With-Loop Fusion

Clemens Grelck und Karsten Hinckfuß

Universität zu Lübeck
Institut für Softwaretechnik und Programmiersprachen
{grelck,hinckfus}@isp.uni-luebeck.de

Zusammenfassung SAC (Single Assignment C) ist eine rein funktionale Feld-Programmiersprache, die primär für numerische Anwendungen zum Beispiel aus den Bereichen der Bildverarbeitung oder des technisch-wissenschaftlichen Rechnens gedacht ist. Der Entwurf der Programmiersprache verfolgt das Ziel, die abstrakte hochsprachliche Beschreibung von Algorithmen auf Feldern mit einer hinsichtlich Programmlaufzeiten und Speicherbedarf effizienten Ausführung übersetzter Programme zu verknüpfen.

Die propagierte Programmier-Methodik beruht wesentlich auf den Prinzipien der Abstraktion und Komposition. Einfache Feld-Operationen werden mit Hilfe von With-Loops, SAC-spezifischen multi-dimensionalen Schleifenkonstrukten, definiert und in universell anwendbaren Abstraktionen gekapselt. Komplexere Operationen werden durch Komposition einfacherer Operationen definiert und ihrerseits in Abstraktionen gekapselt. Vollständige Anwendungungen bestehen im allgemeinen aus mehreren logischen Schichten von Abstraktion und Komposition.

Dieser Programmierstil erlaubt ein hohes Maß an Abstraktion bei der Implementierung von Algorithmen und bietet sehr gute Möglichkeiten zur Wiederverwendung von Code. Leider führt eine direkte Übersetzung von Programmen im allgemeinen zu einem sehr schlechten Laufzeitverhalten, da sehr viele temporäre Felder erzeugt und bestehende Felder häufig wiederholt durchlaufen werden.

Die beschriebene Programmiermethodik kann nur dann in der Praxis erfolgreich eingesetzt werden, wenn sie von einer Übersetzertechnologie begleitet wird, die Code systematisch von einer programmiermethodisch günstigen Repräsentation in eine für die effiziente maschinelle Ausführung geeigneten Repräsentation transformiert. Zu diesem Zweck wurden in der Vergangenheit verschiedene sprach-spezifische Optimierungsverfahren entwickelt und in den SAC-Compiler integriert.

Die vorliegende Arbeit schließt eine wichtige Lücke in der Optimierungstechnik von SAC: die Fusion von With-Loops. Wir beschreiben zunächst den konkreten Anwendungsfall und stellen die Idee der With-Loop Fusion in einer einfachen Form vor. Darauf aufbauend erweitern wir die Anwendungsmöglichkeiten der With-Loop Fusion systematisch. Anhand von Laufzeitmessungen ausgewählter Benchmark-Programme quantifizieren wir das Optimierungspotential der With-Loop Fusion und zeigen ihre Bedeutung für das Erreichen der Entwurfsziele der Sprache SAC.