

H.264 ソフトウェアデコーダの性能改善

押切 亮[†] 境 隆二[†] 矢野 勝久[†] 館野 剛[†] 加藤 宣弘[†]

[†]株式会社 東芝

1. はじめに

H.264 デコーダを製品に組み込む場合、汎用 CPU を用いてソフトウェアで実装することにより、ハードウェアの設計を簡単化できる。しかし、H.264 のデコード処理は、従来の MPEG-2 等と比較して負荷が高いという問題があり、参照ソフトウェアの JM では現状の汎用 CPU を用いたリアルタイムデコードは困難である。そのためソフトウェアデコーダの性能改善が課題の一つになっている。

改善の手段として、SIMD(Single Instruction Multiple Data)演算の適用、アルゴリズムの改良、データ構造の最適化、キャッシュミスの低減等が考えられるが、本論文では SIMD 演算の適用について検討を行い、H.264 ソフトウェアデコーダの性能改善を図る。

2. SIMD 演算

SIMD 演算とは複数のデータの処理を 1 つの命令でまとめて行うものである。画像や音声処理では、大量のデータに対して同じ演算を繰り返すことが多いため、SIMD 演算を用いて一斉に演算を行うことは処理効率の点で非常に有利である。H.264 では、4x4、8x8、16x16 画素といったブロックを単位とする処理が多い。このような処理に対し、SIMD 演算を適用することで大きな性能改善が期待できる。

SIMD 命令セットは、マイクロプロセッサや DSP、スーパーコンピュータに実装されており、代表例として、Intel 社の MMX テクノロジーや SSE(ストリーミング SIMD 拡張命令)がある。

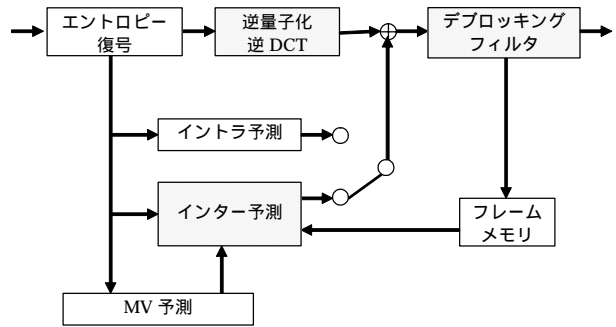


図1 H.264/AVC デコーダの構成

3. H.264 デコーダへの適用

図1は、H.264 デコーダの全体構成である。本論文では、SIMD 演算による高速化が期待できる機能ブロックとして、(1)逆量子化・逆 DCT、(2)デブロッキングフィルタ、(3)インター予測に焦点を当てて検討を行う。

3.1 逆量子化・逆 DCT

逆量子化は、エン트로ピー復号からの係数に対して、量子化ステップを乗じ、DCT 係数を復元する処理である。逆 DCT は、DCT 係数に対して、整数精度の直交変換を行い、残差を出力する処理である。この 2 つの処理は、4x4 または 8x8 画素のブロックを単位として行われる。従って、SIMD 演算を用いて、ブロック内の複数画素を同時処理するように実装すれば、数倍の高速化が期待できる。

3.2 デブロッキングフィルタ

デブロックフィルタとは、逆 DCT を行ったブロックの境界にかけるフィルタのことであり、ブロックノイズの除去と、それに伴う動き補償でのブロックノイズの伝播を抑制する働きがある。デブロッキングフィルタは負荷が高いことで知られているが、フィルタ処理そのものは、同じ演算を複数の画素で繰り返すタイプの処理であるので、SIMD 演算を効率的に実装することで高速化が十分に期待できる。

3.3 インター予測

インター予測は、動き補償ブロックごとに、参照フレームから参照画像を生成する処理であ

Performance improvement of H.264 software decoder

[†] Makoto Oshikiri,
Ryuji Sakai,
Katsuhisa Yano,
Tsuyoshi Tateno,
Nobuhiro Kato, Embedded System Platform
Development Department, Core Technology
Center, TOSHIBA Corporation

る．H.264 では動き補償の精度が 1/4 画素精度まで向上したが，1/4 精度の画素を生成するには負荷の高い 6-tap FIR Filter により補間する必要がある．インター予測は，動き補償ブロック単位で行われるため，逆量子化・逆 DCT と同様に SIMD 演算による高速化が期待できる．

4. 性能評価

3 章の 3 つの機能ブロックに対して，実際に SIMD 演算を適用して性能改善の度合いを評価する．SIMD の実装は，Intel 社の IA-32 プロセッサを対象とし，Intrinsic を用いてコードを記述する．Intrinsic とは，C 言語の関数呼出構文を使用して，対応する SIMD 命令を実行する機能である．

4.1 方法

評価は，全体性能と各機能ブロックの負荷の割合を，SIMD 演算適用前後で比較することによって行う．

表 1 に測定に使用した PC のスペックを示す．また評価用の動画として，映像の異なる SD コンテンツと HD コンテンツを用意した．これらの動画の主要パラメータを表 2 に示す．また，評価用動画はともに，CABAC，フレーム圧縮，デブロッキングフィルタ ON の条件でエンコードしている．

4.2 結果

図 2 は動画 SD1 の，図 3 は動画 HD1 の，SIMD 演算適用前後における全体性能と各機能ブロックの負荷割合の推移である．この推移は，適用前の全体性能を 100% として，相対的な割合で示してある．

図 2,3 より，SIMD 演算を適用した 3 つの機能ブロックの負荷割合が，適用前に比べて半分以下になっているのがわかる．また全体性能は，SD1 で約 30%，HD1 で約 50% 程度改善していた．HD1 は，映像の特性上 SD1 に比べてインター予測の負荷が高いため，結果的に全体の改善率も大きくなっている．

しかし，デブロッキングフィルタ，インター予測は未だデコード全体に占める負荷割合が高く，もう一つの高負荷処理 CABAC と共に更なる性能改善を図る必要があるといえる．

表 1 測定用 PC のスペック

CPU	PentiumD 3.0GHz*
メモリ	1.5 GB
OS	WindowsXP

*：ただし Dual ではなく Single で使用

表 2 評価用動画の主要パラメータ

動画名	SD1	HD1
サイズ	720x480	1920x1088
ビットレート	4 [Mbps]	10 [Mbps]
フレーム数	1080	300

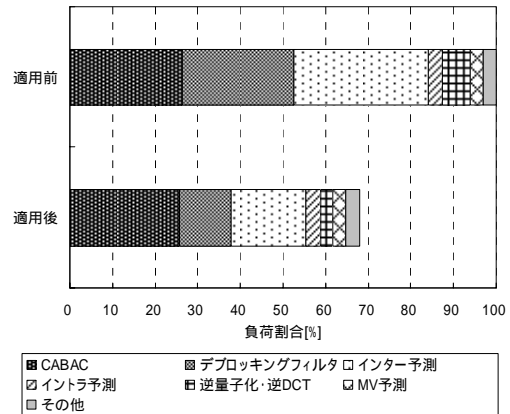


図 2 SD1 の全体性能と負荷割合の推移

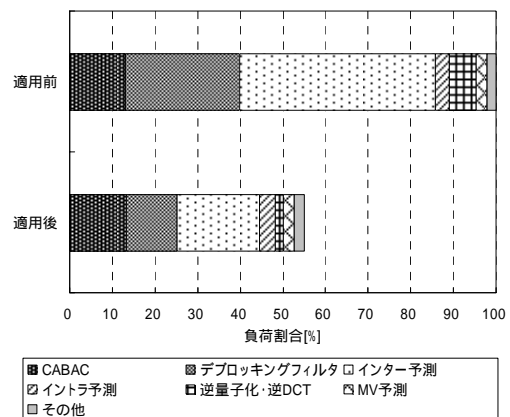


図 3 HD1 の全体性能と負荷割合の推移

5. まとめ

本論文では，SIMD 演算の適用による H.264 ソフトウェアデコーダの性能改善について検討した．そして，(1)逆量子化・逆 DCT，(2)デブロッキングフィルタ，(3)インター予測という 3 つの機能ブロックに対して SIMD 演算を実装し，性能改善の度合いについて定量的に評価した．評価の結果，SIMD 演算を適用した機能ブロックの負荷を適用前と比較して半分以上削減し，デコーダ全体として 30～50% 程度性能を改善できることを確認した．

参考文献

ISO/IEC 14496-10 (E)