

BTC による準動画向きフレーム間圧縮手法

中村 勲[†] 岩田 誠[†]

高知工科大学大学院 工学研究科 情報システム工学コース[†]

1 まえがき

昨今、高性能 LSI 技術やネットワーク技術の進展に伴い、映像メディアが様々な用途に活用され、MPEG 等の標準方式も普及している。しかし標準方式は多様な用途を想定しているため、用途によっては仕様過剰・高コストになる。

それに対して筆者らは、遠隔教育や遠隔監視等に代表される動きが少ない準動画に用途を特定し、整数演算のみで符号化でき、計算量が少ない BTC(Block Truncation Coding)[1]を基にした軽量映像圧縮方式 LVC を検討している([2]他)。

本研究では、少ない計算量で圧縮率向上・画質保持が可能な LVC 向けフレーム間圧縮手法を検討している。一般的なフレーム間圧縮手法として動き補償 MC が挙げられるが、MC は動きベクトル算出により膨大な計算量を要する。また動きベクトル算出は、通常カメラを固定して撮影される準動画の圧縮には仕様過剰と言える。隣接するフレームにおける同一座標のマクロブロック(以下、MB)間の差分評価関数に基づくフレーム間圧縮のみで十分な圧縮効果が期待できる。

そこで本稿では、LVC のフレーム圧縮において既に算出された BTC 符号に着目し、これを再利用した LVC 向けフレーム間圧縮手法を提案する。また一般的に MB 間の差分評価関数に用いられる平均二乗誤差 MSE を本手法と比較し、少ない計算コストでほぼ同等の圧縮率・画質を実現できることを示す。

2 BTC 符号によるフレーム間圧縮手法

2.1 概要

BTC では、画像を $M \times M$ (通常 $M=4$) の MB に分割し、各 MB の平均値、濃度差を表す標準偏差、濃度分布を 1 ビットで表したマップを符号とする(図 1)。本手法では、隣接するフレームの同一座標に位置する MB の BTC 符号を用いた差分評価関数により MB 間の差分を算出し、それに基づいてブロック検査を行う。さらに、検査の結果一致した MB を削減することで圧縮率向上を図る。

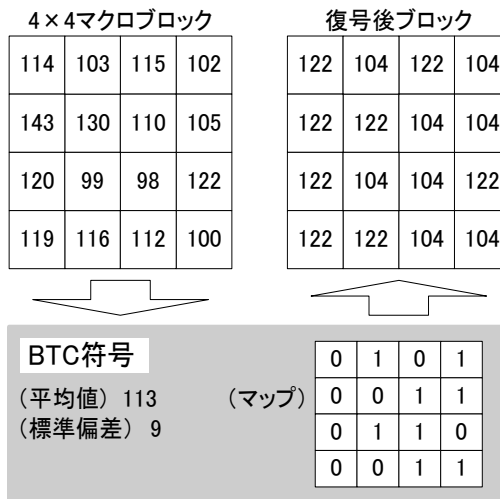


図 1: BTC による符号化の一例

2.2 BTC 符号を用いた差分評価関数

本手法では以下の 3 種類の差分評価関数により MB 間の差分を算出する。但し、 $difM$, $difSD$, $difMAP$ はそれぞれ平均値、標準偏差、マップの差分、 $M(i)$, $SD(i)$, $MAP(i)$ はそれぞれフレーム i の平均値、標準偏差、マップ、 $BitCount[]$ は括弧内の値を 2 進数表記した時の 1 の個数を返す関数である。

$$difM = |M(i) - M(i-1)| \quad (1)$$

$$difSD = |SD(i) - SD(i-1)| \quad (2)$$

$$difMAP = BitCount[MAP(i) \oplus MAP(i-1)] \quad (3)$$

2.3 ブロック検査手法

ブロック検査は、2.2 に示す関数により算出した 3 種類の差分を用いて行う。3 種類すべて用いる場合や $difM$ のみを用いる場合等を含めると 7 通りの方法が考えられる。 $difM$ は、MB の著しい濃度変化を加味できる。また $difMAP$ は、平均と濃度差が同じで濃度分布が異なる MB を識別できる。いずれも画質に与える影響が大きいため、 $difM$ と $difMAP$ は最低限必要と言える。よって検査方法は 2 種類に絞られる($difM$ と $difMAP$ を用いる方法と全部用いる方法)。しかし実験の結果、いずれの方法もフレーム間圧縮率が 70~90%程度であり、効率的な圧縮が困難なことが判った。

そこで本手法では、MB の標準偏差に基づいて

An Inter-Frame Compression Scheme for BTC-Based Semi-Motion Picture Codec

[†]Kunji Nakamura, [†]Makoto Iwata

[†]Information Systems Engineering Course, Graduate School of Engineering, Kochi University of Technology

検査条件を変更するブロック検査手法(図 2)を採用する。

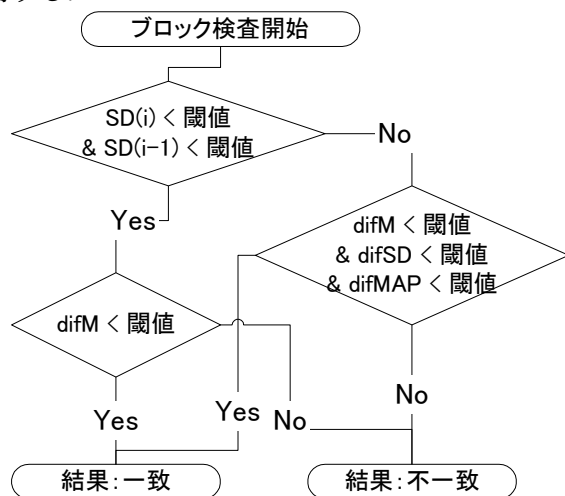


図 2: 標準偏差に基づくブロック検査手法

この手法では、標準偏差が大きい MB についてはすべての差分を用いて検査し、標準偏差が小さい MB については検査条件を difM のみに絞ることで、画質保持・圧縮率向上を図る。

3 評価

(1)カメラが固定された状態で撮影された動画、
(2)動きのある領域が人物等局所的(本稿ではフレーム内の約 50%以下とする)な動画を準動画として、圧縮率・画質・計算コストについて本手法を評価した。評価用の映像として、遠隔教育を想定して実験用に撮影した準動画(図 3 上)を用いる。また比較対象として MSE の評価結果を示す。画質評価には、フレーム間圧縮しない場合の PSNR からフレーム間圧縮した場合の PSNR を引いた値(以下、劣化度)を用いた。

画質・圧縮率については、同じ圧縮率において MSE とほぼ同等の画質を実現し、MSE を下回る部分でも最大約 0.5dB の差となった(図 4)。

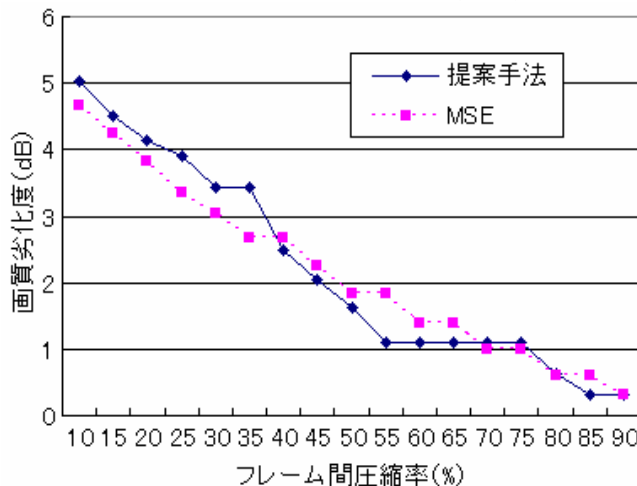


図 4: 画質・圧縮率評価グラフ

また、削減された MB を白で塗りつぶす処理を施した画像(図 3 下)を参照したところ、動きの無い MB を約 80%削減したことが確認できた。

計算コストについては、通常は MSE の約 3 倍であるが、LVC では BTC 符号はフレーム圧縮で既に算出されているため、LVC を含め BTC を基にした方式に導入すれば MSE の約 1/4 に抑えられる。

本手法を LVC 向け符号化の一つである誤差補完符号化 ECC[2]に導入する場合、約 8%の計算を付加することで、40dB 程度の画質で 1/15~1/20 の圧縮率を実現できる。またこれを、並列処理・省電力のデータ駆動型メディアプロセッサ DDMP[3]に実装した結果、VGA(640×480)サイズで毎秒 31 フレームの符号化性能を実現できた。

今後は、動きのある領域の割合やオブジェクトの移動速度が本手法の性能に及ぼす影響を詳細に検討する必要がある。

参考文献

- [1] E.J.Delp and O.R.Mitchell, "Image Compression using Block Truncation Coding," *IEEE Trans. on Comm.*, 27(9), 1335-1342 (1979).
- [2] 中村, 岩田, "ピクセルベース軽量映像圧縮のための誤差補完符号化," 電気関係学会四国連合大会, 16-32, (2003).
- [3] H. Terada, S. Miyata, and M. Iwata, "DDMP's: self-timed super-pipelined data-driven multimedia processors," *Proc. of the IEEE*, 87(2), 282-296 (1999).

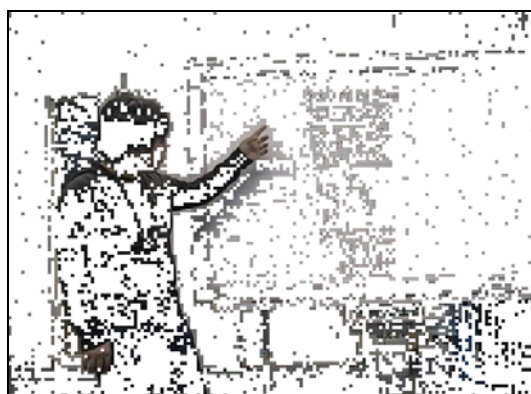
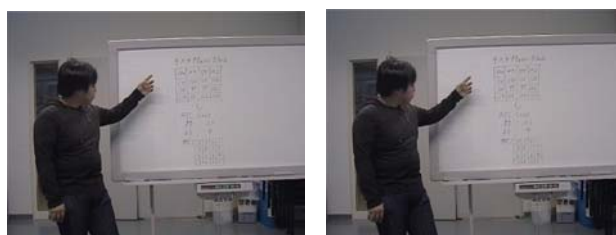


図 3: 提案手法による準動画フレーム間圧縮結果(直前のフレーム(左上), 現在のフレーム(右上), 実行結果(下, 削減された MB: 白色))