

## DCT/DST 相互予測符号化

市ヶ谷 敦郎 西田 幸博

NHK 放送技術研究所 〒157-8510 東京都世田谷区砧 1-10-11

E-mail: ichigaya.a-go@nhk.or.jp

あらまし MPEG や JPEG のような映像符号化方式では、画像をブロック状の小領域に分割し、DCT などの直交変換を施し、その係数を量子化することによって高圧縮率を達成している。このようなブロックベースの符号化方式ではブロックごとに圧縮率を変化させることによって信号に応じた適応的な制御ができ、視覚的な品質制御がしやすい。反面、ブロックごとの品質の差がブロック歪みとして検知される。直交変換する領域を大きく取ることによってこのようなひずみを低減することが可能だが信号に応じた品質制御が困難である。そこで、ブロックベース符号化の品質制御のしやすさを維持したまま、ブロック歪みの生じにくい符号化方式として DCT と DST を用いた相互予測符号化を提案する。

本方式は画像を画素間引きによりベイヤ構造状に分離し、それぞれの画像を DCT, DST を用いて符号化することによって DCT, DST 単独による符号化で生じやすいブロック歪みを抑制する方式である。チェビシェフ補間による画面内予測を行い、分離された画像信号の符号化情報を相互に利用することによりブロック歪みの抑制効果を確認した。

キーワード ブロック歪み, DCT, DST, チェビシェフ補間

## Mutual prediction in DCT/DST hybrid video coding

Atsuro ICHIGAYA and Yukihiro NISHIDA

NHK Science and Technical Research Laboratories, 1-10-11 Kinuta, Setagaya-ku, Tokyo, 157-8510 Japan

E-mail: ichigaya.a-go@nhk.or.jp

**Abstract** The coding methods like MPEG and JPEG divide picture into small blocks and transform them into orthogonal transform coefficients, e.g. the discrete cosine transform (DCT). It is easy to be able to do an adaptive video quality control according to the signal by changing the compressibility at every the block. However, the compression distortion appears as block artifacts. DCT relates to the discrete Fourier transform (DFT) and discrete sine transform (DST). DFT consists of DCT and DST. In this paper, we describe process of causing block artifacts on DCT coding with quantization and propose a new coding way using DCT and DST both. The method hardly causes block distortion by mutual prediction.

This method encodes two separated pictures as a bayer structure. One separated picture is encoded by DCT coding with quantization and the reconstructed process predicts another picture by Chebyshev interpolation. DST coding with quantization encodes residual prediction signal.

**Keyword** block distortion, DCT, DST, Chebyshev interpolation

### 1. はじめに

一般的な映像性質との親和性の良さから、MPEG をはじめとする多くの符号化方式において DCT が広く用いられている。DCT による画像信号の変換は、低域の係数へのエネルギー集中度の良さや、視覚特性の反映のしやすさから高い圧縮率による符号化を可能としている。しかし、小領域ごとの絵柄に応じた圧縮率を制御によって、画面内の適応的な符号化を実現することができるが、超高圧縮化において小領域ごとの圧縮率の差は、ブロック状の品質差となる。また、ブロックひずみは自然画像にあまり含まれない幾何学模様であるため違和感をもって検知されやすい。

このようなブロックひずみでない符号化として JPEG-2000 がある。タイルと呼ばれる大面積を離散ウェーブレット変換 (DWT) により変換することで、ブロック状の歪みを生じさせない。しかしながら、高解像度画像を処理する場合、画面をいくつかのタイルに分割して処理を行うため、タイル間に品質差が生じた場合、ブロック歪み同様、タイル境界においてタイルひずみが発生する。ハイビジョン信号 (HDTV) を超えるデジタルシネマの 4K2K システムやスーパーハイビジョンシステム (SHV) など、より高解像度画像を入力信号とする場合、大面積を一度に変換するために大量のメモリが必要となり、回路規模も大きくなるが、ブロックベース符号化は実現が容易である。

本稿では、このようなブロックベース符号化における劣化の発生原因を明らかにし、ブロックベース符号化の長所を維持したまま、よりブロック歪みの少ない符号化方式を提案する。

## 2. DCT 符号化と量子化処理

### 2.1. 直交変換符号化

DCT は周波数変換の一種であり DST と共に DFT を構成する直交変換である。波形解析で広く用いられている DFT は sin 波と cos 波に分解するため周波数情報と位相情報を個別に表現可能である。しかし、64 サンプルの離散信号を解析するのに 128 係数の出力を持ち圧縮を目的とする分野において DFT は採用されていない。

ところで DFT は DCT と DST によって構成される変換であり、以下の関係があり、N 点サンプルの DFT は N/2 点サンプルの DCT 及び DST で構成される。

$$X_i^{(N)} = \frac{1}{\gamma_l} W_N^{\frac{i}{2}} [C_i^{(N/2)} - jS_i^{(N/2)}] \quad (1)$$

$$\gamma_l = \begin{cases} 1 & (l=0) \\ \sqrt{2} & (l \neq 0) \end{cases}, \quad W_N = \exp\left(-j \frac{2\pi}{N}\right)$$

$C_i^{(N/2)}$  : N/2 サンプル信号の DCT 値  
 $S_i^{(N/2)}$  : N/2 サンプル信号の DST 値

DCT, DST は DFT から派生しており、それぞれ、信号列を偶対称、奇対称に拡張した（虚部が 0 または実部が 0）場合の DFT と等価である。それぞれの高次直交変換係数を順次削減した場合、それぞれ性質の異なる信号劣化が生じる。

DCT は入力された離散信号に対し、cos 波のみで波

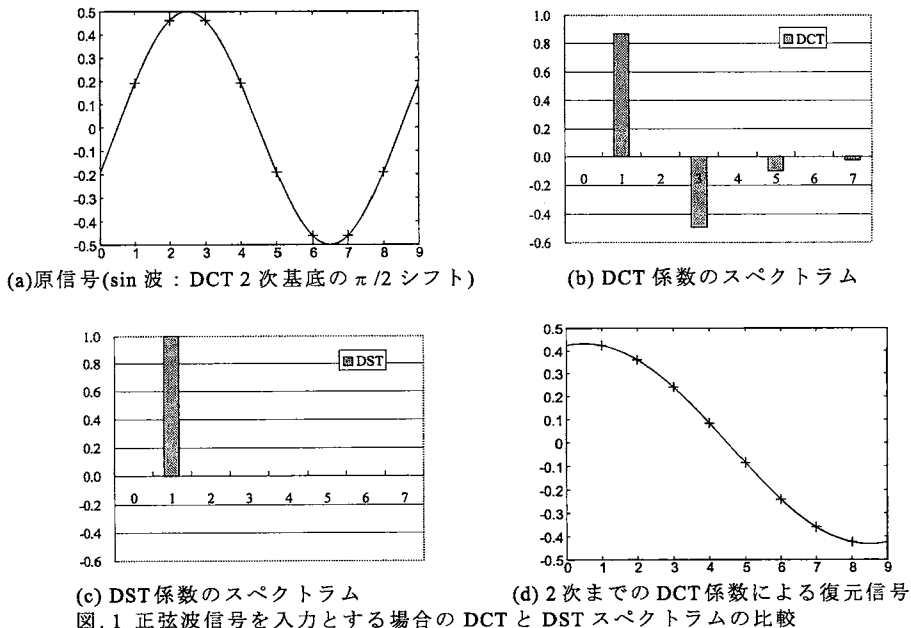
形解析を行うため、各変換係数は周波数情報と位相情報を同時に表現し、偶対称信号を想定した DFT と等価である。隣接画素間で相関の高い一般画像の性質と相性が良い。また、64 サンプルの離散信号に対し 64 係数の出力を持ち、信号解析を少ない情報量で行え、多くの圧縮分野で採用されている。

ところで、圧縮を目的とする符号化において、人間の視覚は高周波成分に対して感が低いことが知られており、量子化による情報の削減は高周波成分から行われる。一般的に DCT の高次係数を量子化することによって高周波の波形情報が減少するが、DFT と異なり、各係数は虚数項を持たないため、高次係数の劣化により低周波成分の位相情報も失われる。特に DCT 基底と位相が  $\pi/2$  遅れた信号は位相情報が高次係数に分布し、電力集中度が低下する。このような場合、高次成分の情報劣化は高周波成分の除去だけでなく低周波成分の位相情報の劣化となり、隣接ブロックとの波形の連続性が低下し、ブロック歪みの一因となる。

図 1 に具体例を示す。比較的低周波信号である 2 次の 1 次元 DCT 基底を  $\pi/2$  位相シフトした信号(図 1-(a))を DCT 及び DST した場合の係数スペクトルを示す(図 1-(b), (c))。変換対象信号は 2 次の DCT 基底と直交する信号であるため、2 次の DCT 係数は 0 となり、代わりに 1 次および 3 次の係数に比較的大きな係数が発生する。また、高次の 5, 7 次の係数も発生する。例えば 3 次以降の高次係数が量子化により除去されると再構成された信号は高次成分の振幅劣化、位相劣化を生じ、ブロック境界において大きな誤差を生じる。

### 2.2. 正弦波信号の DCT 係数

正弦波信号の DCT 係数領域におけるエネルギー分布を理論的に解析する。簡単のために入力信号を連続信号とし、正規化係数も省略する。正弦波信号のコサイン変換 (CT) を以下に示す。



$$F(\omega) = \int_0^{\pi} f(x) \cos(ax) dx$$

入力信号を  $f(x) = A \sin(\omega_i x)$  とすると、

$$F(\omega) = A \int_0^{\pi} \sin(\omega_i x) \cos(ax) dx$$

$$= \frac{1}{2} A \int_0^{\pi} \{\sin(\omega_i + \omega)x + \sin(\omega_i - \omega)x\} dx$$

i)  $\omega_i = \omega$  の場合

$$F(\omega) = 0$$

ii)  $\omega_i \neq \omega$  の場合

イ)  $\omega_i + \omega = 2n$  の場合

$$F(\omega) = -\frac{A}{2} \left[ \frac{\cos(\omega_i + \omega)x}{\omega_i + \omega} + \frac{\cos(\omega_i - \omega)x}{\omega_i - \omega} \right]_0^{\pi}$$

$$= 0$$

ロ)  $\omega_i + \omega = 2n + 1$  の場合

$$F(\omega) = \frac{2A\omega_i}{\omega_i^2 + \omega^2}$$

よって、正弦波信号に対し DCT 係数は周波数の和が奇数となる次数に広く分布することが分かる。

DCT は  $\cos$  関数による波形解析であるため各基底に対して  $\pi/2$  位相が異なる  $\sin$  関数に対するスペクトルが低次係数に充分集中しないことを意味する。そのため DCT 係数の高次成分の量子化によって、高品質に再現すべき低周波成分を十分に保存することができず、検知しやすい劣化を生じる。このような信号は  $\sin$  波を基底とする DST を用いれば容易であるが、同一の信号に対し、DCT および DST を施すことは DFT を施すことと等価であり、符号量の削減の点から非効率的である。また、DST 係数は DC 成分に対し電力集中度が著しく悪く、映像信号のように多くの直流成分にエネルギーを持つ信号に対して電力集中度が低い[1]。これらの点においても映像信号の圧縮を目的とする場合 DST は不適である。DST を用いた符号化では EP-DST (Extrapolative Prediction- Discrete Sine Transform) 法[2]のように直流成分を除去した予測誤差信号を符号化の際に使用される。

### 3. DCT/DST 相互予測符号化

#### 3.1. 分離画像と直交変換符号化

DCT と量子化を用いた符号化では高域成分の量子化によって低周波数の  $\sin$  成分の劣化が生じることを示した。これらの欠点を補うために DCT と DST を併

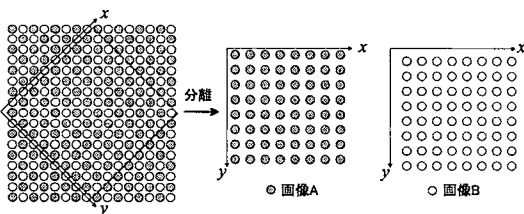


図 2. 分離方法

用した DCT/DST 相互予測符号化法を提案する。

前章で述べたように同一の画素に対して DCT と DST を用いることは符号化効率の点から望ましくない。ところで、一般的に自然画像は下式で示される 1 次自己回帰 (AR) モデルで近似できることが知られている。

$$x(n) = w(n) + \rho x(n-1)$$

$w(n)$ : 期待値 0 の白色雑音

$\rho$ : 相関係数

また、自然画像では垂直水平ともに隣接画素で強い相関を持つことが知られている。そこで、画像信号を五の目状に間引いた 2 つのペイヤ構造の分離画像を生成する (図 2)。それぞれの画像は重複する  $45^\circ$  回転した領域の画像であり、また、画素間相関の高さより高い類似性を持った画像であることが期待される。このことから、一方の分離画像の直交変換係数を他方の直交変換係数の予測値として利用する。他方の予測誤差信号を異なる直交変換で符号化することによって、それぞれの画像が DCT, DST いずれか一方の直交変換係数によって表現されるが、両方の成分によって再構成される。

#### 3.2. DCT/DST 相互予測符号化

ペイヤ状に分離された分離画像 A および B は分離画像の画素間隔を 1 とすると互いに半画素、標本位置がずれた関係にある。符号化ブロックの境界が斜めに配置され、隣接ブロック間の境界の画素が斜め方向に半画素重なり合う。DCT, DST の各基底は互いに直交しており、高次係数の量子化によって生じる雑音は相互に直交し、ブロック境界における信号劣化が無相関化され、ブロックひずみがディザリングの効果により低減する。

DCT には位相の違いにより 4 つのタイプが存在する。自然画像のような隣接画像間に強い相関がある場合 DCT-II がもっとも効率的である事が知られている[3]。そこで、画像 A を DCT-II によって変換する。画像 A の画素  $g_1$  の変換式は下式となる。

$$G_1(u, v) = \frac{2}{N} C(u)C(v)$$

$$\sum_{y=0}^7 \sum_{x=0}^7 g_1(x, y) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{16}\right) \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{16}\right)$$

$$C(k) = \begin{cases} 1 & (k=1, 2, \dots, N-1) \\ 1/\sqrt{2} & (k=0, N) \end{cases}$$

$g_1(x, y)$ : 画像 A の画素

$G_1(u, v)$ : 画像 A の DCT 係数

ところで画像 A と B は半画素ずれた関係にあることに注意し、画像 A による画像 B の予測を考える。画像 A の DCT 係数を用いた DCT 基底による画素補間はチェビシェフ補間となり、画像 A の標本位置における  $8 \times 8$  点 DCT-II 基底による画像 B の標本位置の補間信号は以下に示され、DCT-I の変換核が現れる。

$$g_1(x, y) = \frac{2}{N} \sum_{v=0}^7 \sum_{u=0}^7 C(u)C(v)G_1(u, v) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{16}\right) \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{16}\right)$$

$$\hat{g}_2(x, y) = \frac{2}{N} \sum_{v=0}^7 \sum_{u=0}^7 C(u)C(v)G_1(u, v) \cos\left(\frac{xu\pi}{8}\right) \cos\left(\frac{yv\pi}{8}\right)$$

$$\hat{g}_2(x, y) : \text{画像 B の予測信号}$$

画像 A と画像 B は互いに独立な重複する領域の画像であり、画像性質が近いことが予測され、効率的な予測が期待できる。また、チェビシェフ補間により画像 B は DCT-I による信号予測となる。DCT-I による信号予測によって残差信号はより無相関化され、残差信号の直交変換係数として DST-I の電力集中度が高くなる。

$$\delta g_2 = g_2 - \hat{g}_2$$

$$= \frac{2}{N} \sum_{v=0}^7 \sum_{u=0}^7 C(u)C(v) \{ \delta G(u, v) \} \cos\left(\frac{xu\pi}{8}\right) \cos\left(\frac{yv\pi}{8}\right)$$

$$\delta G(u, v) = G_2(u, v) - G_1(u, v)$$

$\delta g_2$  : 画像 B の予測誤差信号

$G_2(u, v)$  : 画像 B の DCT-I 係数

ところで DST-I は下式で与えられる。sin を変換核として持つため直流成分である 0 次の基底を持たない。

$$X(u) = \sqrt{\frac{2}{N}} \sum_{x=0}^{N-1} \sin\left(\frac{(x+1)(u+1)\pi}{N}\right) \quad u, x = 0, 1, \dots, N-2$$

変換窓内の有効サンプル数が次数 N より 1 画素少なくなる。そのため変換核の次数 8 の DST-I 変換では 7×7 画素が有効画素であり、8×8 の分離画像を変換することはできない(図 3)。本方式では DST-II により予測誤差信号を変換する。

$$G_2(u, v) = \frac{2}{N}$$

$$\sum_{v=0}^7 \sum_{u=0}^7 C(u)C(v) \delta g_2(x, y) \sin\left(\frac{(2x+1)(u+1)\pi}{16}\right) \sin\left(\frac{(2y+1)(v+1)\pi}{16}\right)$$

$$\delta g_2(x, y) = \frac{2}{N}$$

$$\sum_{v=0}^7 \sum_{u=0}^7 C(u)C(v)G_2(u, v) \sin\left(\frac{(2x+1)(u+1)\pi}{16}\right) \sin\left(\frac{(2y+1)(v+1)\pi}{16}\right)$$

図 4 に残差信号の DCT-II および DST-II 変換係数の各係数の標準偏差を昇順に並べたグラフを示す。画像 B の残差信号は DST の方が DCT に比べ電力集中度が高いことが分かる。

本方式は、画像を画素間引きによって二つの画像に分離し、それぞれの画像に対して直交変換を施す。そ

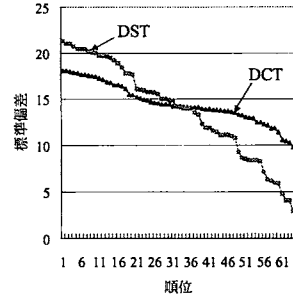


図 4. 残差信号に対する DCT および DST 係数の電力集中度 (Bronze with credits)

のため、各分離画像は多くの折り返し成分を含むが、本提案は欠落した画素情報が予測可能であるため、LPF による折り返し成分の除去は行わない。実際の画素をそのまま用いることによって信号の完全な復元が可能となる。他方の分離画像の符号化は先に符号化された分離画像の復号処理による補間信号との差分信号に対して行われる。補間信号によって予測された信号は折り返し歪みの影響を受けるが、折り返し歪みを含めた差分信号に対し符号化を行う。

### 3.3. 量子化/逆量子化処理

MPEG 同様変換係数に対し、量子化処理を施すことによって符号量の削減を行う。本検討ではレート制御部、および視覚特性を反映した量子化マトリクスに関する検討はせず、MPEG-2[4]で用いられている量子化マトリクスをそのまま利用する。分離画像 A はイントラ符号化と等価であるので表 1-(a)に示す量子化マトリクスを用い、分離画像 B の残差信号に対してノンイントラ符号化用の表 1-(b)の量子化マトリクスを用いた。

表 1. 量子化マトリクス

(a). 量子化マトリクス(画像 A)

8	16	19	22	26	27	29	34
16	16	22	24	27	29	34	37
19	22	26	27	29	34	34	38
22	24	27	27	29	34	37	40
26	27	29	29	32	35	40	48
27	29	34	34	35	40	48	58
29	34	34	37	40	48	56	69
34	37	38	40	48	58	69	83

(b). 量子化マトリクス(画像 B)

16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16

また、レート制御は行わないが、量子化スケールも MPEG-2 のノンリニアな量子化スケールを用い、最大値を 112 とした。また、逆量子化はいずれも下式を用いた。

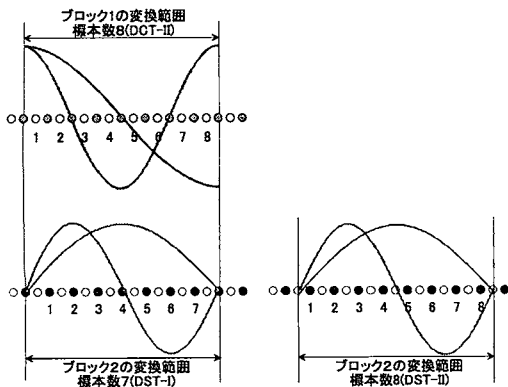


図 3. 変換区間と標本数

$$F''[v][u] = 2 \times QF[v][u] \times Qmatrix[v][u] \times qscale / 32$$

$F''[v][u]$ : 復号信号

$QF[v][u]$ : 量子化代表値

$Qmatrix[v][u]$ : 量子化マトリクス

$qscale$ : 量子化値

提案方式では直交変換係数に量子化を適応した場合、画像 A の直交変換係数の量子化歪みは補間信号に伝播する。画像 B の残差信号には画像 A の量子化歪みの影響が含まれるが、歪みを含む残差信号を符号化することによって再構成された画像 B に画像 A の量子化歪みは影響を与えない。画像 B の量子化による歪みのみ発生する。しかしながら復号された画像 B の残差信号には画像 A の量子化歪みが含まれる。

$$\delta\tilde{g}_2 = g_2 - \hat{g}_2$$

$$= \frac{2}{N} \sum_{v=0}^7 \sum_{u=0}^7 C(u)C(v) \{\delta G'(u, v)\} \cos\left(\frac{xu\pi}{8}\right) \cos\left(\frac{yv\pi}{8}\right)$$

$$\delta G'(u, v) = G_2(u, v) - \{G_1(u, v) + Q(u, v)\}$$

$Q$ : DCT 係数  $G_1$  の量子化誤差

### 3.4. 相互予測

画像 A に生じた量子化劣化は画像 B の残差信号に含まれ、DST の基底による補間もまたチェビシェフ補間と同様の性質を持つ。そこで画像 B の DST 係数を用いて画像 A の標本位置の信号を DST 基底により内挿し予測する。予測信号は信号の標本位置のずれに注意し下式により生成する。

$$\delta\tilde{g}_1(x, y) = \frac{2}{N}$$

$$\sum_{v=0}^7 \sum_{u=0}^7 C(u)C(v) \delta G_2(u, v) \sin\left(\frac{x(u+1)\pi}{8}\right) \sin\left(\frac{y(v+1)\pi}{8}\right)$$

$\delta G_2(u, v)$ : 画像 B の予測誤差信号の DST-II 係数

ところで DST 係数は画像 B の予測誤差信号を変換している。予測誤差信号は一般画像に比べ無相関化された信号であり、高次成分に比較的大きなエネルギーを持つ。そのため予測誤差信号の DST 係数を用いて画像 A の補間を行うと、画像 A に比較的大きな無相関化された信号を加えることになり妨害を与える (図 5: 単純予測)。一般画像は隣接画素間の相関が高いことから、画像 B の予測誤差信号による画像 A の補間信号と画像 B

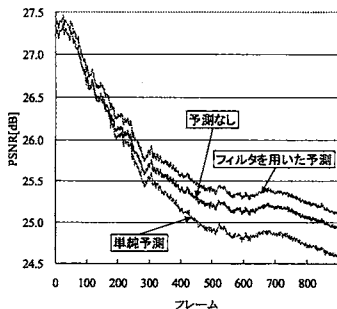


図 5. 相互予測の比較 (予測なし, 単純予測, フィルタを用いた予測) DCT:Q32, DST:Q64

の相関もまた高いことが期待される。そこで、補間信号と DST 基底の相関の強さをういた DST 係数領域における重み付け処理を導入する。重み付け係数は基底パターンと各基底によって生成される補間信号の相関係数によって決定する。

$$w[u][v] = \frac{\sum_{y=0}^7 \sum_{x=0}^7 (f_{u,v}[x][y] - \mu_1)(f'_{u,v}[x][y] - \mu_2)}{\sqrt{\sum_{y=0}^7 \sum_{x=0}^7 (f_{u,v}[x][y] - \mu_1)^2} \sqrt{\sum_{y=0}^7 \sum_{x=0}^7 (f'_{u,v}[x][y] - \mu_2)^2}}$$

ただし,

$f_{u,v}[x][y]$ :  $(u, v)$ 成分 DST-II 基底の標本値

$f'_{u,v}[x][y]$ :  $(u, v)$ 成分 DST-II 基底の補間位置標本値

$$\mu_1 = \frac{1}{64} \sum_{y=0}^7 \sum_{x=0}^7 f_{u,v}[x][y], \quad \mu_2 = \frac{1}{64} \sum_{y=0}^7 \sum_{x=0}^7 f'_{u,v}[x][y]$$

DST-II 補間信号と DST-II 基底との相関を表 2 に示す。

表 2. 重み付けマトリクス (画像 B)

0.895	0.906	0.803	0.694	0.538	0.375	0.189	0.000
0.906	0.854	0.768	0.653	0.513	0.354	0.180	0.000
0.803	0.768	0.689	0.588	0.461	0.318	0.162	0.000
0.694	0.653	0.588	0.500	0.393	0.271	0.138	0.000
0.538	0.513	0.461	0.393	0.308	0.213	0.108	0.000
0.375	0.354	0.318	0.271	0.213	0.146	0.075	0.000
0.189	0.180	0.162	0.138	0.108	0.075	0.038	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

画像 A の量子化ひずみの予測値は前記重み付け係数によって重み付けされた DST 係数を用いて下式により算出される。

$$\delta\tilde{g}_1(x, y) = \frac{2}{N}$$

$$\sum_{v=0}^7 \sum_{u=0}^7 C(u)C(v) w(u, v) \delta G_2(u, v) \sin\left(\frac{x(u+1)\pi}{8}\right) \sin\left(\frac{y(v+1)\pi}{8}\right)$$

このように相互に直交変換係数を用い補間する動作を本論文では相互予測と名づける。相互予測の効果を図 5 に示す。重み付けを用いない単純な信号予測では雑音まで加算され品質が低下するが、重み付けによって全フレームにおいて品質が向上することが分かる。

## 4. 計算機シミュレーション

提案方式と比較として MPEG などで行われている矩形ブロック単位での DCT 符号化法を従来方式とし、R-D 特性と復号画像を比較する。本検討ではレート制御を考慮していないので各シーケンスを固定量子化によって符号化を行う。提案方式における画像 A, B の量子化値は事前実験において複数のシーケンスを用いて最適となる組み合わせを用いた。

### (1) シミュレーション条件

標準動画像 720x480P Bronze with Credits

量子化値

提案方式 (画像 A, 画像 B)

(8, 16), (16, 32), (32, 64), (32, 112), (64, 112)

従来方式 量子化値 8, 16, 32, 64, 112

## (2) R-D 特性

エントロピーと PSNR により R-D 特性を図 6 に示す。本方式では画像 B が画像 A によって完全に予測された場合、また、量子化によって残差信号が 0 となる場合、画像 B の係数情報は 0 であるので、そのような場合、スキップブロックとした。提案方式は 1.30bpp 近辺で約 1dB 従来方式に比べ品質の低下が生じるが、0.33 bpp 以下において従来方式より高品質であることが分かる。

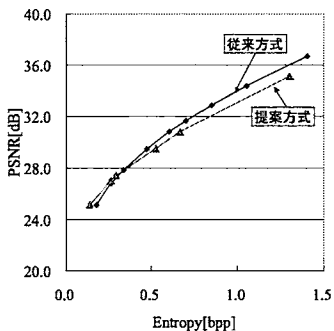


図 6. R-D 特性 (従来方式, 提案方式)

## (3) 画質比較

図 7 にほぼ同程度のエントロピー (提案方式 エントロピー: 0.669bpp (PSNR: 30.8dB)、従来方式 エントロピー: 0.704 (PSNR: 31.7dB)) における画質の比較を示す。従来方式はブロックひずみが発生し、ブロックの境界部において輪郭のずれが生じている (図 7-(c))。提案方式はブロック境界において輪郭の連続性が比較的保たれており、位相情報が保たれていることが分かる。一方で、従来方式に比べ高周波数の雑音が生じている (図 7-(b))。このような雑音は相互予測によ

る DST の高次係数によるものであり、入力信号に応じた量子化制御を行うことによって抑制可能であると考える。また、提案方式は従来方式に比べブロックの面積が 2 倍であり、ブロックひずみが生じると従来のブロックより大面積の劣化となり検知される。提案方式はスキップブロックを除いて劣化はボケとして生じている。

## 5. まとめ

DCT と DST を併用する相互予測符号化を提案し、その効果について検討した。特に高圧縮領域において従来の矩形 DCT より符号化効率が上がることを確認した。また、位相が良好に保存され、符号化ブロック境界でオブジェクトの輪郭の連続性がより保たれることが確認できた。

本検討では視覚特性を厳密に考慮した量子化マトリクスや画像 A と画像 B のレート配分などレート制御方法の検討を行っていない。視覚特性や入力信号性質に適応的なフィルタ制御を改善することによってより高画質化をはかっていく。

## 文 献

- [1] N. Ahmed, M. Flickner, "Some considerations of the discrete cosine transform", 16<sup>th</sup> Asilomar conference on Circuits, Systems and Computers, pp.295-299, Pacific Grove, CA, Nov. 1982.
- [2] 山根, 森川, 浜田, "外挿予測-離散サイン変換による画像の高効率符号化—2 次元符号化の場合—", 信学論(B), J71-B, No.6, pp.717-724, 1988
- [3] 画像符号化技術-DCT とその国際標準-, オーム社, ISBN4-274-03401-1
- [4] ISO/IEC 13818-2 Information technology-Generic coding of moving pictures and associated audio information: Video

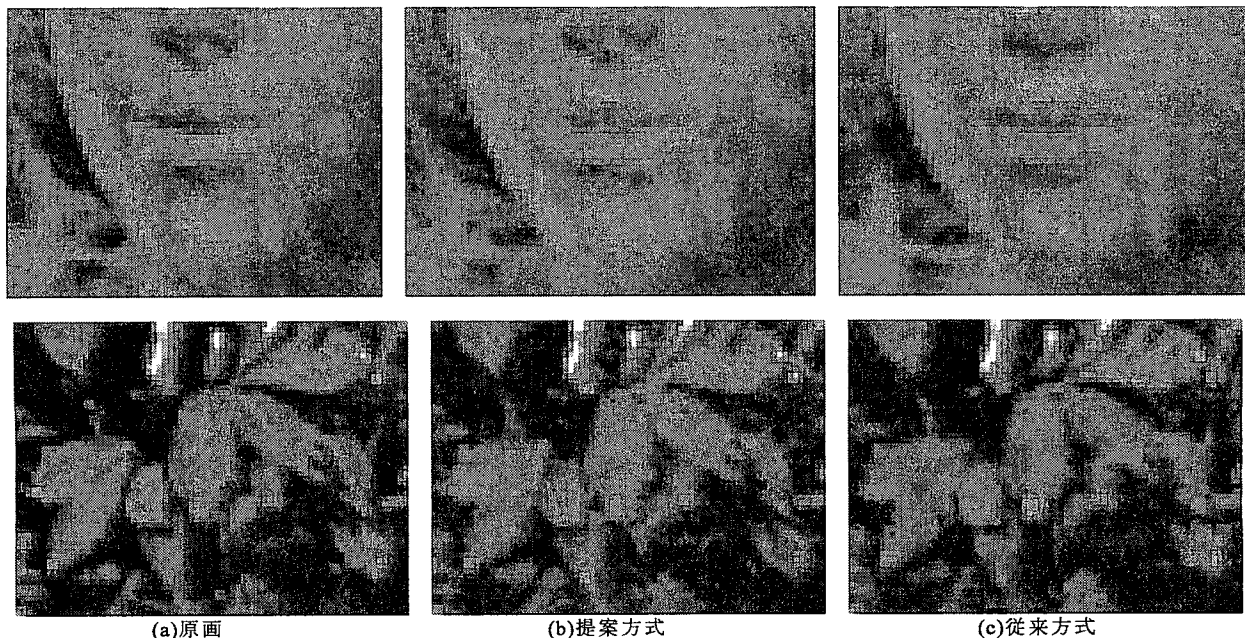


図 7. 画質比較, ×約 20 (原画, 提案方式(Entropy: 0.669, PSNR: 30.8 dB) 従来方式(Entropy: 0.704, PSNR: 31.7 dB))

