

고속 프랙탈 영상 복원을 위한 초기 영상 추정

準會員 文 龍 浩* 正會員 朴 泰 姬*, 白 光 烈*, 金 在 浩*

Estimation of an Initial Image for Fast Fractal Decoding

Yong Ho Moon*, Tae Hee Park*, Kwang-Ryul Baek*, Jae Ho Kim* *Regular Members*

요 약

기존의 프랙탈 복원 방식은 임의의 초기 영상에 대해 수축 변환을 반복 적용함으로써 원 영상을 복원한다. 그러나 이 방식은 설정된 초기 영상에 따라 수렴 속도가 달라지므로 고속 복원에 적합하지 않다. 따라서 고속 복원을 이룰 수 있는 초기 영상이 설정되어야만 한다. 본 논문에서는 여러 가지 복원 방식에 적용가능한 초기 영상 설정 방법을 제안한다. 제안 방식은 압축 데이터만을 이용하여 원 영상에 가까운 초기 영상을 추정하므로 압축률에 영향을 주지 않는다. 모의 실험에서, 제안된 초기 영상은 Babara 영상으로부터 1회 복원된 출력 영상보다 6dB정도 PSNR이 높았고, 계산량 면에서도 96% 정도의 이득이 있었다. 한편 제안된 초기 영상을 다른 복원 방식들에 적용할 경우, 보다 빠른 복원 속도가 기대된다.

ABSTRACT

In fractal decoding procedure, the reconstructed image is obtained by iteratively applying the contractive transform to an arbitrary initial image. But this method is not suitable for the fast decoding because convergence speed depends on the selection of initial image. Therefore, the initial image to achieve fast decoding should be selected.

In this paper, we propose an initial image estimation that can be applied to various decoding methods. The initial image similar to the original image is estimated by using only the compressed data so that the proposed method does not affect the compression ratio. From the simulation, the PSNR of the proposed initial image is 6dB higher than that of once iterated output image of conventional decoding with Babara image. Computations in addition and multiplication are reduced about 96%. On the other hands, if we apply the proposed initial image to other decoding algorithms, the faster convergence speed is expected.

I. 서 론

최근 멀티미디어의 발달에 따라 문자, 음성 및 영상 등의 다양한 정보들을 보다 효율적으로 처리하기 위한 기술 개발의 필요성이 크게 대두되고 있다. 이같은 추세에서 제한된 저장 공간 및 전송로상에서 많은

*부산대학교 전자공학과
論文番號:96371-1127
接受日字:1996年 11月 27日

양의 영상 정보를 효율적으로 압축할 수 있는 영상 압축 기법 개발에 관한 연구는 매우 중요하다. 프랙탈 영상 압축 기법은 영상 내의 자기유사성(self-similarity)[1]을 이용한 새로운 영상 압축 기법으로서 최근 많은 연구가 이루어지고 있다.

디지털 영상에 대하여 Jacquin은 반복함수계(Iterative Function System)를 기반으로 한 프랙탈 영상 압축/복원 알고리즘을 최초로 제안하였다[2]. 그리고 이후 Jacquin의 알고리즘을 개선하기 위한 많은 방식들이 제안되어 왔다. 이러한 개선 방식들은 대부분 프랙탈 영상 압축 방식에 관한 알고리즘들이었다[3-6]. 그러나 오늘날 화상 전화 서비스, 화상 회의, VOD(Video on Demand)등의 Multimedia 시스템과 CD-ROM 저장 시스템, 동영상 압축등에 있어서 고속 복원은 필수적이다. 따라서 CD-ROM 저장 시스템[7], 동영상 압축[8]에 대한 프랙탈 영상 압축 기법의 적용은 고속 복원에 관한 연구를 필요로 한다. 최근에 Wilson은 범용컴퓨터에서 소프트웨어만을 이용한 프랙탈 영상 압축 기법을 제안하였다[9]. Wilson의 연구에서와 같이 소프트웨어로 프랙탈 영상 압축 기법을 구현할 경우, 고속 복원 방식의 개발은 매우 중요한 의미를 지닌다.

지금까지의 영상 복원에 관한 연구로는 Baharav의 고속 복원 알고리즘[10]과 기존의 복원 과정을 변형한 고속 알고리즘[11], 그리고 수렴 척도를 이용한 고속 프랙탈 복원 알고리즘[12]등이 있다. Baharav의 복원 알고리즘과 변형된 고속 복원 방식은 복원 초기에 임의의 영상을 초기 영상으로 설정하여 영상을 복원하였다. 그러나 이 방식들은 설정된 초기 영상에 따라 복원 속도가 달라지는 문제를 지닌다. 일반적으로 원 영상에 가까운 초기 영상이 보다 빠른 복원 속도를 가져오리라는 것은 자명한 사실이다. 따라서 원 영상에 가까운 초기 영상 설정에 관한 연구는 고속 복원을 위하여 매우 중요하다. 수렴 척도를 이용한 고속 복원 알고리즘은 초기 영상을 추정하여 고속 복원을 수행하였다. 그러나, 이 방식은 초기 영상의 일부 영역이 불완전하게 추정되는 문제를 지니고 있어 고속 복원에 제약을 가져온다.

본 논문은 이같은 문제를 이론적으로 분석하여 보다 개선된 추정 방식을 제안한다. 본 논문에서는 압축 데이터로부터 원 영상과 유사한 초기 영상을 추정

하기 위하여 두 단계의 과정을 거친다. 첫 번째 단계에서는 전송된 수축 변환의 기율기 및 오프셋 파라메타를 이용하여 임시 영상을 생성한다. 첫 단계에서 생성된 임시 영상은 거의 모든 영역에서 원 영상과 유사한 밝기값을 지닌다. 그러나 이론적으로 일부 영역에서 큰 추정 오차가 존재할 가능성이 있다. 두 번째 단계는 이같은 문제를 해결하기 위하여 수행된다. 두 번째 단계는 첫 번째 단계에서 생성된 영상에 대하여 기율기 파라메타가 0.5이상인 치역 블록에만 적용된다. 이와 같은 초기 영상 추정은 압축률에 영향을 미치지 않는다. 또한 추정된 초기 영상은 기존 1회 복원 계산량의 4%만으로 얻어지며 1회 복원 영상보다 높은 PSNR을 지닌다. 그리고 추정된 초기 영상을 일반적인 복원 방식에 적용할 경우, 2회 이상의 복원 횟수 감소가 이루어진다.

II. 프랙탈 영상 복원 알고리즘

일상의 자연에 존재하는 불규칙한 현상들은 내부적으로 서로 닮은 꼴을 이루고 있으며 단순한 법칙의 반복으로써 구현할 수 있다[1]. 이러한 사실을 배경으로 Barnsley는 프랙탈 영상의 내재된 변환 규칙을 구하기 위하여 반복함수계(IFS)를 제안하였다. 반복함수계는 원 영상을 고정점으로 하는 수축 변환의 집합이다. Complete Metric Space (F, d) 에 있어서, 수축 변환 τ 는

$$\tau: F \rightarrow F$$

$$\exists s < 1, d(\tau(x), \tau(y)) < s \cdot d(x, y) \quad \text{for } x, y \in F \quad (1)$$

와 같이 정의되며 끌개라 불리는 유일한 고정점을 지닌다. 프랙탈 영상 압축에 있어서, Collage[1] 정리는 중요한 이론적 배경이 된다.

$$d(f_{org}, \tau^n(f_0)) \leq \frac{1}{(1-s)} \cdot d(f_{org}, \tau(f_{org})) \quad (2)$$

식 (2)의 Collage 정리는 압축할 원 영상 f_{org} 과 원 영상의 수축 변환 $\tau(f_{org})$ 간의 오차가 작을수록, 원 영상과 그 고정점 $f_p (= \tau^\infty(f_0))$ 간의 오차는 더욱 감소함을 의미한다. 따라서 프랙탈 영상 압축 과정은 원 영상의 수축 변환과 원 영상 자신간의 오차를 최소화

하는 수축 변환을 구하여 그 계수를 부호화하는 것이다. 그러나 원 영상 전체를 고정점으로 하는 수축 변환을 구한다는 것은 쉬운 일이 아니다. 그러므로 실제의 압축 방식은 원 영상을 겹침이 없는 부분 영상들로 분할하고, 분할된 각각에 대하여 최소의 오차를 가지는 수축 변환을 구하여 그 파라메타들을 부호화함으로써 전체 영상을 압축한다.

한편, 프랙탈 영상 압축 기법에 있어서 복원 방식은 고정점 이론에 근거한 단순한 반복 과정이다[1]. 어떤 수축 변환 τ 에 대한 고정점을 f_p 라 할 때, 고정점 이론은 식 (3)과 같이 표현될 수 있다.

$$f_p = \tau(f_p)$$

$$f_p = \lim_{n \rightarrow \infty} \tau^n(f_o) \text{ for } f_p, f_o \in F \quad (3)$$

식 (3)은 어떤 수축 변환 τ 의 고정점이 그 변환에 대하여 불변이고, 임의의 초기 점 f_o 에 주어진 변환 τ 를 반복 적용함으로써 구해질 수 있음을 의미한다. 따라서 기존의 프랙탈 영상 복원은 임의의 초기 영상에 수축 변환 파라메타를 반복 적용함으로써 영상을 복원한다. 그림 1은 기존의 프랙탈 영상 복원 방식에서 하나의 치역 블록 R^i 가 복원되는 과정을 보인 것이다.

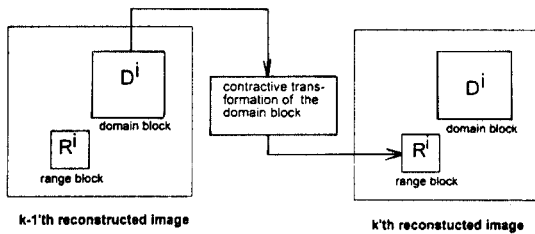


그림 1. 기존의 프랙탈 영상 복원 과정. k번째 복원 영상의 치역 블록 R^i 를 복원하기 위하여 k-1번째 복원 영상의 D^i 부분을 수축 변환한다.

Fig. 1 The fractal decoding procedure for a range block. For getting R^i of k'th iterated image, D^i of k-1'th reconstructed image is transformed.

이와 같은 방식에 의한 영상 복원은 고정점 이론에 의하여 그 수렴성만이 보장된다. 즉, 고정점 이론으로부터 복원에 필요한 복원 횟수, 복원에 적합한 초기 영상 설정등에 관한 정보는 제공되지 않는다. 따라서 고정점 이론에 근거한 기존 복원 방식은 고속 복원을

위하여 개선되어야 한다.

일반적으로 초기 영상에 따라 수렴 속도는 달라진다는 것은 잘 알려진 사실이다. 그림 2는 Jacquin의 방식으로 압축된 Lena 영상에 대하여 초기 영상을 달리하였을 경우 복원 영상의 수렴 그래프이다.

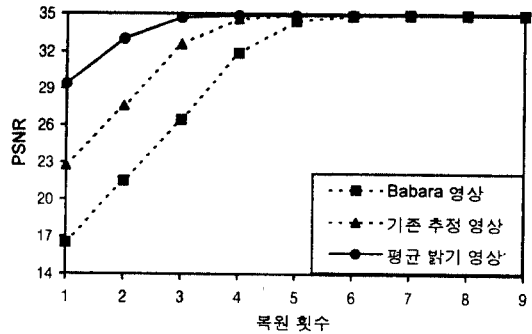


그림 2. 압축된 Lena 영상에 있어서 초기 영상에 따른 수렴 그래프. 평균 밝기 영상은 치역 블록들의 평균 밝기를 알고 있다는 가정하에 생성된 것이다.

Fig. 2 Convergence graph of compressed Lena image depending on the initial images. It is assumed that the average brightness of each range block in Lena image is known.

여기서, 기존 추정 영상은 고속 복원 알고리즘[12]에서의 초기 영상이고, 평균 밝기 영상은 각 치역 블록들의 평균 밝기값들을 알고 있다는 가정하에 생성된 초기 영상이다. 그림 2에서 초기 영상에 따라 수렴 속도가 달라진다는 사실을 쉽게 확인할 수 있다.

한편, 평균 밝기 영상을 초기 영상으로 이용할 경우 가장 빠르게 복원 영상이 얻어짐을 알 수 있다. 이것은 각 치역 블록의 평균값으로 구성된 평균 밝기 영상이 임의로 설정된 다른 초기 영상들에 비하여 최종 복원 영상에 보다 가깝다는 것을 암시한다. 일반적으로 평균 밝기 영상을 초기 영상으로 하여 영상을 복원하는 것은 복원할 영상에 대하여 미리 구해진 DC값들로부터 나머지 AC값들을 구해가는 것으로 볼 수 있다. 따라서 프랙탈 영상 복원 방식에 있어서 각 치역 블록의 평균값으로 구성된 초기 영상이 가장 빠른 수렴 속도를 지닌다고 가정하는 것은 합리적이다. 물론, 복원시 평균값을 이용하여 초기 영상을 설정한다는 것은 각 치역 블록에 대한 평균값의 전송을

전제로 하므로 압축률의 감소를 가져온다. 기존의 복원 방식에서 평균 밝기 영상을 구하는 것은 압축단으로부터 8-bit의 추가적인 데이터 전송을 전제로 한다. 이것은 기존의 프랙탈 압축 기법에 있어서 오프셋 파라메타의 전송량에 해당된다.

따라서 평균값의 전송없이 평균 밝기 영상의 복원 성능을 지니는 복원 방식은 최적의 복원 방식으로 가정할 수 있다. 본 논문에서는 평균값으로 설정된 초기 영상의 복원 성능에 근접하는 초기 영상을 추정하는 새로운 방식을 제안하려 한다. 그리고 제안된 방식에 의하여 생성된 초기 영상의 복원이 얼마나 평균 영상의 성능에 근접하는 가를 보임으로써 제안 방식의 타당성을 검증하고자 한다.

III. 초기 영상 추정 방식

프랙탈 영상 압축은 각 지역 블록에 대한 정합 블록(Matching Block)을 구하기 위하여 모든 정의역 블록들을 탐색한다. 이때 블록들의 유사성에 대한 척도로서 평균자승오차(MSE)가 주로 이용된다. 어떤 지역 블록 R 에 대하여, 정합 블록 D 는 식 (4)의 평균자승오차를 최소로 하는 정의역 블록으로 결정된다.

$$MSE = E[(R - s \cdot G(D) - o)^2] \quad (4)$$

여기서 s 와 o 는 수축 변환의 기울기 및 오프셋 파라메타이고, $G(D)$ 는 공간 축소된 정합 블록[2]이다. 정합 블록에 대한 수축 변환의 파라메타들은 최소 자승법에 의하여 다음과 같은 공식들로 묘사될 수 있다[1].

$$s = \frac{E[R \cdot G(D)] - E[R] \cdot E[G(D)]}{\sigma_{G(D)}^2} \quad (5)$$

$$o = E[R] - s \cdot E[G(D)] \quad (6)$$

여기서, $E[R]$ 은 지역 블록의 평균이고, $E[G(D)]$ 와 $\sigma_{G(D)}^2$ 은 공간 축소된 정합 블록의 평균 및 분산이다. 만약, 지역 블록과 정합 블록의 오차를 식 (7)의 ϵ 으로 정의한다면 식 (8)은 식 (6)으로부터 쉽게 유도되어진다.

$$\epsilon = E[G(D)] - E[R] \quad (7)$$

$$\begin{aligned} E[R] &= \frac{o}{1-s} - \left(1 + \frac{1}{s-1}\right) \epsilon \\ &= \frac{o}{1-s} - \epsilon' \end{aligned} \quad (8)$$

여기서, ϵ' 은 s 와 o 만으로 $E[R]$ 을 추정할 경우 발생하는 추정 오차를 나타낸다. 식 (8)은 ϵ 이 주어질 경우, 지역 블록의 평균값이 정확히 계산되어질 수 있음을 암시한다. 그러나, 기존의 프랙탈 압축 방식에서는 ϵ 을 전송하지 않으므로(전송한다면 압축률이 감소된다.) 복원시 정확한 평균값은 얻어질 수 없다. 고속 복원 방식[12]의 초기 영상 설정은 s 와 o 만으로 $E[R]$ 을 추정하여 그 추정값을 초기 밝기값으로 한 경우이다. 이것은 추정 오차 ϵ' 의 존재 가능성을 고려하지 않았던 오 추정된 일부 영역이 존재하였다.

본 논문은 이같은 추정 오차를 보상하는 보다 개선된 추정 방식을 제시한다. 식(4)에 대한 최소자승법의 적용은 지역 블록 R 과 축소된 정합 블록 $G(D)$ 간의 대응 화소를 2차원 평면의 한 점으로 대응시키고, 이러한 대응점들의 분포로부터 최소 오차를 지니는 수축 변환의 파라메타를 결정하는 것으로 볼 수 있다. 본 논문에서는 모든 지역 블록들에 대하여 그 분포들을 실험적으로 조사하였다. 그림 3은 밝기 변화가 크지 않은 지역 블록에 대한 대응점들의 분포와 이때 구해진 수축 변환을 나타낸 것이다.

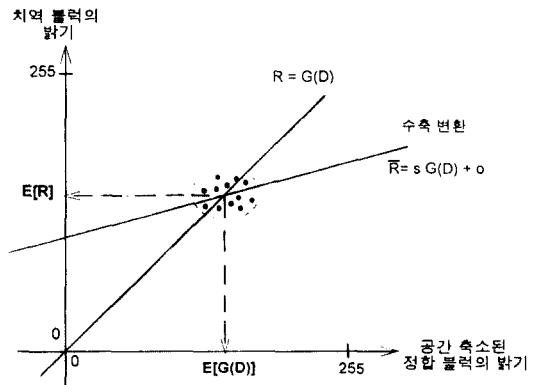


그림 3. 최소자승법을 이용한 수축 변환의 계수 설정 및 대응점들의 분포

Fig. 3 Distribution of the corresponding points and the calculated coefficients of the contractive transform by using least-squares method

그림 3에서 볼 때 밝기 변화가 크지 않은 지역 블록의 경우, 그 대응점들의 분포가 좁은 영역에 집중되며 지역 블록과 정합 블록의 평균값들이 거의 동일함을 알 수 있다. 이것은 압축 과정이 지역 블록과 가장 유사한 정의역 블록을 정합 블록으로 설정하기 때문에 나타나는 현상이다. 즉, 화소간의 밝기값 차이가 적은 지역 블록에 대하여 탐색된 정합 블록은 그 지역 블록과 가장 닮은 블록이므로 화소간 밝기값의 차이도 역시 작을 것이다. 따라서 밝기 변화가 적은 지역 블록은 그림 3와 같은 좁은 분포를 지니며 아울러 이때 정합블록의 평균값은 지역 블록의 평균값과 거의 동일하다. 이같은 배경에서 초기 영상 추정의 첫 단계는 지역 블록과 축소된 정합 블록의 평균값이 동일하다고 가정하여 식 (8)에 $\epsilon=0$ 을 대입함으로써 다음과 같이 임시 영상 I_m 을 설정한다.

$$g_m' = \frac{O_m}{1-s_m} \quad \text{when } 0 \leq \frac{O_m}{1-s_m} \leq 255$$

$$= 128 \cdot s_m + O_m \quad \text{otherwise} \quad (9)$$

여기서 s_m, o_m 은 각각 m 번째 지역 블록에 대한 수축 변환의 기울기와 오프셋 파라메타이고, g_m' 은 m 번째 지역 블록의 추정된 초기 밝기이다. 일반적으로 대부분의 영상들에서 밝기 변화가 심하지 않은 블록들은 넓은 영역을 차지한다. 따라서 첫 단계에서의 추정은 많은 영역에서 추정 밝기값이 원 영상의 평균값에 근사한다.

그러나 식 (9)에 의한 초기 영상 설정은 그 유효성에도 불구하고 밝기값의 변화가 심한 일부 영역에서 오류가 발생할 가능성을 지니고 있다. 식(8)에서 $\epsilon \neq 0$ 인 경우, 첫 단계에서 추정된 초기 밝기값은 정확한 평균값이 될 수 없다. 특히, s_g 가 0.5 이상인 경우에는 추정 오차 ϵ' 이 ϵ 보다 큰 값을 지니므로 첫 단계에서 추정된 밝기값과 평균값사이에는 큰 추정 오차가 존재할 수 있다. 이러한 추정 오차는 수렴 속도를 저하시킬 것이다. 본 논문에서 제안하는 초기 영상 추정의 두 번째 단계는 이와 같은 문제를 해결하기 위한 과정이다. 두 번째 단계는 기울기, s_g 가 0.5 보다 큰 지역 블록들에 대하여 추가적으로 다음과 같은 방식을 적용함으로써 최종 추정 영상을 구한다. 먼저, 기울기가 0.5이상인 k 번째 지역 블록에 대하여 첫 단계에서

언어진 임시 영상 I_m 에 식 (10)을 적용한다.

$$G(D_k)' = ((D_k)_{0,0} + (D_k)_{2B-1,0} + (D_k)_{0,2B-1} + (D_k)_{2B-1,2B-1})/4 \quad (10)$$

여기서, $2B \times 2B$ 는 정합 블록의 크기이고 $(D_k)_{i,j}$ 는 정합 블록의 (i, j) 번째 화소 밝기값이다. 첫 단계에서 생성된 임시 영상은 각 지역 블록들이 일정한 값으로 설정된다. 따라서, 정합 블록의 평균값을 구하는 데 모든 화소들을 이용할 필요는 없다. 본 논문에서는 정합 블록이 지역 블록보다 가로·세로 각각 2배 크다는 사실을 고려하여 정합 블록의 4개 꼭지점 화소들의 밝기값을 평균하였다. 그리고 $G(D_k)'$ 을 식 (11)에 대입하여 새로운 추정 밝기값을 구한다.

$$g_k = s_k \cdot G(D_k)' + o_k \quad (11)$$

임시 영상의 정합 블록으로부터 언어진 $G(D_k)'$ 는 임시 영상의 정합 블록의 추정 평균값이다. 따라서 이 추정 평균값이 수축 변환되어 구해진 g_k 는 첫 단계에서 식 (9)에 의하여 계산된 추정값보다 지역 블록의 평균값에 가까운 밝기값을 지닐 것이다. 왜냐하면 정합 블록이 위치하는 영역이 첫 단계에서 잘 추정된 곳이라면 g_k 는 보다 개선된 밝기값을 지닐 것이다. 한편 잘 추정되지 못한 영역이라고 하더라도 수축 변환의 특성상 g_k 는 개선되어진다.

이처럼 두 단계로 구성되어지는 초기 영상 추정 방식은 임의의 초기 영상에 비하여 연속적인 밝기 값을 가지는 원 영상에 보다 가까운 영역이 많이 존재할 것이다. 한편 추정에 소요되는 계산량은 매우 작다. 1개의 지역 블록에 대하여 첫 단계에서는 1번 혹은 2번의 덧셈과 곱셈이, 두 번째 단계에서는 4번의 덧셈과 2번의 곱셈이 사용된다. 이것은 기존의 복원 방식에서 1개의 화소가 1회 복원되는 계산량과 비슷하다.

IV. 모의 실험 및 결과

본 논문에서는 크기가 512×512 인 Lena와 boat 영상에 대하여 제안 방식의 성능을 실험하였다. 이들 두 영상에 대한 프랙탈 압축은 Jacquin의 방식에 근거하여 이루어졌다[2]. 8×8 크기의 지역 블록에 대하

여 정합 블록은 전체 영상에서 탐색되었고, 정합 블록간의 오차가 큰 지역 블록은 4×4 로 분할하여 각각에 대하여 압축을 시도하였다. 이와 같은 방식에 의하여 Lena 영상은 0.71bpp로, boat 영상은 0.91bpp의 비트율로 압축되었다.



(a) 추정된 초기 영상 (21.88 dB)



(b) Babara 영상의 1회 복원 영상 (16.5 dB)

원 영상에 대한 추정된 초기 영상의 근사 정도를 알아 보기 위하여 제안된 추정 영상, Babara 영상을 1회 복원한 영상, 그리고 기존 추정 영상[12]을 비교하였다. 그림 4와 그림 5는 Lena 영상과 boat 영상에 각각에 대한 비교이다.

그림 4와 그림 5에서 볼 때, 제안 방식에 의하여 추정된 초기 영상들이 다른 2가지 영상들보다 높은 PSNR을 지니며 시각적으로도 원 영상에 더 가까움을 알 수 있다. 표 1은 그림 4와 그림 5에서 소요된 계산량을 비교한 것이다.



(c) 기존 추정 영상 (17.71dB)

그림 4. Lena영상의 복원에 있어서 기존의 추정 영상, Babara 초기 영상의 1회 복원 영상, 그리고 제안된 추정 영상간의 비교. (a) 추정된 초기 영상 (21.88 dB) (b) Babara 영상의 1회 복원 영상 (16.5 dB) (c) 기존 추정 영상 (17.71dB)

Fig. 4 Comparison of the initial image estimated by the method[12], a first iterated output image with Babara image, and the proposed initial image in decoding of Lena image. (a) The initial image estimated by the proposed method (21.88 dB) (b) A first iterated output image from Babara image (16.5 dB) (c) The initial image estimated by the method[12] (17.71 dB)

표에서 볼 때, 초기 영상 추정에 소요된 덧셈과 곱셈은 1회 복원시 소요된 계산량의 4% 미만임을 알 수 있다. 따라서 제안 방식은 매우 적은 계산량으로 원 영상에 가까운 초기 영상을 설정한다.

제안된 추정 방식에 의하여 얻어진 초기 영상의 적용이 수렴 속도 개선에 미치는 영향을 알아 보기 위

표. 1 초기 영상 추정과 1회 복원시 소요된 화소당 계산량.
Table. 1 Computations per pixel required in the initial image estimation and the first decoded output image.

비교 영상	추정된 초기 영상			1회 복원 영상		
	덧셈 (회/화소)	곱셈 (회/화소)	PSNR (dB)	덧셈 (회/화소)	곱셈 (회/화소)	PSNR (dB)
Lena	0.071	0.047	22.5	3.72	1.86	16.5
boat	0.105	0.068	22.6	3.46	1.73	16.0



(a) 추정된 초기 영상 (21.60 dB)



(b) Babara 영상의 1회 복원 영상 (16.0 dB)

하여 복원 횟수에 따른 수렴 속도를 조사하였다. 보다 객관적인 비교를 위하여, Babara 영상을 초기 영상으로 한 경우, 각 지역 블록의 평균으로 설정된 평



(c) 기존 추정 영상 (16.64 dB)

그림 5. Boat영상의 복원에 있어서 기존의 추정 영상, Babara 초기 영상의 1회 복원 영상, 그리고 제안된 추정 영상간의 비교. (a) 추정된 초기 영상 (21.60 dB) (b) Babara 영상의 1회 복원 영상 (16.0 dB) (c) 기존 추정 영상 (16.64 dB)

Fig. 5 Comparison of the initial image estimated by the method[12], a first iterated output image with Babara image, and the proposed initial image in decoding of boat image. (a) The initial image estimated by the proposed method (21.60 dB) (b) A first iterated output image from Babara image (16.0 dB) (c) The initial image estimated by the methd[12] (16.64 dB)

균 영상을 초기 영상으로 한 경우, 그리고 기존의 추정 영상을 초기 영상으로 한 경우에 대하여 수렴 속도를 비교하였다. 그림 6은 초기 영상에 따른 수렴 그래프이다. 여기서, (a)는 Lena 영상의 경우이고, (b)는 boat 영상에 대한 수렴 그래프이다.

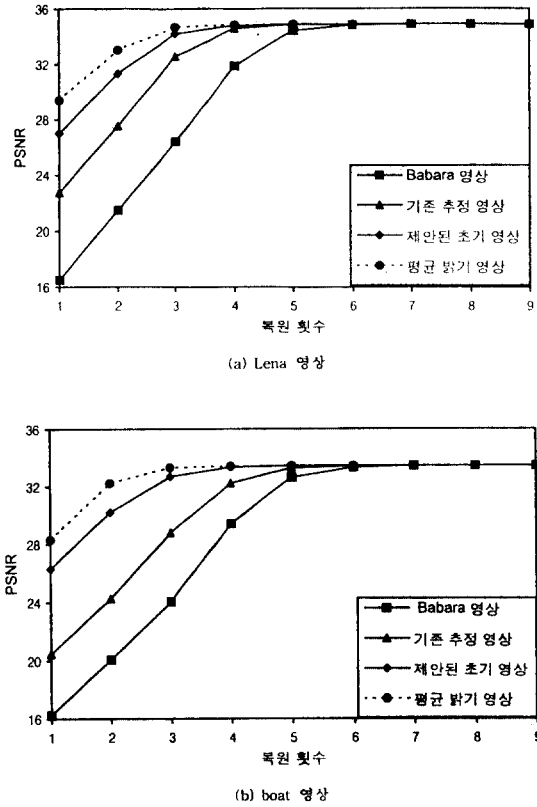


그림 6. 추정된 초기 영상과 다른 초기 영상간의 수렴 속도 비교. (a) Lena 영상 (b) boat 영상

Fig. 6 Comparison of the convergence speed between estimated initial image and other initial images. (a) Lena image (b) boat image

그림 6에서 볼 때, 제안 방식에 의하여 추정된 초기 영상의 수렴 속도는 평균 영상을 초기 영상으로 이용한 복원의 수렴 속도에 근접한다. 그리고 기존의 초기 영상에 비하여 보다 나은 수렴 속도를 보여 준다. 한편 Babara 영상과 비교해 볼 때, 제안된 초기 영상을 이용한 복원은 1회 복원시 약 10dB 정도 PSNR이

높으며 수렴 속도는 2회 이상 빠르다. 이것은 압축 데이터만으로 초기 영상을 추정하는 제안 방식이 매우 유효하며 임의로 설정된 초기 영상보다 우월함을 보여 준다.

본 논문에서 제안하는 초기 영상 추정은 기존에 제안된 복원 방식들[10-12]의 성능을 더욱 더 향상시킬 것이다. 특히, 수렴 척도를 이용한 고속 복원 방식[12]에의 적용은 큰 복원 계산량의 감소가 예상된다. 이 방식은 수렴된 지역 블록을 복원 과정에서 제외시킨다. 그림 6에서 볼 때, 제안된 추정 영상이 기존의 추정 영상에 비하여 높은 PSNR로 수렴됨을 알 수 있다. 이것은 보다 많은 지역 블록이 수렴됨을 의미한다. 따라서 기존의 추정 영상보다도 제안된 추정 영상이 복원할 블록 수를 많이 감소시킴으로 복원 계산량의 감소도 클 것이다. 또한 Baharav의 복원 방식에서 저해상도 복원에 제안 방식에 의한 초기 영상 추정을 적용한다면 보다 빠른 수렴이 가능할 것이다.

V. 결 론

본 논문에서는 전송되어져 온 압축 데이터를 이용하여 작은 계산량으로 원 영상에 가까운 초기 영상을 추정하는 방법을 제안하였다. 추정된 초기 영상은 128 밝기의 초기 영상을 기존 방식으로 1회 복원한 영상보다 약간 높은 PSNR을 지니며 시각적으로도 우수하였다. 추정에 소요된 덧셈 및 곱셈 계산량은 기존 1회 계산량에 대하여 4%에 불과하였다. 그리고 추정된 초기 영상을 이용한 복원은 평균 밝기 영상을 초기 영상으로 한 경우의 성능에 매우 근접하였다. 따라서 추정된 초기 영상은 임의로 설정된 초기 영상에 비하여 우수하며 기 제안된 복원 방식들[10-12]에 적용할 경우 수렴 속도 및 계산량에서 큰 잇점이 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. H. O. Peitgen, H. Jurgens, D. Saupe, *Chaos and Fractals-New Frontiers of Science*, Springer-Verlag, New York, 1992.
2. A. E. Jacquin, "Fractal Image Coding Based on a Theory of Iterated Contractive Image Transform-

