

動画像並列エンコーダシステムにおける簡易圧縮の改善

中根 翔[†] 木下 誠之[†] 三浦 康之[†] 渡辺 重佳[†]

湘南工科大学[†]

1. はじめに

PC、デジタル家電の普及に伴い、PC が高性能化し、ソフトウェアによる動画像の編集や圧縮が可能になり、個人レベルで動画像を扱うことが多くなった。

また、PC の普及に伴い、PC の低価格化により安価に並列処理が可能になっている。以上の背景から、動画像の圧縮にかかる時間を削減し、動画像の編集者の負担を減らすシステムの研究および開発を進めている^{[1][2]}。それら一連の研究の一環として、LAN で伝送出来るようなデータの簡易圧縮法の検討を進めている^[2]。現在検討中の手法は、多く出るデータのパッケージ化と単純差分の代わりに勾配法を使用することで圧縮の効率を上げようとしている。

本稿では、個別ハフマン、パッケージ化、および単純差分の代わりに勾配法を使用することで簡易圧縮の向上を図る。

2. 並列ビデオエンコーダシステム

図1に、並列ビデオエンコーダシステムの構成を示す。本システムは、PC 端末から LAN を使いマルチコア PC に動画像を送って圧縮を行い、PC 端末に戻すものである。このシステムは通信網に特別線を使わずに、それぞれのクラスタ、利用者の PC を Gigabit Ethernet で結合している。利用者は、クラスタマシンに符号化する動画像を送り、クラスタマシンは、符号化処理が終了し次第、利用者の端末へ戻す。

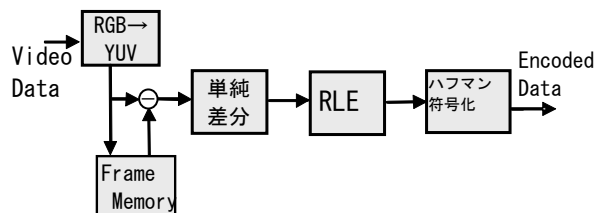


図1 簡易圧縮アルゴリズムの流れ

3. 簡易圧縮アルゴリズム

図2に、簡易圧縮アルゴリズムの流れを示す。最初に今の画像と次の画像の2枚の画像をYU

An Improvement of Simple Compression Method for Parallel Encoding Environment

[†] Sho Nakane, Masayuki Kinoshita, Yasuyuki Miura, Shigeyoshi Watanabe, Shonan Institute of Technology

V形式に変換し単純差分で画素の差を取り、その値を、RLE（三種類のRLE）を使いその後ハフマン符号化を行う。

以下、各ブロックの詳細を説明する。

3.1 RGB→YUV 変換

YUV とは、輝度信号と青色成分の差(U)、輝度信号と赤色成分の差(V)の3つの情報で色を表す形式である。

3.2 単純差分

単純差分は、時間的に隣接する画素間の相関が高いことを元に、情報量を削減する処理である。下式に基づき、着目フレームの座標 (x, y) における画素 $I(x, y)$ と、直前のキーフレームの画素 $I_b(x, y)$ との差分の画素 $I_d(x, y)$ を、以下の式により求める。

$$I_d(x, y) = I(x, y) - I_b(x, y) \quad (1)$$

このようにすると、情報量が少なくなり、差分した後の画素の値は近くなるためこの後の処理が容易になる。

3.3 RLE

RLE は、データ列において同じ値が連続する時に、連続するデータ長と値そのものの組み合わせを示すことによりデータ長を短縮する可逆圧縮である。

RLE には、データが連続していない部分では符号化後のデータが大きくなる欠点があるため、それを軽減するために今回は SRLE, PackBits の二種類の RLE を使う。

3.4 ハフマン符号化

ハフマン符号化では、出現率の高いデータに短い符号を、出現率の低いデータに長い符号を割り当てることで、データの効率化を行う。

4 アルゴリズムの改善

(1) RLE により生成される符号のうち、長さ成分と画素成分を、それぞれ別々にしてハフマン符号化を行った。個別ハフマンと呼び RLE 符合全体をハフマン符号化する「単純ハフマン」と区別する。

(2) RLE 符号には多くの特定パターンが出るためそのデータ量を減らすための改善をした。Packbits においては長さ成分の値が-127~128となっている、これを削り-126~127とする。

「-127」と「128」が使われなくなるので特に使用頻度高い「画素値 0、長さ 128」をこれに置き換える。この手法でいくと場合によっては特定パターンが多くでた場合データ量が多くなる恐れがある。これをパッケージ化と呼ぶことにする。

(3) 単純差分の代わりにができる方法により差分を取り圧縮率を上げる。そこで使用したものがオプティカルフローの勾配法とブロックマッチング法である。勾配法では、「オプティカルフロー拘束法廷式」と呼ばれる、輝度の時間/空間的微分(輝度勾配)の拘束方程式を用いて、これに制約条件を付加することでフローを求める。今回は勾配法の制約条件として、「フローは局所的に一定である」というローカル法による条件を付加した。

5 実験

5.1 実験条件

Packbits と SRLE に対して単純ハフマンと個別ハフマンのデータを比較した。また、パッケージ化したものとする前のデータを比較し改善率を測った。さらに、単純差分を勾配法またはブロックマッチング法に変更したときのデータを比較した。

画像の大きさを 720×480 とした。非圧縮の状態における画像のサイズは、1013KB である。

5.2 実験結果

表 1 に、Packbits による改善前と改善前と改善後の圧縮後のデータ量の比較を示す。また、表 2 に、SRLE による改善前と改善後の圧縮後のデータ量の比較を示す。表 1、および表 2 に示すように、いずれの場合でも改善後において圧縮率が改善している。Packbits と SRLE を比較した場合、SRLE の方が、改善率が高くなっている。

表 3 にパッケージ化におけるパッケージ化前とパッケージ化後のデータ量の比較を示す。図から見れる限り多少の改善が見られたが著しい改善は見られなかった。

表 4 に勾配法とブロックマッチング法を単純差分で取ったデータとの比較を示す。一部では改善も見られたが全体としてデータ量が多くなっている。

6 まとめ

本稿では、簡易圧縮のアルゴリズムの改善法を提案した。RLE データの画素成分と長さ成分の一部をパッケージ化した。2 種類の画像を使い従来法と比較した。同じ画像を、閾値を変えて圧縮し、圧縮率を比較した。単純差分の代わりに勾配法とブロックマッチング法を使い単純差分とのデータ量を比較した。結果として個別ハフマンでは 1～10%、パッケージ化では 0.1～3.4%

改善できた。勾配法では-3.6～9.6%と、性能の改善が得られなかった。今後、勾配法と単純差分の組み合わせなどの改善を行う。

表 1 個別ハフマン Packbits の実験結果

閾値		0	1	2	4	8
画像 1	改善前	174.6 KB	138.7 KB	102.1 KB	60.8 KB	33.0 KB
	改善後	169.4 KB	135.2 KB	97.4 KB	56.3 KB	29.8 KB
画像 2	改善前	340.7 KB	316.5 KB	284.1 KB	224.7 KB	145.3 KB
	改善後	323.1 KB	298.0 KB	262.7 KB	203.8 KB	131.5 KB

表 2 個別ハフマン SRLE の実験結果

閾値		0	1	2	4	8
画像 1	改善前	257.2 KB	188.0 KB	127.6 KB	70.0 KB	34.5 KB
	改善後	229.5 KB	167.3 KB	113.8 KB	63.2 KB	31.4 KB
画像 2	改善前	361.7 KB	330.5 KB	290.2 KB	219.6 KB	134.7 KB
	改善後	311.7 KB	282.2 KB	243.7 KB	184.3 KB	115.5 KB

表 3 パッケージ化を使用したときの実験結果

閾値		0	1	2	4	8
画像 1	パッケージ前	169.4 KB	135.2 KB	97.4 KB	56.3 KB	29.8 KB
	パッケージ後	168.8 KB	134.5 KB	96.8 KB	55.4 KB	28.7 KB
	向上率	0.35%	0.52%	0.64%	1.48%	3.43%
画像 2	パッケージ前	323.1 KB	298.0 KB	262.7 KB	203.8 KB	131.5 KB
	パッケージ後	322.6 KB	297.4 KB	262.1 KB	202.8 KB	129.9 KB
	向上率	0.16%	0.19%	0.24%	0.48%	1.2%

表 4 勾配法とブロックマッチングの実験結果

		データ量	向上率
画像 A	単純	177.5KB	
	勾配	183.1KB	-3.14%
	ブロック	182.5KB	-2.84%
画像 B	単純	289.5KB	
	勾配	299.9KB	-3.62%
	ブロック	261.4KB	9.68%

参考文献

- [1] Yasuyuki Miura and Shogo Yamato, Simple Compression Method for Parallel Encoding Environment of Video Image, Proc. of the 2007 IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing
- [2] 中根翔、三浦康之、動画像並列エンコーダシステムにおける簡易圧縮の改善、第 72 回情報処理学会全国大会, 5ZD-3, 2010. 3.