

JPEGアルゴリズムにおけるブロックの類似性を 活かした画像圧縮法の改善と評価

杉尾敏康 藤本寛史 藤本典幸 萩原兼一
大阪大学 大学院基礎工学研究科
560-8531 大阪府豊中市待兼山町1-3
TEL:06-6850-6597 FAX:06-6850-6599

{sugio, h-fujimo, fujimoto, hagihara}@ics.es.osaka-u.ac.jp

あらまし

静止画像圧縮技術の1つにJPEG符号化がある。JPEG符号化では、圧縮の対象とする画像を複数のブロックに分割し、各ブロックに対して順に、同一の圧縮処理を行う。このとき、全画素値が同一のブロックが存在する場合がある。ここで、全画素値が同一のブロックのうち、最初に圧縮の対象とするブロックを代表ブロック、それ以外を同一ブロックと呼ぶ。代表ブロックと同一ブロックに着目した白黒濃淡画像の圧縮法として、ブロック比較法(Block Comparator Technique, 以下BCT)がある。BCTでは、同一ブロックと代表ブロックの同一関係を表(以下、BCT表)に記録して、それを圧縮ファイルに組み込み、代表ブロックのみを符号化することでJPEG符号化よりも圧縮率を向上できる。また、伸長時に同一ブロックに対する伸長処理を省略することによって、伸長時間を短縮できる。しかし、既存のBCTは、BCT表の構造に改善の余地がある。本研究では、BCT表の効率のよい符号化法を提案する。また、JPEG符号化処理過程の量子化後に同一ブロック数が増加することに着目し、量子化後にBCT表を作成することを提案する。さらに、カラー画像を扱えるようにBCTを拡張する。117枚の画像を用いて評価した結果、本研究が提案する手法は、白黒濃淡画像およびカラー画像に対する圧縮率と伸長時間を、画質劣化なしにJPEG符号化よりも向上できることがわかった。

キーワード 画像圧縮, JPEG, BCT, 画質変数, ハフマン符号化, 同一ブロック, 代表ブロック

Improvement and Evaluation of the Compression Method Making Use of Block Similarity in JPEG Algorithm

Toshiyasu SUGIO, Hirofumi FUJIMOTO, Noriyuki FUJIMOTO, Kenichi HAGIHARA
Graduate School of Engineering Science, Osaka University
1-3 Matikaneyama, Toyonaka, Osaka 560-8531 JAPAN
TEL: +81-6-6850-6597 FAX: +81-6-6850-6599
{sugio, h-fujimo, fujimoto, hagihara}@ics.es.osaka-u.ac.jp

Abstract

JPEG (Joint Photographic Coding Expert Group) is one of the still-picture image compression techniques. The JPEG algorithm divides a given image into a large number of blocks and compresses these blocks one by one in the same manner. At this time, some blocks may have the same pixel values. The first compressed block of these blocks is called a unique block, and the other blocks are called its same blocks. BCT (Block Comparator Technique) is a sophisticated method of JPEG algorithm that makes good use of block similarity. BCT records the relations among unique blocks and their same blocks into a BCT List, and stores it into the compressed data file, and then compresses unique blocks only. There is the possibility of being capable of reducing compressed data file size and decompressing time by replacing the compressed data of each same block as that of its unique block. However, BCT can not give an expected compression rate because of inefficient data structure of a BCT List. In this report, we improve BCT to solve these problems as follows. First, by Huffman encoding for a BCT List, its size is reduced. Second, having paid attention that the number of same blocks increases after the quantization of JPEG compression process, we move the position of the BCT List creation step after quantization. Last, we extend BCT to be able to compress full color images. The result of our experiment with 117 pictures shows that the compressed data file sizes and decompressing times can be made smaller than those of JPEG without decreasing quality of images.

key words image compression, JPEG, BCT, quality, Huffman encoding, same block, unique block

1 はじめに

現在の静止画像圧縮技術の主流となっている JPEG (Joint Photographic Coding Expert Group)[1] は、従来より圧縮率の高さから用いられて来た波形符号化の手法であり、人間の視覚特性が画像の高周波成分に対して余り敏感ではないことに着目したものである。また、離散コサイン変換 (DCT (Discrete Cosine Transformation))[1] を利用して画像の高域成分の符号量を削減することにより高効率符号化を実現するものである。JPEG 符号化の画質を落さず、圧縮率と伸長時間を改善する手法の 1 つとしてブロック比較法 (Block Comparator Technique 以下、BCT) がある。BCT は白黒濃淡画像に対応した手法であり、BCT を用いれば JPEG 符号化の圧縮率と伸長時間を改善できる [5]。本研究では、BCT で用いられる表の作成法を改善することにより、圧縮率の向上および伸長時間の短縮を目指した。さらに、BCT を拡張し、カラー画像圧縮に対応できるようにした。そして、サイズ、色彩および被写体の様々なカラー写真画像 117 枚を含む画像集 CD および、それらのカラー画像の輝度成分 [1] のみを抽出して得られた白黒濃淡画像を用いて評価を行った。評価の結果、本研究が提案した手法は、白黒濃淡画像およびカラー画像に対する圧縮率と伸長時間を、画質劣化なしに JPEG 符号化よりも向上できることがわかった。提案手法を用いれば、現在の WWW での静止画像配信時間およびユーザー側の画像伸長時間の短縮が見込まれる。

2 JPEG 符号化

JPEG 符号化はビットマップ画像に対する圧縮技術である。JPEG 符号化における圧縮処理過程を図 1 に示す。以下、本研究にかかわる符号化処理について説明するが、JPEG 符号化の詳細な説明については文献 [1]~[4] を参照されたい。

• ブロック分割

JPEG では縦 8 画素×横 8 画素の 64 画素を 1 ブロックとし、原画像を複数のブロックに分割して、それぞれのブロックに対して圧縮処理を行う。ここで、分割したそれぞれのブロックに対して、0 から始まる整数値のブロック番号を割り振る。

• 輝度成分、色差成分

色変換過程によって、RGB 表現が YCbCr 表現に変換される。ここで、R、G、B はそれぞれ各画素の赤、緑、青成分の画素値を表すものであり、これらの値を用いて、輝度成分 (Y)、色差成分 (Cb、Cr) が求められる。

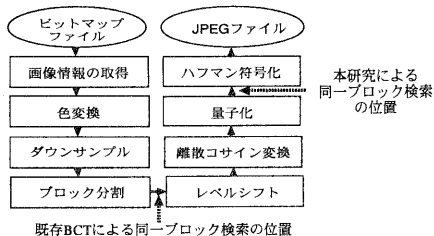


図 1: JPEG 符号化における圧縮処理過程の流れ

Y は画像の白黒濃淡成分を表し、Cb、Cr は、それぞれ B、R 成分と Y 成分との差である。

• 画質変数

画質変数は、JPEG 圧縮伸長後の出力画像の品質を調整するためのパラメータであり、0 から 100 までの値をとる。画質変数値を高く設定すればするほど、圧縮伸長後の画像は元の原画像に近づく。JPEG は不可逆圧縮であるため、画質変数値が 100 でも元の画像と品質が全く一致することはない。また、画質変数値が高くなるほど圧縮ファイルサイズは大きくなる。一般的によく使用される画質変数値は 50 から 100 の間である。

• 量子化

DCT 後における各ブロック内の画素値の情報量を削減するために、量子化表を用いて量子化を行う。量子化表の各値は画質変数に依存しており、画質変数値が高くなるほど情報量の削減が小さい量子化表を使用する。また、人間の視覚は輝度成分に比べて色差成分の感度が低いという特徴があるため、色差成分の情報量の削減を大きくして、輝度成分に比べて符号量を小さくできる。そこで、輝度成分と色差成分で量子化表を使い分け、色差成分の符号量を大幅に削減することを行う。

3 BCT

本章では、既存の BCT と BCT を導入した JPEG (以下、BCT_JPEG) 符号化について述べる。BCT を JPEG 符号化に導入すれば、白黒濃淡画像に対する高画質の場合の圧縮率を、画質劣化なしに改善できる。BCT についての詳細な説明は、文献 [5] を参照されたい。

3.1 BCT の概略

JPEG 符号化のブロック分割後には、各ブロックの中に画素値がすべて同一であるものが存在する場合がある。ここで、この画素値がすべて同一であるブロックのうち、一番最初に圧縮の対象となるブロックを代表ブロック、その代表ブロックと全画素値が同一であるブロックを同一ブロックと定義する。以下、代表ブロックを B とする同一ブロックの集合を S(B) と表す。

同一ブロック $sb \in S(B)$ を JPEG 符号化したデータは、代表ブロック B の符号化データと一致する。BCT とは、この性質を利用した圧縮手法である。BCT では、同一ブロックと代表ブロックの関係を記録した表を JPEG ファイルに組み込み、代表ブロックのみを JPEG 符号化する。それによって、同一ブロックを符号化する必要がなくなり、全体の符号量を削減できる。また伸長時には、同一ブロックに対する伸長処理を省略することによって、全体の伸長時間が短縮できる。

代表ブロック B と S(B) のブロック番号を記録する表を BCT 表と呼ぶ。BCT 表の構造を図 2 に示す。BCT 表には、同一ブロックを 1 つ以上持つ代表ブロックのみを記録し、代表ブロック B のブロック番号に対して、S(B) のブロック番号を列挙する。また、伸長時に読み取ったブロック番号が同一ブロックなのか次の代表ブロックなのかを区別するために、同一ブロックマーカーを挿入する。最後に BCT 表の終りを示すために、代表ブロックマーカーを挿入する。1 ブロック番号の記憶領域は、代表ブロック、同一ブロック共に 2 バイトである。

代表 ブロック	同一 ブロック	同一 ブロック マーカ	代表 ブロック	同一 ブロック	代表 ブロック マーカ
23	25, 27, 32, 35		26	29, 40	

図 2: BCT 表の構造

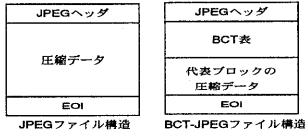


図 3: ファイル構造

BCTにおける同一ブロック検索は、処理済のすべてのブロックと全画素値の比較を行う必要がある。したがって、画像サイズが大きくなるとブロック数が増加し、比較に時間がかかる。そこで、ブロック内の64画素値を全て加えた値である強度[5]を利用する。ブロック間において強度の値が異なれば画素値も異なるため、強度が一致したブロックだけ、全画素値の比較を行う。

3.2 BCT-JPEG 符号化

一般的な JPEG ファイル構造と、BCT-JPEG 符号化によって作成される BCT-JPEG ファイルの構造を図3に示す。これらの構造において、JPEG ヘッダには、画像の幅や高さ、そして使用した量子化表やハフマン符号表などの、伸長時に必要な情報が格納されている。EOI(End Of Image marker)はファイルの終了を示す。JPEG ファイルと BCT-JPEG ファイルとの構造の違いは、BCT 表が BCT-JPEG ファイルには新たに組み込まれ、圧縮データから同一ブロックにあたる符号が取り除かれる点にある。

また、BCTにおける同一ブロック検索は、JPEG 符号化のブロック分割後に実行する(図1)。そうすることで、ブロック分割以降の同一ブロックに対する圧縮処理が省略でき、全体の圧縮時間の短縮が見込まれる。

3.3 BCTの問題点

同一ブロック1つを JPEG 符号化した場合の平均符号量を S_{jpeg} 、BCT 表に記憶した場合の符号量を S_{bct} とすると、BCT 表に記憶することによって削減できる全体の符号量 D_{bct} は、以下の式[E1]のように表される。

$$[E1]: D_{bct} = (S_{jpeg} - S_{bct}) \times \text{同一ブロック数}$$

式[E1]より、 D_{bct} は同一ブロック数に比例する。また、 S_{jpeg} よりも S_{bct} が小さいほど、削減できる符号量は増加する。表1に白黒濃淡画像117枚の S_{jpeg} と S_{bct} の平均値をそれぞれ示す。BCT-JPEG 符号化では、 S_{bct} は2バイトである(節3.1)。ところが表1に示すように、画質変数値が90以下の場合、 S_{jpeg} は2バイト以下になる。これによって、以下の問題[P1]が生じる。

[P1]画質変数値が低い場合、同一ブロックは BCT 表に格納するよりも JPEG 符号化の方が記憶領域が小さくなる。

表 1: 同一ブロック1つ当たりの平均符号量

画質変数	JPEG	BCT-JPEG
50	1.07	2.00
60	1.26	2.00
70	1.31	2.00
75	1.34	2.00
80	1.37	2.00
90	1.71	2.00
100	4.84	2.00

画質変数値が低い場合は、問題[P1]によって BCT-JPEG 符号化は逆効果となる。また、サイズの大きい画像ではブロック数が増加するため、BCT 表中の1ブロック番号に対して2バイト以上の記憶領域が必要になる。しかし1ブロック番号当たりの記憶領域を拡大すると、 S_{bct} が増加し、問題[P1]の影響が強くなる。よって、BCT-JPEG 符号化はサイズの大きい画像圧縮には適切ではない。

4 BCTの改善

本研究は BCT を改善して、節3.3の問題を解消し、更なる圧縮率の向上と伸長時間の短縮を行った。改善点は以下の2点である。

- BCT 表の符号化 (EL)
- 量子化後の同一ブロック検索処理 (AS)

本章では各改善点について順に説明する。

4.1 BCT 表の符号化 (EL)

本研究は、問題[P1]を解消するために、BCT 表のデータ構造を改良し、 S_{bct} を削減した。また、1ブロック番号の記憶領域を可変にすることによって、巨大サイズの画像に適用できるようにした。以下、BCT 表の符号化 (EL) を行った BCT を EL-BCT と呼び、提案する BCT 表のデータ構造と符号化法、そして符号化に使用したハフマン符号表について述べる。

1. BCT 表のデータ構造と符号化法

既存 BCT 表は、ブロック番号をそのまま記憶する構造になっていた。本研究では、BCT 表の隣接するブロック番号との差分値を計算し、その値にハフマン符号化を適用したものを格納する。その際には、以下の手法に従う。

- 同一ブロック番号は直前に格納されたブロック番号との差分値を符号化
- 代表ブロック番号は直前に格納された代表ブロック番号との差分値を符号化
- ブロック番号間の差分が0になることはありえないため、同一ブロックマーカ (以下、SBM) を値0として符号化
- 最後に代表ブロックマーカ (以下、UBM) を符号化

以上の手法を BCT 表に適用し、符号化順序を求めた例を図4に示す。

2. BCT 表の符号化に用いるハフマン符号表

図5に、117枚の画像における BCT 表の差分値の出現頻度を表した統計データを示す。図5の横軸は差分値、

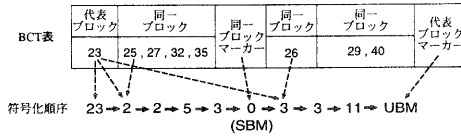


図 4: BCT 表の符号化例

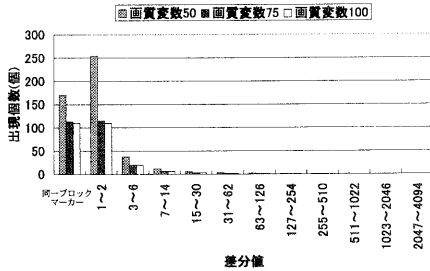


図 5: BCT 表における差分値の統計

縦軸は各差分値の出現個数を表す。図 5 を見ると、画質変数値によらず差分値が小さいほど出現個数は多い。よって、差分値が低いほど短い符号量を割り当てるハフマン符号表が BCT 表の符号化には有効である。

そこで、新しいハフマン符号表が必要となるが、新しい符号表をヘッダに組み込むとヘッダサイズが増加し、圧縮率が向上しない。よって、あらかじめ JPEG ヘッダに組み込まれているハフマン符号表を用いることによって、全体のサイズを抑える。JPEG ヘッダには表 2(a) に示すような符号表が格納されているが、BCT 表におけるブロック番号の差分はすべて正の整数となり、表 2(a) の符号表をそのまま用いると、使用されない符号語が発生する。また、表 2(a) の符号表では、差分値が 2047 までしか符号化できず、それ以上の差分値を出力するブロックは同一ブロックとみなさずに JPEG 符号化しなければならない。そのため BCT の効果が減少すると考えられる。よって、符号化時には、表 2(a) の差分値に対するハフマン符号の割り当てを、表 2(b) に示すように変更し、それを BCT 表の符号化に使用する。そして伸長時にも表 2(a) の符号表から、表 2(b) の符号表を作成する。

4.2 量子化後の同一ブロック検索処理 (AS)

問題 [P1] は、節 4.1 で述べた BCT 表の改良によって解消される。BCT は、問題 [P1] が解消されれば、式 [E1] より、同一ブロック数が多いほど圧縮率が増加する。よって本研究では、同一ブロック数を増加させることで、BCT の効果を増強することを検討した。同一ブロック数の割合を表す変数として、同一ブロック率 SBR を以下のように定義する。

$$SBR = (SBN / BN) \times 100(\%)$$

- SBN = 全同一ブロック数
- BN = 全ブロック数

表 2: 各符号表

(a) JPEG のハフマン符号表

グループ番号	DC 係数の差分値	識別符号 (ハフマン符号)	付加ビット数
0	0	00	0
1	-1, 1	010	1
2	-3, -2, 2, 3	011	2
3	-7, -6, -5, -4, 4, 5, 6, 7	100	3
4	-15, ..., -8, ..., 8, ..., 15	101	4
5	-31, ..., -16, ..., 16, ..., 31	110	5
6	-63, ..., -32, ..., 32, ..., 63	1110	6
7	-127, ..., -64, ..., 64, ..., 127	11110	7
8	-255, ..., -128, ..., 128, ..., 255	111110	8
9	-511, ..., -256, ..., 256, ..., 511	1111110	9
10	-1023, ..., -512, ..., 512, ..., 1023	11111110	10
11	-2047, ..., -1024, ..., 1024, ..., 2047	111111110	11

(b) BCT 符号表

グループ番号	BCT 表の差分値	識別符号 (ハフマン符号)	付加ビット数
0	0 (SBM)	00	0
1	1, 2	010	1
2	3, 4, 5, 6	011	2
3	7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14	100	3
4	15, ..., 30	101	4
5	31, ..., 62	110	5
6	63, ..., 126	1110	6
7	127, ..., 254	11110	7
8	255, ..., 510	111110	8
9	511, ..., 1022	1111110	9
10	1023, ..., 2046	11111110	10
11	2047, ..., 4094	111111110	11

表 3: ブロック分割後、量子化後の平均同一ブロック率

画質変数	50	60	70	75	80	90	100
ブロック分割後	10.02	10.02	10.02	10.02	10.02	10.02	10.02
量子化後	20.83	12.46	11.04	10.35	10.22	10.04	10.02

SBR が大きいほど、画像中に同一ブロック数が多い。本研究では、JPEG 符号化の量子化により、ブロック内画素値の情報量が削減されるため、SBR が上昇すると考えた。白黒濃淡画像 117 枚に対する、ブロック分割後、量子化後の SBR の平均を比較したデータを表 3 に示す。表 3 から、画質変数値が低いほど量子化後の方が SBR は上昇することがわかる。これは、量子化の際に使用する量子化表の各値が画質変数に依存しており、画質変数値が低いほど、ブロック内画素値の情報量の削減が大きいためである。そこで本研究では、図 1 に示すように、量子化後に同一ブロック検索を適用した。以下、AS を適用した EL-BCT-JPEG 符号化を ASEL-BCT-JPEG 符号化と呼ぶ。

5 適用実験

5.1 ファイルサイズ

白黒濃淡画像 117 枚に対して BCT-JPEG 符号化、EL-BCT-JPEG 符号化、ASEL-BCT-JPEG 符号化を適用し、JPEG 符号化とファイルサイズの比較を行った。比較には以下の式で表される削減率を使用した。

$$\text{削減率} = ((Jsize - Bsize) / Jsize) * 100(\%)$$

- Jsize = JPEG ファイルサイズ
- Bsize = BCT ファイルサイズ

削減率は、JPEG 符号化によって作成されるファイルサイズのどの程度が BCT によって削減されたかを表す指標である。削減率が負になれば、BCT によってファイルサイズが増加し、逆効果であることを表す。

BCT-JPEG 符号化、EL-BCT-JPEG 符号化、ASEL-BCT-JPEG 符号化の削減率をそれぞれ図 6、図 7、図 8 に示す。図の横軸は、削減率の大きさの昇順に並び変えた画像番号を表す (以降、図 11 まで同様)。各図から以下のことがわかる。

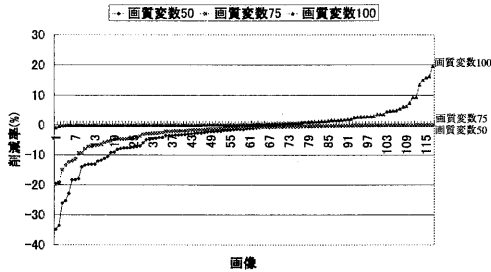


図 6: BCT-JPEG 符号化の削減率

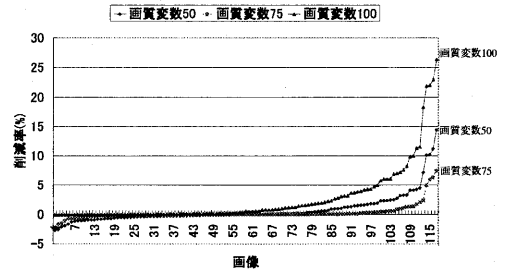


図 8: ASEL-BCT-JPEG 符号化の削減率

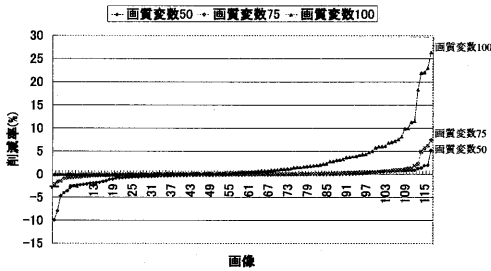


図 7: EL-BCT-JPEG 符号化の削減率

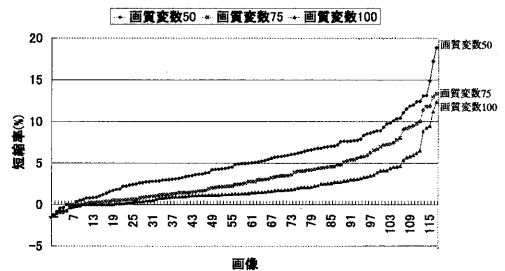


図 9: ASEL-BCT-JPEG 符号化の伸長時間の短縮率

- BCT-JPEG 符号化は画質変数値が 100 以外ではすべて削減率が負である
- EL-BCT-JPEG 符号化は BCT-JPEG 符号化よりも全画質変数値において削減率が向上している
- ASEL-BCT-JPEG 符号化は BCT-JPEG 符号化よりも全画質変数値において削減率が向上している
- ASEL-BCT-JPEG 符号化は EL-BCT-JPEG 符号化よりも、画質変数値が低い場合に削減率が向上している

上のような結果となった要因は、表 4 に示すように、EL 処理によって S_{bct} の値を、 S_{jpeg} よりも小さくできたためである。その結果、問題 [P1] が解消されるため、画質変数値が低い場合でも削減率が向上する。さらに、問題 [P1] が解消されたため、同一ブロック数の増加を導く AS 処理が有効となり、EL-BCT-JPEG 符号化よりも ASEL-BCT-JPEG 符号化の方が、画質変数値が低い場合に削減率が向上する。

2. 伸長時間

JPEG 符号化による伸長処理は、図 1 の圧縮処理過程の

逆の処理を行う。ASEL-BCT-JPEG 符号化では、BCT 表によって代表ブロックと同一ブロックの関係がわかる。そのため伸長時間には、同一ブロックに対するハフマン符号化、量子化、離散コサイン変換、レベルシフトの各逆変換を省略し、レベルシフトの逆変換後に代表ブロック B の画素値を $S(B)$ にコピーすることで、伸長時間の短縮が見込まれる。ASEL-BCT-JPEG 符号化による伸長時間の短縮率を図 9 に示す。短縮率は以下の式で表され、JPEG 符号化の伸長時間のどの程度が BCT によって短縮されたかを表す指標である。

$$\text{短縮率} = ((Jtime - Btime) / Jtime) * 100(\%)$$

- $Jtime$ = JPEG の伸長時間
- $Btime$ = BCT を用いた各手法の伸長時間

図 9 から、画質変数値が低いほど短縮率は高いことがわかる。これは、画質変数値が低いほど SBR が高いため、伸長処理の省略が多くなるからである。以上より、ASEL-BCT-JPEG 符号化は JPEG 符号化に比べて、画質変数値が低くなるほど伸長時間を早くできる。

表 4: 同一ブロック 1 つ当たりの平均符号量

画質変数	JPEG	EL-BCT	ASEL-BCT
50	1.18	1.15	0.87
60	1.42	1.15	1.10
70	1.45	1.15	1.12
75	1.49	1.15	1.15
80	1.54	1.15	1.15
90	1.96	1.15	1.15
100	5.39	1.15	1.15

6 カラー画像への対応

ASEL-BCT-JPEG 符号化は白黒濃淡画像に対する圧縮法であり、カラー画像には対応していない。本研究では ASEL-BCT-JPEG 符号化を拡張し、カラー画像に対応できるようにした。以下、カラー画像に対応した ASEL-BCT-JPEG 符号化を color-BCT-JPEG 符号化と呼ぶ。

表5: ブロック分割後, 量子化後の平均同一ブロック率

画質変数	50	60	70	75	80	90	100
ブロック分割後	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21
量子化後	59.65	52.03	42.45	37.19	29.98	13.21	4.21

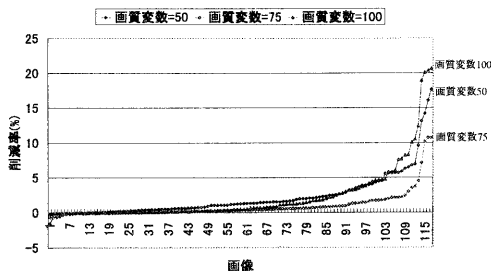


図 10: color-BCT_JPEG 符号化の削減率

6.1 color-BCT_JPEG 符号化

カラー画像では輝度成分と色差成分を扱うため, 輝度成分の同一ブロックと色差成分の同一ブロックを考える. 輝度成分の同一ブロックとは, ブロック内の輝度成分の画素値のみがすべて一致したブロックを意味する. また, 色差成分の同一ブロックとは, ブロック内の Cb 成分と Cr 成分の画素値がともにすべて一致したブロックを意味する. color-BCT_JPEG 符号化では輝度成分用の BCT 表 (以下, YBCT 表) と色差成分用の BCT 表 (以下, CBCT 表) を用意する. YBCT 表には輝度成分の同一ブロックと代表ブロックの同一関係を記録し, CBCT 表には色差成分のものを記録する. YBCT 表, CBCT 表の内部構造と符号化方法は, 節 4.1 で述べたものと同様である. また, 各同一ブロックの検索には, 節 3.1 で述べたアルゴリズムを用いる.

カラー画像における色差成分は, 輝度成分よりも量子化による画素値の情報量の削減が大きい. その分 SBR の増加が期待できる. カラー画像 117 枚に対する色差成分の SBR を表 5 に示す. 表 5 を見ると, 画質変数値が低くなれば量子化後の方が SBR が急激に上昇することがわかる. また, 表 3 の輝度成分の SBR に比べて, 色差成分の SBR は全体的に高い値をとる. これは, 色差成分用に用いられる量子化表は, 輝度成分用よりも画素値の情報量の削減が大きくなるように構成されているためである. よって, カラー画像に対する圧縮では, 色差成分に対する AS 処理によって, 画質変数値が低い場合の削減率が上昇すると考えられる.

6.2 適用実験

カラー画像 117 枚に対して JPEG 符号化および color-BCT_JPEG 符号化を実行し, 削減率と短縮率の比較を行った. 削減率の比較結果を図 10 に, 短縮率の比較結果を図 11 に示す. 図 10, 図 11 から, 画質変数値が低い場合の削減率および短縮率が白黒濃淡時 (図 8, 図 9) よりも上昇していることがわかる. これは画質変数値が低い場合に, 色差成分の同一ブロック数が急激に増加するためである. 以上より, color-BCT_JPEG 符号化は, 色差成分の特性を活かすことによって, 画質劣化なしに JPEG 符号化よりも圧縮率および伸長時間を短縮できたことがわかる.

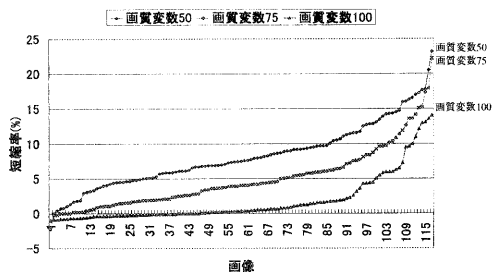


図 11: color-BCT_JPEG 符号化の伸長時間の短縮率

7 まとめと今後の課題

本研究は, 既存 BCT の問題を解消し, 画質劣化することなく, 白黒濃淡画像に対する JPEG 符号化の圧縮率と伸長時間を向上した. さらに, BCT をカラー画像の特性を活かした圧縮法に拡張し, カラー画像に対する JPEG 符号化との比較を行った. その結果, 提案手法は JPEG 符号化の圧縮率および伸長時間を向上できることがわかった. 今後の課題として, 本研究の提案手法は, ブロック検索時間にかかる時間が圧縮時間の半分以上を占めるために, JPEG 符号化に比べて圧縮に時間がかかるという問題が残っている. また, 画像中の SBR が極端に低ければ, 提案手法によって圧縮率が低下する可能性がある. よって, 圧縮時に提案手法が JPEG 符号化よりも有効かどうかを画像の SBR から判定し, 有効ならば提案手法を適用し, 有効でなければ JPEG 符号化を適用すべきである. このための SBR の基準値の検討も今後の課題である.

謝辞

本研究は一部平成 11~12 年度文部省科学研究費補助金・基盤研究 (C)(11680357) および PDC (並列・分散処理研究推進機構) の補助による.

参考文献

- [1] 安田 浩, 藤原 洋: デジタル放送・インターネットのための情報圧縮技術, 共立出版 (1999).
- [2] 越智 宏, 黒田 英夫: 画像圧縮技術, 日本実業出版社 (1999).
- [3] G.K. Wallace : The JPEG Still Picture Compression Standard, Communications of the ACM, Vol.34, No.4, pp.30-44 (1991).
- [4] Pennabaker, W.B., Mitchell, J.L.: JPEG Image Data Compression Standard, Van Nostrand Reinhold (1993).
- [5] Bevinakoppa, A.: STILL IMAGE COMPRESSION ON PARALLEL COMPUTER ARCHITECTURES, Kluwer Academic Publishers (1999).