

サブバンドDCTに基づく画像伝送

70-6

井田 智永、柳野 智、黒木 修隆、
沼 昌宏、平野 浩太郎、Sanjit K. Mitra
神戸大学 工学部、カリフォルニア大学（サンタバーバラ）

1. はじめに

DCTによる画像符号化手法の問題点として、演算量の多さやブロック歪みの発生が挙げられる。これらの問題点を解決するために、DCTの高速アルゴリズム[1]やサブバンド分割手法が提案されてきたが、それらの研究は個別に行われてきた。しかしDCTの高速アルゴリズムは実はサブバンド分割と密接な関係がある[2]。本稿では両者の関係について述べた後、サブバンドDCTを用いた符号化手法を提案する。JPEG方式との比較の結果、低ビットレートの符号化の際に良好な結果を得たので報告する。

2. DCTの高速アルゴリズムと提案手法

NポイントのDCTは

$$C(k) = 2 \cdot \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cos\left(\frac{(2n+1)\pi k}{2N}\right) \quad (1)$$

のように定義される。ここで $x(n)$ を低域と高域の2つの系列に分け、

$$\begin{aligned} x_L(n) &= \frac{1}{2} \{x(2n) + x(2n+1)\} \\ x_H(n) &= \frac{1}{2} \{x(2n) - x(2n+1)\} \end{aligned} \quad (2)$$

とすると式(1)は、

$$\begin{aligned} C(k) &= 2 \cos\left(\frac{\pi k}{2N}\right) \cdot 2 \cdot \sum_{n=0}^{N/2-1} x_L(n) \cos\left(\frac{(2n+1)\pi k}{N}\right) \\ &\quad + 2 \sin\left(\frac{\pi k}{2N}\right) \cdot 2 \cdot \sum_{n=0}^{N/2-1} x_H(n) \sin\left(\frac{(2n+1)\pi k}{N}\right) \end{aligned} \quad (3)$$

のように変形できる。ここで総和演算は $N/2$ ポイントの $x_L(n)$ のDCT、また $N/2$ ポイントの $x_H(n)$ のDST (Discrete Sine Transform) とみなすことができるので、式(3)は、

$$C(k) = 2 \cos\left(\frac{\pi k}{2N}\right) \cdot C_L(k) + 2 \sin\left(\frac{\pi k}{2N}\right) \cdot S_H(k) \quad (4)$$

と変形できる。ただし式(4)の k の範囲は $C_L(k)$ の定義区間 $0 \leq k \leq N/2-1$ を越えるので、 $C_L(k)$ および $S_H(k)$ の $N/2+1 \leq k \leq N$ の区間については $0 \leq k \leq N/2-1$ の区間を折り返した値を持つように拡張しておく必要がある。式(4)の $N/2$ ポイントのDCTは、さらにその系列を高域と低域に分解すれば、 $N/4$ ポイントのDCTとDSTに分解できる。このように再帰的に系列を分解する操作は、いわゆるハール基底を用いた帯域分割に等しい。つまりDCTの高速アルゴリズムは、帯域分割を行った後に式(4)の要領で重みを付けながら合成していくことにより実現できる。

一般的に画像には高域信号が少ないので、式(4)の演算をさらに高速化するため、 $S_H(k)$ を無視する。さらに \cos 関数が減少する $N/2 \leq k \leq N-1$ の区間を無視すると、

$$\begin{aligned} C(k) &= 2 \cos\left(\frac{\pi k}{2N}\right) \cdot \bar{C}_L(k), \quad 0 \leq k \leq \frac{N}{2} - 1 \\ &0, \quad \frac{N}{2} \leq k \leq N - 1 \end{aligned} \quad (5)$$

Image Coding Based on Subband DCT

Tomonaga Ida, Satoshi Yanagino, Nobutaka Kuroki, Masahiro Numa, Kotaro Hirano and Sanjit K. Mitra

Faculty of Engineering, Kobe University, Department of Electrical & Computer Engineering, University of California
1-1 Rokkodai, nada, kobe 657, Japan

表1 処理時間 (SunSPARC20による) とPSNRの比較

method bpp	PSNR[dB]		Time[sec]	
	Proposed SB-DCT	Standard DCT	Proposed SB-DCT	Standard DCT
0.50	28.65	30.12	0.83	2.54
0.45	28.43	29.62	0.83	2.54
0.40	28.15	28.94	0.83	2.54
0.35	27.84	28.19	0.83	2.54
0.30	27.45	27.50	0.82	2.53
0.25	27.01	26.35	0.82	2.53
0.20	26.34	24.87	0.82	2.52

となる。提案手法は式(5)を用いた近似計算を行う。

4. 実験結果

SB-DCTを用いた提案手法と通常のDCTを用いたJPEG方式について、処理速度およびSNR特性の比較を行う。実験では512×512ドットの白黒階調の画像を用いた。JPEG方式におけるブロックサイズは8×8とした。提案手法におけるブロックサイズは16×16とし、サブバンド分割を行った後の低域の8×8に対して、JPEG方式と同じ量子化テーブルを用いた。

両者が符号化に要した時間と、再生後のPSNRを表1に示す。ビットレートが0.30bppよりも大きいときは、JPEG方式の方が提案手法よりも高いPSNRに達しているが、提案手法の処理時間はJPEG方式の処理時間の約3分の1である。

次に低ビットレートの再生画像を図1に示す。JPEG方式ではブロック歪みが大きく表れているが、提案手法ではブロック歪みがほとんど見られていないことがわかる。

5. 結論

本稿ではサブバンドDCTを提案した。提案手法はJPEG方式よりも高速であり、また低ビットレートの符号化の際にはJPEG方式よりも高いSNRに達した。またJPEG方式で問題となるブロック歪みの発生を抑えることができた。これらのことからビットレートが低い場合にはJPEG方式から提案手法に切り替えるのが有利であると考えられる。

参考文献

- [1] E. Feig and S. Winograd, "Fast algorithms for the discrete cosine transform," IEEE Trans. Signal Processing, vol 40, pp.2174-2193, Sept. 1992.
- [2] S. H. Jung, S. K. Mitra and D. Mukherjee, "Subband DCT: Definition, Analysis, and applications," IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology, vol 6, No. 3, June 1996.



(a) JPEG方式



(b) 提案方式

図1 再生画像