

Title	リアルタイムデータアプリケーションに適した再構成可能キャッシュメモリに関する研究
Author(s)	高橋, 礼彦
Citation	
Issue Date	2005-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1906
Rights	
Description	Supervisor: 田中 清史, 情報科学研究科, 修士

リアルタイムデータアプリケーションに適した 再構成可能キャッシュメモリに関する研究

高橋 礼彦 (310061)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2005年2月10日

キーワード: 再構成キャッシュ, パーティション分割, SDT 転送, プリフェッチ.

1 序論

近年プロセッサはトランジスタの集積度の進歩を背景に, 動作周波数の向上, スーパースカラや VLIW に代表される命令レベル並列性の活用などにより高性能化が達成されてきたが, 一方でメモリアクセスの性能はプロセッサほど改善されていない. よって, 実行性能がメモリアクセスによって制限されることが問題となっている.

本研究では, キャッシュメモリを有効に利用するために動的にキャッシュメモリの構成を変える. すなわち, 使用するアプリケーションによって異なる要求に対応するために, アプリケーションに対応した専用のキャッシュ構成に変える. また専用性だけでなく, 汎用性も持たせるために, 特定のアプリケーション以外のアクセスには, 従来のキャッシュ構成のまま通常のキャッシュアクセスを行えるようにする.

再構成キャッシュメモリにより以下の3つの機能を実現する.

1. リアルタイムタスクの優先度に基づいたパーティション分割
2. 大規模データを格納する FIFO バッファ
3. プリフェッチしたブロックを格納するプリフェッチバッファ

2 再構成可能キャッシュメモリによる3つの機能の提供

2.1 リアルタイムタスクの優先度に基づいたパーティション分割

リアルタイムアプリケーションを実行させる場合, 多くのタスクに分けて処理を行うが, 効率のよい実行を行うためにはマルチスレッド型のプロセッサを使用することが有効である. しかし, マルチスレッド型のプロセッサでは複数のタスクが一つのキャッシュを競合して使うために, キャッシュミスが多くなり, 実行性能が低下する可能性がある. 本

研究で用いる再構成キャッシュでは，タスク間でのお互いの影響を削除するために，タスク毎にキャッシュ領域を限定して割り当てるパーティション分割を行う．

2.2 大規模データを格納する FIFO バッファ

メディアプロセッシングのような大規模な連続したデータを必要とするアプリケーションに対しては，再構成キャッシュは FIFO パーティションを用意し，SDT などの DMA 転送によって転送される連続データを受け取る．また，FIFO パーティションとして再構成を行う際には，ウェイより細かい単位でパーティション分割を行い，データキャッシュとしての機能を妨げないようにし，実行性能を向上させる．

2.3 プリフェッチしたブロックを格納するプリフェッチバッファ

様々なアプリケーションでプリフェッチ機能が有効であるが，通常のキャッシュでは，プリフェッチ転送したデータをキャッシュに格納した場合に，他のデータとの競合により実際に使用される前にリプレースされる，あるいはプリフェッチデータが頻繁にアクセスされるデータを追い出す問題がある．これに対し，本研究では再構成キャッシュを用いて，再構成された一つのパーティションをプリフェッチバッファとして使用することにより解決する．

3 シミュレーション環境

本研究で作成したシミュレータは，命令セットとして SPARC Architecture Version 8 の整数命令群を使用する．シミュレータのデータキャッシュは 4 ウェイセットアソシアティブキャッシュを用いる．キャッシュサイズは 16KB，一つのウェイの領域は 4KB であり，1 ブロックサイズは 32byte とする．

4 評価と考察

シミュレーションの対象プログラムとして，リアルタイムタスクの優先度に基づいたパーティション分割を評価する際には単純なソートプログラム，行列計算プログラムを用いる．FIFO パーティションおよびプリフェッチパーティションの評価を行うには Livermore Kernel を用いる．

5 関連研究

再構成キャッシュおよびプリフェッチバッファに関する関連研究について述べる．

6 結論

再構成の際に，タグ、比較器の拡張によりウェイより細かい単位でのパーティション分割を可能にする．これにより，様々なアプリケーションに対して適切なサイズのパーティションを提供可能とする．

リアルタイムアプリケーションのような複数のタスクの実行を行う場合には，マルチスレッド型のプロセッサを用いることにより，スループットを向上させることができる．評価では，再構成キャッシュにより優先度の高いタスクが使えるキャッシュ領域を保障することで，優先度の高いタスクの実行を高速化可能であることが示された．

SDT 転送方式で再構成を行う際に，データキャッシュと FIFO パーティション領域の競合を減らし，且つ SDT 転送に十分な領域で再構成を行うことにより，アプリケーションの実行性能を改善することが示された．

データプリフェッチ機構では，再構成キャッシュによりプリフェッチパーティションを与えることで，キャッシュ内でプリフェッチデータと他のデータの競合を回避し，キャッシュミスが大幅に削除された．

メモリからキャッシュへデータプリフェッチを行う二つの機能である SDT 転送方式，プリフェッチ機能を比較した結果，お互いに異なる利点と欠点を持っている．本研究では両方の機能を備えることにより，用途に応じてこの二つの機能を使い分けて，お互いの欠点を補い，実行性能を改善することを示した．