

이동기준점을 이용한 AMBTC 알고리즘 개발

論 文

10-2-6

Development of Absolute Moment Block Truncation Coding Algorithm using Flexible Base Point(Mean of Block)

최 용 수*

Yong-Soo Choi

Abstract

In this paper, I propose flexible base point used for a BTC(Block Truncation Coding). Halftoning images are used for printer by reducing the number of pixel depth. During over 20 years, many researches have been studied to apply this techniques to image compression. BTC algorithms are the compression methods using digital halftoning technique about images. In the BTC algorithm, an image block is divided into higher and lower domain compared with the mean of block. then the MAX and MIN representative values are evaluated by calculating the mean of higher and lower domain respectively. At a result, an image block(for example 88 size) is compressed into 64bits pixel representation and 16 bits of the MAX and MIN. And they also have been tried to sustain the image quality high after compression. In this paper, I found that there is some marginal possibility to enhance the image quality by adjusting the base point(generally mean of block) of existing algorithms.

Keywords : Compression, Block Truncation Coding, Image Quality, Flexible Base Point.

I. 서 론

일반적으로 프린터는 하나의 점(Dot)에 1 또는 0을 표현함으로써 원하는 텍스처를 만들어낸다. 그레이 영상의 경우에는 디지털 하프토닝(Halftoning)을 이용하여 8 비트의 영상 픽셀 값을 1 비트의 도트 값으로 변환한다. 이러한 하프토닝 기술은 프린터로 전송되는 데이터의 크기도 줄여주게 되므로 부가적인 효과도 얻게 된다. 디지털 하프토닝 기술을 영상의 압축관점으로 사용하게 된것이 BTC(Block Truncation Coding) 방법이다[1, 2, 3]. 그레이 영상을 이진화시켜 저장함으로써, 픽셀용량만으로 평가한다면 1/8정도의 압축이 가능하다. 하지만 영상복원을 위해 MAX, MIN과 같은 블록별 부가정보 등을 필요로 하므로

실제 압축률은 그보다 낮음을 알 수 있다. BTC의 압축 기법에 대해서는 2장에서 더 자세히 서술하기로 한다. BTC 기술은 AMBTC(Absolute Moment BTC), Adaptive AMBTC, ODBTC(Ordered Dithering BTC), EDBTC(Error Diffused BTC) 등의 기술들로 발전되어 왔으며 영상압축 및 영상압축 및 정보은닉에도 종종 적용되어진다[4,5]. 일련의 BTC 계열 알고리즘의 발전방향을 살펴보면 크게 두 가지 방향으로 요약됨을 알 수 있다. 하나는 영상복원 시 화질개선을 목적으로 한 것이며, 다른 하나는 압축률을 높이기 위한 노력이었다[6,7,8].

본 논문에서는 필터링과 같은 부가적 신호처리에 의한 시각적 화질개선 방법을 배제한 채 BTC 알고리즘 동작 개선을 통해 화질을 향상 시키는 방법으로 이동기준점(평균 값)의 사용을 제안하였다.

본 논문의 2장에서는 BTC 알고리즘의 다양한 기법들에 대해서 소개한다. 3장에서는 제안하는 이동기준점 AMBTC 방법의 개발동기 및 가능성

접수일자 : 2011년 04월 21일

심사일자 : 2011년 05월 24일

수락일자 : 2011년 06월 27일

*교신저자, E-mail : ciechoi@korea.ac.kr

에 대해 설명한다. 그리고 4장에서는 영상처리에
서 많이 쓰이는 샘플 영상들에 제안하는 알고리
즘을 적용하여 압축하고 복원 후 화질평가를 실
시한다. 마지막을 제안한 알고리즘에 대한 평가
및 향후 연구과제들에 대해 5장에서 서술한다.

II. Block Truncation Coding

2.1 Typical Block Truncation Coding[1,2,3]

전통적인 BTC 알고리즘은 다음과 같은 순서로
동작하며 입력영상(I)을 일정크기의 블록(B)으로
분할하고 매 블록마다 다음의 동작들을 반복한다.

블록별로 평균값(\bar{x})과 분산(σ)을 구한다음 각
픽셀의 값(x_i)이 평균이상이면 1, 미만이면 0을 해
당 위치의 출력 픽셀(b_i)에 할당한다. 여기서 m 은
블록 별 픽셀의 개수이다.

$$\bar{x} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_i \quad (1)$$

$$\bar{x}^2 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_i^2 \quad (2)$$

$$\sigma = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2 \quad (3)$$

1차 모멘트(Moment) 식 (1)과 식 (2)를 h, l 에
대해 정리하면 다음과 같이 식 (6)과 (7)이 얻어진
다. 즉, 블록의 평균과 분산을 이용하여 h, l 을 계
산하고 이 값들을 블록의 양자화 값으로 저장한
다. 여기서 x_i 는 블록 내 픽셀 값, q 는 평균보다
큰 픽셀의 개수이다.

$$m\bar{x} = (m - q)l + qh \quad (4)$$

$$m\bar{x}^2 = (m - q)l^2 + qh^2 \quad (5)$$

$$h = \bar{x} + \sigma \sqrt{\frac{m - q}{q}} \quad (6)$$

$$l = \bar{x} - \sigma \sqrt{\frac{q}{m - q}} \quad (7)$$

즉, h, l 는 각각 평균보다 큰 픽셀의 값, 평균보
다 작은 픽셀의 값들을 대표하는 것이다.

$$b_i = \begin{cases} 1 & \text{if } B_i \geq \bar{x} \\ 0 & \text{if } B_i < \bar{x} \end{cases}$$

영상복원(Decoding) 시에는 bitmap의 1과 0에
따라 h, l 값을 해당 bitmap에 대응하는 픽셀의 값
으로 대치함으로써 복원영상을 Out 을 얻는다.

$$Out_i = \begin{cases} h & \text{if } b_i = 1 \\ l & \text{if } b_i = 0 \end{cases}$$

2.2 Absolute Moment Block Truncation Coding[4]

AMBTC는 BTC에서 제곱근을 구하는 식을 간
략화 하여 연산 시간을 줄였으며, 결과적으로 원
래의 픽셀 값에 근사치를 얻도록 설계가 되었다.
입력영상을 일정크기의 블록으로 분할하고 매 블
록마다 다음의 동작들을 반복한다.

① 블록별로 식 1.에 따라 평균값(\bar{x})을 계산하
여 각 픽셀의 값과 비교하여 평균이상이면
1, 미만이면 0을 할당한다.

② 평균(\bar{x})과 모멘트(식 6.)를 이용하여 복원
시에 사용할 평균이상 픽셀그룹(H)의 대푯
값 h , 평균 미만 픽셀그룹(L)의 대푯값 l 을
계산하여 부가정보로 저장한다.

$$\alpha = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k |x_i - \bar{x}| \quad (8)$$

$$h = \bar{x} + \frac{k\alpha}{2q} \quad (9)$$

$$l = \bar{x} - \frac{k\alpha}{2(k - q)} \quad (10)$$

여기서, $x_i(i=1,2,\dots,k)$ 는 블록의 픽셀을 의미하
며, k 는 블록 내 픽셀의 수 그리고 q 는 블록평균
보다 픽셀 값이 큰 경우의 수를 의미한다.

각 블록마다 0과 1로 이루어진 이진영상과 h 과
 l 을 전송한다. 아래 그림 1은 BTC, AMBTC의
파일 구조를 나타낸다.

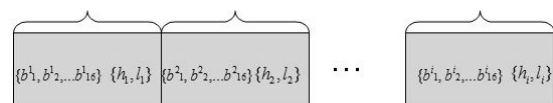


그림 1. AMBTC 압축영상 파일의 구조

2.3 Adaptive AMBTC[2]

Adaptive AMBTC는 AMBTC를 좀 더 개선한 방법으로서 비트율(bits per pixel)을 틀리게 할 수 있다는 장점이 있다. 물론 비트율을 조정함으로써 전체적인 정보량은 줄어들지만 일정량의 화질저하를 감수해야 한다. 아래에서 Adaptive AMBTC의 원리를 간단히 설명한다.

- Adaptive AMBTC에서는 영상의 매 블록에 대해 BTC 적용 시 Th(Threshold)를 적용하여 두 가지 모드를 사용한다.

$$\begin{cases} \langle h, l \rangle = \bar{x} & \text{if } |h-l| \leq Th, \text{ Mode I} \\ \langle h, l \rangle & \text{else Mode II} \end{cases}$$

즉, $|h-l| \leq Th$ 인 경우라면 블록내의 각 픽셀들이 임계치 이내의 차이를 가지므로 h, l 값을 각각 저장하는 대신 \bar{x} 만을 저장함으로써 하나의 값으로 전체 블록을 표현함을 의미한다. 아래 그림 2에서는 Adaptive AMBTC 알고리즘으로 생성된 BTC 압축영상의 파일 구조를 보인다.

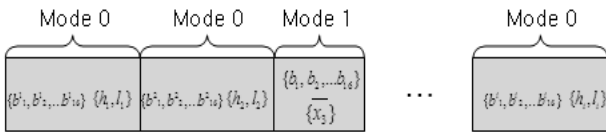


그림 2. Adaptive AMBTC 영상 파일의 구조

AMBTC에서 블록의 평균을 구하고 평균에 의해 h 와 l 값을 구하였다. 하지만 극단적인 블록의 구성에 의해 최소의 MSE를 가지는 기준점(평균 값)을 가지지 못하는 경우가 있다. 본 논문에서는 샘플블록과 실제영상을 통해 제안하는 아이디어를 검증하고자 한다. 위에서 BTC, AMBTC는 압축복원 시 화질증가를 목표로 하며 Adaptive AMBTC는 왜곡을 최소화하며 압축률의 증가를 목적으로 하였다.

III. 제안된 이동기준점 AMBTC 알고리즘

3.1 예제 블록을 이용한 검증

BTC를 이용하는 대부분의 알고리즘에서 첫 번째 통계치로 평균 값(기준 값)을 사용한다. 또한 AMBTC에서 2장의 식들에 의해 얻어진 h 와 l 은 H그룹의 평균과 L그룹의 평균임을 기존의 논문들에서 확인하였다[2,4]. 본 논문에서는 기준 값의 이동에 따라 블록에서 발생하는 에러의 크기가

변함을 확인하고자 하며 이동된 기준점에 의한 H와 L 그룹에 대한 대푯 값을 h 과 l 에 저장하여 사용하고자 한다. AMBTC와 제안하는 기준점 이동 방법을 비교해 보았을 때 기준점의 이동에 따라 AMBTC보다 높은 PSNR(즉, 작은 MSE)을 가짐을 확인할 수 있었다.

아래 그림 2와 같은 순서에 의해 알고리즘이 설계되었으며 그림 3과 같이 임의의 44 블록을 생성하여 예제로 사용하였으며 동일한 블록에 대해 AMBTC, 이동기준점 AMBTC 방법을 적용하였다.

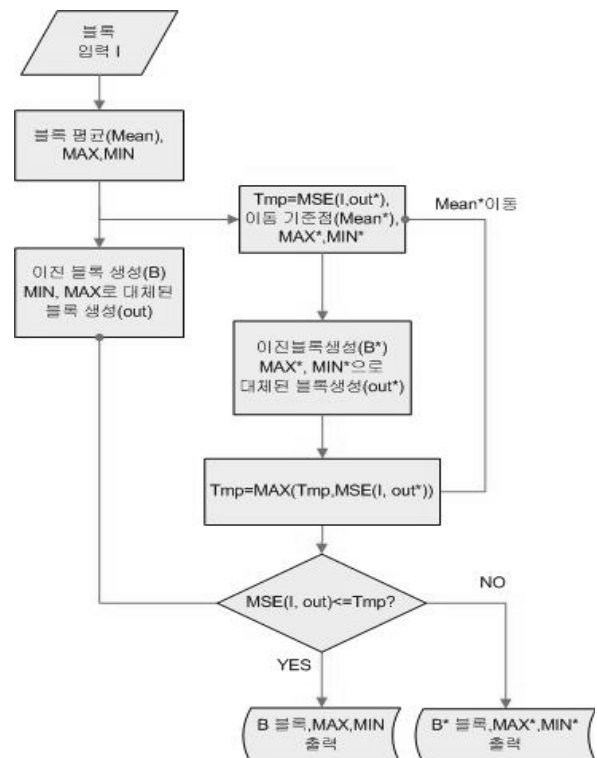


그림 3. 제안알고리즘 흐름도

원본블록에서 $\bar{x}=18.125, h=35, l=12.5$ 이동기준점을 적용한 경우 $\bar{x}=20.125, h=50, l=13.5714$ 로 MSE는 각각 58.4375, 8.2143이다. 원본블록과 AMBTC 복원블록은 30.45dB, 원본블록과 이동기준점 AMBTC는 38.901dB의 PSNR을 가지는 것으로 측정되었다. 임의 블록 예를 통해 제안하는 이동기준점 AMBTC 알고리즘이 화질증가를 보일 수 있음을 확인하였다.

10	11	12	13
14	15	20	50
10	11	12	13
14	15	20	50

원본 블록

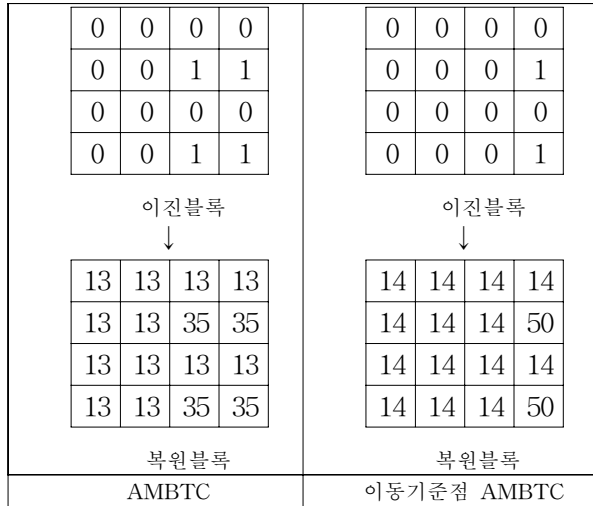


그림 4. 제안하는 시스템의 입,출력 블록

IV. 실제 영상을 이용한 제안 알고리즘의 검증

본 논문에서 제안하는 알고리즘의 실제 화질 향상 성능을 확인하기 위하여 영상처리에서 샘플영상으로 많이 사용되는 Lena, Baboon, Boat, Pepper 영상들에 알고리즘을 적용하였다. 실험의 방법은 각 블록에 대해 아래와 같은 순서로 진행되었다.

- 1) 영상에 AMBTC 알고리즘을 적용하여 H그룹과 L 그룹의 h 와 l 을 구해 MSE 를 구한다.
- 2) Block의 픽셀 값들을 올림차순으로 정렬한 다음 Block의 평균(\bar{x})보다 작은 이웃 픽셀을 선택하고 새로운 평균(\bar{x})으로 지정한다.
 - 가) 평균(\bar{x})를 기준으로 H, L 그룹으로 재 분류한 다음 h' 와 l' 을 구하여 MSE' 를 구한다.
- 3) Block 평균(\bar{x})보다 큰 이웃 픽셀을 선택하고 새로운 평균(\bar{x})을 지정한다.
 - 가) 평균(\bar{x})를 기준으로 H, L 그룹으로 분류한 다음 h'' 와 l'' 을 구하여 MSE'' 를 구한다.

4) MSE , MSE' , MSE'' 를 비교하여 평균이동 방향을 선택한다.

가) MSE 가장 크거나 나머지 두 값과 같다면 평균은 고정(즉, $\bar{x} = \bar{x}$)

나) MSE' 이 가장 크다면 평균은 평균보다 작은 픽셀 값으로 이동(즉, $\bar{x} = \bar{x}'$)

다) MSE'' 이 가장 크다면 평균은 평균보다 큰 픽셀 값으로 이동(즉, $\bar{x} = \bar{x}''$)

5) 선택된 평균()에 의한 H, L 그룹 대푯값으로 BTC 압축을 수행한다.

압축해제(디코딩) 방법 등은 기존의 방법들과 동일하게 이루어지므로 본 논문에서는 생략하도록 한다.

아래 표 1은 제안하는 알고리즘을 적용했을 때 블록평균이 이동이 발생하는 경우를 조사한 것이다. 각 영상들은 총 4,096개(블록크기는 88)의 블록을 가지며 약 30%의 경우에는 평균이 이동하지 않는 것으로 나타났다. 하지만 약 34%의 블록에서는 평균의 하향이동 시 최적의 MSE를 구할 수 있었고 나머지 36%의 경우에는 평균의 상향이동 시 최적의 MSE가 구해짐을 알 수 있다. 결국 기존의 AMBTC를 사용했을 경우에 비해 약 70%의 블록에서 새로운 평균 값을 취함으로써 MSE를 최소화 시킬 수 있다는 것이다. MSE의 최소화는 디코딩 후 화질의 성능에 중요한 요소이므로 이러한 접근은 아주 중요하다고 할 수 있다.

표 1. 예제 영상에서의 기준점 이동 횟수

	변동없음	상향이동	하향이동
Lena	1,462	1,357	1,277
Boat	1,115	1,236	1,745
Baboon	877	1,758	1,461
Pepper	1,492	1,212	1,392

위의 최적화 과정을 거친 후 복원된 영상에 대해 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)을 계산한 결과를 표 2에서 보인다.

표 2. AMBTC 알고리즘의 기준점이동에 따른 화질 향상

	AMBTC	이동기준점 AMBTC	증가치
Lena	29.9346	30.1246	0.19
Boat	28.0726	28.2514	0.1788
Baboon	25.1842	25.2986	0.1144
Pepper	29.6569	29.8979	0.241

그림 3에서는 AMBTC와 제안된 방법의 압축복원 영상과 차 영상을 보인다. 그리고 그림 4에서는 Lena영상의 일부를 확대시켰다. 모든 영상에 대해 제안된 알고리즘을 적용하였을 때 화질의 향상이 일어나는 것을 확인할 수 있다. 네 가지 영상에 대해 평균 0.181dB 정도의 PSNR 상승효과를 가졌으며 실험에 이용하지 않은 무수한 영상들에 대해서도 비슷한 정도의 화질향상을 보일 것으로 예측이 가능하다.

V. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 기존 AMBTC 기반의 압축기법을 최적화하여 압축된 영상을 복원하였을 경우 최대 화질(PSNR)을 제공하도록 발견적 접근(Heuristic Approach)을 시도하였으며 최적의 기준점(이동평균)을 찾아내었다. 기존의 BTC 알고리즘들이 압축성능의 향상 또는 압축복원 후 화질향상의 두 가지 측면에 많은 연구를 수행해 왔으며 특히, 화질향상의 측면에서는 필터링과 같은 외부적인 신호처리기법을 적용하여 그 목적을 달성해왔다. 하지만 제안하는 방법에서는 AMBTC의 평균을 이동하여 최적의 화질을 제공하도록 했다는 점에서 의미가 깊은 접근이다. 제안된 방법들은 임의의 예제블록 그리고 실제 영상에의 적용을 통해 접근법의 타당성 및 화질향상을 입증하였다.

이러한 시도를 바탕으로 기준점(평균)의 이동을 정형화하여 수식으로 도출해내는 것이 향후 연구의 과제가 될 것이며 기준점 이동의 방향(상향 또는 하향)에 대한 예측을 통계적으로 풀어보는 연구를 필요로 한다.

ACKNOWLEDGEMENT

※ “본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2011년도 문화콘텐츠산업기술지원사업의 연구결과로 수행되었음”

[참고 문헌]

- [1] E. J. Delp and O. R. Mitchell, "Image Compression Using Block Truncation Coding," *IEEE Transactions on Communications*, Vol. 27, No. 9, pp. 1335-1342, 1979.
- [2] P. Franti, O. Nevalainen, and T. Kaukoranta, "Compression of Digital Images by Block Truncation Coding: A Survey," *Computer Journal*, Vol. 37, No. 4, pp. 308-332, 1994.
- [3] E. J. Delp, M. Saenz, and P. Salama, "Block Truncation Coding(BTC)", *Handbook of Image and Video Processing*: edited by A.C. Bovik," Academic Press, 2000.
- [4] Hui. L, "An Adaptive Block Truncation Coding Algorithm," ICASSP-90, Vol. 4, pp. 2233-2236, Albuquerque, USA, 1990.
- [5] K. Somasundaram and I. Kaspar Raj, "Low Computational Image Compression Scheme based on Absolute Moment Block Truncation Coding," *World Academy of Science, Engineering and Technoloy*, Vol. 19, pp. 166-171, 2006.
- [6] 고희화, 이충용, "영상압축을 위한 확장된 BTC의 새로운 제안", *전자공학회 논문지* 제 25권 제1호, p p. 81-87, 1988.
- [7] 신용달, 이봉락, 이건일, "인간 시각 체계를 이용한 적응 구회 절단 부호화", *전자공학회 논문지* 제30권, B편, 제12호, pp. 1216-1221, 1993.
- [8] K. W. Chan and K. L. Chen, "Optimized Adaptive AMBTC", *Proceedings of ICIP-94*, Vol. 2, pp. 371-374, Austin, USA, 1994.



그림 5. AMBTC와 제안된 방법의 압축복원 영상과 차영상

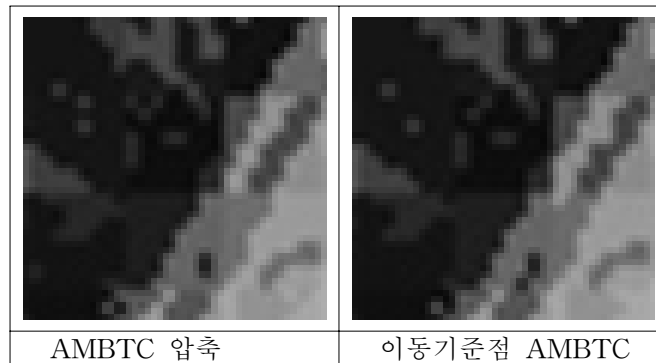


그림 6. Lena 영상의 확대

Biography



최용수 (YongSoo Choi)

1998년 강원대학교 제어계측공학과(공학사)
 2000년 강원대학교 제어계측공학과(공학석사)
 2006년 강원대학교 제어계측공학과(공학박사)
 2007년~현재 고려대학교 정보보호연구원
 연구교수

<관심분야> IPMP, DRM, 영상 데이터 은닉,
 영상/비디오/오디오 워터마킹, 해쉬 알고리즘 등임

<e-mail> ciechoi@korea.ac.kr