

DCT에서 유효계수와 Zero계수를 이용한 영상 압축

김 장 원* , 한 상 수**

Image Compression using Validity and Zero Coefficients by DCT(Discrete Cosine Transform)

Jang Won Kim*, Sang Soo Han**

요 약

본 논문에서는 256×256 입력영상을 압축을 위하여 8×8 블록의 유효 블록과 에지 블록으로 나눈다. 유효 블록에 대해서는 유효계수인 DC계수에 대해서만 DCT(Discrete Cosine Transform)를 수행한다. 에지 블록에 대해서는 양자화 계수가 0이 되는 위치를 예측하고, 축소된 영역 내에서 DCT를 수행하는 새로운 알고리즘을 제안한다. 이 제안한 알고리즘은 FDCT(Forward DCT)와 IDCT(Inverse DCT)의 계산 량을 줄여 부호화 시간과 복호화 시간을 감소시킬 뿐만 아니라, 허프만 부호화 시에도 각각의 블록에 대하여 분류된 블록 크기에 따라 각기 다른 수평 수직 지그 재그 스캔을 수행함으로써 압축률을 증가시킨다. 또한 제안한 알고리즘은 분류된 블록 특성에 적합한 수평 수직 지그재그 스캔을 수행함으로써 Run-Length를 줄이고, 그로 인해 향상된 압축률을 제공한다.

ABSTRACT

In this paper, 256×256 input image is classified into a validity block and an edge block of 8×8 block for image compression. DCT(Discrete Cosine Transform) is executed only for the DC coefficient that is validity coefficients for a validity block. Predict the position where a quantization coefficient becomes 0 for an edge block, I propose new algorithm to execute DCT in the reduced region. Not only this algorithm that I proposed reduces computational complexity of FDCT(Forward DCT) and IDCT(Inverse DCT) and decreases encoding time and decoding time. I let compressibility increase by accomplishing other stability verticality zigzag scan by the block size that was classified for each block at the time of huffman encoding each. In addition, the algorithm that I suggested reduces Run-Length by accomplishing the level verticality zigzag scan that is good for a classified block characteristic and, I offer the compressibility that improved thereby.

Key-words : Image Compression, DCT(Discrete Cosine Transform), Block Classification

I. 서 론

영상 신호는 고부가 가치의 정보임에도 불구하고 많은 데이터 양으로 인하여 실시간 전송 실현에 상당한 한계를 가지고 있다.^{1,2,3)} 이러한 문제를 해결하기 위한 데이터 압축 방식은 예측 부호화, 변환 부호화 및 이들을 결합한 하이브리드 부호화 등이 있다.^{4,5,6)}

영상압축은 영상들이 갖는 공간적, 시간적 중복성을 제거하거나 변환시키고 거기에 통계적 특성을 적용함으로써 영상을 표현하는 데이터 량을 줄이는 방법이다.^{7,8,9)}

영상에 대한 공간상의 중복성을 제거하는 방법으로는 변환부호화 방법, 벡터양자화 방법, 대역분할 부호화 방법, 엔트로피 부호화 방법 등이 있다.^{10,11,12)}

* 경원대학교 정보통신공학 교수(jwkimm@kyungwon.ac.kr)

** 경원대학교 정보통신공학 교수(sshan@kyungwon.ac.kr)

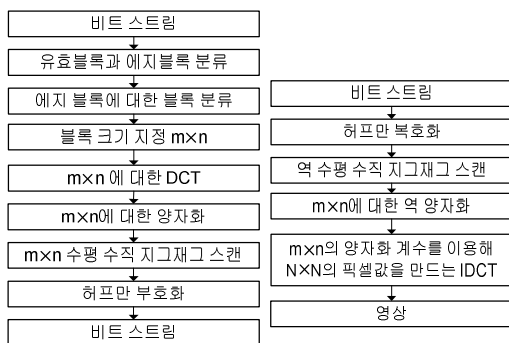
또다른 방법으로 예측 부호화 방식은 영상에 대한 시간적인 중복성을 제거하는 압축 방식이다. 대표적으로 DPCM 방식이 있으며 이는 낮은 비트율이 단점으로 지적되어왔다.

이러한 문제점을 보완하면서 예측 성능을 향상시키기 위하여 이웃한 영상간의 물체의 움직임을 검출한 후 보상해줌으로써 예측 성능을 크게 향상시킨 움직임 보상 예측 부호화 방식이 널리 사용되고 있다. 움직임 보상 예측 부호화 방식의 대표적인 방법으로서 블록당 움직임 벡터를 가지는 블록 정합 알고리즘이 사용되고 있다.^{13,14,15)}

따라서 본 논문에서는 부호화 시간과 복호화 시간을 줄일 수 있는 DCT 압축방법을 개선하고자 하며, 복원된 화질이 원영상과 비교하였을 때, 시각적으로 최적의 효과를 얻을 수 있는 방법을 확인하고자 한다.

II. DCT 영역 분류

인간이 구분할 수 있는 화소간의 차에 대한 기준값에 따라 영상을 8x8의 유효 블록과 에지 블록으로 분류할 수 있다. 특히 8x8 블록의 화소값 중에서 4번째로 큰 값에서 4번째로 작은 값을 빼고 그 값이 어떤 기준값 이하이면 유효 블록으로 분류하고 나머지는 에지 블록으로 분류한다.



(a) 부호화기 (b) 복호화기
 그림 1. 제안한 알고리즘에 대한 블록도
 Fig. 1. Block diagram of proposed algorithm

제안한 알고리즘이 영상을 부호화하고 복호화하는 과정에 대한 개괄적인 블록도를 그림 1에 나타내었다.

23	15	1	0	0	0	0	0
8	-7	0	0	0	0	0	0
0	-3	0	0	0	0	0	0
1	2	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

8	7	6	5	4	3	2	1
15	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0

(a) 양자화 계수 (b) 탐색 순서

23	15	1
8	-7	0
0	-3	0
1	2	0
2	1	0
1	1	0

(c) 분류된 양자화 계수

그림 2. 블록 크기 결정 탐색 순서

Fig. 2. Scan order for block size determination

그림 1의 블록도에 의해서 그림 2는 8x8 블록에 대해서 블록의 크기를 새롭게 정하는 방법을 나타내었다. 8x8 블록의 양자화계수에 대해서 DCT 계산을 해야 하는 블록의 크기를 각각의 블록의 특성에 맞게 그림 2의 (b)와 같이 탐색하여 분류한다. 탐색하여 결정한 6x3의 블록에 대한 양자화 계수를 그림 2의 (c)에 나타내었다. 그림 2의 (c)의 6x3 블록의 양자화 계수를 제외한 나머지의 양자화계수는 0이므로 DCT 계산을 할 필요가 없다. 따라서 부호화 시간은 감소하게 된다.

III. 제안한 알고리즘에 대한 DCT 특성

DCT에 있어서 최적으로 알려진 16x16 블록 크기는 부호화시간과 복호화 시간에서 제한을 받게된다. 한편, 동영상 처리에 있어서는 8x8 블록크기도 실시간에 관계해서 부호화시간과 복호화 시간에서 제한을 받게 된다. 따라서, 부

호화시간과 복호화 시간을 줄이는 문제는 해결해야 할 중요한 과제가 된다. 제안한 알고리즘에서 사용하는 FDCT와 IDCT의 예를 아래에 나타내었다.

예 1 : 블록 크기 3x7인 경우

$$F(u,v) = \frac{4C(u)C(v)}{N^2} \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 f(x,y) \cos\left[\frac{(2x+1)u\pi}{2N}\right] \cos\left[\frac{(2y+1)v\pi}{2N}\right]$$

$$f(x,y) = \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 C(u)C(v)F(u,v) \cos\left[\frac{(2x+1)u\pi}{2N}\right] \cos\left[\frac{(2y+1)v\pi}{2N}\right]$$

예 2 : 블록 크기 6x4인 경우

$$F(u,v) = \frac{4C(u)C(v)}{N^2} \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 f(x,y) \cos\left[\frac{(2x+1)u\pi}{2N}\right] \cos\left[\frac{(2y+1)v\pi}{2N}\right]$$

$$f(x,y) = \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 C(u)C(v)F(u,v) \cos\left[\frac{(2x+1)u\pi}{2N}\right] \cos\left[\frac{(2y+1)v\pi}{2N}\right]$$

분류된 블록크기가 3x7인 예1을 보면 F(u, v)가 3x7 블록크기에만 존재하므로 3x7에 대해서만 FDCT를 계산하고 8x8의 나머지에 대해서는 0을 대입하면 된다. 이 경우 FDCT계산은 21번만 하게 되므로 43번의 FDCT계산을 줄일 수 있다. 한편 IDCT의 경우 \sum 의 계산시에 u=2과 v=6로서 제한됨으로써 기존의 u=7과 v=7인 경우에 비해 복호화시에 계산과정을 줄일 수 있다. 5x4의 블록크기로 정해진 예2의 경우도 예1의 경우와 마찬가지로 블록크기에 반비례해 부호화시간과 복호화 시간을 줄일 수 있다.

IV. 제안한 알고리즘에 대한 수평 수직 지그 재그 스캔

기존의 방법은 주파수 영역에서의 에너지 밀집과 Run Length에 기초하여 최적화 된 것으로 알려져 있는 zig-zag 스캔에 의하여 부호화된다.⁷⁾ zig-zag 스캔 방식은 그림 3의 (a), (b)에 나타낸 블록들에 대해서 많은 문제점을 발생시킨다.

제안한 알고리즘은 이러한 블록들의 특성을 고

려하여 블록크기를 정하고 수평 수직 zig-zag 스캔을 수행함으로써 Run-Length를 줄여 기존 방법의 문제점을 해결한다.

-23	-32	3	-2	-3	0	0	-1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

20	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

(a) 수평 양자화 계수 (b) 수직 양자화 계수

-53	-7	5	-2	1	0	0	0
-1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

-25	-4	9	-4	4	-2	-1	0
20	-3	-9	3	-1	0	0	0
-1	1	2	0	0	0	0	0
-1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

(c) 수평수직 양자화계수 (d) 다양한 양자화계수

그림 3. zig-zag 스캔 수행시 문제점 블록 Fig. 3. Block of problem by zig-zag scan

그림 3의 (a)의 경우를 살펴보면 기존의 지그 재그 스캔을 하게되면 아래와 같다.

-32	0	0	0	3	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	-1	EOB(End of Block)												

-23인 경우는 DC 계수이므로 제외하고 AC 계수에 대해서만 살펴보면 Run-Length는 23개가 된다. 그림 3의 (a)의 경우를 제안한 수평 수직 지그재그 스캔으로 하게 되면, 먼저 그림 4와 같이 블록 크기를 결정하게 된다.

-23	-32	3	-2	-3	0	0	-1
-----	-----	---	----	----	---	---	----

그림 4. 제안한 방식에 의한 1x8 블록크기 Fig. 4. 1x8 block size by proposed method

제안한 방식에 의해 DC 계수인 -23을 제외한 스캔 결과는 다음과 같이 되고 Run-Length는 2

개가 된다.

-32 3 -2 -3 0 0 -1 EOB

위의 경우에 대한 고찰 결과 기존의 방식에 비해 제안한 방식의 성능이 뛰어난 것을 알 수 있다. 그림7의 각각의 경우에 대해 기존 방식과 제안한 방식의 성능비교를 표 1에 나타내었다.

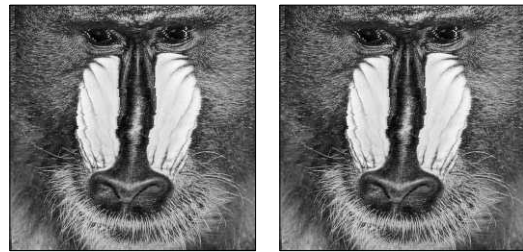
표 1. 제안한 알고리즘의 Run-Length 비교
Table 1. Run-Length comparison of proposed algorithm

그림 3	technique	Run-Length
(a)	기존 방식	23
	제안한 방식	2
(b)	기존 방식	15
	제안한 방식	0
(c)	기존 방식	9
	제안한 방식	0
(d)	기존 방식	10
	제안한 방식	2

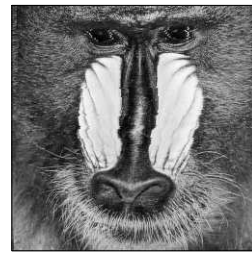
V. 실험 및 검토

본 논문에서는 256x256 크기의 256그레이 레벨 영상을 가지고 시뮬레이션 하였으며, 사용한 양자화 테이블과 허프만 테이블은 JPEG 표준안에서 정해진 것을 사용하였다.¹⁶⁾

실험은 블록크기 분류와 각각의 블록 크기에 맞는 수평 수직 지그재그 스캔을 이용하여 압축률과 PSNR, 부호화 시간, 복호화 시간을 계산하여 기존의 방식을 사용하는 JPEG 알고리즘과 비교하였다.



(a) baboon 원영상 (b) 기존방식의 영상



(c) 제안한 방식의 baboon 영상

그림 5. 기존 방식과 제안한 방식의 비교
Fig. 5. Comparison of traditional method and proposed method on baboon image



(a) lenna 원영상 (b) 기존 방식의 영상



(c) 제안한 방식의 영상

그림 6. 기존 방식과 제안한 방식의 비교
Fig. 6. Comparison of traditional method and proposed method on lenna image



(a) pepper 원 영상 (b) 기존 방식의 영상



(c) 제안한 방식의 pepper 영상

그림 7. 대한 기존 방식과 제안한 방식의 비교

Fig. 7. Comparison of traditional method and proposed method on baboon image

그림 5, 그림 6, 그림 7에서 (a)에는 256x256 원 영상을, (b)에는 기존의 방식에 의해 부호화한 후 복호화했을 때 생성된 영상을, (c)에는 제안한 방식에 의해 부호화한 후 복호화했을 때 생성된 영상을 나타내었다.

기존방식에 의해 생성된 영상과 제안한 방식에 의해 생성된 영상은 거의 구별할 수 없을 정도로 비슷함을 알 수 있다. 객관적 방법인 PSNR 비교에서도 기존 방식에 비해 제안한 방식은 0.5[dB]에서 1[dB] 정도 떨어지는 결과를 얻는다.

표 2에는 baboon과 renna 영상에 대해 기존 방식과 제안한 방식의 PSNR, bpp, 압축률, 부호화 시간과 복호화 시간을 비교하였다.

표 2. 기존 방식과 제안한 방식의 성능 비교

Table 2. Performance comparison of traditional algorithm and proposed algorithm

file name	technique	psnr [dB]	bpp	compression ratio	encoding & decoding time[sec]
baboon	기존 방식	26.97	1.48	5.41	63.96
	제안한 방식	26.16	1.23	6.53	31.10
lenna	기존 방식	32.84	0.90	8.93	63.57
	제안한 방식	31.55	0.73	10.99	16.87
pepper	기존 방식	33.97	0.84	9.53	63.96
	제안한 방식	33.22	0.71	11.35	16.76

VI. 결 론

본 논문에서는 각각의 블록에 대해 양자화 계수를 이용하여 DCT를 계산해야하는 블록 크기를 줄임으로써 부호화 시간과 복호화 시간을 감소시키고, 분류된 블록의 크기에 따라 수평 수직 지그재그 스캔을 적용함으로써 거의 화질을 저하시키지 않고 압축률을 향상시킬 수 있는 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 부호화 시간과 복호화 시간의 관점에서 살펴보면 대략 2배에서 5배의 성능 향상을 얻을 수 있었고, 압축률에서도 상당한 성능 향상을 얻을 수 있었다. 화질에서는 거의 원 영상과 구분할 수 없는 영상을 얻을 수 있었다. 제안한 알고리즘은 부호화 시간과 복호화 시간을 줄임으로써 DCT의 최적으로 알려진 16x16에도 적용될 수 있을 것이라 평가된다. 또한 제안한 알고리즘은 동영상으로의 확장도 용이하리라 생각된다. 동영상에서는 실시간으로 영상을 압축하고 복원해야함으로 제안한 알고리즘의 시간 감소 효과와 압축률 향상은 이에 쉽게 적용되어질 수 있다. 앞으로의 연구과제로는 DCT의 최적인 16x16에 대한 적용을 위하여 최적화한 16x16 양자화 테이블과 허프만 테이블에 대한 연구가 필요하리라 생각된다. 또한 허프만 테이블은 16x16블록 전체의 양자화 계수에 대한 확률적 분포를 계산해서 만드는 것보다 제안한 알고리즘에서 분류하는 블록 크기내의 양자화 계수에 대해서만 확률

적 분포를 계산해서 허프만 테이블을 만드는 연구가 수행되어야 하겠다.

참 고 문 헌

- [01] C. K. Wallace, "The JPEG Still Picture Compression Standard," CACM, 34, 4, pp.30-44, 1991.
- [02] N. S. Jayant and P. Noll. Digital Coding of Waveforms. PrenticeHall, Englewood Cliffs, NJ. 1984.
- [03] R. J. Clark. Transform Coding of Image, Academic Press, San Diego, CA, 1984.
- [04] M.L. Liou. "Visual telephony as an ISDN application," IEEE Commun. Mag. pp.30-38. Feb. 1990.
- [05] T.J. Lynch, Data Compression, Life Learning Publication, 1885.
- [06] Yen-Yu Chen, Shen-Chuan Tai, "Embedded Medical Image Compression Using DCT Based Subband Decomposition and Modified SPIHT Data Organization", bibe, pp.167, Forth IEEE Symposium on Bioinformatics and Bioengineering, 2004.
- [07] Francois G. Mayer, Amir Z. Averbuch, "Fast Adaptive Wavelet Packet Image Compression", IEEE Trans. on Image Processing, vol.9,no.5,may 2000.
- [08] Renato Pajarola, Peter Widmayer, "An Image Compression Method for Spatial Search", IEEE Trans. on Image Processing, Vol.9,No.3, March 2000.
- [09] Zeljko Ignjatovic, "New Directions in CMOS Image Sensors and Image Acquisition Systems", IEEE signal processing society, 2005.
- [10] Gonzalez Rafel C., Woods Richard E. and Eddins S.L., "Digital image processing using Matlab", Person Prentice Hall, 2004.
- [11] Didier Le Gall, MPEG : A video compression standard of multimedia applications, Commun ACM, vol. 34, no.4, pp.47-58, April 1991.
- [12] M. Ibrahim Sezan and Reginald L. Lagendijk, Motion Analysis and Image Sequence Processing, pp. 153-187, Kluwer Academic Publishers, 1993.
- [13] Michael Schindler, Bill Sebastian, "Image Compression using Blocksort", Proceedings of the Data Compression Conference, 2001.
- [14] J. W. Woods, Subband image coding, Kluwer Academic Publisher, 1990.
- [15] Allen Gersho and Robert M. Gray, Vector Quantization and Signal Compression, Kluwer Academic Publishers, 1992.
- [16] Yun Gong, Michael K.H. Fan, "Image Compression using Lossless Coding on VQ Indexes", pp.583, Data Compression Conference(DCC '00), 2000.

저자약력

김 장 원(Jang Won Kim)



1991년 명지대학교
전자공학과 공학사
1993년 명지대학교
전자공학과 공학석사
2001년 명지대학교
전자공학과 공학박사
현 재 경원대학교 IT대학
정보통신공학전공 교수
<관심분야> 영상 압축과 인식 및 이해, 영
상 통신

한 상 수(Sang Soo Han)



1982년 명지대학교
전자공학과 공학사
1985년 명지대학교
전자공학과 공학석사
1995년 홍익대학교
전자공학과 공학박사
현 재 경원대학교 IT대학
정보통신공학전공 교수
<관심분야> 지능 및 퍼지 제어, 전력
전자제어, 로봇제어