

Title	マルチスレッド型プロセッサの動画像処理への適用
Author(s)	宮武, 克幸
Citation	
Issue Date	2007-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/3586
Rights	
Description	Supervisor:宮武 克幸, 情報科学研究科, 修士

マルチスレッド型プロセッサの 動画像処理への適用

宮武 克幸 (510100)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2007年2月8日

キーワード: 動き補償処理, マルチスレッド.

1 序論

リアルタイムの動画像処理では高速にエンコードを行う必要がある。しかし、エンコードには膨大な計算処理を要する。またエンコードの大部分の処理は動き補償処理である。本研究では動き補償処理のための専用プロセッサ設計することでエンコードの処理速度を速めることを考える。まず、動き補償処理は計算量が多いのでそれを削減する手法を適用する。次に、特化した命令セットを設計することにより、動きベクトル処理にすぐれた命令列を設計することができる。また、動画像データはデータに依存関係がないので、処理の各行程を複数の流れに分割し、マルチスレッド処理を行うことで、処理速度の向上を図る。

2 動き補償処理

動き補償処理では、フレーム間で動きベクトルを検索する処理に膨大な処理時間を要する。動きベクトルを導き出すには、動きベクトルを求める対象フレームと比較する参照フレームのマクロブロック範囲の輝度値を比較してその総和を求める。この処理を対象フレームのマクロブロックごとに、参照フレームではマクロブロック範囲を1画素ずつずらしながら、全フレーム領域分の総和を各マクロブロックごとに求める。そして総和が最も少ない最小総和の位置を動きベクトルとする。これより、計算量がとても多いため、計算量を削減する手法を適用する。まず、階層的マッチング法では縮小画像を利用しておおまかな検索を行い、これにより得られた最適位置より再び詳細な検索を行う方法である。検索領域限定法は、普通は物体が急激に動かないと仮定してフレームの検索領域を限定する方法である。

3 提案手法

動きベクトル検索では、対象フレームでは画素のロード回数が参照フレームより少なくすむ特徴を利用して、メモリアクセス命令であるロード命令の発行回数を減らすことにより処理速度を向上させることを考える。また、一度のループでロード命令を並列にいくつも発行することにより、一番初めのロードが終わった直後にそのデータを利用して次の命令に移ることができ、ロードのメモリアクセスレイテンシを覆い隠すことができる。またこれにより、レジスタ競合などによりストールが発生しないように多くのレジスタが必要となることがわかる。

4 命令セットの設計

動きベクトル検索を行うのに十分な命令セットの設計を行う。また提案手法のロード回数削減法のため、多くのレジスタを指定できるように設計する。命令セット長はレジスタ長ともに 32bit 長とする。レジスタのオペランド指定には 6bit とし、64 個のレジスタを表現できる。命令形式は R 形式、I 形式、J 形式であり、R 形式は演算命令の形式であり、3 オペランド方式を採用する。I 形式はメモリアクセス命令と条件分岐命令であり、J 形式は無条件分岐命令である。

5 動きベクトル検索処理を行う命令列の設計

設計した命令セットにより、動きベクトル検索処理を行う命令列の設計を行った。動画像のサイズとして QVGA を対象とした。その結果、命令の総ステップは 64,549,986 であった。次に命令列に対してコードスケジューリングを行いサイクル数を見積もった。サイクル数とステップ数より、1 スレッドでの CPI は 1.087 であった。これより、QVGA の 30fps の処理にはクロック周波数が 2.2GHz 必要である。次に XVGA サイズの動画像処理を考える。XVGA は QVGA よりサイズが 10 倍程度大きい。そのため、ステップ数の改善と、パイプラインステージ数細分化とマルチスレッド処理を行った。

6 マルチスレッド型プロセッサ処理の適用

マルチスレッド処理はパイプライン処理で複数の独立なスレッドを並列に実行することにより、パイプラインハザードを回避し、スループットを向上させる方法である。動作周波数を高めるためにパイプラインステージを細分化する。これにより、パイプラインハザードによるペナルティが大きくなるが、マルチスレッド処理によりスループットの向上が可能である。ステージ分割の結果、パイプラインを演算命令で 19 段、ロード/ストア命令で 47 段とする。また、パイプラインの論理段数を 3 段に抑え、45nm テクノロジで 3.7GHz を見込む。動画像はデータ依存関係がないためマルチスレッド処理に適してい

る。マルチスレッド化を行うためにスレッド数を分割する。分割方法としては対象フレームのマクロブロックごとに、スレッド分割を行った。これにより、フレームサイズにもよるが、最大16スレッドでのマルチスレッド処理ができることを示した。XVGAを処理した結果、1スレッドの時のCPIは1.69であるが、16スレッドのマルチスレッド化によりCPIが1を達成できた。また、30fpsの処理を16スレッドで達成できた。

7 結論

本研究では、動画像のエンコード速度を向上させるため、動き補償処理のための専用プロセッサ設計することで、処理速度を速めることを考えた。まず、動き補償処理について説明した。提案手法より命令セット型アーキテクチャを作成した。命令セットにより、動きベクトル検索を行う命令列を設計した。命令列に対してコードスケジューリングを行った。その命令列のステップ数、サイクル数、CPIなどを見積もった。マルチスレッド処理を行うために、動画像のデータの独立性を生かして、スレッドを分割した。動作周波数を向上させるために、パイプラインステージを細分化し、CPIが悪化した。マルチスレッド化によりCPIの改善が得られた。最終的にハイビジョンクラスの動画像であるXVGAでフレームレートが30fpsの動画像の動きベクトル検索処理を1秒以内に行うことができることを示した。