

인덱스 영상에서의 무손실 압축을 위한 적응적 랭크-리인덱싱 기법

박 정 만, *유 강 수, **장 의 선, 꺾 훈 성
전북대학교 {컴퓨터, *영상}공학과, **한양대학교 정보통신대학
전화 : 063-270-2417 / 팩스 : 063-270-2394

Adaptive Rank-reindexing Scheme for Index Image Lossless Compression

*Jung-Man Park, Kang-Soo You, *Euee S. Jang, Hoon-Sung Kwak
Dept. of {Computer, *Image} Engineering, Chonbuk National University
**College of Information & Communication, Hanyang University
mickey@chonbuk.ac.kr

Abstract

In this paper, using ranks of co-occurrence frequency about indices in neighboring pixels, we introduce a new re-indexing scheme for efficiency of index color image lossless compression. The proposed method is suitable for arithmetic coding because it has skewed distributions of small variance. Experimental results proved that the proposed method reduces the bit rates than other coding schemes, more specifically 15%, 54% and 12% for LZW algorithm of GIF, the plain arithmetic coding method and Zeng's scheme.

I. 서 론

팔레트 기반 혹은 인덱스 영상이라고 불리는 영상들은 제한된 적은 수의 색상 정보만을 사용하여 표현되며, 다른 영상들보다 압축 성능이 뛰어나다. 특히, GIF (Graphic Interchange Format) 파일 형식은 LZ의 기본 압축 알고리즘을 사용하여 인덱스 영상(또는 팔레트 기반 영상)에 대하여 처리되고 있으며, 인터넷 온라인에서 표현되는 파일 형식으로써 다양한 응용 분야에서 손실 없이 압축된 형태로 폭넓게 이용되고 있다[1].

인덱스 칼라 영상은 칼라 맵의 인덱스를 재배치함으로써 정보의 손실 없이 효율적으로 압축 할 수 있다 [2][3]. 위와 같은 근거는 최적화된 색상 팔레트의 순열

(permutation)을 찾음으로써 보다 향상된 압축 성능을 가지게 한다. 따라서 인덱스 영상들에 대한 무손실 압축의 전처리(preprocessing) 과정이 될 수 있다[4][5].

이와 관련하여 지난 2000년, Zeng은 팔레트 기반 영상들의 인덱스 재조정을 위한 특별한 기법을 제안하였다[5]. 이는 인접 픽셀간 인덱스 값의 전반적인 차이를 줄이기 때문에 재조정된 인덱스 영상은 초기 영상보다 더욱 평활화된 특징을 가지기 때문에 압축 성능의 향상을 기대할 수 있다.

본 논문에서는 인덱스간의 차이를 줄일 뿐만 아니라 산술 부호화에 적합한 형태의 인덱스로 재조정하기 위해 영상의 인접 픽셀에 대한 인덱스의 발생 빈도를 측정하고, 그 발생 빈도수에 대한 순위를 정한다. 적응적인 방법으로 초기 영상의 인덱스를 순위 기반의 랭크 영상으로 변환하여 무손실 압축을 행한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 Zeng이 제안한 방법에 대하여 소개하고, III장에서는 제안한 적응적 랭크-리인덱싱 기법을 서술하며, IV장에서는 제안한 방법의 실험 결과를 마지막으로 V장에서 결론을 맺는다.

II. Zeng의 리인덱싱 기법

Zeng의 알고리즘은 서로 이웃하는 인덱스 쌍에 대한 통계를 산출하여 인덱스의 할당을 다시 하는 것이다. 인덱스 리스트 P_n 에 할당되는 원소는 L_j 로, 아직 할당되지 않은 인덱스는 S_j 라 한다. 가장 빈번하게 발생하는

인덱스 쌍에 대한 누적 카운트 값을 L_0 로 표시한다. 물리적인 거리에 따라서 인덱스 리스트의 왼쪽이나 오른쪽에 다음으로 빈번하게 발생하는 인덱스 쌍에 대한 카운트 값이 할당된다. 따라서 L_0, L_1 에 대한 인덱스 리스트는 $P_2 = \{L_0, L_1\}$ 이다. 여기에서 왼쪽 끝이나 오른쪽 끝에 위치할 S_L 과 S_R 은 식 (1)과 식 (3)을 만족해야 한다. 여기에서 D_L 은 인덱스의 차를 의미한다.

$$S_L = \arg \max_{S_i \notin P_N} D_L(S_i, N) \quad (1)$$

$$D_L(S_i, N) = \sum_{j=0}^{N-1} a_j C(S_i, L_j) \quad (2)$$

$$S_R = \arg \max_{S_i \notin P_N} D_R(S_i, N) \quad (3)$$

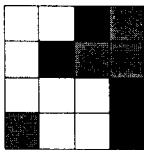
$$D_R(S_i, N) = \sum_{j=0}^{N-1} a_j C(S_i, L_j) \quad (4)$$

모든 심볼에 대한 인덱스를 인덱스 리스트, P_n 에 공간적으로 정돈된 형태로 할당하여 초기 인덱스 영상을 새로운 인덱스 값을 가진 리인덱싱 영상으로 대체한다.

본 논문에서는 Zeng의 방법과 달리 산술 부호화를 적용하여 무손실 압축하고자 III장에서처럼 랭크를 이용하는 방법을 제안한다.

III. 적응적 랭크-리인덱싱 방법

그림 1과 같이 인덱스 영상의 크기 $n \times m$ 이 4×4 , 사용된 색상의 수 M 은 4라고 할 때, 인덱스는 순열 $P = (P_0, P_1, P_0, \dots, P)$ 로 표현할 수 있다. 여기에서 P_0 는 이 영상에서 사용된 첫 번째 인덱스 값을 나타낸다.



(a) M=4

3	2	0	1
2	0	1	1
2	3	3	0
1	2	3	0

(b) (a)의 인덱스

그림 1. 색상이 4인 인덱스 입력 영상

제안한 알고리즘은 다음과 같은 단계를 거쳐 입력 영상의 인덱스를 랭크 인덱스로 변환한다.

- ① 가로 방향으로 스캔하여 1차원으로 표시한다. 즉 $P = (0, 3, 2, 0, 1, 2, 0, 1, 1, 2, 3, 3, 0, 1, 2, 3, 0)$
- ② 카운트 값을 임시로 저장할 행렬 C 를 모두 '0'으로 초기화한다.
- ③ 카운트 행렬 C 에 대해 각 행마다 랭크를 정하여 같은 공간상에 배치한다. 이때 같은 값을 가지는 인덱스에 대해서는 공간적으로 처음 위치한 곳이 우선순위가 높게 한다.
- ④ 그림 1 (b)에서 첫 번째 픽셀의 인덱스 '3'에 대

한 랭크를 구하여 초기 입력 영상의 인덱스를 대체한다.

- ⑤ P 에서 처음 두 개의 인덱스 쌍 (0, 3)에 대하여, 0 다음에 3이 발생한 카운트 값을 C 에 저장하고 그 행에서의 랭크를 재구성한다.
- ⑥ 바로 앞 단계에서 재구성된 랭크를 참조하여 두 번째 픽셀의 인덱스 '1'에 대한 랭크를 구하여 초기 입력 영상의 인덱스를 대체한다.
- ⑦ P 에서 다음으로 인접한 (3, 2)에 대한 카운트 값을 저장하고 랭크를 재구성한다.
- ⑧ 위의 과정을 모든 픽셀의 인덱스에 대하여 되풀이한다.

그림 2는 위의 과정을 거쳐 초기 입력 영상의 인덱스가 랭크로 리인덱싱 된 결과 영상을 보여준다.

4	3	1	3
3	1	1	3
2	4	4	3
1	1	2	1

그림 2. 랭크-리인덱싱 영상

그림 2에서 알 수 있듯이, 초기 입력 영상의 인덱스 분포에 비해 랭크가 1인 경우가 많아져서 산술 부호화에 유리함을 알 수 있다. 또한 각 단계별로 한 픽셀씩 적용적으로 랭크를 구하여 변환하였기에 부가적인 정보를 따로 저장할 필요도 없다. 이는 인덱스 영상을 압축하는데 있어 부가적인 팔레트 정보 이외의 어떤 정보도 필요 없다는 것을 의미한다.

또한 실험 영상의 크기가 위의 예에서 보인 것보다 충분히 클 때, 큰 랭크에 해당하는 인덱스가 보다 더 공간적으로 많이 분포하게 되어, 랭크-리인덱싱된 영상에서의 랭크 수는 영상에서 사용된 색상 수보다 적게 되어 산술 부호화의 효율성을 높일 수 있다.

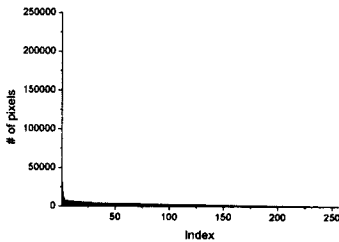
IV. 실험 결과

실험에 사용된 영상은 8비트(256색) 이내의 색상을 가지며 컴퓨터 그래픽에 의한 party8, ghouse, clegg, cwheel, serrano와 256색상의 팔레트 정보를 가지는 자연 칼라 영상인 lena, gril이다. 성능 평가를 수행하기 위해 픽셀 당 사용된 비트율을 사용한다. 압축된 영상의 크기와 초기 입력 영상의 크기를 이용한 bpp(bit per pixel)를 측정한 결과는 표 1에 나타난다. 제안한 적응적 랭크-리인덱싱 방법은 기존의 GIF, 산술 부호화 그리고 Zeng의 기법에 비해 비트율을 평균적으로 최대 25%, 51%, 23%까지 절감할 수 있다.

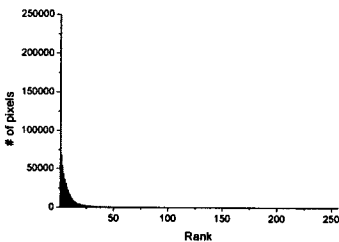
표 1. 각 방식에서의 bpp 결과

Images	GIF	AC	Zeng	ARIAC
party8	0.429	1.730	0.318	0.289
ghouse	4.999	7.157	4.841	4.157
clegg	5.699	7.617	5.836	4.175
cwheel	2.769	7.241	3.058	2.857
serrano	2.897	7.208	3.393	2.379
Lena	6.535	7.657	5.710	4.055
girl	6.559	7.344	5.727	4.409
Total Average	4.269	6.565	4.126	3.188

그림 3은 Clegg의 초기 입력 영상의 히스토그램과 랭크-리인덱싱 영상에서의 히스토그램을 나타낸다. 그림 4는 이를 자세히 비교하기 위해 사용 빈도 상위 10이내에 대한 인덱스 및 랭크에 대한 것이다.



(a) 초기 인덱스 영상



(b) 랭크-리인덱싱 영상

그림 3. 히스토그램

V. 결론

본 논문에서는 팔레트 기반의 칼라 영상들에 대하여 산술 부호화의 효율성을 극대화 시키려는 목적으로 픽셀에 대한 인덱스를 랭크로 대체하는 방법을 제안하였다. 제안한 방법은, 초기 입력 영상에서 서로 인접한 픽셀에 대한 인덱스 사이의 발생 빈도를 측정하여 누적시킨다. 결국 하나의 픽셀마다 랭크를 부여하여 다른 부가 정보 없이 무손실 압축을 행하였다.

실험 결과, 적용적 랭크-리인덱싱 무손실 압축 기법은 GIF, 산술 부호화 그리고 Zeng의 기법에 비해 최대 51%까지 비트 절감을 기대할 수 있었다.

적용적 랭크-리인덱싱 기법은 인덱스의 최적화된 리인덱싱을 위해 시간 복잡도를 개선한 효율적인 접근법 (look-ahead greedy fashion of heuristic strategies)을 사용했기 때문에 빠른 실행이 가능하고, 알고리즘의 단순성으로 인해 구현이 쉽다는 장점도 가진다.

따라서 제안된 압축 기법은 영상의 손실을 허용하지 않는 의료 영상, 특정 영상의 빠른 전송이 필요한 분야들 그리고 저주파 대역을 사용하는 통신 매체 등과 같은 다양한 분야에 응용되어질 수 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] Murray D., VanRyper W., "Graphics File Formats", O'Reilly & Associates, INC. California, 1996.
- [2] Zaccarin A., Liu B., "A novel approach for coding color quantized images", IEEE Tran. Image Proc., vol. 2 No. 4, pp. 442-453, 1996.
- [3] Memon N., Venkateswaran A., "On ordering color maps for lossless predictive coding", IEEE Tran. Image Proc., Vol. 5 No. 11, pp. 1522-1527, 1996.
- [4] Zeng W., Li J., Lei S., "An efficient color re-indexing scheme for palette-based compression", Proc. Of the 7th Conf. on Image Processing, pp. 476-479, 2000.
- [5] Pinho Armando J., Neves Antonio J. R., "A Note on Zeng's Technique for Color eindexing of Palette-Based Images", IEEE Signal Processing Letters, Vol. 11, Issue 2, pp. 232-234, 2004.

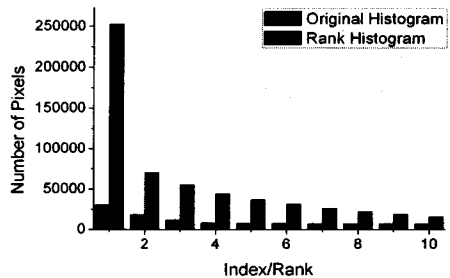


그림 4. 상위 10이내의 히스토그램 비교