

레인지 블록 유사성을 이용한 프랙탈 압축

(Fractal Compression using Range Block Coherence)

김 영 봉 [†] 이 윤 정 ^{**}
(Young-Bong Kim) (Yun-Jung Lee)

요 약 프랙탈 영상 압축은 영상의 일부 영역이 같은 영상의 다른 영역과 거의 유사한 모양을 하고 있다는 자기유사성에 기초하고 있다. 이 압축 방법은 높은 압축률과 빠른 복원력을 제공하지만 매우 긴 압축 시간을 갖는다. 압축 시간을 줄이기 위해 가장 많은 시간이 소요되는 레인지 블록과 도메인 블록간의 비교 탐색 과정을 줄이려는 시도가 꾸준히 이루어져 왔다. 이 연구들은 크게 탐색할 도메인 영역에 제한을 가하는 방법과 도메인 블록의 탐색 순서를 주어진 조건을 만족하는 최초의 도메인을 찾는 방법으로 나누어 볼 수 있다. 그러나 대부분의 프랙탈 영상 압축 기법은 아직도 많은 압축 시간을 필요로 하고 있다. 본 연구에서는 영상 압축 시간을 획기적으로 줄이기 위해 레인지 블록간의 유사성을 이용하여 몇 개의 레인지 블록에 대해서만 도메인 탐색을 시도하는 새로운 방법을 제안한다. 이를 위해 모든 레인지 블록은 각각의 모양을 바탕으로 몇 개의 유사 그룹으로 분류되며, 각 그룹의 대표 블록에 대해서만 도메인 탐색을 실행하게 된다. 또한 이 방법을 다른 프랙탈 영상 압축 기법의 사전 작업으로 활용한다면 더욱 큰 효과를 보게 될 것이다.

Abstract The fractal image compression is based on the self-similarity that some area in an image is very similar to others. This compression method offers high compression ratio and fast decompression, but it has very long encoding time. To cut-off the encoding time, most researches give a restriction on domain blocks to be compared with a range block or make an effective search sequence of the domain blocks for a range block. However, most of them take much encoding time yet. In this research, we propose an algorithm that greatly reduces the encoding time by considering the coherence between range blocks. This algorithm first classifies all range blocks into some groups using the coherence between range blocks, and then searches corresponding domain blocks only for the key block of each group. If this scheme is joined in a prior work of the other fractal compression algorithm, it will give a great effectiveness to encoding time.

1. 서 론

오디오, 비디오 등 다양한 매체들을 컴퓨터 상에 표현하는 멀티미디어 기술이 최근 급속한 발전을 이루고 있다. 특히, 멀티미디어 핵심 기술인 영상 자료의 압축과 복원에 관한 기술은 오래 전부터 많은 사람의 지대한 관심을 바탕으로 다양한 접근 방법에 기초한 알고리즘들이 개발되고 있다. 이 방법들 중 주파수 성분에 기

초한 압축 알고리즘들이 MPEG 이나 JPEG 영상 표준 등의 분야에서 채택되어 멀티미디어 분야에 활발히 사용되고 있다. 그러나 영상과 오디오 등의 멀티미디어 데이터는 대용량이기 때문에 저장장치에 기록하거나 인터넷 같은 통신망을 통한 멀티미디어 데이터의 전송 시 등에 큰 어려움을 겪고 있다. 이에 따라 영상의 압축률을 더욱 높이고 복원 품질을 향상시킨 새로운 알고리즘에 대한 요구가 증대하게 되었다. 새로운 접근 방법으로 Wavelet과 Fractal 이론에 기초한 연구가 등장하게 되었다. 이중 프랙탈 영상 압축 알고리즘은 압축 효율이 타 방법에 비해 탁월한 것으로 평가받고 있다.

프랙탈 영상 압축 분야는 Jacquin이 단색 디지털 영상에 대해 프랙탈 이론에 기초한 압축 방법을 제시한

[†] 종신회원 : 부경대학교 컴퓨터멀티미디어공학부 교수
ybkim@mail.pknu.ac.kr

^{**} 비 회 원 : 부경대학교 전산정보학과
leeyj01@netsgo.com

논문접수 : 1999년 7월 9일
심사완료 : 1999년 12월 8일

이후로 활발한 연구가 이루어져 오고 있다. 프랙탈 알고리즘은 영상의 일부분(레인지 블록이라 불림)은 같은 영상의 다른 영역(도메인 블록이라 불림)과 모양이 거의 유사하다는 자기유사성(self-similarity)에 기초한 방법으로 두 블록간의 수렴하는 아핀 변환(Affine Transformation)을 찾는 작업이 프랙탈 압축의 핵심 과제이다[1-3]. 이 알고리즘은 아핀 변환 계수만을 기록하기 때문에 다른 방법에 비해 압축률이 매우 높다. 그러나 유사성을 갖는 도메인 블록을 찾기 위해서 영상의 모든 지역을 탐색하기 때문에 영상의 압축 시간이 매우 길다는 단점을 보이고 있다.

이 단점을 극복하기 위한 연구들은 크게 두 가지 접근방법으로 나누어 볼 수 있다. 첫 번째 방법은 주어진 기준에 적합한 하나의 블록이 발견되면 더 이상의 도메인 블록을 조사하지 않는 방법이다. 이 방법에서는 도메인 블록을 찾는 순서에 따라 수행 결과가 많은 차이를 보인다. 즉, 같은 품질의 영상을 만드는데 필요한 반복 횟수에 차이를 보이고 있다. 많은 연구를 통해 레인지 블록을 포함하는 도메인 블록 중에 유사 영역이 발견될 확률이 높다는 사실을 알게 되었고, 이에 기초한 도메인 탐색 순서를 Barthel이 제시하고 있다[4].

두 번째 방법은 레인지 블록과 도메인 블록의 이미지 특성을 이용한 것으로, 레인지 블록과 유사한 특성을 갖는 도메인 블록들만을 탐색하는 방법이다. 이 방법에서는 블록의 모양에 관한 특성을 결정하는 요소를 선택하는 것이 중요한 과제이다. 일반적으로 DCT 등의 영상 변환 기법을 적용한 후 각 블록의 전체적인 모양을 나타내는 요소인 저주파수의 값을 블록의 영상 특징으로 사용한다. 임의의 레인지 블록에 대해서 DCT 변환에 의한 영상 특징 값이 유사한 도메인 블록만을 비교 검사한다[5-9]. 기존의 영상 압축 시간을 줄이기 위한 연구들은 각 레인지 블록에 대해 탐색할 도메인 블록들의 범위를 제한함으로써 압축 시간을 줄이려는 시도를 하였다. 그러나 아직도 프랙탈 영상 압축 기법은 실시간에 영상을 압축하는 수준에는 이르지 못하고 있다.

본 연구에서는 도메인 블록의 탐색을 필요로 하는 레인지 블록의 수를 줄이는 방법을 통해 영상 압축 시간을 단축한 새로운 알고리즘을 제안한다. 즉, 전체 레인지 블록들을 몇 개의 유사 레인지 블록 그룹으로 분류한 다음 각 레인지 그룹의 대표 레인지 블록에 대해서만 도메인 블록의 탐색을 시도하게 된다. 그리하여, 각 레인지 그룹에 속하는 모든 레인지 블록은 같은 도메인 블록을 이용하여 압축을 수행하는 것이다. 이와 같이 레인지 블록들 간의 유사성을 바탕으로 불필요한 도메인

영역의 탐색을 제거함으로써 부호화 시간을 획기적으로 단축시킬 수 있다.

2. 프랙탈 영상 부호화

프랙탈 압축은 임의의 영상에서 출발해 원 영상을 복원할 수 있는 IFS(Iterated Function System)를 구성하는 것이다. IFS는 회전(Rotation), 확대/축소(Scaling), 반사(Reflection) 및 평행 이동(Translation)의 조합을 나타내는 식 (1)과 같은 아핀 변환(Affine transformation)으로 표현된다.

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b & 0 \\ c & d & 0 \\ 0 & 0 & s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e \\ f \\ o \end{bmatrix} \quad (1)$$

식 (1)은 영상 평면 (x,y) 에 각 픽셀의 밝기 값 (z) 축이 추가된 3차원 곡면을 위치 및 크기 등을 변형하여 새로운 3차원 곡면을 만든다. (x,y,z) 는 도메인 블록의 한 점을 (x',y',z') 은 레인지 블록 상의 대응점을 나타낸다. 이때 a, b, c, d 는 크기 및 회전 변환, e 와 f 는 이동을 나타내는 기하 변환, s 는 contrast scaling, 그리고 offset o 는 레인지 블록과 도메인 블록간의 평균 화소 값의 차이를 나타낸다.

IFS를 구성하는 아핀 변환(Affine transformation)은 고정 점을 갖기 위해서 식 (2)을 만족하는 축소 변환(Contractive transform)이어야 한다. 즉, 아핀 변환 W 가 축소 변환이면 초기 영상에 관계없이 항상 같은 영상으로 수렴한다.

$$\begin{aligned} d(WA), W(B) &\leq r \cdot d(A, B) \\ \forall A, B \in U, \quad 0 &\leq r < 1 \end{aligned} \quad (2)$$

U 는 완전 축소 공간(Complete Metric Space)으로 도메인 블록 이나 레인지 블록의 영상을 의미하며, d 는 두 영상간의 차이를 평가하는 축소(metric)이고, r 은 변환 W 의 수축도(contractivity)를 나타낸다.

일반적인 프랙탈 압축 알고리즘은 먼저 일반 영상을 일정 크기의 레인지 블록으로 분할하고, 각 레인지 블록에 대해 식 (2)를 만족하는 도메인 블록을 찾아 두 블록간의 변환 함수(행렬)를 구하는 것으로 되어 있다. 레인지 블록은 영상을 $m \times m$ 크기로 겹치지 않게 분할한 것으로 일반적으로 $m=8$ 인 경우를 사용한다. 도메인 블록은 $2m \times 2m$ 크기로 겹침을 허용하면서 만들어 낸다. 따라서 도메인 블록의 수는 영상의 해상도에 비례한다.

레인지 영역과 도메인 영역이 설정되면 레인지 블록과 가장 유사한 도메인 블록을 도메인 영역 내에서 탐

색한다. 도메인 영역의 탐색은 각각의 도메인 블록에 식 (1)의 아핀 변환 행렬을 적용한 후 레인지 블록과 최소의 MSE(mean square error)를 갖는 도메인 블록을 선택하게 된다. 이때 대부분의 프랙탈 영상 압축 알고리즘은 두 블록간의 아핀 변환은 크기 비를 1:2로 고정한 8가지의 등장변환(Isometry)을 주로 사용한다. 이 8가지의 등장 변환은 $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ 로 각도를 제한한 회전 변환과 x 축, y 축, $y=x, y=-x$ 에 대한 반사(reflection)변환이다. 식 (1)의 아핀 변환에서 e 와 f 는 두 블록간의 거리를 나타내고, 변환 계수 s 와 o 는 식 (3)으로 구할 수 있다.

$$s = \frac{[n \sum_{i=0}^n d_i r_i - \sum_{i=0}^n d_i \sum_{i=0}^n r_i]}{[n \sum_{i=0}^n d_i^2 - (\sum_{i=0}^n d_i)^2]} \quad (3)$$

$$o = \frac{1}{n} [\sum_{i=0}^n r_i - s \sum_{i=0}^n d_i]$$

여기서 r_i 와 d_i 는 레인지 블록과 도메인 블록의 각 픽셀 값을 나타낸다. 그리고, 레인지 블록과 변환이 적용된 도메인 블록간의 유사도 측정을 위해서 적용한 MSE 값은 레인지 블록 R 을 구성하는 각 픽셀 값이 r_1, r_2, \dots, r_n 이고, 도메인 블록 D 를 1/2로 축소한 블록 D' 이 d_1, d_2, \dots, d_n 의 픽셀 값을 가질 때 두 블록간의 MSE 값은 식 (4)와 같이 구해진다. 전체 도메인 영역의 탐색으로 MSE 값을 최소로 하는 변환 행렬이 해당 레인지 블록에 대한 프랙탈 코드로 사용된다.

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (s \cdot d_i + o - r_i)^2}{n} \quad (4)$$

3. 레인지 영역의 유사성을 이용한 알고리즘

프랙탈 압축 알고리즘 수행시간의 대부분은 도메인 영역의 탐색에 집중되어 있다. 즉, 레인지 블록 각각에 대해 매번 많은 수의 도메인 블록들을 탐색해야 하므로 부호화 시간이 매우 길다. 그런데, 만일 어떤 두 개의 레인지 블록이 동일한 밝기 모양을 가진다면 두 블록에 대한 도메인 영역의 탐색 결과는 거의 유사할 것이다. 다시 말해, 두 개의 레인지 블록 중에 하나의 블록에 대해서는 도메인 영역의 탐색을 하지 않고 다른 하나의 블록에 대한 프랙탈 코드를 같이 사용해도 결과에는 큰 영향을 미치지 않을 것이다. 레인지 블록의 분류로 도메인 탐색의 횟수를 획기적으로 줄일 수 있을 것으로 기대한다.

영상의 프랙탈 부호화 과정 중 불필요한 도메인 탐색

을 제거하기 위해 레인지 블록간의 유사성을 활용한 새로운 알고리즘을 제시한다. 레인지 블록간의 모양 유사도 측정을 통해 전체 레인지 블록을 몇 개의 유사 레인지 블록 그룹으로 분류한 후, 각 그룹의 대표 레인지 블록에 대해서만 도메인 탐색을 실시하는 방법이다. 이 알고리즘은 다음과 같은 3단계로 구성된다.

- 단계1. 전체 레인지 블록들의 유사도 측정 및 유사 레인지 블록 그룹 생성
- 단계2. 각 그룹의 대표 블록에 대한 도메인 탐색
- 단계3. 각 그룹의 나머지 레인지 블록에 대한 프랙탈 코드 생성

유사도를 이용한 레인지 블록의 분류

입력 영상은 $m \times m$ 픽셀 크기로 겹치지 않게 분할한 레인지 블록들을 생성한다. 이때 m 값은 일반적으로 8의 값을 주로 사용한다. 분할된 모든 레인지 블록은 각 픽셀의 밝기 값을 고려하여 몇 개의 유사 그룹으로 분류된다. 각 그룹에는 도메인 탐색을 필요로 하는 1개의 대표 블록이 존재한다. 각 레인지 블록은 대표 레인지 블록들과만 비교되어 그룹화 된다.

유사 그룹 분류는 각 레인지 블록에 대해 각 그룹의 대표 블록과의 차이를 이용한다. 레인지 블록들을 유사 그룹으로 분류하기 위해 첫 번째 레인지 블록 r_1 을 유사 그룹 G_1 의 원소로 하고, 이 블록을 G_1 그룹의 대표 블록 R_1 으로 정한다. 임의의 레인지 블록 r_i ($1 < i \leq (N/8)^2$)는 자신이 속할 유사 그룹을 찾기 위해서 레인지 블록 r_{i-1} 까지의 분류 과정에서 생성된 k 개의 유사 그룹의 대표 블록들과 비교한다. 즉, r_i 와 각 대표 블록에 기존의 압축 방법에 사용되었던 8개의 아핀 변환을 적용시킨 결과인 변환 블록과의 MSE 값을 계산해서 MSE 값이 가장 작은 대표 블록 R_{min} 을 찾는다.

$$R_{min} = \min_k [MSE(R_k, \{r_i\})] \quad (5)$$

최소 MSE 값이 미리 정의된 문턱치(Threshold)보다 작으면 레인지 블록 r_i 는 R_{min} 이 속한 그룹에 포함된다. 이때, 적용된 아핀 변환의 계수 값을 레인지 블록 r_i 의 초기 프랙탈 코드로 기록해 둔다. 만일 최소 MSE 값이 문턱치 보다 클 경우에는 r_i 가 속하는 유사 그룹이 없기 때문에 새로운 유사 그룹 G_{k+1} 을 생성하고 레인지 블록 r_i 를 유사 그룹 G_{k+1} 의 대표 블록 R_{k+1} 로 가정한다. 이러한 과정을 모든 레인지 블록에 적용시킴으로써 전체 레인지 영역을 몇 개의 유사 그룹들로 분류하게 된다.

대표 레인지 블록의 도메인 탐색

전체 레인지 영역의 유사 그룹으로의 분류가 끝나면

각 그룹의 대표 블록들에 대해서만 전체 도메인 블록과의 탐색을 수행하게 된다. 도메인 블록은 16×16 픽셀 크기로 검침을 허용하면서 분할한다. 도메인 블록들은 서브 샘플링을 통해 레인지 블록과 같은 크기로 축소시킨다. 그리고 구현을 간단히 하기 위해 기존의 방법에서 사용된 것과 같이 contrast scale 값인 계수 s를 0과 1 사이의 임의의 수 3/4로 고정시켜 둔다[10]. 마지막으로 평균 화소 값의 차이를 나타내는 계수 o는 다음 식과 같이 구할 수 있다.

$$o = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=0}^n r_i - \frac{3}{4} \sum_{i=0}^n a_i \right] \quad (6)$$

대표 블록 R_i 의 프랙탈 코드 생성을 위한 도메인 영역 탐색 과정은 기존의 프랙탈 압축 방법과 유사하다. 도메인 블록에 8가지 등장 변환(Isometry)을 적용시킨 각각의 변환 블록들과 대표 블록과의 MSE 값을 계산해서 최소가 되는 도메인 블록을 찾은 후, 그 도메인 블록의 도메인 영역 내에서의 위치와 적용된 등장 변환 정보(symmetry), 그리고 offset 값이 대표 블록 R_i 의 프랙탈 코드가 된다.

대표 블록의 변환 값에서 각 레인지 블록의 변환 값 계산

위와 같은 방법으로 대표 블록에 대한 프랙탈 코드가 생성되면 이것을 이용해서 그 그룹에 속한 나머지 레인지 블록들에 대한 프랙탈 코드를 생성하게 된다. 임의의 레인지 블록들에 대응되는 도메인 블록은 대표 레인지 블록의 탐색 과정에서 획득한 것과 같으므로 도메인 블록의 위치는 같고, symmetry는 유사 그룹의 분류 과정에서 기록해 둔 초기 프랙탈 코드의 symmetry와 대표 블록의 symmetry의 행렬 곱으로 구할 수 있다. 아래의 표 1에 행렬 곱셈을 수행한 결과 symmetry 정보가 나와 있다. 그리고 offset 정보는 초기 프랙탈 코드의 offset과 대표 블록의 offset을 더함으로써 구할 수 있다.

$$offset(r_i) = offset(r_i, R_m) + offset(R_m) \quad (7)$$

이와 같이 본 논문에서 제안하는 방법은 유사 레인지 블록 그룹의 대표 블록을 제외한 나머지 레인지 블록에 대해서는 도메인 블록의 비교 탐색을 하지 않고 간단한 계산만으로 프랙탈 코드를 생성할 수 있으므로 그만큼의 부호화 시간을 줄일 수 있다. 표 1에서 I는 레인지 블록 r_i 와 R_m 간의 symmetry를 G는 대표 블록 R_m 과 도메인 블록 D_k 간의 symmetry를 나타내며 두 결과를 곱함으로써 레인지 블록 r_i 와 도메인 블록 D_k 간의

symmetry R 이 구해진다.

표 1 레인지 블록과 도메인 블록간의 변환행렬 매핑

I	G	R	I	G	R	I	G	R	I	G	R	I	G	R	I	G	R
0	0	0	1	0	1	2	0	2	3	0	3	4	0	4	5	0	5
0	1	1	1	1	0	2	1	3	3	1	2	4	1	5	5	1	4
0	2	2	1	2	3	2	2	0	3	2	1	4	2	6	5	2	7
0	3	3	1	3	2	2	3	1	3	3	0	4	3	7	5	3	6
0	4	4	1	4	6	2	4	5	3	4	7	4	4	0	5	4	2
0	5	5	1	5	7	2	5	4	3	5	6	4	5	1	5	5	3
0	6	6	1	6	4	2	6	7	3	6	5	4	6	2	5	6	0
0	7	7	1	7	5	2	7	6	3	7	4	4	7	3	5	7	1
6	0	6	7	0	6	7	0	6	7	0	6	7	0	6	7	0	6
7	0	7	1	7	1	2	7	1	2	3	7	1	2	3	4	7	1
2	0	2	1	2	1	2	0	2	1	2	0	2	1	2	0	2	1
3	0	3	1	3	1	3	0	3	1	3	0	3	1	3	0	3	1
4	0	4	1	4	1	4	0	4	1	4	0	4	1	4	0	4	1
5	0	5	1	5	1	5	0	5	1	5	0	5	1	5	0	5	1
6	0	6	1	6	1	6	0	6	1	6	0	6	1	6	0	6	1
7	0	7	1	7	1	7	0	7	1	7	0	7	1	7	0	7	1

4. 실험 및 결과

본 논문에서는 제안 방법의 효율성을 이론적인 측면과 실제적인 영상을 활용한 측면으로 나누어 실험 결과를 보여주고 있다.

4.1 도메인 탐색 횟수의 분석

입력 영상이 $N \times N$ 픽셀 크기이고, 레인지 블록이 $m \times m$, 도메인 블록이 $2m \times 2m$ 크기라고 하면 전체 레인지 블록 수는 $(N/m)^2$, 그리고 도메인 블록의 수는 $(N-2m+1)^2$ 이 된다. 탐색 영역의 제한 없이 전 도메인 영역의 탐색을 실시해 레인지 블록에 대한 프랙탈 코드를 생성한다면 하나의 레인지 블록에 대한 프랙탈 코드 생성을 위해 필요한 도메인 블록과의 비교 횟수는 전체 도메인 블록 수인 $(N-2m+1)^2$ 가 되며, 전체 영상의 압축에는 $\left(\frac{N}{m}\right)^2 \times (N-2m+1)^2$ 번의 블록간 비교가 필요하다. 유사 그룹의 분류를 위한 레인지 블록간의 비교 횟수는 분류되는 유사 그룹의 수에 따라 다르겠지만 최악의 경우 같은 그룹에 속하는 레인지 블록이 하나도 없다고 가정했을 때 $0+1+2+\dots+\left(\left(\frac{N}{m}\right)^2-1\right)$ 로 $\frac{N^4-m^2N^2}{2m^4}$ 이 된다. 그래서 유사 그룹의 분류에 필요한 비교 횟수와 도메인 영역 탐색에 대한 비교 횟수에 대한 비는 약 $\frac{N^3-m^2N}{2m^4N-8m^5}$ 이다. 즉, 같은 그룹에 속하는 레인지 블록의 수가 $\frac{N^3-m^2N}{2m^4N-8m^5}$ 만 되면 유사 그룹 분류로 인한 오버헤드가 없음을 알 수 있다. 전체 레인지 블록 수와 비교해 보면 $\frac{N-m^2}{2m^2(N-4m)}$ 정도이다. 입력 영상의 픽셀 크기가 256×256 이고, 레인지 블록이 4×4 , 도메인 블록이 8×8 픽셀 크기를 가질 경우에는 같은 그룹으로 분류되는 레인지 블록의 수가 전체 레인지 블

록 수의 약 4%정도인 136 블록만 되면 오버헤드가 없다.

4.2 실험을 통한 결과

본 논문에서 제안한 알고리즘의 효율성을 측정하기 위해 고정 크기의 블록의 사용과 모든 도메인 블록을 탐색하는 Michael F. Barnsley의 "Fractal Image Compression"에서 제안된 전형적인 압축 방법을 사용하여 그림 1(a)와 그림 2(a)의 256×256 크기인 Lenna 영상과 Bird 영상을 대상으로 실험하였다. 두 입력 영상에 대한 실험 결과가 표 2와 표 3에 주어졌다. 실험에서 레인지 블록의 크기는 4×4로, 도메인 블록의 크기는 8×8로 설정하였다.

두 블록간의 MSE 값과 threshold를 비교하여 레인지 블록간의 유사성을 측정하였다. Threshold 값은 유사 그룹에 속하는 레인지 블록들과 대표 블록간의 제곱차(square error) 값의 최대 허용치이다. 그러므로 threshold 값이 작을 수록 유사 그룹 내의 레인지 블록간의 영상의 유사성이 높음을 의미한다. 실험에서 threshold 값이 50이라는 것은 두 블록간의 각 픽셀 당 밝기 차이가 약 1.8 이내임을 의미한다. 실험 조건에서 threshold 값이 0인 항목은 유사 그룹내의 모든 레인지 블록은 완전히 일치함을 의미하므로 각 레인지 블록의 유사성을 고려하지 않은 기존의 방법을 나타낸다. 코드 재 사용 항목은 직접 도메인 블록의 탐색을 수행하지 않고 유사 그룹의 대표 블록의 프랙탈 코드와 유사 그룹 분류 시에 생성된 초기 프랙탈 코드를 이용해서 최종 코드를 생성한 레인지 블록들의 비율을 나타낸다. 즉, 도메인 탐색을 하지 않은 레인지 블록의 비율을 나타낸다. 실험 결과에서 threshold 값이 0인 레인지 블록간의 유사성을 고려하지 않은 기존의 방법보다는 제안된 방법이 코드 재 사용율을 높여서 부호화 시간이 단축되었음을 알 수 있다.

Lenna와 Bird 영상에서 threshold 값을 50으로 했을 때 코드 재 사용율이 각각 48.12%와 65.94%로 나타났다. Threshold 값을 크게 할 수록 유사 그룹 내의 블록들간의 MSE 값의 허용치가 커지므로 코드

재 사용율이 증가함을 알 수 있다. 코드 재 사용율이 증가하면 도메인 탐색을 하지 않는 레인지 블록이 많아지므로 부호화 시간은 그만큼 단축된다.

기존의 방법과 제안된 방법으로 생성한 프랙탈 코드를 복원한 결과 영상이 그림 1(b)~(f) 와 그림 2(b)~(f)에 제시되어 있다. 기존의 알고리즘들에서는 부호화 시간의 단축에 따른 복원 품질 저하가 발생하나 제안된 알고리즘은 결과에 거의 영향을 주지 않는 불필요한 도



그림 1 lena 영상에 대한 압축 복원 결과

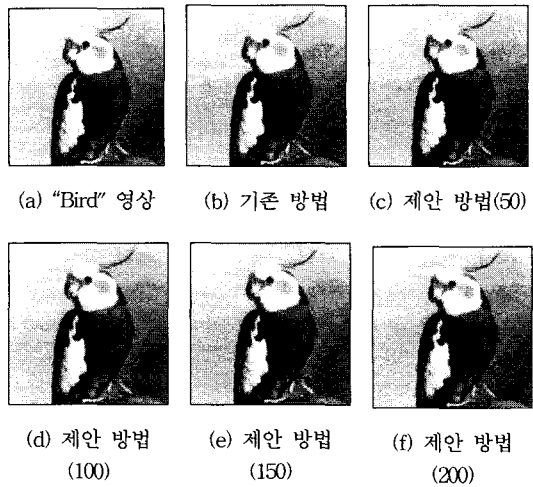


그림 2 bird 영상에 대한 압축 복원 결과

표 2 Lenna 영상에 대한 실험 결과

	Threshold	유사 그룹수	코드 재 사용율[%]	PSNR [dB]	유사 그룹 분류시간[sec]	압축시간 [sec]
기존 방법	0	-	0.00	33.31	0	879
제안 방법	50	2125	48.12	33.19	56	552
	100	1730	57.76	33.10	46	416
	150	1507	63.21	32.99	39	362
	200	1351	67.02	32.92	35	325

표 3 Bird 영상에 대한 실험 결과

	Threshold	유사 그룹수	코드 재 사용율 [%]	PSNR [dB]	유사그룹 분류시간[sec]	압축시간 [sec]
기존 방법	0	-	0.00	36.91	0	879
제안 방법	50	1395	65.94	36.68	33	333
	100	1023	75.02	36.37	24	243
	150	823	79.91	36.25	19	196
	200	702	82.86	36.11	16	168

도메인 블록의 탐색을 제거할 뿐, 탐색 영역의 제한을 가하지 않기 때문에 부호화 시간이 62%와 80%정도로 단축되었을 경우에도 PSNR 값에서 보듯이 복원 품질의 저하는 거의 일어나지 않았다.

5. 결론

본 논문에서는 레인지 블록간의 영상의 유사성을 이용해서 프랙탈 압축의 부호화 시간을 단축시키는 알고리즘을 제안하였다. 전체 레인지 영역을 유사 레인지 그룹으로 분류하고 각 그룹에 대한 대표 블록에 대해서만 도메인 영역의 탐색을 실시하고 나머지 레인지 블록들은 대표 블록의 코드를 이용해서 프랙탈 코드를 생성함으로써 부호화 시간을 단축시킨다.

제안된 방법은 Lenna와 Bird 영상을 대상으로 실험한 결과 레인지 블록간의 유사성이 표 3과 표 4에 나타난 바와 같이 많은 부분에 상존 함을 알 수 있었다. 또한 레인지 블록간의 유사성을 결정하는 최도인 threshold 값이 약 100 이상일 경우에는 레인지 블록의 그룹 수의 변화량이 상대적으로 적은 편으로 나타났다. 또한 영상 압축에 소요되는 시간도 유사 그룹 수에 비례하여 현저하게 감소함을 알 수 있었다. 부호화 시간을 줄이기 위한 기존의 방법들에서 부호화 시간 단축으로 인한 눈에 띄는 복원 품질의 저하가 나타나는 데 제안된 알고리즘은 부호화 시간이 절반 이상 단축되어도 복원 품질의 저하가 거의 없었다. 본 논문에서 제안한 방법론은 기존의 프랙탈 압축 알고리즘에서 전처리 단계로 실행이 가능하기 때문에 다른 알고리즘의 효율성을 크게 높이는 결과를 얻게 될 것이다.

참 고 문 헌

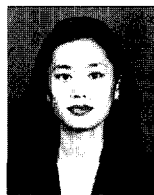
[1] A.E. Jacquin. "Image Coding Based on a Fractal Theory of Iterated Contractive Image Transformations" IEEE Trans. on Image Processing Vol.1,

No.1, pp.18-30, January, 1992.
 [2] D.M. Monro and F. Dudbridge. "Fractal approximation of image block," Proc. ICASSP, pp.485-488, 1992
 [3] Y. Fisher. "Fractal Image Compression" SIGGRAPH 92,' Course Notes.
 [4] Kai Uwe Barthel. "A New Image Coding Technique Unifying Fractal and Transform Coding". in ICIP'94. pp 13-16, Nov., 1994.
 [5] Behnam Bani-Eqbal. "Speeding up Fractal Image Compression," Proceedings ICIP-94, Vol.3, pp.112-116, 1994.
 [6] B.E. Wohlberg and G. de Jager. "On the reduction of Fractal Image Compression encoding time" COMSISG '94 pp.158-161, oct. 1994.
 [7] Dietmar Saupe. "Fractal Image Compression via Nearest Neighbor Search" in Conf. Proc. NATO ASI Fractal Image Encoding and Analysis, Trondheim, 1996.
 [8] John Kominek. "Algorithm for Fast Fractal Image Compression," Proc. SPIE, Vol.2419, pp.296 -305, 1995
 [9] O.C. Au, M.L. Lion and L.K. Ma. "Fast Fractal Encoding in Frequency Domain" IEEE Trans. on Image Processing, Vol.7, pp.298-301, 1997.
 [10] M.F. Barnsley, "Fractal Image Compression" Wellesley, Messachusetts, 1993.



김 영 봉

1987년 서울대학교 계산통계학과(학사).
 1989년 한국과학기술원 전산학과(석사).
 1994년 한국과학기술원 전산학과(박사).
 1994년 3월 ~ 1995년 2월 삼성전자 정보기술연구소 선임연구원. 1995년 3월 ~ 현재 부경대학교 컴퓨터멀티미디어공학부 조교수로 재직중. 관심분야는 컴퓨터그래픽스, 컴퓨터 애니메이션, 영상신호처리임.



이 윤 정

1995년 부경대학교 전자계산학과(학사).
 1995년 ~ 1997년 대흥전자 부설연구소 S/W 설계팀 연구원. 1999년 부경대학교 전산정보학과(석사). 현재 부경대학교 컴퓨터멀티미디어공학부 시간강사. 관심분야는 컴퓨터 그래픽스, 영상 압축 및 VR

등