JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	キャッシュブロックの配置法の実用性に関する研究
Author(s)	広山，貴之
Citation	
Issue Date	2013-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/11329
Rights	
Description	Supervisor:田中　清史，情報科学研究科，修士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

キャッシュブロックの配置法の実用性に関する研究

広山 貴之 (1010056)
北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2013 年 2 月 6 日

キーワード: 階層型キャッシュ、マルチコア、マルチプロセッサ.

1 背景

階層型キャッシュの配置方式には、Inclusion Property 方式と Exclusion Property 方式の２種類が存在する。Inclusion Property 方式は、下位階層に上位階層のコピーを保持する。メニーコア環境において、コア毎に L1 キャッシュを持ち、共有 L2 キャッシュを持つキャッシュ構成では、常に L2 キャッシュに各コアの L1 キャッシュのコピーを持たなければならない。その為、L2 キャッシュ容量を圧迫する。その一方で、キャッシュのコヒーレンス維持の為のキャッシュ参照は、L2 キャッシュに限定され、参照オーバヘッドが小さい。Exclusion Property 方式は、上位階層と下位階層で異なるブロックを保持する。このため、先述の例の場合、L2 容量オーバヘッドが小さい。その一方で、コヒーレンス維持のための参照の範囲が各コアの L1 キャッシュに及ぶため、参照オーバヘッドが大きくなる。このトレードオフ関係に着目した先行研究として、階層型キャッシュシステムにおける高効率なブロック配置法がある。この研究では、キャッシュ内に配置するブロックのデータ参照の局所性に着目したカテゴリ分けを提案している。しかしながら、提案手法によるカテゴリ分けの潜在性能を把握することができていない。

2 先行研究

ブロックのデータの局所性に基づき、データの参照パターンの分析を行い、適切なキャッシュ階層への格納を行う。このデータの参照パターンの分析を行う際には、キャッシュブロックのアクセス頻度とアクセス間隔を基準として行う。１次キャッシュへの格納は、アクセス頻度が高くかつアクセス間隔が短い傾向を持つブロックとする。２次キャッシュへの格納は、長期間アクセスされる傾向を持つブロックとする。各キャッシュ階層内に不適合なブロックを格納しないことで、キャッシュメモリ容量の浪費を防ぐ。また、プロセッサ間で共有されるデータを必ず最下位キャッシュに格納することで、ブロックの一貫性維

Copyright © 2013 by Hiroyama Takayuki

持を行う為の探索範囲を最下位キャッシュに限定させる。その結果、一貫性維持のためのオーバヘッドの増加を防ぐ。

3　ブロックの配置方法

本研究では、プロセッサ間における共有・非共有性を持つキャッシュブロックの判別と各階層に格納する価値があるかを判別することにより、性能向上を図る方法を提案する。共有・非共有性を持つブロックは、ベンチマークプログラムより取得したメモリアクセストレースを解析し、プロセッサ間で利用されるブロックアドレスがある際、下位階層に配置する。これにより、一貫性維持による外部参照のオーバヘッドを最小限にすることができる。各階層への配置は、各階層に配置されるブロックのミス率と各階層のミス率と比較を行うことで、決定する。各階層のミス率よりも大きいミス率を持つブロックを配置しないことにより、ミスを多く発生するブロックを格納しないことで性能向上を図る。

4　評価環境

提案手法を検証するための環境として、ベンチマークプログラムからメモリアクセストレースを取得するプログラム、取得メモリアクセストレースをカテゴリ分けするプログラム、カテゴリ情報とメモリアクセストレースを入力ファイルとする提案シミュレータと既存手法である Inclusion Property 方式と Exclusion Property 方式のシミュレータを作成した。ベンチマークプログラムには、SPLASH-2 の fft,radix,lu,cholesky を採用した。性能評価の比較対象は、Inclusion Property 方式と Exclusion Property 方式のシミュレータの実行クロックサイクル数。この実行クロックサイクル数と提案シミュレータの実行クロックサイクル数との比較を行う。

5　まとめ

本研究では、Inclusion Property 方式が持つキャッシュ使用量の浪費と Exclusion Property 方式が持つ一貫性維持の参照オーバヘッドの問題に着目した先行研究の潜在性能を図ることを目的とした提案を行った。また、提案手法を検証するためのキャッシュシミュレータを作成し、ベンチマークプログラムより取得したメモリアクセストレースを入力させ、評価を行った。

参考文献

[1] HUH Younsuk, 階層型キャッシュシステムにおける高効率なブロック配置法, 修士論文, 2011.

[2] S.C.Woo, M.Ohara, E.Torrie, J.P.Singh, and A.Gupta, SPLASH-2 Programs: Characterization and Methodological Considerations Proc. of ISCA pp.24–36, 1995.

[3] Intel, PIN, http://www.pintool.org