

動画像符号化におけるプレフィルタの検討

1 R-11

笠井 雪典

千葉工業大学

小林 孝之

(株) グラフィックス・コミュニ
ケーション・ラボラトリーズ

滝川 啓

(株) グラフィックス・コミュニ
ケーション・ラボラトリーズ

小林 幸雄

千葉工業大学

1 はじめに

現在、高品質動画像圧縮符号化の開発が盛んに行なわれており、特に MPEG2 のシステムは最近国際標準化され、実用化が進んでいる。

これらの動画像符号化において、符号化されたデータの伝送ビットレートが一定の場合、入力画像の静止解像度と、符号化時の画像の動きに伴う歪みはトレードオフの関係にあるため、静止解像度を制限することにより、画像の動きの激しい部分での粗い量子化によるブロック歪みなどを抑制することが期待できる。そこで、筆者らは MPEG2 において、動きによる符号化歪みを低減させ、上記トレードオフとなるようなプレフィルタをいくつか設計し、シミュレーションによって評価を行なった。また、適応フィルタなどフィルタの切替が起こる際に生ずるガンマ補正の影響についての検討も行なったので報告する。

2 フィルタ設計

フィルタの設計においては、2次元 FIR フィルタを用いた。実際に設計したフィルタは、3(H)x3(V)tap のものが5種類、5x5tap が3種類、5x3,7x3,7x5tap が各1種類ずつである。各フィルタの特性の概要を表1に示す。

3 シミュレーション

設計したフィルタを使い、計算機上でソフトウェアシミュレーションを行ない、150 フレームの画像について各フィルタ別の平均輝度 SNR(信号対雑音比)と量子化特性値を固定した時の平均発生符号量を求め、画像の評価を行なった。輝度 SNR は原画とフィルタ後、フィルタ後とデコード後(エンコード・デコード前後)、原画とデコード後の3種類について測定し、

A study of pre-filter on video coding

Yukinori KASAI, Takayuki KOBAYASHI,
Kei TAKIKAWA, Yukio KOBAYASHICHIBA INSTITUTE OF TECHNOLOGY
GRAPHICS COMMUNICATION LABORATORIES

平均発生符号量は I,P,B ピクチャそれぞれについて測定を行なった。

No.	tap	特性
1	3x3	斜め方向を制限。帯域制限は少。
2	3x3	同上。リングングあり。
3	3x3	水平方向制限大。垂直方向も少し。
4	3x3	全方向制限。水平垂直 1/2LowPass を 45 度回転。
5	3x3	4 の係数を粗く量子化。
6	5x3	斜め方向を制限。HighPass の逆を求める。
7	5x5	別文献 [1] より。(Diamond 型 Half Band)
8	5x5	斜め方向を制限。6 と同様で設計。制限域を変化。
9	5x5	斜め方向を制限。No.1 を 2 回かけたのと同じ。
10	7x3	6 と同様に設計。制限域を変化。
11	7x5	同上で制限域を変化。

表 1: 各フィルタの特性

符号化アルゴリズムは MPEG2 MP@ML に準拠するもので、

解像度 : 704(H) x 480(V)

輝度 SNR 測定時ビットレート : 4 Mbps

発生符号量測定時 - 量子化特性値 Q

I,P ピクチャ : 10

B ピクチャ : 14

である。シミュレーションより得たフィルタ別の平均輝度 SNR を表 2 に、平均発生符号量を表 3 に示す。

シミュレーションの結果から、全方向の帯域を制限するフィルタでは鮮鋭度の低下が目だっており、通常かけておくフィルタとしては不適であると思われる。

しかし、発生符号量はフィルタ無しに比べて I ピクチャで 20 ~ 30%、P,B ピクチャでは 40% ほど減っている。それに対して、斜め方向だけを帯域制限したものは歪みの抑制はそれほど大きくなかった。また、制限域の変化による違いもそれほど感じられていない。このことから、通常は斜め方向の帯域制限フィルタをかけておき、動きによって符号量が増加する際に全方向帯域制限フィルタをかけるようにすると主観的な品質の向上が期待できる。

4 ガンマ補正とその影響

次に、フィルタをかける際に生じるガンマ補正の影響について述べる。現在、TV 画像には受像器（ブラウン管）の特性に合わせるために、あらかじめカメラ側で RGB 信号に対してガンマ補正がかけられている。そのため、実際の RGB 信号は、

$$R' = R^{\frac{1}{\gamma}}, \quad G' = G^{\frac{1}{\gamma}}, \quad B' = B^{\frac{1}{\gamma}}$$

となる。（ $\gamma = 2.2$ 程度）

このように非線形変換された信号に線形フィルタをかけると、フィルタによる帯域制限の大きい部分ほど、線形信号のままフィルタをかけたものより処理後の値に差が出てくる。このため、線形フィルタの適応切替えなどによって帯域制限を変化させる処理を行なうと、フィルタ切替時の輝度変化によってフリッカのような現象が発生する。そこで、フィルタ処理の際に非線形から線形に戻した画像信号を用いてシミュレーションを行ない、画像を評価した。

5 ガンマ補正を考慮したシミュレーション

図1に示すような方法でフィルタ時に画像を線形信号に戻し、シミュレーションを行なった。ただし、線形信号に戻すための逆ガンマ補正を完全に行なうと必要な分解能が8bitでは足りなくなってしまうため、図1のA-B間では12bitに拡張して処理を行なっている。また、画像データはYCbCrであるのでマトリクスによってRGB信号に変換している。

このシミュレーションでは、設計したフィルタを一定フレーム毎に切替え、ガンマ補正を考慮したものとし、両者の平均輝度SNR、発生符号量共に大きな差は無かった。しかし、ガンマ補正を考慮していないものではフィルタ切替時に輝度変化が見受けられたが、ガンマ補正を考慮した方では鮮鋭度の変化は確認されるものの、輝度変化はあまり感じられなかった。

6 おわりに

今回設計したフィルタでは直接品質の向上に結び付くものは決定できなかったが、これらを適応的に切替えることによって品質の向上に結び付くことを感じられた。また、ガンマ補正の影響では、その補償を行なうことによってフィルタ切替の際の画質の改善が見られた。これは、帯域制限が大きくなるほど顕著になっ

た。ただし、今回は個人的評価にとどまっているため、今後主観評価を行なう必要がある。

No.	原画-Filter	Filter-Decode	原画-Decode
なし	—	—	28.54
1	34.61	30.03	27.59
2	28.61	30.85	26.34
3	25.49	34.65	24.04
4	24.26	34.88	23.09
5	26.91	33.04	24.76
6	31.73	30.60	26.93
7	27.49	32.59	25.21
8	30.09	31.20	26.44
9	31.04	30.87	26.78
10	30.39	30.90	26.49
11	28.74	31.59	25.90

表 2: 平均輝度 SNR [dB]

No.	I-picture	P-picture	B-picture
なし	541524.8	154714.0	48050.24
1	503528.0	133509.2	41640.16
2	478382.4	122521.2	38765.04
3	385244.0	82038.6	26207.92
4	366098.4	78231.6	25338.4
5	410867.2	93972.6	29444.88
6	486344.8	126531.6	39754.88
7	432449.6	101839.8	31822.64
8	472309.6	120264.4	38032.72
9	482056.8	123864.4	39019.12
10	475619.2	122796.4	38712.88
11	460260.0	116131.0	37059.92

表 3: 平均発生符号量 [bits/pic]

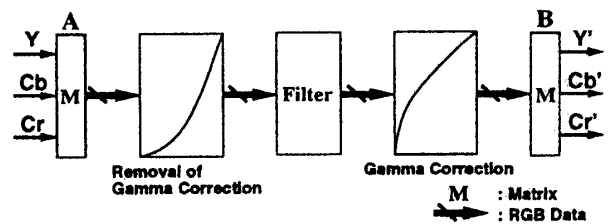


図 1: ガンマ補正を考慮したフィルタ

参考文献

- [1] T. Yoshida, A. Nishihara and N. Fujii, "A Design Method of 2-D Maximally Flat Diamond-Shaped Half-Band FIR Filters", *Trans. IEICE*, E73, 6, pp.901-907 (June 1990).
- [2] 吹抜敬彦, "TV 画像の多次元信号処理", 日刊工業新聞社 (1988).