

영상 전송을 위한 어핀변환 부호화

김 정 일*

Affine Transform Coding for Image Transmission

Jeong-Il Kim*

요 약

본 논문은 영상 부호화시에 걸리는 오랜 시간을 줄이기 위해 스케일링 방식과 탐색영역 제한방식을 이용한 어핀변환 부호화 방식을 제안한다. 제안한 방법의 성능을 평가하기 위해, 제안한 알고리즘과 전통적인 어핀변환 부호화 방식을 사용하는 Jacquin의 방법과 비교하였다. 시뮬레이션 결과, 제안한 알고리즘은 스케일링 방식과 탐색영역 제한 방식을 사용하므로써, 부호화 시간을 상당히 줄일 수 있었다. Jacquin의 방식과 비교해, 복원된 영상의 화질은 약간 저하되었지만 부호화 시간을 많이 단축하였다.

Abstract

This paper describes a affine transform coding which is reducing long time to take on image encoding by using scaling method and limited search area technique. For evaluating its performance, the proposed algorithm compare with Jacquin's method using traditional affine transform coding methods. Simulation results, the proposed algorithm considerably reduces encoding time by using scaling method and limited search area method. Also, the proposed algorithm provides much shorter encoding time with a little degradation of the decoded image quality than Jacquin's method.

* 명지대학교 전자공학과 강사
논문접수: 1999. 4. 6. 심사완료 : 1999. 5. 19.

I. 서 론

디지털 영상의 압축기술의 발달과 함께 ISDN B-ISDN(Broadband-ISDN) 등의 전송매체의 발달에 힘입어 다양한 디지털 A(Audio)/V(Visual) 서비스 수요가 급증함에 따라 이러한 영상 서비스의 보급 및 확산을 위해 필수적인 다양한 시스템간이나 지역간의 상호 연동을 보장하기 위한 영상 코덱(CODEC) 즉, 영상 부호화(CODing) 및 복호화(DECoding) 기술의 표준화가 필요하게 되었으며 이에 대한 연구가 빠른 속도로 진척되어 왔다. 이중에서도 어핀변환 부호화(Affine transform Coding)에 관련된 연구가 활발히 진행되고 있다.

프랑스의 수학자인 Mandelbrot [1] 가 처음으로 어핀변환을 이용한 프랙탈에 관한 이론을 정립시켰다. 그 이후 80년대에 Michael Bansley [2], [3] 는 프랙탈 영상 부호화기법으로서 IFS(Iterative Function System)를 제시하여 높은 압축율로서 영상을 부호화하였으나, 수동적 방법으로 인하여 많은 시간이 요구되었다. Jacquin [4], [5], [6] 은 기존의 수동적 방법에 의한 프랙탈 영상 부호화를 자동화하는 영상 부호화 알고리즘을 제시하였다. Jacquin의 방식은 원영상과 1/2축소된 영상을 각각 적당한 크기의 레인지(Range) 블럭과 도메인(Domain) 블럭으로 분할한 후, 원영상의 레인지 블럭과 가장 유사한 도메인 블럭을 1/2축소 영상에서 찾는다. 이 방식은 전체 영역을 탐색하기 때문에 계산량이 증가하고 부호화 과정에 많은 시간이 소요된다. 또한, Monro [7], [8] 는 독립적인 블럭 단위로 부호화를 수행하는 방법을 제안하여 부호화 시간을 줄인 반면, 블럭 단위가 고정되어 복원된 영상의 경계면에 불연속이 존재하는 단점이 있다.

본 논문에서 제안한 방식은 먼저, 스케일링 방식을 이용하여 원영상을 1/2과 1/4로 축소하고, 1/2 축소 영상과 1/4 축소 영상을 각각 4×4 크기의 레인지 블

럭과 도메인 블럭으로 분할한 후, 1/2 영상의 레인지 블럭과 가장 유사한 도메인 블럭을 1/4 축소된 영상에서 찾되, 1/4로 축소된 영상의 제한된 영역만을 탐색함으로써 부호화 시간을 크게 단축할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장 서론에 이어 2장에서는 어핀변환 부호화의 이론적 배경에 대해서 언급하고, 3장에서는 제안된 영상통신을 위한 어핀변환 부호화 방법을 설명한다. 4장에서는 제안된 방법과 기존의 방법을 비교·분석하고, 5장에서 결론을 맺는다.

II. 어핀 변환의 이론적 배경

1. IFS의 개념

IFS는 회전(Rotation), 스케일링(Scaling), 투영(Reflection) 및 평행이동(Translation)의 조합을 나타내는 어핀 변환식(Affine transformation)으로 구성되며, 식 (1)과 같이 표현된다.

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

식 (1)은 평면상의 좌표 (x,y) 가 계수 a,b,c,d,e,f 에 의해 새로운 점 (x',y') 로 변환됨을 의미한다. a,b,c,d 는 회전, 스케일링 및 투영을 나타내며, e,f 는 평행이동을 나타낸다. 또한, IFS를 구성하는 어핀 변환식들은 수렴점을 갖기 위해서 수축 변환하며, 그 조건식은 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$d(W(A), W(B)) \leq s \cdot d(A, B) \quad (2)$$

$$\forall A, B \in U, \quad 0 \leq s \leq 1$$

위 식에서 U 는 측도 공간(Metric space)을 나타내며, d 는 측도 공간에서의 측도를 나타낸다. 그리고 s 는 변환식 w 에 대한 수축율(contractive ratio)이다.

2. 어핀변환 부호화

영상은 화소의 값으로 인하여 2차원적 성격이 아닌 3차원적 성격을 가지므로 일반적인 어핀 변환은 다음과 같이 3차원 모델로 표현할 수 있다.

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} = w_i \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_i & b_i & 0 \\ c_i & d_i & 0 \\ 0 & 0 & P \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} R_x \\ R_y \\ Q_i \end{bmatrix} \quad (3)$$

위 식에서 a_i, b_i, c_i, d_i 와 R_x, R_y 는 식 (1)의 의미와 같으며, 계수 P 는 0보다 크고 1보다 작은 값을 가지는 양수로써 Q_i 와 함께 변환된 화소 값을 나타낸다. 식 (3)의 어핀 변환식에 의해 원 영상의 레인지 블럭과 1/2 축소 영상의 도메인 블럭과의 비교연산에 의해 왜곡이 가장 적은 도메인 블럭을 수축변환점으로 선택하는 프랙탈 부호화 방법을 그림 1에 나타내었다.

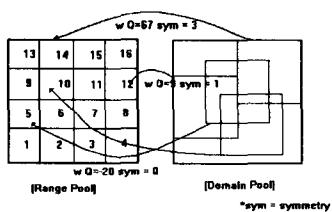


그림 37. 어핀변환 부호화
Fig. 1. Affine transform Coding

할 수가 있다. 각 영역에 따라 탐색 영역도 각기 다르게 진행된다. a 는 x, y 축의 양의 방향으로 각각 8화소의 영역만을 조사하며, c 는 x 축의 음의 방향으로 8화소 영역 그리고 y 축의 양의 방향으로 8화소 영역을 g 는 x 축의 양의 방향 8화소 영역 그리고 y 축의 음의 방향 8화소 영역을 조사하고, i 의 탐색 영역은 x, y 축의 음의 방향으로 각각 탐색을 한다. b 의 탐색영역은 x 축의 음의 방향으로 4화소 영역 양의 방향으로 4화소 영역 그리고 y 축의 양의 방향으로 8화소 영역을 탐색하게 되고, d 는 y 축의 음의 방향 4화소 영역 양의 방향으로 4화소 영역 그리고 x 축의 양의 방향으로 8화소 영역을 조사한다. f 의 탐색 영역은 x 축의 음의 방향으로 8화소 영역을 탐색하고 y 축의 음과 양의 방향으로 4화소씩 각각 조사하게 된다. h 는 반대로 y 축의 음의 방향 8화소 영역을 조사하며 x 축의 음과 양의 방향으로 4화소씩 각각 조사하게 된다. 마지막으로 중앙 부분의 e 영역은 x, y 축의 음과 양의 방향으로 각각 4화소 영역을 1화소씩 움직이며 탐색을 하게 된다. 물론 지금까지 설명한 탐색 방법에는 대각선 방향도 포함된다. 만약 위의 각 영역에서 선택되어진 블럭이 화소의 활동도가 높은 에지 블럭인 경우는 2×2 블럭으로 분기하여 각 영역에 해당되는 탐색영역을 조사하게 된다. 따라서 본 논문에서 사용된 알고리즘은 축소 영역이 국부적으로 제한되어 부호화 시간이 상대적으로 극히 짧아짐을 알 수 있다.

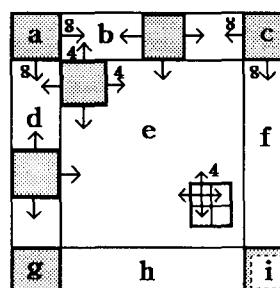


그림 2. 탐색영역의 분류
Fig. 2. Classification of Search Area

2. 비트 할당

비트 할당은 단순 영역과 에지 영역으로 구분하여

III. 제안한 부호화 방법

1. 탐색영역의 제한

본 논문에서는 먼저 스케일링 방식 [9], [10]을 이용하여 원 영상을 $1/2$ 과 $1/4$ 로 축소한 후, $1/2$ 축소 영상과 $1/4$ 축소 영상을 이용한다. $1/2$ 축소 영상의 레인지 블럭과 가장 유사한 도메인 블럭을 $1/4$ 축소 영상에서 찾되, 그림 2와 같은 방법으로 탐색영역을 제한함으로써 부호화 시간을 줄였다. 그림 2에서 보는 바와 같이 축소 영상은 9개의 영역으로 분리를

처리하였다. 단순 영역의 경우에는 블럭의 형태를 표현하기 위한 1 비트와 단위 블럭의 평균 화소값을 표현하기 위한 8 비트가 필요하므로 총 9 비트를 할당하고, 예지 영역의 경우에는 블럭의 형태와 평균 화소값 뿐만이 아니라, 좌표값과 등장(等長)변환(Isometry) 값 그리고 콘트라스트 스케일링(Contrast scaling) 값이 필요하므로 총 21 비트를 할당한다. 이것을 표 1에 나타낸다.

3. 복호화

전송되어진 프랙탈 부호화 값을 이용하여 블럭의 형태에 따라 복호화를 진행한다. 블럭의 형태가 단순 영역인 경우는 4×4 블럭단위로 복호화가 진행되며, 예지 블럭인 경우 2×2 블럭단위로 복호화가 진행된다. 물론, 이러한 복호화는 반복(Iteration)을 통하여 진행되는데 통상 8회 이상의 반복 이후에는 PSNR의 차이가 거의 없기 때문에 반복 횟수를 8회로 제한하였다.

표 1. 비트 할당
Table 1. Bit Allocation

	구 分	세부할당 (bits)	총할당 (bits)
단순 영역	블럭 형태	1	9
	평균 화소값	8	
예지 영역	블럭 형태	1	22
	평균 화소값의 차	9	
	좌표값	6 (3+3)	
	등장 변환값	3	
	콘트라스트 스케일링	3	

IV. 실험결과 및 검토

실험에 사용된 영상은 256×256 크기의 Lenna,

Miss, Pepper, Girl의 4가지 영상이다. 이러한 4가지의 영상에 대한 원 영상과 복원된 영상을 그림 3, 그림 4, 그림 5, 그림 6에 각각 나타내었다.



그림 3. 레나 영상
Fig.3 Lenna Image



그림 4. 페퍼 영상
Fig.4 Peppers Image



그림 5. 걸 영상
Fig.5 Girl Image

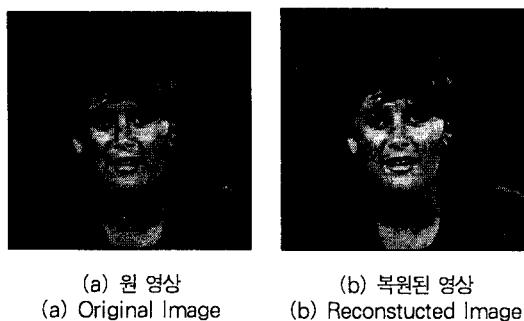


그림 6. 미스 영상
Fig.6 Miss Image

Jacquin 방식은 Barnsley에 비해 탐색 영역을 줄이므로써 부호화 시간을 단축시켰으나, 부호화에 소요되는 시간은 수시간에 달한다. 그러나, 본 논문에서 제안한 알고리즘은 표 2에서 보는 바와 같이 Jacquin의 알고리즘에 비해 상당히 빠름을 알 수 있으며, 영상의 화질은 Jacquin의 방법보다는 약간 떨어지기는 하나 큰 차이는 없었다.

표 3. 알고리즘의 성능비교
Table 3. Comparison of Algorithm Performance

방법 영상	Proposed	Jacquin
	부호화시간 (PSNR)	부호화시간 (PSNR)
Lenna	56초(24.35)	346분(26.24)
Miss	25초(34.02)	139분(34.39)
Girl	34초(29.57)	235분(30.87)
Peppers	43초(28.31)	108분(31.57)

V. 결 론

본 논문은 영상 부호화시에 걸리는 오랜 시간을 줄이기 위해 스케일링 방식과 탐색영역 제한방식을 이용한 어편변환 부호화 방식을 제안하였다. 영상을 스케일링 방식을 이용하여 1/2과 1/4로 축소하여 사용하고, 탐색 영역을 제한하므로써 부호화 시간을 상당히 단축시킬 수 있었다. 부호화 시간은 표 3에서 보는 바

와같이 대략 Lenna의 경우는 345분, Miss의 경우는 138분, Girl의 경우는 234분 그리고 Pepper의 경우에는 107분씩을 각각 감소시켰다. 이와 같은 실험 결과를 통하여, 원 영상과 복원된 영상간의 PSNR이 떨어져 약간의 화질의 희생을 감수하였지만, 제안한 방식은 스케일링 방식과 탐색영역 제한 방식을 사용하므로써, Jacquin의 방식과 비교해, 부호화 시간을 상당히 줄일 수 있었음을 확인하였다.

참 고 문 현

- [1] H.O.Poitgen, H.Jürgens and D.Saupe, *Chaos and Fractals*, Springer-Verlag, New York, Inc. 1992.
- [2] M.F.Barnsley and L.P.Hurd, *Fractal Image Compression*, AK Peters, Wellesley, Massachusetts, 1992.
- [3] M.F. Barnsley, *Fractals everywhere*, Academic Press, Inc., 1988.
- [4] A. E. Jacquin, *A fractal theory of iterated Markov operators with applications to digital image coding*, Ph.D. dissertation, Georgia Tech, 1989.
- [5] A.E.Jacquin,"A novel fractal block-coding technique for digital image", ICASSP 90 Proceedings, 1990.
- [6] A.E. Jacquin, "Image coding based on a fractal theory of iterated contractive image transformations," IEEE Trans. on Image Process., Vol.1 No.1, Jan. 1992.
- [7] D.M.Monro and F.Dudbridge, "Fractal approximation of image blocks" ICASSP 1992.
- [8] D.M.Monro and F.Dudbridge, "Fractal approximation of image blocks" ICASSP

1992.

- [9] J.I. Kim et al., A New Fractal Image Coding Algorithm for Fast Encoding and High Compression, Proc. IEEE APWMT, 1995.
- [10] J.I. Kim et al., A Fast Algorithm for Fractal Image Coding, ICAST'98, 1998.

金政逸

한국OA학회논문지 제3권 3호
(1998.10) 참조