

탐색영역 제한에 의한 정의역 최소화 기법을 이용한 고속 프랙탈 영상복원

A Fast Fractal Image Decoding Using the Minimizing Method of Domain Region by the Limitation of Searching Regions

정 태일*, 강 경원*, 문 광석*, 권 기룡**, 김 문수*

Tae-II Jeong*, Kyung-Won Kang*, Kwang-Seok Moon*
Ki-Ryong Kwon**, Moon-Su Kim*

요 약

기존의 프랙탈 영상복원은 모든 치역 블록에 대해 반복축소변환을 수행하므로 복원시 많은 계산량이 요구되었다. 이를 개선하기 위해 각 치역 블록마다 반복축소변환이 필요한 영역과 필요하지 않은 영역으로 구분하는 방법이 제시된 바 있다. 반복축소변환이 필요 없는 영역을 데이터 의존영역이라 하고, 데이터 의존영역이 확장될수록 반복축소변환 영역은 줄어든다. 그래서 본 논문에서는 정의역 블록의 탐색 영역을 치역과 비슷한 영역으로 제한하여, 정의역 블록이 더 많이 중복되도록 부호화하여 데이터 의존영역을 최대화 즉, 반복축소변환 영역을 최소화한다. 반복축소변환 영역이 최소가 되는 정의역을 정의역 최소화 기법으로 정의한다. 그래서 정의역 최소화 기법을 이용하여 프랙탈 영상 복원시 화질에 거의 영향을 미치지 않고, 반복축소변환에 필요한 계산량을 감소시켜 고속 복원이 가능하다.

Abstract

The conventional fractal decoding was required a vast amount computational complexity, since every range blocks was implemented to IFS(iterated function system). In order to improve this, it has been suggested that each range block was classified to iterated and non-iterated regions. Non-iterated regions is called data dependency region, and if data dependency region extended, IFS regions are contractive. In this paper, a searched region of the domain is limited to the range regions that is similar with the domain blocks, and the domain region is more overlapped. As a result, data dependency region has maximum region, that is IFS regions can be minimum region. The minimizing method of domain region is defined to minimum domain(MD) which is minimum IFS region. Using the minimizing method of domain region, there is not influence PSNR(peak signal-to-noise ratio). And it can be performed a fast decoding by reducing the computational complexity for IFS in fractal image decoding.

Keywords : 프랙탈 영상압축, 데이터 의존성, 탐색영역 제한, 정의역 최소화 기법

I. 서 론

멀티미디어 환경에서 영상정보는 정보전달 효과가 크다. 이러한 영상을 디지털 형태로 표현하기 위해서는 많은 양의 데이터가 필요하다. 그러므로 디지털 영상을 저장하거나 전송하기 위해서 데이터 압축은 필수적이다. 영상 데

이터의 압축방법은 각 화소간의 상관 관계를 줄이는 예측 부호화 방법과 공간 영역에서의 높은 상관 관계를 주파수 영역으로 변환하여 압축하는 변환 부호화 방법들이 있다 [1].

프랙탈 기하학은 자연 물체에 존재하는 자기 유사성 (self similarity)을 이용하여 자연 물체를 표현하기에 적합하다^[2]. 자기 유사성이란 물체의 임의의 한 부분이 다른

한 부분과 서로 유사하게 생긴 특성을 의미한다.

Barnsley^[3]는 자기 유사성에 기인하는 간단한 규칙에 의하여 복잡한 프랙탈 구조를 생성한다. 또한 영상 데이터를 반복축소변환으로 표현함으로써 데이터 양을 줄이는 프랙탈 영상 압축의 이론적 기반을 처음으로 제시하였다. 이를 이용하면 높은 압축율을 구현할 수 있으며, 임의의 영상에 대한 반복축소변환을 찾는 일은 직관적으로 수행되었다. Barnsley의 이론을 기반으로 하여 Jacquin^[4]은 입력영상을 에지(edge), 중간(middle), 평탄(shade) 영역별로 구분하여, 정의역 탐색영역을 해당영역으로 제한함으로써 부호화 과정을 개선하였고, Fisher^[5]는 영상의 화질에 따라 지역 블록을 분할하는 quad-tree 방식을 제안하였다.

화상전환 서비스, VOD(video on demand), CD-ROM 등과 같이 주로 영상 데이터의 재생만이 요구되는 경우에는 수신측에서 빠른 영상복원이 요구된다. 그래서 Oien^[6]과 Lepsoy^[7] 등은 내적 공간 접근 방법을 이용한 반복 적용이 필요 없는 복원 알고리즘을 제안하여 복원 시간을 단축하였다. 그러나 이 방법들은 지역 블록의 크기를 8×8 이하로 제한하므로, 화소값이 부드럽게 변하는 영역을 효율적으로 부호화하지 못하는 단점을 갖는다. 또 Hamzaoui^[8]는 참조된 정의역 블록의 횡수를 기초로 복원 순서를 갖는 고속 복원방법을 제안하였다. 복원속도를 더욱 향상시키기 위해 류^[9] 등은 프랙탈 코드 정보로부터 복원하고자 하는 지역에 참조된 정의역과 참조되지 않은 정의역으로 구분하여, 한번 반복하는데 소요되는 계산량을 감소시키는 데이터 의존성을 이용한 고속 복원 알고리즘을 제안하였다. 데이터 의존성 알고리즘은 복원하고자 하는 지역에 참조된 정의역은 반복축소변환이 필요한 영역이고, 참조되지 않은 정의역은 데이터 의존영역으로서 반복축소변환이 필요 없는 영역이다.

본 논문에서는 프랙탈 영상 복원시 사용되는 정의역이 최소가 되는 정의역 최소화 기법을 이용한 고속 프랙탈 영상 복원을 제안한다. 반복축소변환이 필요한 정의역 영역이 감소할수록 복원시 계산량은 감소하므로, 반복축소변환 영역이 최소가 되는 것을 최소 정의역으로 하고, 이를 정의역 최소화 기법으로 정의한다. 제안한 방법은 최소 정의역이 만들어지도록 부호화하는 방법과 이 최소 정의역을 이용하여 고속 복원이 가능한 알고리즘을 제안한다. 정의역 최소화 기법은 임의의 지역 블록에 대하여 근사화 오차가 경계치 보다 작으면 $R \times R$ 영역으로 설정하고, 경계치 보다 크면 $R/2 \times R/2$ 영역으로 설정하여 정의역 탐색영역을 제한하는 방법이다^[10]. 그래서 정의역이 더 많이 중복되게 하여 반복축소변환이 필요한 정의역을 최소화한다. 그래서 전체 영상에서 정의역이 차지하는 비율을 감소시켜 복원시 계산량을 감소시킨다. 이 최소 정의역만 복원된다면, 나머지 영역은 반복축소변환 없이 한번의 변환으로서 고속 복원이 가능하다.

II. 프랙탈 영상 압축

1. 일반적인 프랙탈 영상 부호화

프랙탈 영상의 부호화 과정은 부호화 하고자 하는 영상과 동일한 영상을 지역 및 정의역으로 각각 설정한 후 전체와 부분과의 유사성을 잘 반영할 수 있도록 먼저 영상을 분할하여야 한다. 일반적으로 지역 블록은 $R \times R$ 의 크기로 서로 중첩되지 않게 분할하며, 정의역 블록은 $2R \times 2R$ 의 크기로 중첩이 가능하게 분할한다. 이 때 정의역 블록의 크기가 지역 블록의 4배이므로 공간 영역에서의 축소율은 1/4로 결정된다. 하나의 지역 블록에 대한 변환 계수를 구하는 과정은 임의의 정의역 블록에 대해서 계조도 변화량 s 및 밝기 조절값 o 를 구한 후, 각각의 화소들의 오차 E 가 가장 작은 정의역 블록을 찾아, 그때의 정의역 블록에 대한 인덱스 및 s, o 값을 변환 계수로 기록한다. 여기서 계조도 변화량 s , 밝기 조절값 o 를 구하는 과정은 식 (1)과 같이 평균자승오차 E 가 주어지며, $\frac{\partial E}{\partial s} = 0$ 과 $\frac{\partial E}{\partial o} = 0$ 를 만족하는 s, o 를 구한다. 이 식을 정리하면 식 (2),(3)과 같다[5].

$$E = \sum_{k=1}^n (s \cdot d_k + o - r_k)^2 \tag{1}$$

$$s = \frac{\left[n \sum_{k=1}^n d_k r_k - \sum_{k=1}^n d_k \sum_{k=1}^n r_k \right]}{\left[n \sum_{k=1}^n d_k^2 - \left(\sum_{k=1}^n d_k \right)^2 \right]} \tag{2}$$

$$o = \frac{1}{n} \left[\sum_{k=1}^n r_k - s \sum_{k=1}^n d_k \right] \tag{3}$$

여기서 r_k 및 d_k 는 지역 및 정의역 블록 내의 화소값이며, n 은 블록내의 화소들 수이다. 이러한 과정을 매 지역 블록마다 모든 정의역 블록에 대하여 수행한 다음, 오차가 가장 작은 정의역 블록의 인덱스와 그 때의 변환 계수들을 구함으로써 부호화가 이루어진다

2. 일반적인 프랙탈 영상복원

프랙탈 영상의 복원은 복원 영상의 반복축소변환 W 가 주어진 상태에서 임의의 초기 영상을 설정한 후 모든 지역 블록에 대해 주어진 횟수만큼 반복축소변환을 적용함으로써 복원 영상을 얻을 수 있다[5]. 즉 i 번째 지역 블록 R_i 를 복원하는 과정은 반복축소변환 계수에 따라 대응되는 j 번째 정의역 블록 D_j 를 선택하여 공간 축소한 후, 그 정의역 블록의 각 화소값에 계조도 변화량 s 를 곱하고, 밝기 조절값 o 를 더하여 지역 블록의 화소값을 구하는 과정으로 수행된다. 이와 같은 과정을 모든 지역

블럭에 대해 수행한 후 주어진 반복 횟수만큼 반복하면 복원된 영상을 얻을 수 있다.

3. 데이터 의존성을 이용한 고속 복원

프랙탈 부호화 과정에서 만들어진 프랙탈 코드에는 정의역과 치역 매핑 정보, 스케일 값 s , 오프 셋 값 o 등이 저장된다. 여기서 복원하고자 하는 치역 블럭에 참조된 정의역과 참조되지 않은 정의역으로 구분할 수 있다. 류등은 참조되지 않은 정의역 영역을 데이터 의존영역으로 정의하였다. 그래서 참조된 영역은 기존의 방법으로 우선적으로 복원하고, 참조되지 않은 영역의 정의역은 이미 복원된 영역에 존재하므로, 참조되지 않은 정의역 영역은 데이터 의존영역으로서 단 한번만에 복원이 가능하다[9]. 이러한 데이터 의존영역은 중간단계의 반복축소변환 과정에서 제외시키고, 마지막 반복축소변환시 한번만 적용되므로, 한번 반복축소변환 하는데 소요되는 계산량을 감소시켜 고속 복원이 가능하다.

그림 1은 복원과정에서 R1, R2, R5, R6은 임의역 정의역이 2번 참조됨을 나타내고, R3, R4, R7, R8은 또 다른 임의역 정의역이 6번 참조됨을 나타낸다. 그리고 R9, R12, R13, R16은 정의역이 한번도 참조되지 않음을 나타내며, 이 영역은 반복축소변환이 필요 없는 영역으로서 데이터 의존영역에 해당한다.

R1 2	R2 2	R3 6	R4 6
R5 2	R6 2	R7 6	R8 6
R9 0	R10 8	R11 8	R12 0
R13 0	R14 8	R15 8	R16 0

그림 1. 참조된 치역과 참조되지 않은 치역의 구분
Fig. 1. The classification of referenced and non-referenced ranges.

III. 제안한 고속 프랙탈 영상복원

기존의 프랙탈 영상 압축은 부호화시 각 치역 블럭별로 가장 자기 유사성을 가지는 정의역을 주어진 영상의 전 영역에서 찾기 때문에 정의역 영역이 골고루 분포한다. 따라서 본 논문에서는 부호화 과정에서 특별한 화질저하가 없는 범위 내에서 정의역의 선택영역을 제한하여 정의역이 더 많이 중복되도록 한다. 그래서 데이터 의존영역이 최대가 되는 즉, 반복축소변환 영역이 최소가 되는 최소 정의역을 정의역 최소화 기법으로 정의한다. 이러한 정의역 최소화 기법을 이용하여 복원과정에서 반복축소변환에 따른 계산량을 감소시켜 고속 복원이 가능한 프랙탈 영상

복원 알고리즘을 제안한다.

1. 탐색영역 제한에 의한 최소 정의역 생성

프랙탈 복원에 필요한 모든 파라메타들은 부호화 과정에서 만들어진 프랙탈 코드에 저장된다. 부호화 과정에서 정의역의 선택영역을 제한하여 정의역이 더 많이 중복되도록 한다면, 반복축소변환이 최소가 되는 최소 정의역을 구현할 수 있다. 복원과정에서 치역들을 고려할 때, 그림 1과 같이 정의역이 참조된 치역과 참조되지 않은 치역으로 구분할 수 있다. 이러한 치역과 정의역 영역사이의 관계를 식으로 표현하면 식 (4)과 같다^[10].

$$\hat{R} = R(R) + R(D) \tag{4}$$

여기서 \hat{R} 은 복원하고자하는 치역이며, $R(R)$ 은 복원하고자하는 치역에 참조된 정의역으로서 반복축소변환이 필요한 영역이며, $R(D)$ 는 복원하고자 하는 치역에 참조되지 않은 정의역으로서 반복축소변환이 불필요한 데이터 의존영역이다. 최소 정의역은 반복축소변환 영역이 최소가 되는 정의역으로서, 식 (4)에서 참조된 치역 $R(R)$ 영역이 최소($R(D)$ 영역이 최대)가 되는 영역이다. 따라서 제안한 방법은 부호화 할 때 최소 정의역이 생성하도록 부호화 함으로써 복원시 계산량이 더욱 감소하도록 구현한다.

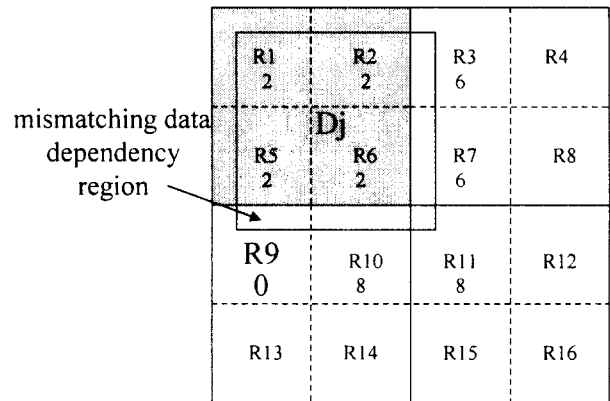


그림 2. 데이터 의존영역의 불일치
Fig. 2. Mismatching of Data dependency region.

최소 정의역이 되는 정의역 최소화 기법은 부호화 할 때 정의역 탐색영역을 치역과 비슷한 영역으로 제한하여, 정의역이 더 많이 중복되도록 하였다. 정의역이 더 많이 중복된다면, $R(D)$ 영역들은 더 많아질 수 있다. 그림 2는 기존의 방법에서처럼 정의역 탐색영역을 제한하지 않았을 때, 치역 블럭 R9는 임의의 정의역 블럭 Dj가 참조되었기 때문에 데이터 의존블럭이 되지 못한다. 만약 부호화 과정에서 정의역 탐색영역을 치역 블럭과 비슷한 영역으로 제한한다면, 정의역 블럭 Dj는 치역 블럭 R1,R2,R3,R4로 매

평되어 치역 블록 R9는 데이터 의존블록이 될 수 있다. 그림 3은 $R(D)$ 영역을 크게 하기 위해, 정의역이 중복되도록 하는 알고리즘을 나타내었다. $R(D)$ 영역을 최대로 하기 위해, 그림 3에서처럼 임의의 치역 블록에 대하여 근사화 오차가 임계치보다 작으면 치역 블록을 16×16 으로 설정하고, 임계치보다 크면 치역 블록을 8×8 로 설정한다. 16×16 블록 영역은 자기 영역 내에 한해서 유사한 영역을 찾더라도 크게 화질 저하를 야기시키지 않기 때문에, 정의역 탐색 영역을 이 영역 내로 제한하여 부호화를 수행한다. 이때 정의역은 16×16 블록 영역내의 32×32 블록이다. 치역과 정의역 블록을 설정한 후, 데이터 의존영역이 생기는지를 체크한다. 이때 만들어진 데이터 의존영역이 그림 3에서 D1영역이다. IFS1 영역은 반복축소변환이 필요한 영역으로서 이 영역이 우선적으로 복원된다면, D1 영역의 정의역은 IFS1영역 내에 있기 때문에 반복축소변환이 필요 없이 마지막 변환시 한번만에 복원이 가능하다.

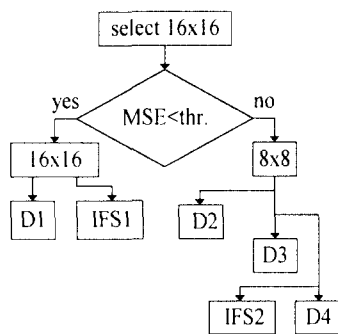


그림 3. 부호화 알고리즘
Fig. 3. Encoding algorithm.

16×16 영역은 8×8 영역에 대해 정의역이 될 수 있으므로, 참조 여부를 조사하여 참조되지 않은 데이터 의존영역 D2 영역이 만들어진다. 나머지 남은 치역에 대한 정의역은 D2 영역이고, 치역과 정의역 사이에 참조 여부를 조사하여 참조되지 않은 데이터 의존영역 D3 영역이 만들어진다. 같은 방법으로 나머지 남은 치역에 대한 정의역은 D3 영역이고, 치역과 정의역 사이에 참조 여부를 조사하여 참조되지 않은 데이터 의존영역 D4 영역이 만들어진다. 마지막으로 남은 8×8 영역은 그 자체 영역내에서 정의역과 치역을 구성하고, 데이터 의존영역이 발생하는지를 체크하여 데이터 의존영역 D4가 만들어진다. 이렇게 분할된 치역 영역들은 그림 4와 같다.

그림 5는 그림 3의 $R \times R$ 치역에 대한 정의역을 $2R \times 2R$ 로 정의역 탐색영역을 제한하여 D1영역이 생성되는 과정을 512×512 Lena 영상에 적용하여 설명하였다. 그림 5(a)의 영상에서 큰 블록이 $R \times R$ 치역이며, 나머지는 $R/2 \times R/2$ 치역이다. $R \times R$ 치역에 대한 정의역은 그림 5(b)의 $2R \times 2R$ 정의역이다. 즉, $R \times R$ 치역을 부호화

할 때 전체 영상을 탐색하는 것이 아니라, $2R \times 2R$ 정의역 영역에 대해서만 탐색한다. 이때 치역과 정의역은 근사화 오차내의 영역들이므로 정의역은 더 많이 중첩되거나 중복될 수 있다. 그림 5(b)의 영상에서 작은 블록이 $R \times R$ 치역에 대한 정의역을 $2R \times 2R$ 영역으로 제한함으로써 발생하는 그림 3,4에서의 D1영역이다.

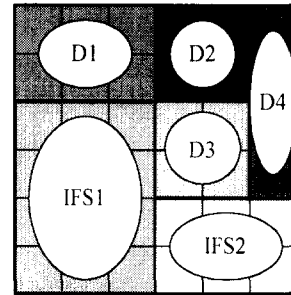


그림 4. 제안한 방법에 의해 분할된 치역
Fig. 4. Partitioned range by the proposed method.

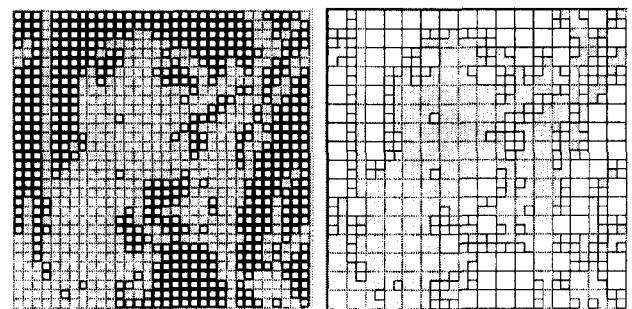


그림 5. D1영역 생성과정 (a) $R \times R$ 치역 (b) $2R \times 2R$ 정의역 및 D1 영역
Fig. 5. Generation of D1 regions (a) $R \times R$ range blocks (b) $2R \times 2R$ domain and D1 regions.

2. 정의역 최소화 기법을 이용한 고속 복원

프랙탈 복원은 부호화시 만들어진 정의역 정보를 바탕으로 치역을 복원하는 것을 의미한다. 제안한 방법은 오직 IFS1, IFS2 영역만이 반복축소변환이 필요한 최소 정의역이 되며, 나머지 영역은 특정한 복원 순서에 의해 복원을 수행하면 특별한 화질 저하 없이 복원이 가능하다. 따라서 제안한 방법은 반복축소변환이 필요한 계산량을 감소시켜 고속 복원을 가능케 한다.

고속 복원을 위해 각 반복축소변환마다 순차복원에 필요한 2비트의 부가 정보가 필요하지만, 반복이 필요한 최소 정의역은 작게 되어, 적은 계산량으로 영상을 복원할 수 있다. 전체적인 복원 과정이 그림 6에 주어졌다.

먼저 반복축소변환이 필요한 IFS1, IFS2 영역을 우선적으로 복원한다. 이 영역들이 복원되었다면, IFS1 영역에

정의역을 둔 D1이 한번만에 복원이 가능하고, IFS2 영역에 정의역을 둔 D4이 한번만에 복원이 가능하다. IFS1과 D1 영역이 복원되었다면, 이 영역에 정의역을 둔 D2 영역이 복원 가능해진다. D2영역까지 복원되었다면, D2 영역에 정의역을 둔 D3영역이 복원 가능하다. 이처럼 D1, D2, D3, D4영역들은 데이터 의존영역으로서 마지막 반복축소 변환시 한번만에 복원이 가능하다.

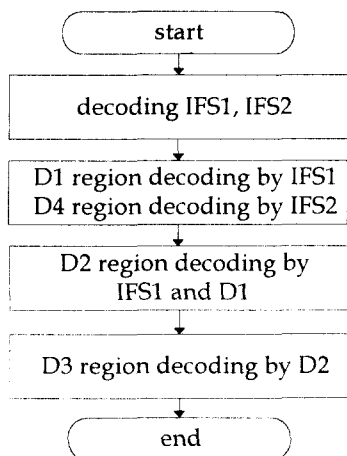


그림 6. 제안한 복원 순서도
Fig. 6. Flow chart of the proposed decoding.

IV. 실험결과 및 고찰

본 논문에서는 512×512 크기의 표준 영상에 대하여 Fisher가 제안한 적응적 quadtree 방식의 프랙탈 영상 부호화 알고리즘을 기반으로 실험하였다. 기존의 방법은 트리의 최대 깊이를 6, 최소깊이를 5로 하여, 지역 블록을 16×16, 8×8 크기로 가변 되게 하였으며, 그때의 분할 임계값은 8로 설정하였다. 그리고 복원 영상의 화질을 나타내기 위한 PSNR(peak signal-to-noise ratio)은 식 (5)에 의해 구하였다. 식 (5)에서 $f(x, y)$ 및 $\hat{f}(x, y)$ 는 각각 원 영상의 화소 및 복원 영상의 화소를 나타내며, N^2 는 각 영상 내의 총 화소수이다.

$$PSNR = 10 \log_{10} \left[\frac{255^2}{MSE} \right] \quad (5)$$

$$MSE = \frac{1}{N^2} \sum_{y=1}^N \sum_{x=1}^N [f(x, y) - \hat{f}(x, y)]^2.$$

임계치가 8일 때, 기존의 방법과 제안한 방법의 최소 정의역 영역 비교를 그림 7에 나타내었다. 여기서 기존의 방법은 Fisher의 quadtree 기법으로 부호화한 후 데이터 의존성 알고리즘으로 복원한 방법이고, 제안한 방법은 부호화 과정에서 반복축소변환이 필요한 정의역이 최소화 되는 정의역 최소화 기법을 이용하여 부호화 한 후, 순차

적으로 복원을 하는 방법이다. 제안한 방법의 최소 정의역은 전체영상에서 58.6%, 기존의 방법은 78%로서 최소 정의역이 19.4% 감소하였다. 이렇게 반복축소변환이 필요한 최소 정의역들이 감소할수록 복원에 필요한 계산량이 감소되어 고속 복원이 가능하다.



(a) MD region(58.6%) (b) MD region(78%)
그림 7. 최소 정의역 비교 (a)제안한 방법 (b)기존의 방법
Fig. 7. Comparison of minimum domain(MD) region
(a)proposed method (b)conventional method.

표 1. 임계치에 따른 최소 정의역과 PSNR
Table 1. Minimum domain and PSNR for threshold.

threshold	MD region(%)	PSNR(dB)
3	13.1	27.52
4	30.7	27.57
5	45.6	27.59
6	51.7	27.59
7	55.0	27.57
8	58.6	27.62

표 1은 임계치의 변화에 따른 최소 정의역 생성율과 PSNR 비교를 나타내었다. 임계치가 3일 때, 제안한 방법의 최소 정의역 생성율과 PSNR은 각각 13.1% 27.52(dB)였으며, 임계치가 8일 때는 최소 정의역 생성율과 PSNR은 각각 58.6% 27.62(dB)였다. 이는 그림 3에서 임계치가 작을수록 정의역 블록은 지역 블록과 비슷한 정의역 블록을 선택하게 되고, 화질에는 크게 영향을 미치지 않고 정의역은 더 많이 중복될 수 있다는 것을 나타낸다.

표2는 임계치가 3일 때, 다른 표준영상에 대해 제안한 방법과 기존의 방법의 PSNR과 최소 정의역 생성율을 비교하였다. 표 2에서와 같이 기존의 방법과 비교했을 때 화질감소는 거의 무시할 수 있지만, 최소 정의역은 Lena 영상에서 제안한 방법은 13.1%, 기존의 방법은 87.2%로서 74.1%로 감소하였다. Barbara 영상에서 46.9%, Eltoro Airport 영상에서 59.6%, Boat 영상에서 44.4% 감소하였다.

표 2. 다른 영상에 대한 PSNR과 최소 정의역 비교
Table 2. Comparison of PSNR and MD region for other image.

image	PSNR(dB)		MD region(%)	
	proposed	conventional	proposed	conventional
Lena	27.52	29.18	13.1	87.2
Barbara	24.21	24.56	30.0	76.9
Eltoro Airfield	22.17	22.59	17.2	76.8
Boat	28.18	29.15	42.7	87.1

그림 8은 임계치가 3일 때, 제안한 방법과 기존의 방법에 대한 반복횟수에 따른 누적된 곱셈 계산량 비교를 나타내었다. 4회 반복했을 때, 기존의 방법과 제안한 방법들은 거의 수렴하였으며, 이때 제안한 방법의 누적 곱셈 계산량은 730,112회, 기존의 방법은 1,756,160회로서 58% 계산량이 감소하였다.

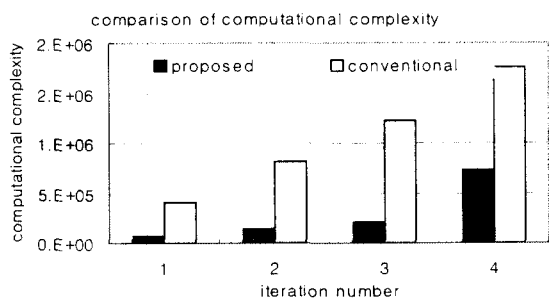


그림 8. 곱셈 계산량 비교

Fig. 8. Comparison of the computational complexity.

V. 결 론

기존의 프랙탈 영상 압축은 부호화시 각 지역 블록별로 가장 자기 유사성을 가지는 정의역을 주어진 영상의 전 영역에서 찾기 때문에 정의역 영역이 골고루 분포한다. 따라서 본 논문에서는 부호화 과정에서 특별한 화질저하가 없는 범위 내에서 정의역의 선택영역을 제한하였다. 그 결과 반복축소변환에 필요한 정의역들이 최소가 되도록 하는 정의역 최소화 기법을 이용하여, 반복축소변환이 필요한 정의역을 감소시켰다. 그래서 프랙탈 영상 복원과정에서 계산량을 감소시켜 고속 복원이 가능한 알고리즘을 제안하였다.

실험결과 제안한 방법은 기존의 방법과 비교하였을 때 임계치가 8일 경우, Lena 영상에서 최소 정의역이 19.4% 감소하였다. 4회 반복했을 때, 제안한 방법과 기존의 방법의 누적 곱셈 계산량은 각각 730,112회, 1,756,160회로서 58% 계산량이 감소하였다. 또, 임계치가 3일 때, 최소 정의역은 Lena 영상에서 74.1%, Barbara 영상에서 46.9%,

Eltoro Airport 영상에서 59.6%, Boat 영상에서 44.4% 감소하였다. 그리고 임계치가 작을수록 정의역 블럭은 더 많이 중복되어 최소 정의역이 감소하였다.

접수일자 : 2001. 1. 18 수정완료 : 2001. 4. 2

이 논문은 1997년도 부경대학교 연구년 연구결과임

참 고 문 헌

- [1] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, "Digital Image Processing," Addison-Wesley Publishing Company, Sep. 1993.
- [2] M. F. Barnsley, "Fractal Everywhere," Academic Press, San Diego, 1988.
- [3] M. F. Barnsley, "Application of recurrent iterated function system to images," *SPIE Visual Communications and Image Processing*, pp. 122-131, 1988.
- [4] A. Jacquin, "Image coding based on a fractal theory of iterated contractive image transformations," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 1, no. 1, pp. 18-30, Jan. 1992.
- [5] Y. Fisher, *Fractal image compression: theory and application*, Springer-Verlag, New York, pp. 1995.
- [6] G. E. Øien, S. Lepsoy, and T. A. Ramstad, "An inner product space approach to image coding by contractive transformations," *Proc. of ICASSP '91*, pp. 2773-2776, 1991.
- [7] S. Lepsoy, G. E. Øien, and T. A. Ramstad, "Attractor image compression with a fast non-iterative algorithm," *Proc. of ICASSP '93*, vol. 5, pp. 337-340, 1993.
- [8] Hamzaoui, "Fast decoding algorithms for fractal image compression," *Technical Report'86*, Institut für Informatik, University of Freiburg, Mar. 1997.
- [9] 류권열, 정태일, 강경원, 권기룡, 문광석, "프랙탈 영상에서 데이터 의존성을 이용한 고속 복호화 알고리즘," *한국통신학회 논문지*, vol. 22, no. 10, pp. 2091-2101, Oct. 1997.
- [10] 정태일, 강경원, 권기룡, 문광석, 김문수, "정의역 탐색영역 제한 부호화 알고리즘을 이용한 고속 프랙탈 영상복원," *한국 신호처리 시스템 학회 추계학술대회 논문집* 1권 2호, pp.125-128, Dec. 2000.



정태일(Tae Il Jeong)

準會員

1994 부경대학교 전자공학과 공학사
1997 부경대학교 전자공학과 공학석사
1999 8월 부경대학교 박사과정 수료
2000~현재 동명정보대학교 정보통신과
전임강사(기간제)

관심분야: 영상신호처리, 멀티미디어 통신



권기룡(Ki Ryon Kwon),

正會員

1986 경북대학교 전자공학과 공학사
1990 경북대학교 전자공학과 공학석사
1994 경북대학교 전자공학과 공학박사
1996~현재 부산외국어대학교
전자공학과 조교수

관심분야: 영상신호처리, 적응신호처리, 능동잡음제거 등



강경원(Kyung Won Kang)

準會員

1996 부경대학교 전자공학과 공학사
1998 부경대학교 전자공학과 공학석사
1998년 3월~1999년 8월
미국 Jackson State University 연구원
1998~현재 부경대학교 대학원
박사과정 재학중

관심분야 : 영상신호처리, 멀티미디어 통신



김문수(Kim Moon Soo)

正會員

1963년 전남대학교 공과대학 공학사
1981년 동아대학교 전자공학과
공학석사
1987년 동아대학교 전자공학과
공학박사

현재 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 교수
관심분야: 영상신호처리, 통신시스템, 회로 및 시스템
제어시스템, 지능시스템



문광석(Kwang Seok Moon)

正會員

1979 경북대학교 전자공학과 공학사
1981 경북대학교 전자공학과 공학석사
1989 경북대학교 전자공학과 공학박사
1988 1월~12월 일본 동경대학교
공학부 연구원

1997년 8월~1998년 7월 미국 Jackson State University
객원교수

1990~현재 부경대학교 전자공학과 교수

관심분야: 영상신호처리, 적응신호처리,
멀티미디어 통신 등