsalgorithmus	99