

YIQ 모델을 이용한 칼라 영상의 효율적인 프랙탈 기반 부호화

Effective Fractal-Based Coding of Color Image Using YIQ Model

金成鍾*, 李俊模**, 申仁澈***

(Seong-Jong Kim*, Joon-Mo Lee**, and In-Chul Shin***)

요 약

프랙탈을 기반으로 한 칼라 영상 부호화는 영상을 RGB, YIQ 나 $YCbCr$ 과 같은 기본적인 채널로 분리한 후, 각각의 채널을 독립적으로 프랙탈 이진 영상 부호화 기법에 적용함으로써 쉽게 부호화할 수 있다. 그러나 이 방법은 각각의 채널에 대해 부호화를 반복해야 하기 때문에 부호화 시간이 길어진다는 단점이 있다. 본 논문에서는 프랙탈 이론을 바탕으로 압축률의 향상과 부호화 시간의 단축을 동시에 이룰 수 있는 칼라 정지영상의 부호화를 위한 프랙탈 기반 부호기를 제안하였다. 제안된 알고리즘을 칼라 영상에 적용하여 실험한 결과, 복원 영상의 PSNR 값이 평균적으로 28 ~ 29[dB] 정도에서, 압축률이 JPEG에서 사용하는 무손실 부호화 과정을 거치지 않고도 약 28 : 1 이상으로 향상되었으며, 부호화 시간은 약 11.5 % 정도 단축할 수 있었다.

Abstract

Fractal-based monochrome image coding method can be easily applied for color image compression by splitting the color image into different primary spectral channels such as RGB, YIQ or $YCbCr$, and encoding each channel independently. According to this method, it needs to repeat the fractal coding for each channel, so it have the problem of encoding time. In this paper, a fractal-based coder for color still image is proposed which features the enhancement of compression rate and the reduction of coding time. As the result of the experiment where the proposed algorithm is applied for color images, the compression rate is enhanced by 28 : 1 above with average PSNR value 28 ~ 29[dB], do not lossless encoding process using JPEG. And the encoding time is reduced by maximum 11.5 %.

Keyword : fractal, color, image, coding, compression

1. 서론

21 세기를 눈앞에 둔 지금 현대사회는 컴퓨터의 정보처리 능력과 통신망을 이용하여 정보 교환을 수행하는 국제적 정보화 사회의 시대로 변하고 있으며, 멀티미디어 혁명의 물결이 밀려오고 있다. 이에 따라 정보매체의 서비스를 중심으로 한 전자 업계가 재편

* 極東大學校 멀티미디어學科

(Dept. of Multimedia, Far East Univ.)

** 關東大學校 電子工學科

(Dept. of Electronics Eng., Kwan Dong Univ.)

*** 檀國大學校 電子·컴퓨터工學部

(Div. of Elec. and Comp. Eng., DanKook Univ.)

接受日: 1998年8月5日, 修正完了日: 1998年11月27日

되고 있으며, 이러한 변화의 예로는 고품질 텔레비전(HDTV; high definition television), 주문형 비디오(VOD; video on demand), 대화식 텔레비전(interactive TV), 멀티미디어 시스템(multimedia system), 영상 회의 시스템(video conferencing system), 동영상 전화기(video telephone) 등을 들 수 있다. 이러한 새로운 응용 분야의 창출을 가능하게 한 핵심 기술은 신호처리 기술과 초고집적 반도체 소자 기술이 혼합된 영상 압축 기술[1]-[8]이라고 할 수 있다.

일상생활에서 대부분의 정보는 시각에 의해 얻어지고 있으므로 영상 정보 처리에 관한 연구는 오래 전부터 행하여져 왔다. 영상을 디지털 형태로 표현하기 위해서는 많은 양의 데이터가 필요하므로 디지털 영상을 저장하거나 전송하기 위해서는 데이터 압축이 필수적이다. 지금까지의 영상 데이터의 압축 기법은 주로 Shannon의 정보 이론[1],[2]에 근거를 둔 방법들로서, 영상을 이루는 각 화소 간의 상관관계를 주파수 영역으로 변환하여 압축하는 변환 부호화 방법들이 주종을 이루어 왔다. 그러나 기존의 변환 부호화 기법들은 영상 데이터가 가지고 있는 신호의 공간 영역 및 시간 영역에서의 중복성만을 줄이는 기술들로 어느 정도의 압축비(그레이 영상의 경우 약 20:1) 이상에서는 복원 영상의 왜곡 정도가 심하게 나타나며, 특히 이산 역현 변환(DCT; discrete cosine transform)을 근간으로 하는 표준화 방법들은 높은 압축률에서 화질을 열화시키는 블로킹 효과(blocking artifacts)[3]-[5]가 두드러지게 나타나는 것으로 알려져 있다.

1985년에 이르러 Barnsley[9],[10]가 제안하고 Jacquin[11]-[13], Fisher[14],[15] 등에 의해 구현된 프랙탈을 이용한 영상 압축 방법이 높은 압축률에서도 복원 영상의 화질을 일정 수준 이상으로 유지할 수 있는 부호화 알고리즘으로 보고 되고 있다. 프랙탈 영상 압축이란 영상에서 자기 유사성을 발견하여, 수 개의 아핀(affine) 변환으로 기술[9]-[15]함으로써 매우 높은 압축률을 얻는 새로운 개념의 압축 방법이다.

프랙탈 영상 압축 방법은 압축과 복원에 필요한 처리 시간이 대칭적인 JPEG(joint photographic experts group) 방식[4],[5]과는 달리 부호화 시간보다 복호화 시간이 매우 빠르고 간단하므로, 근래에 다양한 형태

로 요구되는 미래형 정보 서비스, 즉 VOD, CD-ROM, 다중 매체 등과 같이 저장되어 있는 영상 정보의 재생 과정이 주로 요구되는 곳에 적합한 부호화 기술[6]로 주목받고 있다.

본 논문에서는 Fisher의 알고리즘을 기반으로 하여, 일반적으로 영상 압축 알고리즘의 성능을 좌우하는 가장 중요한 요소인 부호화 시간과 압축률을 동시에 향상시킬 수 있는 프랙탈 기반 칼라 영상 부호화 알고리즘을 제안하였다.

실험은 Fisher의 전역 탐색법과 본 논문에서 제안한 국부적 지역 탐색법을 적용하여 YIQ 비트 할당에 따른 부호화 시간과 압축률의 변화를 비교하고, 복원 영상의 PSNR 값을 전체 영상과 칼라 영상을 구성하고 있는 각 채널에 대하여 계산하여 평가하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서 프랙탈 기반 영상 부호화에 대한 이론적 배경을 III장에서는 제안된 부호화 알고리즘을 보였으며 IV장에 실험 결과와 결론을 보였다.

II. 프랙탈 기반 영상 부호화

프랙탈 부호화 이론의 기본 배경은 입력 영상을 블록 단위로 분할하고 각 블록마다 자기 유사성을 지니는 변환을 이용하여 부호화하는 것이다. 부호화된 영상의 복원은 임의의 초기 영상에 변환식을 반복적으로 적용하는 고정점 정리(fixed point theorem)에 근거한다.

2.1 축소 매핑 정리

어떤 집합 X 에 각 원소들 간의 거리를 정의하는 거리 함수가 존재할 때 그 집합을 측도 공간(metric space)이라 한다. 이 때 자기 공간에서 자기 공간으로의 변환 W_i ($W_i : X \rightarrow X$)가 있어서 집합 X 에 포함되는 임의의 두 원소에 대하여 변환을 취했을 때, 변환된 두 원소 간의 거리가 원래 원소 사이의 거리에 비해 줄어드는 성질을 가지면 이러한 변환 W_i 를 축소 변환(contractive transformation)이라고 한다. 즉 측도 공간 (X, d) 상에서 정의되는 변환에 대하여 변

환 W_i 가 0 보다 크고 1 보다 작은 양수 s 에 대하여 식 (1)을 만족하면 이 변환 W_i 를 축소 변환이라 한다.

$$x, y \in X$$

$$d(W_i(x), W_i(y)) \leq c \cdot d(x, y) \quad (1)$$

여기서 d 는 왜곡을 측정하는 측도이며, 변환의 축소비(contraction factor) c 는 각 변환 W_i 의 축소비 c 들 중 가장 큰 값으로 정의한다. 축소 변환의 중요한 특성은 변환 W 를 계속하여 반복 적용시키면 최종적으로 어떤 값으로 수렴하게 된다는 것이다. 이러한 정리를 고정점 정리(fixed point theorem)라고 한다. 즉, 변환 W_i 들의 집합을 W 라고 하면 전체 변환 W 도 축소 변환이 되며 고정점 정리에 따라 유일한 고정점 $|W_f|$ 에 수렴하는 성질을 갖는다.

$$W(|W_f|) = |W_f| = \lim_{n \rightarrow \infty} W_i^n(x) \quad (2)$$

여기서 $W_i^n(x)$ 는 영상 블록 x 에 대하여 변환 W_i 를 n 번 반복 적용함을 의미한다.

2.2 아핀 변환

자기 자신에서 자기 자신의 공간으로 사상(mapping)되는 변환에는 여러 가지가 있으나, 영상 압축 시스템에서는 주로 회전(rotation), 스케일링(scaling), 투영(reflection) 및 평행이동(translation)의 조합을 나타내는 아핀 변환(affine transformation)을 사용하며, 계조 영상 표현에 사용되는 아핀 변환식을 (3)에 표현하였다.

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = W \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b & 0 \\ c & d & 0 \\ 0 & 0 & o_i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e \\ f \\ s_i \end{pmatrix} \quad (3)$$

식 (3)에서 x, y 는 좌표, z 는 화소의 밝기이며, $a \sim$

f 는 기하학적 변환을 나타내는 인수들이고, o_i 는 밝기, s_i 는 계조도를 나타낸다.

2.3 반복 변환 시스템

자기 자신의 공간으로 대응되는 수축 변환들로만 이루어진 집합을 반복 변환 시스템(IFS; iterative function system)이라고 하며 식 (4)에 표현하였다.

$$W(X) = W_1(X) \cup W_2(X) \cup \dots \cup W_n(X) \quad (4)$$

IFS를 이루는 각각의 변환 W_i 들이 축소 변환인 경우, 변환 W 를 반복적으로 적용해 나가면 고정점에 수렴하게 된다. 일반적으로 주어진 IFS에 대하여 항상 하나의 고정점만이 존재하며 이러한 고정점을 끌개(attractor)라고 한다.

2.4 역변환 문제

일반적으로 변환 W 가 주어질 때 끌개는 단순한 연산으로 쉽게 얻을 수 있으나, 주어진 영상에서 끌개를 갖도록 하는 변환 시스템을 구성하는 것은 어렵다. 이와 같은 변환 시스템을 구성하는 방법을 역변환 문제(inverse problem)라 한다. 역변환 문제를 일반적으로 해결할 수 있는 방법은 알려져 있지 않으나, 콜라지(collage) 정리는 수치적인 해를 구할 수 있는 근거를 마련해 준다.

측도 공간 (X, d) 상에서 축소비가 c 인 변환 $W : X \rightarrow X$ 와 $x \in X$ 에 대해 변환 W 의 고정점을 W_f 라 하면 콜라지 정리라 부르는 식 (5)를 만족한다.

$$d(|W_f|, x) \leq \frac{1}{(1-c)} d(W(x), x) \quad (5)$$

부호화하고자 하는 영상 블록에 대하여 콜라지 정리를 만족하는 콜라지를 형성하게 하는 일련의 변환 관계들을 기술하여 부호화하는 과정을 흔히 역변

환 문제라고 하며, 이 IFS의 끝개를 이용하여 원 영상을 부호화 하게 된다.

III. 제안된 부호화 알고리즘

3.1 칼라 영상의 표현

칼라 영상은 하나의 공간좌표 상에서 3 차원의 벡터로 표시된다. 이는 사람 눈 구조의 특성에 따른 것으로, 즉 3 가지 종류의 빛에 반응하는 감광 세포를 통해 색상을 구별하기 때문이다. 이에 따라 칼라 영상은 RGB, YIQ, HSI 등 3 개의 축을 갖는 좌표계로 표현될 수 있으며, 이들 좌표계들 사이에는 상호변환^[6]을 행할 수도 있다. YIQ 좌표계와 RGB 좌표계 사이의 상호변환 식은 다음과 같다.

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.144 \\ 0.596 & -0.275 & -0.321 \\ 0.212 & -0.523 & 0.311 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (6)$$

3.2 칼라 영상을 위한 프랙탈 부호화

프랙탈을 기반으로 한 칼라 영상 부호화는 영상을 RGB, YIQ 나 CMYK 와 같은 기본적인 채널로 분리한 후, 각각의 채널을 독립적으로 프랙탈 이진 영상 부호화 기법에 적용함으로써 쉽게 부호화할 수 있다. 그러나 이 방법은 각각의 채널에 대해 부호화를 반복해야 하기 때문에 부호화에 필요한 계산 시간이 많이 필요하다는 단점이 있다.

본 논문에서는 여러 가지 칼라 모델 중 YIQ 모델을 채택하였다. YIQ 모델은 인간의 시각이 휘도 성분보다는 색 성분에 대해 더 둔감한 특성을 이용하여 효율적으로 RGB 신호를 직교 변환한 것으로, RGB 신호가 빛의 파장으로 구분된 3 원색으로 표현되므로 서로가 완전히 독립적인 신호인데 비하여, YIQ 신호는 3 개의 성분이 서로 연관된 특색을 지니며 종속적인 관계에 있다. 따라서 본 논문에서는 각각의 지역

블록에 매칭이 되는 정의역 블록의 탐색 시간을 단축하기 위한 방법으로, 각각의 지역 블록에 대하여 Y 채널에 가장 잘 매칭이 되는 정의역 블록을 찾아서 I 와 Q 채널에도 그대로 적용하였다. 또한 압축률을 향상시키기 위한 방안으로 칼라 영상을 구성하고 있는 각각의 채널에 대해 부호화에 필요한 비트 수를 동일하게 부여하는 것이 아니라, 사람의 눈에 가장 민감한 Y 채널에 더 많은 비트를 부여함으로써 높은 압축률에서도 우수한 복원 화질을 가질 수 있도록 하였다.

3.3 제안된 알고리즘의 구현

본 논문에서 사용한 프랙탈 부호기의 기본적인 구조로는 Fisher의 구조를 가지도록 하였다. 왜냐하면, 쿼드트리 형태의 재귀적 구조는 Jacquin의 Parent-Children 구조를 일반화한 형태라 볼 수 있고, 또한 재귀적 방법을 배제하고 탐색 범위를 조정하면 Monro의 구조와 유사하게 만들 수 있으며, 다항식 차수(또는 기저 블록 수)를 조정하면 Monro의 개선된 구조나 Oien의 구조로도 쉽게 변환할 수 있기 때문이다. 또한 동영상을 위한 프랙탈 기반 부호기는 정지 영상 부호기를 근거로 하여, 2 차원 영상을 3 차원으로 확대하면 구현이 가능하기 때문에 본 논문에서 분석된 자료들은 동영상에도 적용될 수 있다.

본 논문에서 사용한 알고리즘을 구체적으로 기술하면 다음과 같다. $M \times N \times 16$ Mega bmp RGB 칼라 영상을 YIQ 모델로 변환한 후 입력 영상을 지역 블록과 정의역 블록들로 분할하였다. 블록들을 미리 분류하기 위한 방법으로는 Isometry 예측법을 사용하였으며, 지역 블록에 가장 유사한 정의역 블록을 탐색하기 위한 방법으로는 본 논문에서 제안한 국부적 지역 탐색법을 사용하였다. 먼저 입력 영상을 $n \times n$ 화소를 갖는 지역 블록(range block)으로 분리하고, 각각의 지역 블록에 가장 잘 매칭이 되는 정의역 블록(domain block ; 지역 블록의 가로 세로 각각 2 배 크기로 할당)을 영상에서 찾아 변환식을 만들었다. 지역 블록을 분할할 때 지나치게 많은 블록이 생겨나지 않도록 영상의 복잡한 부분은 잘게 나누고 그렇지 않은 부분

은 크게 나누는 2 단계 쿼드트리 방법을 사용하였다.

프랙탈 부호화에 필요한 지역 블록과 정의역 블록의 근사화 방법은 식 (7)과 같다.

$$r(x,y) = s \cdot w(x,y) + o \tag{7}$$

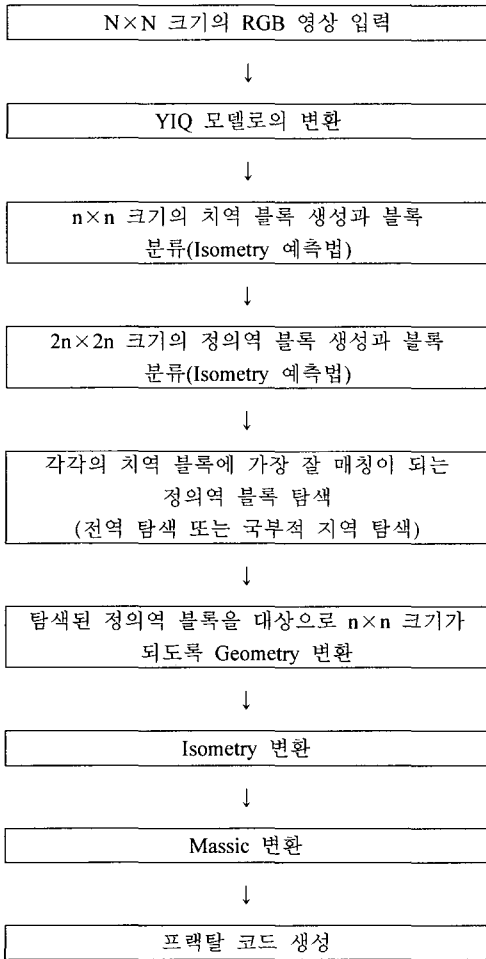


그림 1. 부호화 과정

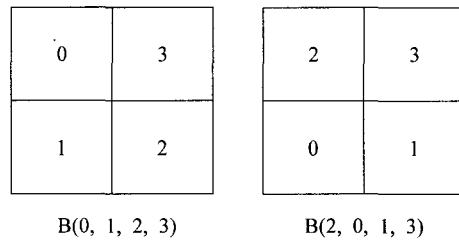
Fig. 1. Process of Encoding.

여기서 $w(x,y) = I[G(d)]$ 이며, $I[]$ 는 지역 블록과 정의역 블록 사이의 기하학적인 왜곡을 극복하기 위한 Isometry 변환, $G()$ 는 축소 변환으로 지역 블록의 두 배 크기인 정의역 블록으로부터 4 개의 화소의 평균을 구하여 지역 블록 크기로 축소된 블록을 만드는 Geometry 변환을 뜻한다. 그리고 식 (7)에서 지역 블록과 정의역 블록의 밝기 차이는 o 로, 콘트라스트 차이는 s 로 지역 블록과 정의역 블록이 서로 유사하도록 근사화하는데 이를 Massic 변환이라고 한다.

3.3.1 Isometry 예측법

Isometry 예측법은 블록들을 미리 분류하기 위한 방법으로, 먼저 블록을 네 부분으로 분할하고 각 부분의 밝기가 분포되어 있는 모양에 따라 배열을 만들면 모두 24 개의 부류로 나누어진다. 이제 지역 블록과 정의역 블록을 비교할 때 각 블록들이 어떤 배열에 속하는 지는 미리 정해진 하나의 변환만을 검사하면 되므로 탐색과정을 줄일 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{Array\#} = & \text{inv}(x1) \cdot 3! + \text{inv}(x2) \cdot 2! + \text{inv}(x3) \cdot 1! \\ & + \text{inv}(x4) \cdot 0! \end{aligned} \tag{8}$$



$B()$: 블록의 밝기

$$\begin{aligned} \text{Array\#} = & (2-0) \times 3! + (1-0) \times 2! + (2-1) \times 1! \\ & + (3-3) \times 0! = 15 \end{aligned}$$

그림 2. 블록 배열의 예

Fig. 2. Example of Block Array.

블록 배열을 만들기 위한 변환은 식 (8)과 같으며, 그림 2에 예를 보였다. 여기서 $inv(x_i)$ 의 값은 i 번째 블록들 간의 밝기 차이를 나타내는 절대값으로 정의되며, 좌측 상단을 기준으로 반시계 방향으로 나타냈다.

3.3.2 국부적 지역 탐색법

선택된 지역 블록에 매칭이 되는 정의역 블록을 찾는 방법으로는 전역 탐색법이 있는데 이는 지역 블록을 모든 정의역 블록과 비교하는 방법으로 매우 느리다. 전역 탐색의 단점을 줄이면서 효율적인 부호화를 하기 위한 방법으로는 지역 탐색법이 있는데 지역 탐색법이란 탐색되는 블록의 간격을 적당한 크기로 설정하여 탐색 시간을 줄이는 방법이다. 그러나 지역 탐색법에서는 압축률을 높이려는 시도를 할수록 복원 영상의 화질은 떨어지게 되므로 본 논문에서는 일정 수준 이상의 복원 영상화질(약29[dB])을 유지하면서도 압축률을 높일 수 있는 국부적 지역 탐색법을 제안하였다. 국부적 지역 탐색법이란 그림 3에 보인 바와 같이 탐색되는 블록의 간격을 크게 잡아 1 차 탐색한 후, 탐색된 블록 중 가장 잘 매칭이 되는 블록을 중심으로 그 주변 블록들을 대상으로 2 차 탐색을 행하는 방법이다.

T			T			T	
	S	S	S	S	S		
	S	S	S	S	S		
T	S	S	T ₀	S	S	T	
	S	S	S	S	S		
	S	S	S	S	S		
T			T			T	

	스킵되는 블록
T	1 차 검색되는 블록
T ₀	가장 잘 매칭이 되는 블록
S	2 차 검색되는 블록

그림 3. 국부적 지역 탐색
Fig. 3. Local Area Search.

3.4 영상의 복원

변환 W가 주어진 상태라면 복원 영상을 얻는 과정은 매우 간단하다. 임의의 영상에 대하여 변환 W를 반복적으로 적용하면 복원 영상을 얻을 수 있다. 즉, 각 지역 블록에 대하여 해당하는 정의역 블록을 잘라내어 공간 축소한 후, 계조도 크기 변화량 s_i 를 곱하고 밝기 조절량 o_i 를 더하는 과정을 모든 지역 블록에 대해 수행하면 된다.

영상 복원을 위한 반복 횟수는 변환을 통한 영상이 변화가 없을 때 멈추면 되며, 본 논문의 실험에서는 7 ~ 10 회 정도 반복 적용하였다.

IV. 실험 결과 및 결론

본 논문에서 제안한 알고리즘은 IBM-PC Pentium(100MHz)에서 동작되도록 윈도우즈용 32비트 프로그램으로 구현하여 실험하였다. 실험에 사용된 영상은 일반적으로 영상 압축 실험에 널리 사용되는 256×256×16 Mega Girl 영상이며 그림 4에 실험 영상을보였다.



그림 4. Girl 영상
Fig. 4. Girl Image.

실험 결과는 다음과 같다. 먼저 YIQ 비트 할당에 따른 압축률의 변화에 대한 실험 결과를 표 1의 (a)에 보였으며, 표 1의 (b)에는 압축률의 변화에 따른 PSNR 값의 변화를 표 1의 (c)에는 반복 적용 횟수에 따른 복원 영상의 PSNR 값의 변화를 나타내었다. 표 1에서 전역 탐색법과 국부적 지역 탐색법 사이에 압축률의 차이는 없으므로 국부적 지역 탐색법의 경우 부호화에 필요한 시간만을 나타내었다.

표 1. 실험 결과

Table 1. Simulation Results

(a) YIQ 비트 할당에 따른 압축률의 변화

	Y, I, Q	부호화시간	압축률	bpp(Y채널)
전역 탐색	8, 8, 8	43 sec	23.63	0.3385
	8, 7, 7	43 sec	25.18	0.3177
	8, 6, 6	43 sec	26.95	0.2969
	8, 5, 5	43 sec	28.98	0.2760
	8, 4, 4	43 sec	31.35	0.2552
국부적 지역 탐색법 : 38 sec (11.63 %)				

(b) PSNR 값의 변화

압축률	PSNR _{total}	R 성분	G 성분	B 성분
23.63	29.22	29.04	29.39	29.23
25.18	28.97	28.80	29.13	28.97
26.95	28.15	28.01	28.31	28.12
28.98	25.76	25.65	25.84	25.77
31.35	21.02	20.97	21.06	21.03

(c) 반복 변환 회수에 따른 PSNR의 변화

반복 변환 회수	PSNR
1	17.32
2	21.54
3	25.25
4	27.70
5	28.74
6	29.07
7	29.17
8	29.20
9	29.21
10	29.22

실험 결과 먼저 부호화에 필요한 시간(본 논문에서의 부호화 시간은 영상 데이터가 입력되는 시점에서부터 변환식이 만들어져 출력 파일이 생성될 때까지의 시간을 의미한다.)을 고려해 보면 기존의 전역 탐색법 보다 본 논문에서 제안한 YIQ 모델을 이용하고 국부적 지역 탐색법을 사용할 경우 약 11.63 % 정도 더 빨라짐을 알 수 있다. 그리고 본 논문의 실험에서 복호화에 필요한 시간은 6 초 정도로 부호화 시간에 비해 약 1/7 이상으로 단축되었으므로, 프랙탈 기반 영상 부호화 기법이 영상의 재생이 주로 요구되는 응용 분야에 강점을 갖을 수 있다.

다음으로 압축률의 변화를 살펴보기 위하여 각 채널에 동일한 비트를 부여한 경우와, I 나 Q 채널보다 Y 채널에 더 많은 비트를 할당한 결과를 비교해 보았다. 실험 결과 Y 채널 보다 I 나 Q 채널에 대한 비트 수를 3/4 로 할 경우 약 0.042 bpp(Bits Per Pixel) 정도, 1/2 로 할 경우 약 0.083 bpp 정도 향상된 압축 효과를 보았으나, 이 경우 복원 영상에서의 화질은 3/4 으로 줄일 경우에는 큰차이가 없었으나 1/2 로 줄일 경우 복원 영상에 블러킹 현상이 두드러지게 나타났다.

압축률 만을 JPEG 방식과 비교해 보면 JPEG 방식에서 칼라 정지 영상의 경우 약 20 : 1 이상의 압축률^[5]을 요구하는 것과 비교해 볼 때 본 논문에서의 실험 결과인 29 : 1 은 우수한 성능을 보였으며, 또한 본 논문의 실험에서는 JPEG 방식에서 채택하고 있는 무손실 부호화 과정을 거치지 않았으므로 무손실 부호화 과정을 거칠 경우 본 논문의 실험 결과에 약 2 : 1 정도[5],[16]의 추가적인 압축률 향상을 얻을 수 있다. 그리고 본 논문에서의 bpp 값은 Y 채널에 대한 값으로 I와 Q 채널에 대한 bpp 값은 I나 Q 채널에 대한 부호화 비트 수를 줄인 만큼 비례적으로 향상된 값을 갖게 된다.

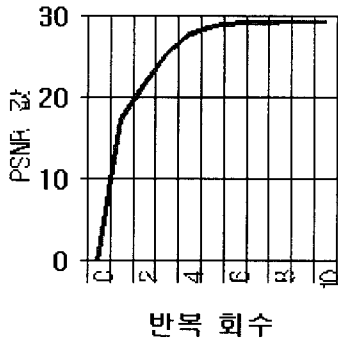


그림 5. 반복 회수에 따른 PSNR 값

Fig 5. Values of the PSNR by Iteration Times.

칼라 영상을 구성하고 있는 각 채널에 대한 PSNR 값은 B 성분은 평균 정도, G 성분은 평균보다 좋았으나, R 성분은 평균보다 나빠진 것으로 미루어 보아 본 논문에서 제안한 알고리즘은 G 성분의 압축에 유리하다. 또한 영상의 복원 시 반복 변환 적용 회수에 따른 PSNR 값의 변화를 살펴보면 그림 5에 보였듯이 약 6 회 이상의 반복 적용으로 복원 영상이 만들어 질 수 있음을 알 수 있다.

국부적 지역 탐색법을 사용하여 찾아낸 가장 잘 매칭이 되는 정의역 블록은, 물론 전역 탐색법으로 찾아낸 정의역 블록과 같을 수도 있으나 다를 수도 있으므로 복원된 영상에서 약간의 화질 차이가 생겨날 수도 있다.

본 논문에서의 실험 결과는 프랙탈 기반 동영상 부호화를 위한 기본 자료로도 충분히 활용될 수 있을 것이며, 앞으로 국부적 지역 탐색법에서 스킵되는 블록의 수와 부호화에 필요한 시간과의 관계 분석과 복원 영상에 부분적으로 나타나는 구역화 현상을 없애기 위한 후처리 기법에 대한 지속적인 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] A. N. Netravali and J. O. Limb, "Picture coding : A review", Proc. IEEE, Vol. 63, pp. 366-406, Mar. 1980.

[2] A. K. Jain, "Image data compression: A review", Proc. IEEE, Vol. 69, pp. 349-389, Mar. 1981.

[3] Ramamurthi, Bhaskar and Gersho, "Classified Vector Quantization of Images", IEEE Trans. Communications, Vol. 34, no. 11, Nov. 1986.

[4] W. Pennebaker, "JPEG Technical Specification, Revision 8", Working Document No. JTC1/SC2/WG10/JPEG-8-R8, Aug. 1990.

[5] G. K. Wallace, "The JPEG Still picture Compression Standard", Comm. of the ACM, pp. 30-44, Vol. 34, no. 4, Apr. 1991.

[6] M. Kunt, A. Ikonomopoulos and M. Kocher, "Second-generation image coding techniques", Proc. IEEE, Vol. 73, no. 4, pp 549-574, Apr. 1985.

[7] Kun-Min Yang, Ming-Ting Sun and Lancelot Wu, "A Family of VLSI Designs for the Motion Compensation Block-Matching Algorithm", IEEE Trans. Circuits Syst., Vol. 36, no. 10, pp. 1317-1325, Oct. 1989.

[8] Chaur-Heh Hsieh and Ting-Pang Lin, "VLSI Architecture for Block-Matching Motion Estimation Algorithm", IEEE Trans. Circuits Syst. for Video Technology, Vol. 2, no. 2, pp. 111-122, June 1992.

[9] M. F. Barnsley, V. Ervin, D. Hardin and J. Lancaster, "Solution of an inverse problem for fractals and other sets", *Proceedings of the National Academy of Science USA.*, Vol. 83, pp. 1975-1977, 1985.

[10] M. F. Barnsley and S. Demko, "Iterated function systems and the global construction of fractals", Proc. of Royal Soc. London, Vol. A339, pp. 243-275, 1985.

[11] A. E. Jacquin, *A Fractal Theory of Iterated Markov Operators in Spaces of Measures, with Applications to Digital Image Coding*, Ph. D. Thesis, Georgia Inst. of Technology, 1989.

- [12] A. E. Jacquin, "Image Coding Based on a Fractal Theory of Iterated Contractive Image Transformations", IEEE Trans., Image Processing, Vol. 1, no. 1, pp.18-29, Jan. 1992.
- [13] A. E. Jacquin, "Fractal image coding: a review", Proc. IEEE, Vol. 81, no. 10, pp.1451-1465, Oct. 1993.
- [14] Y. Fisher, "Fractal Image Compression", Siggraph 1992, Course Notes.
- [15] Y. Fisher, *Fractal Image Compression : Theory and Application to Digital Images*, Springer Verlag, New York, 1995.
- [16] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, *Digital Image Processing*, Addison Wesley, 1992.

— 저 자 소 개 —



金 成 鍾 (會員申請中)

1987. 2 단국대학교 전자공학과 졸업 (공학사). 1989. 2 단국대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학석사). 1998. 8 단국대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학박사). 1998. 3 ~ 현재 극동대학교 멀티미디어 전임

강사. 주 관심 분야 : 영상 처리, 병렬 처리, 멀티미디어 재생 및 통신



申 仁 澈 (正會員)

1973 고려대학교 전자공학과 졸업 (공학사). 1978 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학석사). 1986 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학박사). 1984 ~ 1985 미국 미시간 주립대학교 교환 교수.

1990.9 ~ 1991. 8 단국대학교 공과대학 부학장. 1979 ~ 현재 단국대학교 공과대학 전자공학과 교수



李 俊 模 (正會員)

1975. 2 명지대학교 졸업 (공학사). 1979. 8 명지대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학석사). 1996. 2 단국대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학박사). 1980. 3 - 현재 관동대학교 전자공학과 교수. 1996. 6 -

현재 관동대학교 전자계산소장. 주 관심 분야 : 컴퓨터 및 퍼지 제어, 신경회로망, 멀티프로세서 디자인