

動き部分が小さい用途に適した超軽量映像処理方式の提案

橋本正和 中村勲二 岩田誠 大森洋一

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 や Motion JPEG2000 等の標準方式も普及している。これらの標準方式は多様な用途を想定しているため、用途によっては過剰な仕様になり、高コストになる恐れがある。

そこで本研究では、遠隔監視や遠隔講義など、比較的動き領域が小さい動画、すなわち、準動画を対象とした簡易で高速な映像処理システムの構築を目的としている。本稿では、準動画の持つ認知特性を活用した超軽量映像圧縮・伸張方式を提案し、これを並列処理能力に優れたデータ駆動型プロセッサ[1]を用いて高速に実装し、評価した結果を述べる。

2 準動画向き超軽量映像処理の概要

一般に、コミュニケーション時における人間の視野は注視領域とそれ以外で構成され、注視領域の情報伝達が保証されれば、それ以外の周辺領域の情報量は低くても良い。これは人間には周辺視野の認識率が低いという認知特性があるためである。この性質を、動きのある領域が小さい準動画の圧縮に利用すれば、注視領域外(動きのない領域)に対しては計算量を抑えて圧縮・伸張でき、高速な映像処理が可能になる。

このような動きのある領域のみを抽出する手法として、ブロックマッチング法や輪郭抽出の応用などがあるが、いずれも計算量が膨大となり、簡易圧縮・伸張には適していない。したがって本方式では、カメラアングルを固定した時点で、動きがあると予想される任意形状領域をマウス等を用いて指定し、圧縮時にはこの指定された動き領域を基準にして圧縮する手法を採用した。さらに本方式では、領域の圧縮手法として、DCT や wavelet 等の周波数変換のような高負荷な手法ではなく、加減算のみで簡単に計算でき、かつ並列処理可能なピクセルベースの圧縮・伸張手法を導入し、より軽量化を図った。

A Super Smart Video Compression for Semi-Motion Picture.
Masakazu Hashimoto, Kunji Nakamura, Makoto Iwata,
Yoichi Omori
Information Systems Engineering Course, Graduate School of
Engineering, Kochi University of Technology

3 領域の圧縮・伸張処理

本方式では、動きのある注視領域に対しては高画質で、それ以外の周辺領域に対して低画質で高速圧縮するために、加減算のみで簡単に処理可能なピクセルベース圧縮手法を用いている。

本手法は、BTC(Block Truncation Coding)[2]を拡張した手法である。つまり、画像領域を $M \times M$ 画素のマクロブロック MB($M: 4$ or 8)に分割し、この MB を単位として、その平均値・標準偏差を元に、濃度差を表す量子化ビットを算出して画像を圧縮する。

このとき、注視領域に対しては、 $M=8$ の MB を用いて、各画素の輝度値と色差値を 2 値に量子化する。一方、周辺領域に対しては、 $M=4$ の MB を用いて、4 値量子化を行う。4 値量子化時の符号化条件と逆量子化時の復号式を表 1 に示す。ただし、マクロブロックの平均値 A 、標準偏差 D 、画素 $(i, j)[0 \leq i, j < M-1]$ の画素値 V_{ij} 、量子化ビット Q_{ij} とする。

表 1. 量子化/逆量子化

Q_{ij}	量子化条件	復号式
1 1	$V > A + D$	$A + 2D$
1 0	$V > A$	$A + D$
0 1	$V > A - D$	$A - D$
0 0	$V > A$	A

本手法を用いれば、表 2 のように、領域に応じて、画質ならびに圧縮率を変更でき、画像に応じた適応的な圧縮が可能となる。

表 2. ピクセルベース圧縮手法の特性

	画質 (dB)	圧縮率
Original BTC	30.069	1/6
注視領域	30.498	1/4.8
周辺領域	20.364	1/13.7

4 動き領域の適応的抽出処理

4.1 通常時の映像圧縮処理

最初のフレームのみ全画面を処理対象とし、それ以降は図 1 に示すように、あらかじめ指定された領域のみを通常のフレームレートで圧縮する。これにより、領域面積に反比例して、圧

縮率を向上できる。



図1. 通常時の映像圧縮

4.2 動き領域の適応的伸縮

上述の手法では、あらかじめ指定された領域の外部へ対象物が動く場合(図2)、対象物が切れた映像になる。これを防止するには、映像内の対象物の動きに適応して、動き領域を任意に伸縮させて、領域形状を変更する必要がある。このため、本方式では、下記のアルゴリズムを用いている。

画像全体を $N \times N$ 個のタイルに分割する

動き領域の境界タイルと画像全体の境界タイルで毎フレーム圧縮時に動きの有無を検査する

境界タイルに属する境界 MB の左上隅の輝度データを、現フレームと直前フレームの間で比較する

一致しない場合、その MB が属するタイルを動き領域に追加し、それ以降のフレームで圧縮対象タイルとする

次のフレームからは、追加タイルについては差分を圧縮する

また、境界タイルが追加タイルの場合、の比較結果が一致すれば、動き領域から除外する

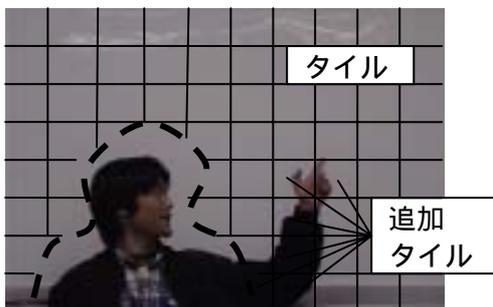


図2. 動き領域の適応的伸縮

このように適応的に動き領域にタイルを追加・削除することによって、動き領域の形状を更新しながら圧縮が可能になる。追加されたタイルの画質/圧縮率に関しては、用途に応じて、前章に述べたピクセルベース圧縮手法を使い分けても良い。

5 性能評価

本手法は任意領域の位置情報を最低一度は計算しなければならない。また、フレーム毎に動き領域の境界 MB を検査する必要がある。これらの処理によるオーバーヘッドが可能な限り低減できる実現法を採ることが望ましい。

そこで、画素の位置情報による多数の連想処理が並列に実現可能な DDMP を利用し、提案方式を実装し、性能評価を行った。実装に際しては、MB 単位、ならびに、MB 自身の符号化処理の並列処理性を活用するために、10 個のプロセッサを搭載した DDMP チップ上で並列処理可能なプログラムを作成した。図3は、VGA サイズの動画を対象にして、動き領域の平均占有率に対する圧縮性能および圧縮率を測定した結果である。測定には、DDMP 専用シミュレータを用いた。

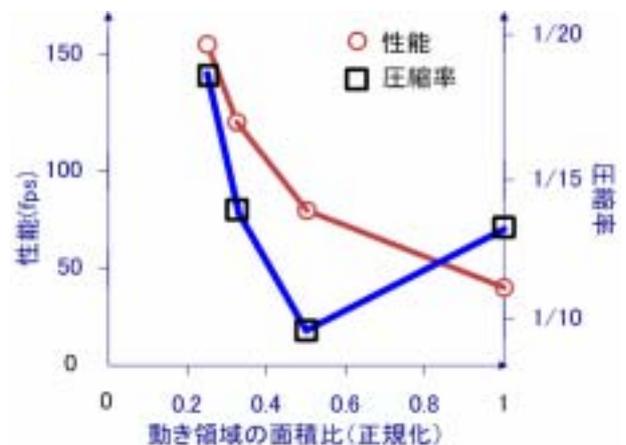


図3. 超軽量映像圧縮方式の性能

6 むすび

動きのある領域が小さい準動画向き超軽量映像圧縮方式を提案し、これがデータ駆動型プロセッサ DDMP 上で 39fps(VGA サイズ)で圧縮可能なことを確認した。DDMP は電力当りの演算性能が高いため、本軽量映像圧縮方式を戸外で利用可能な簡易映像システム等へ応用する際にも最適であると言える。

今後は DDMP の実機を用いて、実用的な各種動画の圧縮性能について、詳細に評価する予定である。

参考文献

- [1] 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).
- [2] E.J.Delp and O.R.Mitchell, "Image Compression using Block Truncation Coding," *IEEE Trans. on Comm.*, 27(9), 1335-1342 (1979).