

데이타의존성과 벡터왜곡척도를 이용한 개선된 프랙탈 칼라영상 복호화

서 호 찬*, 정 태 일**, 문 광 석**, 안 상 호***, 권 기 룡****
* 부경대학교 컴퓨터공학과, ** 부경대학교 전자공학과
*** 인제대학교 전자공학과, **** 부산외국어대학교 전자공학과

An Improved Fractal Color Image Decoding Based on Data Dependence and Vector Distortion Measure

Ho-Chan Seo*, Tae-Il Jeong**, Kwang-Seok Moon**,
Sang-Ho Ahn***, Ki-Ryong Kwon****

* Dept. of Computer Eng., Pukyong National Univ.

** Dept. of Elec. Eng., Pukyong National Univ.

*** Dept. of Elec. Eng., Inje Univ.

**** Dept. of Elec. Eng., Pusan Univ. of Foreign Studies

요 약

본 논문에서는 데이타의존성과 벡터왜곡척도를 이용하여 개선된 칼라영상을 복호화하였다. 프랙탈 칼라영상의 복원방법은 Zhang과 Po의 벡터왜곡척도를 이용한 R, G, B 칼라 성분간의 상관관계를 고려하여 부호화한 압축파일을 사용하여 수렴될 복원영상을 독립적인 반복변환에 의해 수렴되는 영역과 데이타의존성을 갖는 영역으로 분류하여 데이타의존성 부분이 차지하는 만큼 복호화 과정에서 불필요한 계산량이 제거되었고, R영역에서 검색한 데이타 의존영역을 G, B영역에 그대로 사용하여 고속복호화가 가능하였다.

1. 서 론

문자, 오디오, 영상 등의 총합체로서 구성되는 멀티미디어의 데이타 중에서 영상 데이타는 그 의미 전달 효과가 매우 크기 때문에 멀티미디어 데이타의 핵심이라 할 수 있다. 그러나 데이타량이 방대하여 일반적으로 압축과정 없이는 저장 또는 전송이 어렵기 때문에 영상 데이타의 압축은 필수적이다. 영상 데이타의 압축 기술은 크게 정지영상과 동영상으로 구분되며 정지영상에서의 압축기법은 화소간의 공간적 중복성을 제거하여 압축하며, 이와 같은 방법으로는 변환 부호화(transform coding) 기법^[1]과 벡터 양자화(vector quantization) 기법^[2]이 널리 알려져 있다.

이러한 영상 압축 기법들 중에서 여러 가지 표준 안들이 제시되고 있는데, 정지영상의 경우에는 JPEG, 동영상의 경우에는 H.261, MPEG- I, II, IV 등이 제안되어 있다. 하지만 기존의 방법을 이용하여 영상의 압축비를 매우 높게 하면 심각한 화질의 저하가 발생하므로, 아주 낮은 전송율을 가지는 영상 압축기법이 현재 활발히 연구되고 있다. 이런 초저 전송율 영상 압축 부호화(very low bit rate coding)를 위하여 기존의 방법과 전혀 다른 접근 방법으로서 최근 프랙탈 영상 압축 기법이 주목을 받고 있다.

프랙탈이란 나무나 구름같이 복잡한 자연 물체를 표현하기에 적합한 것으로서 모든 축척(scale)에서 자기 유사성(self-similarity)을 가지는 기하학적 구

조를 의미한다. 이러한 자기유사성에 기인한 간단한 규칙에 의하여 복잡한 프랙탈 구조를 생성할 수 있다. 이것을 이용하여 영상신호에 존재하고 있는 중복성(redundancy)을 제거함으로써 영상 데이터를 압축하는 것이 프랙탈 영상 압축 기법이다.

Barnsley 등^[3]은 자기 유사성에 기인하는 간단한 규칙에 의하여 복잡한 프랙탈 구조를 생성한다. 또한 영상 데이터를 반복 축소 변환으로 표현함으로써 데이터 양을 줄이는 프랙탈 영상 압축의 이론적 기반을 처음으로 제시하였다. 이를 이용하면 높은 압축을 뿐만 아니라, 무한의 해상도를 가지는 영상을 표현할 수 있으나, 임의의 영상에 대한 반복 축소 변환을 찾는 일은 직관적으로 수행되었다. Barnsley의 이론을 기반으로 하여 Jacquin^[4]은 블록별로 반복 축소 변환을 찾는 자동화된 알고리즘인 PIFS(partitioned iterated function system)를 제안하였고, Fisher^[5]는 영상의 화질에 따라 지역 블록을 분할하는 quad-tree 방식을 제안하였다. Jacquin 및 Fisher의 방법은 영상의 화질은 향상되나 전체 영역을 탐색하여야 하므로 부호화 시간이 오래 걸리고, 복호화시 변환의 반복 적용이 필요한 문제점이 있다. 이러한 알고리즘들은 부호화 부분의 성능 개선에만 주력하였다. 그러나 VOD(video on demand), DVD(digital video disk), CD-ROM 등과 같이 영상 데이터의 재생만이 주로 요구되는 경우에는 수신측에서 빠른 영상 복호화가 요구된다.

기존의 고속 복호화를 위한 방법과 병행하면서 화질저하 없이 반복 축소 변환 시 소요되는 계산량을 감소시킬 수 있는 데이터 의존성을 고려한 고속 복호화 방법도 제안되었다^[6].

칼라 영상에 있어서 프랙탈 영상 압축 방법으로 Zhang과 Po^[7]는 벡터왜곡척도(vector distortion measure)를 이용하여 블록 탐색에 있어 벡터로 R, G, B 값들의 거리(distance)를 비교하여 벡터간 거리가 가장 가까운 블록을 탐색하였고 유사변환에 5차 맵(5-dimensional map)를 이용하여 칼라 성분 상호간의 상관관계를 이용하여 부호화 하였다.

본 논문에서는 데이터 의존성과 벡터왜곡척도를 이용하여 개선된 칼라영상을 복호화 하였다. Zhang과 Po의 벡터왜곡척도를 이용한 R, G, B 칼라 성분간의 상관관계를 고려하여 부호화한 압축파일을 사용하여 R, G, B 각각의 칼라 성분에 대해 데이터 의존성 부분이 차지하는 만큼 복호화 과정에서 불필요한 계산량이 제거되었고 R영역에 대해서만 데이터 의존성을 갖는 영역을 한 번만 찾고 나머지 G와 B영역에 대해서는 그대로 사용하여 이미 참조된 영역에 대해서만 반복변환하고 의존성 영역은 마지막

반복변환 시 한 번만에 복호화하여 고속복호화가 가능하였다.

2. 프랙탈 칼라 영상 압축

2.1 기본적인 방법

흑백 영상 압축 방법을 칼라 영상에 적용하는 경우 칼라 영상 각각의 플레인에 그대로 적용할 수 있다. 즉, 이것은 R, G, B 각각의 칼라 성분에 대해 별도의 코딩을 하는 것으로 칼라 성분 상호간의 상관관계를 적절히 이용하지 못하게 된다.

2.2 Zhang과 Po의 방법

Zhang과 Po^[7]는 정의역 블록과 치역 블록간에 가장 유사한 블록을 탐색하기 위하여 R, G, B 각각의 칼라 성분이 각각 별도의 256 레벨을 갖는 gray 영상으로 볼 수 있기 때문에 식 (1)의 벡터왜곡척도를 이용하여 벡터 공간에서 R, G, B를 축으로 한 거리를 비교하였다.

$$d(R, R') = \sqrt{\frac{1}{3n^2} \sum_{(i,j) \in R, R'} \{f(x,y) - f(x',y')\}^2} \quad (1)$$

. r, g, b: 각 칼라 성분의 값

즉, 블록내 각각의 R, G, B 값을 3차원 벡터 공간의 한 점으로 하여 이와 가장 가까운 거리에 있는 블록을 탐색하게 된다.

이렇게 얻어진 블록에 대하여 식 (2)의 5차 맵을 이용하여 좌표값과 isometry 변환값인

$$W \begin{pmatrix} x \\ y \\ r \\ g \\ b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_i & b_i & 0 & 0 & 0 \\ c_i & d_i & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & s_i^r & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & s_i^g & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & s_i^b \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \\ r \\ g \\ b \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e_i \\ f_i \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (2)$$

a, b, c, d, e, f 변수의 값을 얻고 R, G, B 각각의 값에 대하여 적절한 scaling과 offset 값을 계산하여 다른 변수값을 구한다. 이 방법은 각각의 칼라 성분을 인코딩할 때 벡터적으로 가장 가까운 블록을 탐색하기 때문에 별도의 칼라 성분으로 압축하는 것에 비하여 PSNR의 손실은 가져오지만 압축에 필요한 좌표값과 isometry 변환값을 한 번만 저장하므로 보다 높은 압축율을 얻을 수 있다.

3. 프랙탈 칼라 영상 복원

3.1 기본적인 프랙탈 칼라 영상 복원

칼라 영상에 있어서 프랙탈 변환을 이용한 칼라 영상을 복호화 하는 기본적인 방법으로 R, G, B 각각의 칼라 성분에 대해 부호화 시 얻어진 계수들을 이용해 임의의 초기 영상에 반복적으로 동일 변환을 적용하여 원래의 영상을 얻는 것이다.

이는 칼라 성분간의 상관 관계를 전혀 고려하지

않은 것이다. 즉 복원과정은 압축순서의 역 과정으로 하나의 압축파일로부터 위치와 변환정보 scaling과 offset값을 읽어들이고 이 값들을 이용해 R, G, B 각각의 영역에 대해서 반복 변환을 적용한 후 세 개의 영상을 합하여 원래 영상을 복원한다.

3.2 Zhang과 Po의 프랙탈 칼라 영상 복호화

Zhang과 Po의 프랙탈 칼라 영상 복호화 방법은 R, G, B 각각의 칼라 성분에 대해 Zhang과 Po의 벡터왜곡척도를 이용하여 부호화한 부호화 계수를 사용하여 임의의 초기 영상에 반복적으로 동일 변환을 적용하여 원래의 영상을 얻는다.

그림 1은 Zhang과 Po의 프랙탈 칼라영상 복호화 방법으로 먼저 Zhang과 Po의 벡터왜곡척도를 이용하여 부호화한 압축파일로부터 위치와 변환정보 scaling과 offset값을 읽는다. 이 값들을 이용해 R, G, B 각각의 영역에 반복 변환을 적용한 후 R, G, B 세 개의 영상을 합하여 원래의 영상을 복원한다.

Zhang과 Po의 벡터왜곡척도를 이용하여 R, G, B 칼라 성분간의 상관관계를 고려하여 부호화한 압축 파일을 사용하여 임의의 초기 영상에 반복적으로 동일 변환을 적용하여 원래의 영상을 얻는다.

그러나 칼라영상에 있어서도 흑백 영상에서와 마찬가지로 각각의 칼라 성분에 대해서 반복변환을 적용한다.

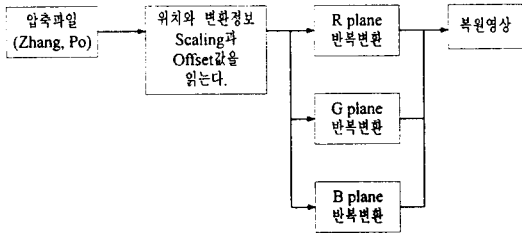


그림 1. Zhang과 Po의 프랙탈칼라영상 복호화
Fig. 1. Zhang & Po's fractal color image decoding.

3.3 데이터의존성을 이용한 개선된 프랙탈 칼라 영상 복호화 방법

제한한 데이터의존성을 이용한 개선된 프랙탈 칼라영상 복호화 방법은 유사변환(affine transform)에 식 (2)의 5차 맵을 이용하였다.

R, G, B 각각의 칼라 성분은 식 (1)의 벡터왜곡척도를 이용하여 R, G, B 각각의 칼라 성분에 대해 계조도의 변화 scaling과 offset 값을 계산하여 영상을 압축한다.

데이터 의존성을 분류하는 과정은 그림 2의 (a)와 같이 Zhang과 Po의 5차 아핀변환을 이용하여 부호

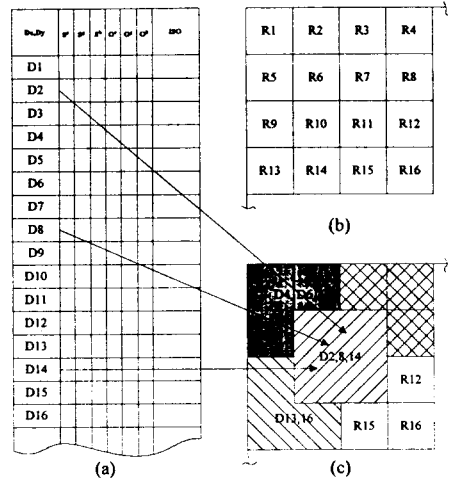


그림 2. (a)변환표 (b)복호화된 지역 블록 (c)참조된 정의역 블록 사이의 관계

Fig 2. (a)transform table (b)Decoded range block (c) Referenced domain block.

화하는 경우로서 위치 정보는 dx, dy 이고, 계조도는 s^r, s^g, s^b 이며, 밝기는 o^r, o^g, o^b 로서 8가지 기하학적 변환을 나타내고, 파라미터 iso 등이 저장된 변환표의 일부분이다. 그림 2의 (b)는 복호화 하고자 하는 지역블록의 일부분으로서 8×8 크기로 구성되어 있다. 그림 2의 (c)는 복호화 되어지는 지역블록에 해당되는 정의역이 참조되는 과정으로 참조되는 정의역은 16×16 크기로서 지역블록의 2배 크기이다.

복호화 과정은 5차 아핀변환에서 얻어진 9개의 계수를 이용하여 R, G, B 칼라성분 중 R영역에서 데이터 의존성 부분을 분류하여 데이터 의존영역을 제외한 지역블록에 대해서만 변환표의 위치변환 정보로부터 정의역 좌표를 찾아서 식 (3)과 같이 계조도 크기 변화량 s 를 곱하고 밝기 조절량 o 를 더한다.

$$\begin{aligned} r &= s^r z + o^r \\ g &= s^g z + o^g \\ b &= s^b z + o^b \end{aligned} \quad (3)$$

이와 같이 변환표의 $D_1 \sim D_{4096}$ 정보를 순차적으로 적용하여 지역블록을 복호화 한다. G와 B영역에 대해서는 R영역에서 찾아진 데이터 의존성을 이용하여 변환표의 모든 정보를 한 번 적용하면 반복변환이 한번 완료된다.

(a)의 변환표에서 D_2, D_4, D_{14} 는 (c)의 참조된 정의역 블록에 정의역 블록(D_2, D_4, D_{14})이 참조됨을 나타낸다. 이와 같이 변환표의 $D_1 \sim D_{4096}$ 까지의 위

치 변환정보를 순차적으로 적용하면 (c)의 참조된 정의역 블록에 참조되지 않은 부분(R_{12} , R_{15} , R_{16})이 남게 되며 이 부분이 데이터 의존성 부분이다. 이 데이터 의존성 부분을 제외한 나머지 치역블럭에 대해서만 복호화를 수행하고 데이터 의존성 부분은 마지막 반복변환시 단 한번만에 복호화가 되어진다.

그림 3은 제안한 프랙탈 칼라 영상 복호화의 블록도로서 복호화 시 R, G, B 각각의 칼라 성분 중 R 영역에 대해서만 데이터 의존성을 갖는 영역을 한번만 찾아서 복호화 한다. 이 의존성 부분은 이미 수렴된 부분에 존재하므로 마지막 반복변환 시 한 번만에 복호화가 가능하다. 나머지 G와 B영역에 대해서는 R영역에서 이미 참조된 영역에 대해서만 반복변환하고 의존성 영역을 마지막 반복변환 시 한 번만에 복호화가 가능하다.

데이터 의존성 부분은 $N-1$ 번째까지 반복변환하는 동안 제외시키고 마지막 N 번째 반복변환 과정에서 한 번만에 복호화가 가능하므로 의존성 부분만큼 계산량이 감소되어 고속 복호화가 가능하다.

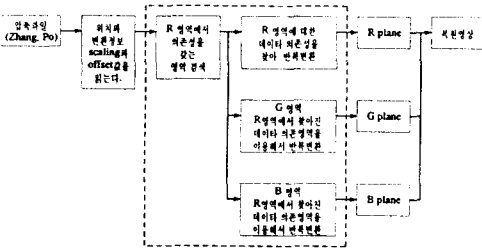


그림 3. 데이터 의존영역을 이용한 개선된 프랙탈 칼라영상 복호화

Fig. 3. An improved fractal color image decoding using data dependence.

4. 모의실험 및 결과

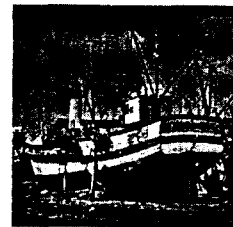
실험에 사용한 영상은 512×512 크기의 칼라 영상 boat로 그림 4에서와 같다. 각 R, G, B 칼라 성분은 256 계조도로 각 픽셀 당 8비트를 가진다. 적용한 프랙탈 부호화 알고리즘은 Zhang과 Po가 제안한 알고리즘을 기반으로 하여, 치역블럭을 16×16, 8×8로 가변하여 사용하였으며 가변블럭 경계치는 8을 사용하여 실험하였다. 화질을 평가하는 객관적인 평가의 척도로 식 (4)와 같이 원영상과 복원영상의 MSE에 대한 평균값을 이용한 PSNR(peak signal to noise ratio)을 사용하였다.

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{255^2}{MSE} \right) [dB] \quad (4)$$

그림 5는 Zhang과 Po의 벡터왜곡척도를 이용하여 압축된 boat 영상을 R, G, B 각각의 칼라 성분에 대하여 반복 변환하여 마지막에 세 개의 영상을 합하여 원래의 영상을 얻었다.

반복횟수가 6회로 1회 반복변환부터 6회 반복했을 때의 복원된 칼라 영상들을 보여준다. 그림의 <Zhang & Po 01~06>의 영상들은 각각 1회에서 6회까지 반복했을 때의 영상들이며 반복횟수가 증가함에 따라 점점 원영상에 수렴하여 6회 반복 시 수렴하였다.

그림 6은 제안한 데이터의존성을 이용한 개선된 프랙탈 칼라영상 복원 방법으로 Zhang과 Po의 벡터 왜곡 척도를 이용하여 압축된 boat 영상에서 독립적인 반복변환에 의해 수렴되는 영역과 데이터의존성을 갖는 영역으로 분류하여 데이터 의존영역 만큼 복호화 과정에서 불필요한 계산량이 제거되었고, R 영역에서 검색한 데이터 의존영역을 G와 B영역에 대해서는 그대로 사용하여 고속복호화가 가능하였다. 블럭부분은 데이터의존성 부분으로 마지막 반복시 복원되었다.



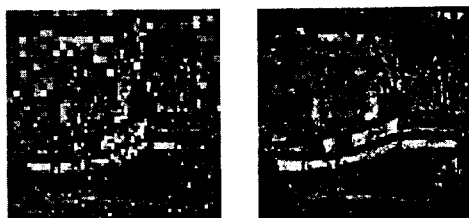
(a) 512×512 boat

그림 4. 512×512 크기의 칼라 원영상(boat)

Fig. 4. 512×512 Color original image(boat).

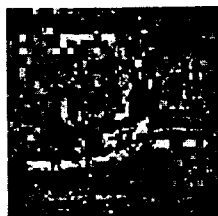
Zhang과 Po의 방법으로 부호화한 압축파일을 복호화 할 때에는 R, G, B 각각의 칼라 성분에 포함된 위치와 변환정보가 같고 계조도의 변화만 다르기 때문에 복호화 시 R, G, B 각각의 칼라 성분 중 R 영역에 대해서만 데이터 의존성을 갖는 영역을 한번만 찾아서 복호화 한다.

표 1은 반복변환에 따른 곱셈 계산량 비교로서 6회 반복시 제안한 방법이 기존의 Zhang과 Po방법에 비하여 boat 영상에 대해서 31.18%, barbara 영상에 대해서 34.70% 감소하였으며, R, G, B 각 칼라 성분에서 데이터 의존성 부분이 차지하는 만큼 복호화 과정에서 불필요한 계산량이 제거되어 고속 복호화가 가능함을 나타낸다.



<Zhang & Po 01>

<Zhang & Po 02>



<Proposed boat01>

<Proposed boat02>



<Zhang & Po 03>

<Zhang & Po 04>



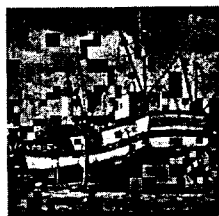
<Proposed boat03>

<Proposed boat04>



<Zhang & Po 05>

<Zhang & Po 06>



<Proposed boat05>

<Proposed boat06>

그림 5. Zhang & Po의 방법으로 압축된 boat 영상의 칼라영상복원

Fig. 5. Decoded color boat image with Zhang and Po's method.

표 2는 반복변환에 따른 PSNR 비교로 boat 영상에 대해서 제안한 방법이 28.32[dB], 기존의 Zhang과 Po 방법이 28.30[dB]이고, barbara 영상에 대해서 제안한 방법이 24.10[dB], 기존의 Zhang과 Po 방법이 24.08 [dB]로서 계산량이 감소 되었음에도 화질은 나빠지지 않았다.

5. 결 론

본 논문에서는 데이터의존성과 벡터왜곡척도를 이용하여 개선된 칼라영상을 복호화 하였으며 칼라영상의 복원방법은 Zhang과 Po의 벡터왜곡척도를 이용한 R, G, B 칼라 성분간의 상관관계를 고려하여 부호화한 압축과일을 사용하여 수렴될 복원영상을 독립적인 반복변환에 의해 수렴되는 영역과 데이터의존성을 갖는 영역으로 분류하여 데이터의존성 부

그림 6. 제안한 데이터 의존성을 이용한 개선된 프랙탈 칼라영상 복원(boat)

Fig. 6. Improved fractal color image decoding based on proposed data dependance(boat).

분이 차지하는 만큼 복호화 과정에서 불필요한 계산량이 제거되었고 R영역에서 검색한 데이터 의존영역을 G, B영역에 그대로 사용하여 고속복호화가 가능하였다.

제안한 프랙탈 칼라영상 복호화 방법의 곱셈계산량은 6회 반복변환시 제안한 방법이 기존의 Zhang과 Po 방법에 비하여 boat 영상에 대해서 31.18[%] 감소하였고, barbara 영상이 34.70[%] 감소하여 R, G, B 각 칼라 성분에서 데이터의존성 부분이 차지하는 만큼 복호화 과정에서 불필요한 계산량이 제거되었고 R영역에서 검색한 데이터 의존영역을 G, B영역에 그대로 사용하여 고속복호화가 가능하였다. 향후 연구방향으로 칼라좌표 변환방법을 이용하여 즉 R, G, B영역을 Y, Cb, Cr영역으로 변환하여 Y영역에 대해서만 복호화하여 계산량을 줄이는 방법을

연구하면 더욱 빠른 고속복호화가 가능하리라 기대한다.”

참고문헌

[1] R. Clarke, *Transform Coding of Image*, Academic Press, New York, USA, 1985.

[2] A. Gersho and R. M. Gray, *Vector Quantization and Signal Processing Compression*, Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, USA, 1992.

[3] M. F. Barnsley and S. demoko, "Iterated function systems and the global construction of fractal," *Proc. of Royal soc. London*, vol. A399, pp. 243-275, 1985.

[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. 25-75, 1995.

[6] 류권열, 정태일, 강경원, 권기룡, 문광석, "프랙탈 영상에서 데이터 의존성을 이용한 고속 복호화 알고리즘," *한국통신학회 논문지*, vol. 22, no. 10, pp.2091-2101, Oct. 1997.

[7] Y. Zhang and L. Po, "Fractal color image compression using vector distortion measure," *Proc. ICIP '95 IEEE International Conference on Image Processing*, pp. 276-276, 1995.

표 1. 6회 반복에 따른 제안 방법 및 Zhang과 Po 방법의 곱셈 계산량 비교

실험 영상	반복횟수		1회	2회	3회	4회	5회	6회	계산량
	복원방법								
Boat	제안한 방법	R	410,112	820,224	1,230,336	1,640,448	2,050,560	2,164,736	31.18% 감소
		G	410,112	820,224	1,230,336	1,640,448	2,050,560	2,164,736	
		B	410,112	820,224	1,230,336	1,640,448	2,050,560	2,164,736	
	Zhang과 Po 방법	R	524,288	1,048,576	1,572,864	2,097,152	2,621,440	3,145,728	
		G	524,288	1,048,576	1,572,864	2,097,152	2,621,440	3,145,728	
		B	524,288	1,048,576	1,572,864	2,097,152	2,621,440	3,145,728	
Barbara	제안한 방법	R	382,464	764,928	1,147,392	1,529,856	1,912,320	2,054,144	34.70% 감소
		G	382,464	764,928	1,147,392	1,529,856	1,912,320	2,054,144	
		B	382,464	764,928	1,147,392	1,529,856	1,912,320	2,054,144	
	Zhang과 Po 방법	R	524,288	1,048,576	1,572,864	2,097,152	2,621,440	3,145,728	
		G	524,288	1,048,576	1,572,864	2,097,152	2,621,440	3,145,728	
		B	524,288	1,048,576	1,572,864	2,097,152	2,621,440	3,145,728	

표 2. 6회 반복에 따른 제안 방법 및 Zhang과 Po 방법의 PSNR 비교 [dB]

실험 영상	반복횟수		1회	2회	3회	4회	5회	6회	평균
	복원방법								
Boat	제안한 방법	R	18.23	20.18	20.80	20.87	20.88	28.64	28.32
		G	15.75	17.44	17.87	17.92	17.92	27.09	
		B	17.71	19.90	20.72	20.84	20.85	29.22	
	Zhang과 Po 방법	R	18.98	22.53	25.72	27.91	28.55	28.63	28.30
		G	16.65	20.60	23.95	26.26	26.96	27.07	
		B	18.46	22.06	25.51	28.01	29.09	29.20	
Barbara	제안한 방법	R	16.66	17.86	18.17	18.20	18.21	24.55	24.10
		G	14.87	16.00	16.28	16.31	16.31	22.95	
		B	16.19	17.72	18.24	18.31	18.32	24.79	
	Zhang과 Po 방법	R	17.72	20.30	22.46	23.92	24.44	24.54	24.08
		G	15.89	18.70	20.75	22.24	22.82	22.94	
		B	16.59	19.25	21.87	23.61	24.61	24.77	