

프랙탈 영상 부호화용 블럭 분류기

박 경 배* 정 우 석** 김 정 일***
정 근 원*** 이 광 배**** 김 현 옥*****

요 약

프랙탈을 이용한 대부분의 영상 부호화는 최적의 유사 변환점을 얻기 위해서 방대한 비교 연산이 필요하여 장시간의 부호화 시간이 요구되는 문제점이 있다. 이러한 문제는 블럭특성에 적합한 블럭 분류기를 설계함으로써 해결할 수 있다. 일반적으로 공간 영역에서 보다는 주파수 영역에서 좀더 정확하고 다양한 블럭의 형태를 예측할 수 있다. 본 논문에서는 DCT특성을 이용하여 블럭의 형태를 예측할 수 있는 블럭 분류기를 제안하였다. 이 분류기는 프랙탈 특징과 부합하여 부호화 시간을 줄임과 동시에 복원된 영상의 화질을 높이는 장점이 있다. 주파수 영역에서의 AC 계수의 크기는 다양한 블럭 형태를 예측 가능하게 함으로써 최적의 축소 변환점을 얻기 위한 도메인 블럭과 레인지 블럭간에 비교 연산을 줄일 수 있다. 특히 DCT 각 계수의 부호값은 프랙탈 적용을 위한 8가지 변환에 대해 불필요한 변환을 생략함으로써 2가지 변환만으로도 축소 변환점을 찾는 장점을 나타낸다.

Block Classifier for Fractal Image Coding

Kyung Bae Park* Woo Suk Jung ** Jung Ill Kim ***
Keun Won Jeong *** Kwang Bae Lee **** Hyen Ug Kim *****

ABSTRACT

Most fractal image codings using fractal concept require long encoding time because a large amount of computation is needed to find an optimal affine transformation point. Such a problem can be solved by designing a block classifier fitted to characteristics of image blocks. In general, it is possible to predict more precise and various types of blocks in frequency domain than in spatial domain. In this paper, we propose a block classifier to predict the block type using characteristics of DCT(Discrete Cosine Transform). This classifier has merits to enhance the quality of decoded images as well as to reduce the encoding time by meeting fractal features. AC coefficient values in frequency domain make it possible to predict various types of blocks. As the results, the number of comparisons between a range block and the corresponding domain blocks to reach an optimal affine transformation point can be reduced. Specially, signs of DCT coefficients help to find the optimal affine transformation point with only two isometric transformations by eliminating unnecessary isometric transformations among eight isometric transformations used in traditional fractal codings.

1. 서 론

영상정보의 전송과 저장은 방대한 자료의 양으

로 인하여 영상 압축이 필수적이다. 영상 압축 방법에는 주파수 특성을 이용한 변환 부호화(transform coding)[1, 2] 방법과 코드북(code book)을 이용한 벡터 양자화(vector quantization)[3] 방법등이 있으며 이들은 화소간의 공간적 중복성을 이용하여 부호화 시킨다. 일반적으로 압축 알고리즘들은 압축율과 압축시간 그리고 복원된 영상의 화질등을 통해서 그 성능들을 비교한다.

* 정 회 원 : 명지대학교 전자공학과 석사과정
** 정 회 원 : 한국전자통신연구소 연구원
*** 정 회 원 : 명지대학교 전자공학과 박사과정
**** 정 회 원 : 명지대학교 전자공학과 조교수
***** 정 회 원 : 명지대학교 전자공학과 교수
논문접수 : 1995년 7월 21일, 심사완료 : 1995년 10월 6일

프랙탈(fractal)[4] 압축 방법은 영상안의 자기 유사성을 이용한 방법으로서 이론적으로 압축율이 수만배까지 가능하며 스케일링(scaling)시에도 블럭화(pixelization) 현상이 발생하지 않고 영상의 화질을 유지하는 장점을 지니고 있다. Michael Bansley[5]는 영상에 콜라주(Collage) 기법을 적용하여 높은 압축율을 보였으나 수동적 방법으로 인하여 장시간의 부호화 시간을 요하였다. 80년대 말 Jacquin[6, 7]은 블럭 코딩과 블럭 분류기를 사용하여 레벨 단위의 자동 프랙탈 압축 알고리즘을 개발 하였다. 복원된 영상의 화질 저하 없이 부호화 시간을 감소시키는 방법은 Jacquin의 알고리즘에서와 같이 블럭 분류자를 사용하여 블럭 형태를 정확히 판별하고, 많은 블럭 분류자를 두어 불필요한 연산을 제거함으로써 이루어 질 수 있다.

일반적으로 공간 영역에서 블럭 형태를 예측하는 것보다 주파수 영역에서 블럭 형태를 판별하는 것이 용이하다. 따라서 주파수 영역으로 변환한 후 변환 계수들을 이용한다면 블럭 형태를 정확히 예측하는 것이 가능하며 많은 블럭 분류자를 설계할 수 있다. 실제로 벡터 양자화 방법등과 같이 블럭코딩을 사용하는 알고리즘들은 주파수 영역에서 블럭 분류를 하여 효율적으로 부호화를 한다. 가변 블럭을 적용한 CVQ[8, 9]는 4×4 블럭에 대하여 다양한 에지 블럭 형태를 예측하여 알고리즘의 성능을 향상 시켰다.

본 논문에서는 먼저 8×8 블럭에 대해 Ramamurthi와 Gersho[10]가 제안한 Weber fraction [11]을 사용하여 블럭 분류를 한후 에지 블럭인 경우만 4×4 블럭으로 분기하는 가변 블럭을 적용하였다. 공간 영역의 8×8 에지 블럭은 4×4 블럭별로 분기한 후 각 블럭별로 DCT(Discrete Cosine Transform)를 적용하여 주파수 영역으로 변환하고 제안된 방법에 의해 분류를 하였다. 프랙탈을 이용한 영상 부호화 방법은 최적의 유사 변환점을 구하기 위하여 축소된 영상 전체에 대해 비교 연산이 이루어져야 한다. 따라서 전체 축소 영상에 대해 8×8 블럭으로 DCT 변환을 수행하는 경우 상당한 연산을 필요로 하는 문제점이 있으므로 8×8 블럭에 대해서는 Ramamurthi와 Gersho가 제안한 블럭 분류기를 사용하였

다. DCT의 AC 계수 값과 그 부호는 공간 영역의 블럭에 대해 그 형태를 여러가지로 분류한다. 제안된 블럭 분류기는 AC 계수의 크기에 따라 11개의 분류기로 구성하였다. DCT 영역상에서 한 블럭에 대한 대칭 변환의 결과는 주파수 영역에서 AC 값에 영향을 미치지 않으나 AC 부호만을 변화 시키는 특성이 있다[12]. 특히, AC의 부호는 프랙탈에 적용되는 8가지 변환에 대해 2가지의 변환만으로 최적의 축소 변환점을 찾는 것을 가능하게 한다. 제안된 분류기는 상대적으로 단 시간내에 부호화를 이루는 장점을 지닐 뿐만 아니라 압축율과 복원된 영상의 화질면에서 좋은 성능을 보인다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장 서론에 이어 2장과 3장에서는 DCT의 특성과 프랙탈 영상 압축에 대한 이론을 언급하고 4장에서는 제안된 분류기에 의한 프랙탈 영상압축 방법을 설명한다. 5장에서는 제안된 방법과 기존의 방법을 비교 분석하고, 6장에서는 결론을 맺는다.

2. DCT 특성

2.1 DCT 의 주파수 특성

4×4 블럭에 대한 2차원 DCT의 수학적 모델은 식(1)로 나타낸다.

$$F(u,v) = M c(u) c(v) \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y) UV \quad (1)$$

$$(M=0.25,$$

$$c(u) c(v) = 1/\sqrt{2} \text{ for } u, v=0; \text{ otherwise } c$$

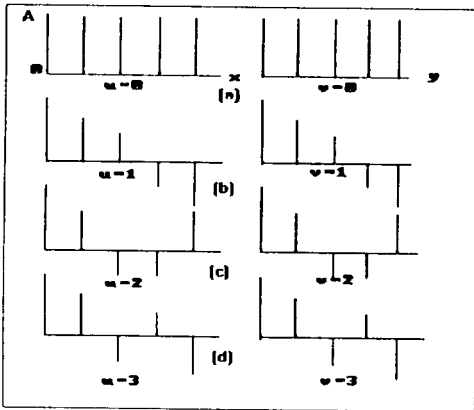
$$(u) c(v) = 1;$$

$$U = \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{2N}\right), V = \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{2N}\right)$$

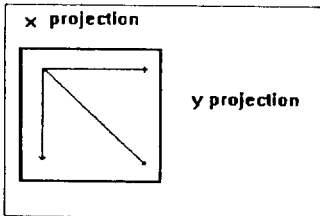
M의 값은 4×4 블럭에 대해 $u, v=0$ 일 경우 블럭의 평균값을 나타내도록 $M=0.125$ 로 취한다. 이것은 프랙탈 부호화시 요구되는 장시간의 부호화 문제를 해결하기 위한 방법으로 DCT 수행시 그 블럭의 평균값을 따로 구하지 않기 위한 방법이다.

(1)식의 x항과 y항에 대한 U와 V의 개별적 주파수 특성을 (그림 1)에 나타내었다. (그림 1)에서 $u, v=0$ 인 (a)경우에만 가중치의 크기

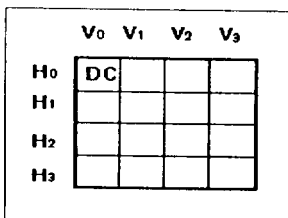
(A)는 일정한 상수로 나타내어 지고 그 이외에서는 주파수 특성을 보이게 된다. (b),(c),(d)항에서 x,y에 대한 가중치 크기는 대칭성을 나타내게 된다. 이러한 대칭적 가중치는 u,v항에 따라 x,y에 대하여 변화하게 되어 공간 영역의 화소값들은 DCT상에서 그 블록의 특성을 보이게 된다. 예를 들면, (a)인 경우 가중치는 4×4 블록에 대해 평균값을 나타내며 (b)는 화소값이 공간적 중간 영역에서 한번 변화하는 특성을 (c), (d)는 이웃한 두 화소간에 각각 두번과 세번 변



(그림 1) 4×4 차원 DCT 주파수 특성
(Fig. 1) Frequency characteristic of 4×4 DCT



(a) 4×4 블록 투사도
(a) Projection 4×4 of block



(b) DCT 계수
(b) DCT coefficients

(그림 2) DCT 계수에 대한 투사도
(Fig. 2) Projection for DCT coefficients

화하는 특성을 나타낸다.

2.2 DCT 계수의 특징

공간 영역의 블록을 DCT를 통해 주파수 영역으로 변환하면 ((그림 2)(a))에서와 같이 세 방향으로의 투사 효과를 나타낸다.

4×4 블록에 대해 2차원 DCT를 할 경우 ((그림 2)(b))에서와 같이 u,v항 별로 계수 값들이 나타나게 된다.

200	200	200	200
50	50	50	50
50	50	50	50
50	50	50	50

(a) 변화량이 큰 블록
(a) A large changed block

87	0	0	0
195	0	0	0
150	0	0	0
81	0	0	0

(b) (a)에 대한 DCT 계수
(b) DCT coefficients for (a)

(그림 3) 변화량이 큰 블록에 대한 DCT 계수
(Fig. 3) DCT coefficients for a large changed block

예를 들어, ((그림 3)(a))에서와 같은 화소값들을 갖는 블록에 대해 DCT를 취할 경우 y방향에 대한 화소의 변화량이 많으므로 ((그림 3)(b))에서와 같이 DCT의 계수는 Hi항에 대해 큰 값으로 나타나게 된다. (그림 4)와 같이 반대의 경우에 상대적으로 작은 값을 갖게 되고 변화량이

60	62	62	62
60	62	62	62
60	62	62	62
60	62	62	62

(a) 변화량이 작은 블록
(a) A small changed block

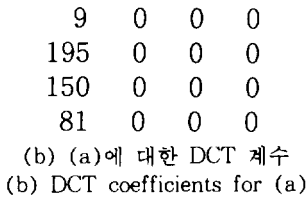
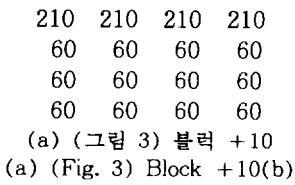
61	-2	-2	-1
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0

(b) (a)에 대한 DCT 계수
(b) DCT coefficients for (a)

(그림 4) 변화량이 작은 블록에 대한 DCT 계수
(Fig. 4) DCT coefficients for a small changed block

없다면 0의 계수 값을 갖게 된다. 그림에서 나타나지 않은 중요한 특징으로서 공간영역에서의 대칭은 주파수 영역에 있어서 공간 대칭에 대한 계수의 대칭으로 나타난다는 점이다.

또한 ((그림 4)(b))에서와 같이 화소값이 작은 값에서 큰 값으로 변할 경우에 계수는 음의 값(-)으로 나타나게 되며, ((그림 3)(b))에서와 같이 큰 값에서 작은 값으로 변화하는 경우에는 양의 값(+)으로 나타나게 된다.



(그림 5) (그림 3) 블록 +10에 대한 DCT 계수
 (Fig. 5) DCT coefficients for a (Fig. 3) block +10

또 하나의 중요한 DCT특성은 (그림 5)에서 보는 바와 같이 ((그림 3)(a))의 블록에 일괄적으로 화소 값을 변화(+10) 시켜도 DC항(u,v=0)일 경우만 제외 하고는 AC항은 전혀 변화가 없다는 점이다. 그러므로 공간 영역에 대한 블록의 특성은 DCT의 가중치와 그 대칭성으로 인하여 주파수 영역에서 그 블록의 변화도를 충분히 인지할 수 있는 장점을 나타내게 되어 AC 계수 값과 그 부호로써 블록을 판별할 수 있는 분류기를 설계할 수 있도록 해준다.

3. 프랙탈 영상 압축 알고리즘의 기본 이론

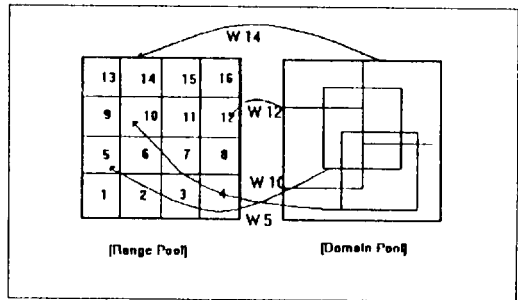
블록 프랙탈 영상 압축 알고리즘은 (그림 6)에서와 같이 원 영상을 블록 단위(Ri)로 분할한 후, 각 블록마다 자기 유사성을 지니는 유사 변환을 이용하기 위하여 축소 영상의 블록(Di)과 유사도를 판별함으로써 최적의 유사 변환으로 부호화 하고, 임의의 초기 영상에 대해 부호화된 값을 반복적으로 적용함으로써 원 영상을 복원한

다. 프랙탈 영상 압축에 사용되는 유사 변환식들은 수렴점을 갖기 위해서 수축 변환(contractive transform)이어야 하며, 그 조건식은 식(2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$d(W(A), W(B)) \leq s \cdot d(A, B) \quad \forall A, B \in U, 0 \leq s \leq 1 \tag{2}$$

U는 측도 공간(metric space)을 나타내며, d는 측도 공간에서의 척도를 나타낸다. 그리고 s는 변환식 w에 대한 수축율이다.

Jacquin은 블록 프랙탈 압축 알고리즘에서 최적의 유사변환점을 얻기 위하여 임의의 블록 Di에 대해 (표 1)에서와 같이 8가지 대칭을 고려하였다. 256×256 영상에 대해 8×8블록으로 프랙탈을 이용한 영상 압축을 하고자할 경우 블록 분류기를 사용하지 않는다면 원 영상의 1024개의 블록에 대해 축소된 영상의 블록 120×120개의 블록과 8방향에 대한 대칭으로 인해 1024×120×120×8번의 연산이 필요하므로 방대한 부호화 시간이 요구된다.



(그림 6) 원 영상 블록 Ri와 축소 영상 블록 Di 대응
 (Fig. 6) Original Image Block Ri and corresponding Contractive Image Block Di

(표 1) 공간 영역의 8방향 대칭 그룹
 (Table 1) 8 symmetry group in spatial domain

Symmetry	Matrix	Description
0	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$	identity
1	$\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$	reflection y
2	$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$	reflection x
3	$\begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$	180° rotation
4	$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$	reflection y = x
5	$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$	90° rotation
6	$\begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$	270° rotation
7	$\begin{pmatrix} 0 & -1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$	reflection y = -x

4. 제안된 블럭분류에 의한 프랙탈 부호화

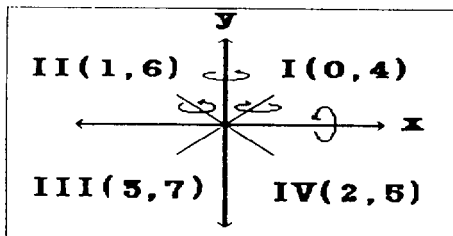
4.1 AC 부호에 의한 8가지 대칭의 제한

〈표 1〉과 같은 공간 영역에서의 8가지 대칭에 대한 변화는 주파수 영역에서 AC 각 항에 대한 부호값의 변화로 나타난다[12]. 이러한 특징은 최적의 유사 변환점을 찾기위해 8가지 대칭을 하지 않고 부호의 변화만으로 비교할 수있는 장점을 나타내게 된다. 또한 더욱 유리한 장점은 2.2절의 DCT계수의 특징에서 본바와 같이 H1과 V1의 부호는 그 블럭의 형태를 나타낸다. 따라서 H1과 V1의 부호가 다른 블럭은 같은 블럭의 형태가 아니므로 비교 대상에서 제외 시켜 불필요한 연산을 제거할 수 있는 특성을 나타낸다.

〈표 2〉 DCT 기반 대칭 그룹
(Table 2) DCT based symmetry group

Symmetry	(X, Y)	Group
0, 4	+, +	I
1, 6	-, +	II
2, 5	+, -	III
3, 7	-, -	IV

〈표 2〉는 공간 영역의 블럭을 주파수 영역으로 변환하였을 경우에 원영상의 블럭이 I 그룹(+,+)이란 가정하에 8가지 대칭에 대해 4가지 그룹(I, II, III, IV)으로 나타난 것이다. 〈표 2〉에서 X와 Y는 〈그림 2〉의 H1과 V1의 부호를 의미한다. 앞에서도 언급한 바와 같이 그룹이 다르면 부호가 다르므로 블럭의 형태는 다르게 분류되어 비교 연산에서 제외되게 되지만 프랙탈 영상 압축을 위해서는 8가지 방향에 대한 전이가 이루어지므로 그룹간에 전이를 통해 같은 그룹의



(그림 7) DCT 특성의 그룹별 전이도
(Fig. 7) Transition diagram of DCT characteristic in each group

영역으로 전이가 가능하게 되는 특성이 있으므로 이를 고려해야 한다.

(그림 7)은 〈표 2〉에 따라 좌표상에 4가지 그룹으로 분류한 것을 나타내며 그룹별 전이를 나타낸 것이다. (그림 7)에서 보는 바와같이 공간 영역의 블럭은 DCT 변환에 의해 좌표상에 유일하게 결정되게 된다. 예를 들어 공간 영역의 레인지 블럭(Ri)이 DCT 변환후 그룹 I(+,+)으로 판별되고 공간 영역의 축소 영상 도메인 블럭(Di)이 DCT 변환후 그룹 II(-,+)로 판별 되었다면 2가지의 y축 대칭 변환(1,6)만이 그룹 II를 그룹 I로 변환시키는데 사용되어 같은 블럭 형태로 분류 할 수있다. 따라서 8번의 대칭 변환에 대하여 불필요한 6가지 대칭 변환은 제외되어 최적의 유사변환점을 찾는데 속도 향상을 제공한다.

레인지 블럭이 그룹 I에 속할 경우의 좌표상에 의한 가능한 유사 블럭 변환을 (그림 7)에 따라 〈표 3〉에 나타내었다.

〈표 3〉 제한된 대칭 변환
(Table 3) Restricted symmetry transition

도메인 그룹	가능한 변환
I	NO(0, 4)
II	Y-axis(1, 6)
III	Diagonal-axis(3, 7)
IV	X-axis(2, 5)

4.2 AC계수에 의한 제안 블럭 분류기

DCT의 AC 계수들은 0을 기준으로 음과 양의 값으로 분포하며 그 계수의 크기에 따라 블럭의 활동도를 나타내게 된다.

따라서 AC계수의 크기에 따른 블럭의 형태를 여러가지로 기술하는 방법이 Kim에 의해 이미 제안 되었다[8]. 그러나 프랙탈 알고리즘에서는 8가지 변환에 대한 부호의 변화가 가능하여 위의 방식과는 다른 방법으로 분류가 이루어져야 한다. 또한 블럭 분류기에 의한 부호화는 설계된 블럭 분류기에 의해 성능이 좌우 되므로 정확한 블럭 분류기를 설계해야 한다. 기존의 방법은 공간영역의 블럭을 DCT 변환후 V1, H1의 계수가 공간 영역의 블럭에 대해 80% 이상의 정보를

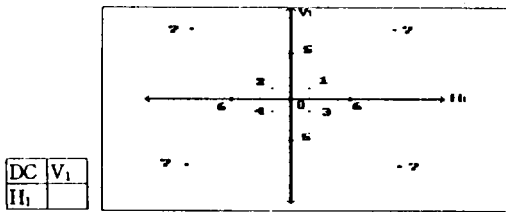
가지고 있다는 가정하에 그 계수들의 크기만으로 블럭 분류를 하였다(그림 8).

기존의 블럭분류는 다음과 같이 구분한다.

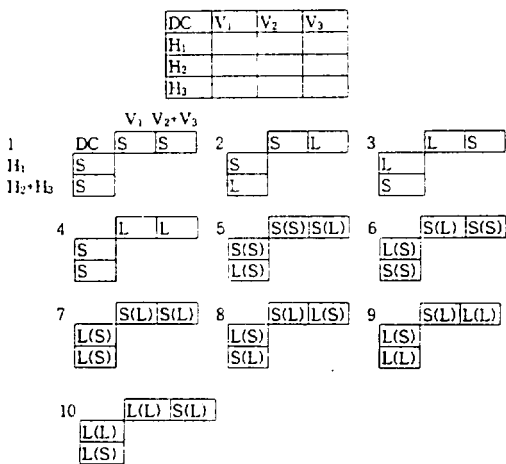
부류 0 : 평탄 영역 블럭, 부류 1-4 : 중간 영역 블럭, 부류 5-7 : 에지 블럭

그러나, 기존 방법은 DCT의 AC 계수 H_1 과 V_1 이 블럭 전체의 변화를 나타내는 것이 아니라(그림 1)의 (b)에서 나타나듯이 블럭의 중앙을 기준으로 한 번 변화하는 특성만을 나타내므로 잘못된 가정이라 할 수 있다.

예를들어, V_1 혹은 H_1 이 0이고 다른 계수들이 어느 정도 큰 값을 가지고 있다고 하더라도 기존의 알고리즘에서는(그림 8)에서 보는 바와 같이 V_1 과 H_1 의 계수 값만을 참조하기 때문에 블럭의 변화가 적은 평탄 블럭으로 판별되지만 실제로 이 블럭이 V_2, V_3, H_2, H_3 의 다른 주파수 특성으로 인하여 내부적으로 변화가 큰 에지 블럭일 수도 있다. 따라서 제안된 블럭 분류기는 $V\{0,1,2,3\}, H\{0,1,2,3\}$ 의 가중치를 달리 하여 H



(그림 8) 기존의 V_1, H_1 에 의한 블럭 분류
(Fig. 8) Traditional Block Classification by V_1, H_1



(그림 9) 제안된 블럭 분류기
(Fig. 9) Proposed block classifier

과 V_1 뿐만 아니라 H_2, V_2, H_3, V_3 의 주파수 특성을 이용하여 각 항을 모두 반영하는 분류기를 설계하였으며, (그림 9)에 제안된 분류기에 대해 나타 내었다.

(그림 9)에서 S는 작은 값을 나타내고 L은 큰 값을 의미한다.

제안된 블럭 분류기는(그림 9)에 보여진 것처럼 H_1, V_1 의 계수와 H_2+H_3, V_2+V_3 계수에 대해 임계치 값의 비교에 의해 10개의 분류기를 만들 수 있으며 평탄 영역에 대한 분류기가 추가 되어 11개의 분류기가 설계된다. 즉, DCT의 모든 계수가 임계치(Threshold0)보다 작다면 평탄 영역으로 분리 되어지고 임계치(Threshold1,2)보다 작다면 중간 영역(1)으로 분리 되어진다. 그 밖의 경우, 만일 어느 하나의 계수라도 임계치보다 크다고 판별되면 에지 블럭(2~10)으로 블럭의 활동도가 큰 블럭으로 분류되어 진다. 따라서, 기존의 분류기보다 세밀하고 정확한 블럭 분류를 할 수 있다. (그림 9)의 블럭 형태(5~10)가 이중적 구조를 보이는 것은 블럭이 전이할 경우(그림 7) 대칭성으로 인하여 같은 블럭 형태로 나타남을 의미한다. 이와 같이 제안된 블럭 분류기는 부호에 의해 전이를 예측 가능하게 하며 계수의 대소에 의해 블럭의 형태를 여러개로 기술하는 것이 가능하다.

5. 실험 및 검토

본 연구에서는 486DXII-66Mhz PC에서 Turbo-C 프로그램으로 수행하였으며 부호화시 다음과 같이 블럭형태에 따라 가변 비트를 할당하였다.

평탄 블럭 :

1. 화소의 변화량(6레벨 양자화) : 6
 2. 블럭 형태 : 2
 3. 블럭 크기 : 1
- 에지 블럭에 대하여는 아래와 같이 6가지 매개 변수에 대한 비트 할당을 한다.
1. 도메인 블럭에 대한 좌표(x, y) : $7+7 = 14$
 2. 8가지 대칭(eight isometry) : 3
 3. 화소의 변화량(6레벨 양자화) : 7
 4. contrast 변화량(α) : no
 5. 블럭 형태 : 2

6. 블럭 크기 : 1

위의 두 영역에 속하지 않은 중간 영역은 8가지 대칭을 제외하고는 에지 블럭의 비트 할당과 같으며 블럭에 대한 비트 할당을 <표 4>에 나타내었다.

<표 4> 블럭별 비트 할당
(Table 4) Bit allocation in each block

블럭크기 \ 블럭형태	Shade Block	Mid-range Block	Edge block
8×8	9	24	-
4×4	9	24	27

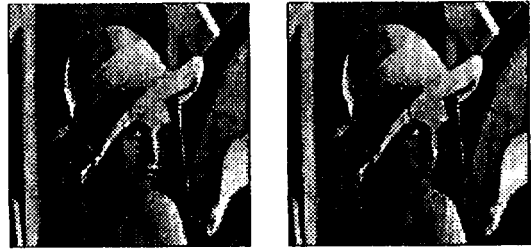
제안한 블럭 분류기를 적용하여 실험한 영상은 비교적 블럭 활동도가 많은 256×256 크기의 Lenna, Pepper 2개의 영상과 블럭의 활동도가 적은 Girl, Miss 영상이며 4개의 영상에 대한 원 영상과 복원된 영상들 (그림 9, 10, 11, 12)에 각각 나타내었다. 또한 제안된 블럭 분류기의 성능을 평가하기 위하여 기존의 분류기[7, 11]를 통한 부호화와 그 각각의 결과를 <표 5>에 나타내어 비교 평가 하였다.

<표 5> 분류기에 대한 성능 비교

(Table 5) Performance comparison between block classifiers

		Lenna	Pepper	Girl	Miss
Jaquin Classifier	PSNR (dB)	26.98	31.332	33.46	33.94
	압축율 (bpp)	1.0800	0.8721	1.4955	0.81
	부호화 시간	4시간 35분	3시간 30분	11시간 40분	2시간 30분
	부호화 시간	35분	30분	40분	30분
Weber's fraction	PSNR (dB)	27.02	31.356	31.01	33.61
	압축율 (bpp)	1.0512	0.8652	0.9137	0.5398
	부호화 시간	5시간 40분	3시간 7분	3시간 35분	2시간 33분
	부호화 시간	40분	7분	35분	33분
Proposed Classifier	PSNR (dB)	27.43	31.367	31.14	33.61
	압축율 (bpp)	0.9962	0.7982	0.8291	0.5013
	부호화 시간	36분	42분	1시간 1분	1시간 52분
	부호화 시간	36분	42분	1분	52분

<표 5>의 결과로 부터 각 분류자에 의한 PSNR은 거의 유사함을 알수있으나 압축율이 다소 향상되었다. 특히 부호화 시간의 측면에서 많은 차이를 보이며 제안 분류기가 기존 분류기보다 빠른 성능을 보이고 있다. Jaquin의 분류자를 사용하였을 경우는 <표 6>에서 나타난 바와 같이 상대적으로 많은 평탄 영역으로 인하여 Werber fraction을 이용한 분류자를 사용한 것보다 대체적으로 빠른 부호화 시간을 보이나 시각적으로는 영상의 블럭화 현상이 두드러짐을 알수 있으며 상대적으로 많은 에지 블럭수에 의해 압축율 역시 좋지 않음을 알수 있다. 특히 Girl 영상에 대해서는 상당히 비 효율적임을 알수 있다. Weber fraction을 이용한 분류자는 제안한 분류자보다 분류자의 수가 상대적으로 적어 장시간의 부호화 시간을 필요로 한다. 한편 제안된 블럭 분류기는 8×8블럭에 대해 Weber fraction을 이용한 분류자를 사용했기 때문에, Miss와 같이 중간영역(8×8)이 전체 영역에 대해 70% 이상을 보이는 경우는 그 특성이 효율적으로 나타



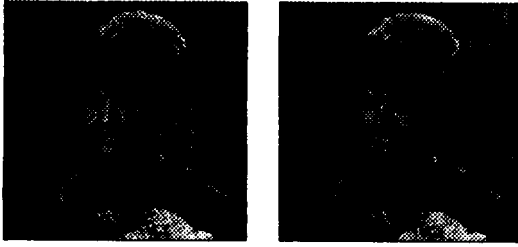
(a) Lenna 원 영상 (b) Lenna 복원 영상
(a) Original Lenna (b) Decoded Lenna

(그림 9) Lenna 영상
(Fig. 9) Lenna Image



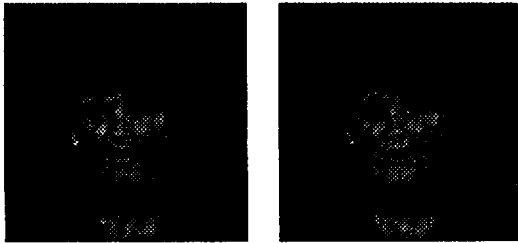
(a) Pepper 원 영상 (b) Pepper 복원 영상
(a) Original Pepper (b) Decoded Pepper

(그림 10) Pepper 영상
(Fig. 10) Pepper Image



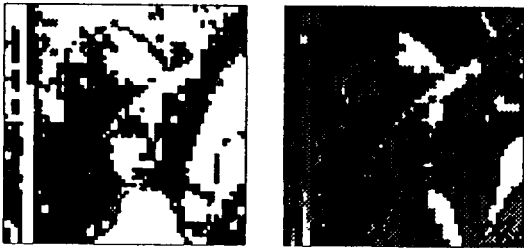
(a) Girl 원 영상 (b) Girl 복원 영상
(a) Original Girl (b) Decoded Girl

(그림 11) Girl 영상
(Fig. 11) Girl Image



(a) Miss 원 영상 (b) Miss 복원 영상
(a) Original Miss (b) Decoded Miss

(그림 12) Miss 영상
(Fig. 12) Miss Image



(a) Jacquin's 분류기 (b) Weber's 분류기
(a) Jacquin's Classifier (b) Weber's Classifier



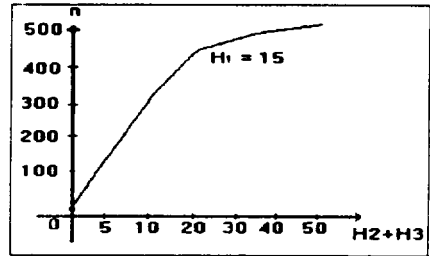
(c) 제안 분류기
(c) Proposed Classifier

(그림 13) 표 6에 대한 분류 표시
(Fig. 13) Drawing of classification for <Table 6>

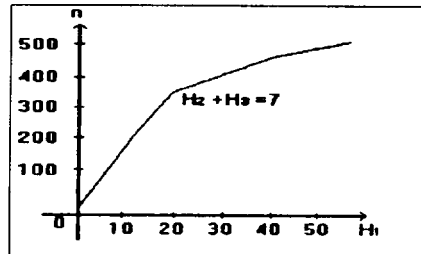
나지 못하는 문제점을 보였다. 그러나 4×4 블록이 50% 이상 존재하는 다른 영상들의 경우는 제안한 알고리즘의 성능에 의해 부호화 시간, 압축율, 복원된 영상 등이 좋은 결과를 나타낸다. ((그림 13)(a)(b)(c))는 <표 6>의 결과를 나타낸 그림으로서 기존의 분류기들과 비교할 때 제

<표 6> 분류기에 의한 각 부류당 블록수
(Table 6) The number of blocks in each type

Classifier	블럭수	S-Block	M-Block	S-Block	M-Block	E-Block
		(8×8)	(8×8)	(4×4)	(4×4)	(4×4)
Jacquin's	Lenna	296	19	487	48	2301
	Pepper	402	30	610	45	1713
	Miss	114	473	299	340	1109
	Girl	13	42	358	435	3083
Webb-er's	Lenna	70	373	115	459	1750
	Pepper	75	516	63	661	1008
	Miss	0	885	1	284	271
	Girl	0	584	0	551	1318
Proposed	Lenna	70	373	259	719	1346
	Pepper	75	516	320	475	937
	Miss	0	885	154	207	195
	Girl	0	584	262	827	671



(a) H2+H3 vs 변화 블록수
(a) H2+H3 vs the number of changed blocks



(b) H1 vs 변화 블록수
(b) H1 vs the number of changed blocks

(그림 14) 변화 블록수
(Fig. 14) The number of changed blocks

안된 블럭 분류기가 가장 좋은 성능을 나타냄을 알 수 있다.

제안한 알고리즘은 블럭의 특성을 판별하는 임계치에 따라 성능을 변화 시킨다. ((그림 14)(a))는 고정된 $H1=15$ 의 값에 대해 $H2+H3$ 의 값이 변화할 때 변화되는 블럭수를 나타낸 것이며 ((그림 14)(b))는 고정된 $H2+H3=7$ 의 값에 대해 $H1$ 의 값이 변함에 따라 변화되는 블럭수를 나타낸 것이다. (그림 14)에서 알수 있듯이 제안한 분류기는 임계치에 따라 성능이 좌우됨을 알 수있다. 특히 ((그림 14)(a))는 $H2, H3$ 계수가 블럭 분류를 하는데 중요한 인자임을 보여준다.

6. 결 론

본 논문은 프랙탈 영상 압축에 있어서 방대한 비교 연산을 줄이기 위한 방법으로 주파수 영역을 이용하는 블럭 분류기를 제안 하였다. 제안한 블럭 분류기의 주안점은 DCT의 AC 계수를 이용하는 것으로서 공간 영역을 주파수 영역으로 변환 하였을 경우 DCT의 AC 계수는 주파수 특성으로 인해 공간 영역의 블럭에 대해 다양한 블럭 형태를 나타내었으며, AC의 부호는 다양한 블럭 형태에 대해 프랙탈 부호화시 불필요한 대칭 변환을 제거 할 수 있었다. 따라서 제안한 블럭 분류기를 사용한 결과 복원된 영상의 화질 저하를 거의 일으키지 않고 압축률을 개선할 수 있었으며 특히 기존의 블럭 분류기를 사용한 때보다 부호화 시간을 상당히 감소시킬수 있었다. 제안된 알고리즘을 다른 고속 부호화 알고리즘과 병행하여 프랙탈 영상 압축 기법에 적용 한다면 동영상 전송에 있어 실시간 처리를 할 수 있을 것이라 사료된다.

본 논문에서 제안한 분류기에 대한 향후 연구 과제는 다음과 같다.

첫째, 제안된 분류기는 단지 6개의 AC 계수 값을 사용하여 11개의 분류기를 사용하였으나 AC계수들의 확장으로 분류기의 수를 임의적으로 확장하는것이 가능하다. 이것은 부호화 시간의 감소 측면에서 가장 중요한 문제이다.

둘째, 8×8 블럭에 대한 DCT 분류기 설계가

필요하다. 본 논문에서는 프랙탈 특성으로 인하여 축소된 영상의 중첩된 8×8 블럭을 DCT 하는 것이 상당한 시간을 요구하기 때문에 8×8 블럭에 대하여 Weber fraction을 이용하였고, 그 결과 전체적으로 그 분류기를 사용한 알고리즘과 유사한 성능을 나타내었다. 그러나, 8×8 블럭에 대한 DCT 분류가 이루어지면 더욱 좋은 성능을 나타내리라 사료된다.

셋째, 제안한 알고리즘은 블럭의 특성을 판별하는 임계치에 따라 성능을 변화 시키므로 임계치 설정에 대한 정확한 실험치가 요구된다.

참 고 문 헌

- [1] K.R. Rao and P. Yip, Discrete Cosine Transform Algorithms, Advantages, Applications, ACADEMIC PRESS INC., 1990.
- [2] William B. Pennebaker Joan L. Mitchel, JPEG still image data compression standard, van nostrand reinhold, New York, 1993.
- [3] Allen Gersho and Robert M. Gray, Vector Quantization and Signal Compression, Kluwer Academic Publishers, 1992
- [4] H.O. Peitgen, H. Jurgens and D. Saupe, Chaos and Fractals, Springer Verlag, New York, 1992
- [5] Michael F. Barnsley, Lyman P. Hurd, Fractal Image Compression, AK Peters, Ltd. Wellesley, Massachusetts.
- [6] A.E. Jacquin, "Image Coding Based on a Fractal Theory of Iterated Contractive Image Transformations," IEEE Trans. on Image Processing. VOL. 1, NO. 1, pp18-30, January 1992
- [7] A. E. Jacquin, A fractal theory of iterated Markov operators with applications to digital image coding, Ph.D. dissertation, Georgia Tech. pp155-156. 1989.
- [8] Rin Chul Kim, Sang Uk Lee, "Adaptive Entropy Constrained Predictive Vector Quantization of Image with a Classifier

and a Variable Vector Dimension Scheme”, Proceedings of visual Communication and Image Processing, vol.1818, pp.466-475, Nov. 1992.

[9] King N.Ngan, Senior Member, IEEE, and Hee C.Koh, “Predictive Classified Vector Quantization”, IEEE Trans.on

image processing, vol.1, pp271-273. no.3. Jly 1992.

- [10] B. Ramamurthi and A. Gersho, “Classified Vector Quantization of Images,” IEEE Trans. on comm., vol COM-34, no. 11, pp.1105-1115, Nov. 1986.
- [11] W. K. Pratt. Digital Image Processing. New York : Wiley, 1978.
- [12] Y.Zhao, B.Yuan, “Image compression using fractals and discrete cosine transform”, Electronics Letters, vol.30, pp474-475, no.6, March 1994.



박 경 배

1994년 명지대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1994년~현재 명지대학교 전자공학과 석사 재학
 관심분야 : 멀티미디어(영상 통신, 음성통신)



정 우 석

1992년 명지대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1994년 명지대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
 1994년~현재 한국전자통신연구소 연구원
 관심분야 : 컴퓨터구조, CAD, ASIC, 결합허용 시스템



김 정 일

1989년 명지대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1994년 명지대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
 1995년~현재 명지대학교 전자공학과 박사과정 재학중
 관심분야 : 영상통신, 영상처리, 컴퓨터 그래픽스, 음성통신,

멀티미디어 시스템



정 근 원

1991년 명지대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1993년 명지대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
 1995년 현재 명지대학교 전자공학과 박사과정 재학중
 관심분야 : 영상통신, 음성통신, 병렬처리 컴퓨터 시스템



이 광 배

1979년 고려대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1979년~81년 고려대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
 1981년~82년 삼성반도체 연구소
 1982년~83년 금성연구소
 1984년~86년 Univ. of South-

ern California, Computer Engineering 전공(공학석사)
 1986년~91년 Arizona state Univ., Electrical Engineering 전공(공학박사)
 1992년~현재 명지대학교 전자공학과 조교수
 1994년~현재 대한 전자공학회 논문편집위원
 관심분야 : 멀티미디어(영상 및 음성 신호처리), 병렬처리 및 고속 컴퓨터(prolog 방식), Communication System(고장 감내형).



김 현 욱

1978년 고려대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1980년 고려대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
 1987년 고려대학교 전자공학과 졸업(공학박사)
 1980년~81년 동양공업전문대학교 전자과 전임강사

1881년~88년 명지대학교 전자공학과 교수
 1988년~90년 Dept. of Computer Science of Arizona State University Adjunct Faculty
 1990년~현재 명지대학교 전자공학과 교수
 관심분야 : 병렬처리 컴퓨터 시스템, 고장 감내 시스템, 영상통신, 음성통신