

논문 2015-52-3-9

LCD 오버드라이브를 위한 다중 모드 BTC 영상 압축 알고리즘

(Multi-Mode BTC Image Compression Algorithm for LCD Overdriving)

조 문 기*, 윤 영 섭*

(Moonki Cho and Yungsup Yoon[Ⓢ])

요 약

BTC (Block Truncation Coding) 영상 압축은 하드웨어 구현이 간단하고, 영상의 에지 보존 능력이 뛰어나, LCD 오버드라이브의 압축 기법으로 널리 사용되어지고 있다. 본 논문에서는 높은 화질을 유지하고 높은 압축률을 얻기 위한 방법으로, Multi-Mode BTC (MM-BTC) 알고리즘을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 advanced Y-based BTC 방법으로 RGB 각각의 비트맵을 하나의 비트맵으로 단일화 하여 압축 율을 높였고, 본 논문에서 제안하는 improved 2-level 와 4-level BTC 방법을 사용하여 높은 화질을 얻도록 하였다. 시뮬레이션 확인 결과, MM-BTC 는 기존 연구된 BTC 알고리즘 결과보다 최대 2.34 dB 높은 정지 영상 PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)결과를 확인 할 수 있었다. LCD overdrive 에 적용한 동영상 PSNR과 비교 결과, MM-BTC 가 기존 연구된 BTC 알고리즘 결과보다 최대 2.33 dB 높은 PSNR 결과가 확인되었다.

Abstract

BTC (Block Truncation Coding) image compression is simple to implement by hardware and has excellent edge retention capability of image, image compression techniques are widely used in LCD overdrive. In this paper, to maintain high visual quality and has high compression rate, Multi-Mode BTC (MM-BTC) algorithm is proposed. The MM-BTC has high compression rate using advanced Y-based BTC method and has high visual quality using improved 2-level and 4-level BTC method in this paper. As shown in simulation results, MM-BTC improves still image PSNR (Peak Signal to Noise Ratio) up to 2.34 dB as compared with other algorithms. When the MM-BTC is applied to LCD overdrive, MM-BTC improves moving picture PSNR up to 2.33 dB as compared with other algorithms in literature.

Keywords : LCD, overdrive technique, block truncation coding, advanced Y-based BTC

I. 서 론

Liquid Crystal Display(LCD)는 hold-type 디스플레이 방식으로, 동영상 재생에서 액정의 늦은 반응속도로

인한 모션 블러(motion blur) 현상이 발생하는 단점이 있다. 모션 블러 현상을 감소시키는 기술로 액정에 인가되는 데이터의 크기를 변조하는 오버드라이브 방법을 널리 사용되고 있다^[1~2]. 오버드라이브는 표현될 이미지 원본의 밝기보다 더 큰 값 또는 더 작은 값으로 표현하게 하여, 모션 블러 현상을 감소시키는 원리를 이용한다.

그림 1은 오버드라이브의 도식도이다. 오버드라이브 기능을 적용하기 위해서는 이전 프레임 전체 이미지가 필요하므로, 프레임 메모리를 사용한다. 최근에는 비용

* 정회원, 인하대학교 전자공학과

(Div. of Electronic Engineering, Inha University)

※ 이 논문은 인하대학교의 지원에 의하여 발간되었음.

Ⓢ Corresponding Author(E-mail: ysyoon@inha.ac.kr)

Received ; June 11, 2014

Revised ; October 31, 2014

Accepted ; February 25, 2015

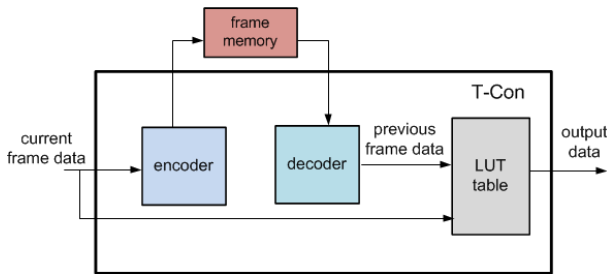


그림 1. 오버드라이브 도식도.

Fig. 1. Block diagram of overdrive.

절감 및 메모리 인터페이스 클록 주파수 감소 위해서, 프레임 이미지의 압축 방법이 연구되고 있다.

오버드라이브용으로 사용되는 압축 방법으로는 Discrete Cosine Transform (DCT)^[3] 및 Discrete Wavelet Transform (DWT)^[4]과 같이 주파수 영역 코딩과 Block Truncation Coding (BTC)^[5-6]와 같은 공간 영역 코딩을 들 수 있다. 통상적으로 주파수 영역 코딩은 높은 압축률을 얻을 수 있으나, 상대적으로 많은 계산이 요구된다. 그리고 주파수 영역 코딩은 고주파 성분을 제거하는 방법으로 압축되는데, 오버드라이브 적용에서는 영상의 에지 보존이 필수적이므로 고주파 성분을 제거하는 방법은 오버드라이브 적용에 적합하지 못하다.

그에 비해, 공간 영역 코딩은 상대적으로 계산이 간단하여 하드웨어 설계가 용이하고, 영상의 에지보존 특성이 우수하다는 장점이 있다. 그리고 실시간으로 데이터 처리를 위해서는 적용 영역 별로 일정한 압축비를 갖는 알고리즘이 적합하므로, 일정한 압축비를 얻을 수 있는 Block Truncation Coding (BTC)이 오버드라이브 압축으로 가장 널리 사용되고 있다. BTC는 1978년 Delp, Mitchell 그리고 Calton 등이 발표한 공간 영역 코딩 기법으로 간단하고 효율적인 압축 알고리즘으로 알려져 있다^[7].

BTC 알고리즘은 영상을 중복되지 않도록 서브 블록으로 나누고, 각 픽셀 데이터를 높은 평균과 낮은 평균으로 표현하여, 복호기로 전달하면, 해당 변수로 복호하는 과정으로 구성된다. 하지만, BTC와 같은 공간 영역 코딩 방법은 주파수 영역 코딩 방법에 비해서, 높은 압축률을 얻기 어렵다는 단점이 있다.

일반적으로 압축률을 높이기 위해서는 적용하는 블록 크기를 증가시키거나 낮은 양자화 레벨을 적용하여야 하나, 이와 같은 방법들은 높은 압축률을 얻을 수 있

으나, 압축 손실이 증가되므로 이미지 품질을 떨어뜨리게 되는 단점이 있다. 이미지 품질을 유지하면서, 압축률을 높이는 방법으로, 첫 번째는 영상신호 전송에 필요한 정보 중, 각 서브 블록의 비트맵을 압축하는 방법이고, 두 번째는 각 서브 블록의 대표 데이터(2-level BTC : 상위 평균과 하위평균, 4-level BTC : 평균과 동작범위)를 압축하는 방법이다. 이 중에서 비트맵을 압축하는 방법은 RGB 데이터를 4:2:2 또는 4:1:1 YCbCr 컬러 변환 방법을 적용하여 비트맵을 줄이는 방법^[8], RGB 각각의 비트맵을 하나의 비트맵으로 단일화 하는 방법이 연구되어 지고 있다^[9].

본 논문에서 제안하는 MM-BTC는 improved 2-level/4-level로 구성되는데 두 가지 방법 모두 advanced Y-based BTC를 적용하여, RGB 데이터의 비트맵들을 하나의 비트맵으로 단일화하였다. 본 논문에서는 압축 성능에 대한 검증은 정지영상에서 원본 영상과 압축 후의 복원 영상을 비교한 coding performance(dB)와 오버드라이브를 적용한 상태에서 (현재의 원본 영상 / 한 프레임 이전의 원본 영상) 과 (현재의 원본 영상 / 압축 후 복원된 한 프레임 이전 영상)를 비교한 overdrive performance(dB)로 분석하였다.

시뮬레이션으로 검증한 결과, coding performance (overdrive performance)는 basic-BTC 대비 3.4 dB (3.38 dB) 높은 압축손실을 확인하였다. 그리고 기존 논문들에서 발표된 CE-BTC^[10]와 FBTC^[8]의 결과와 비교해도 2.34 dB (2.33 dB) 와 1.51 dB (1.30 dB) 높은 결과를 확인 할 수 있었다. 그리고 MM-BTC 로 압축 및 복원된 에지 영상을 비교해 본 결과 MM-BTC 로 복원된 영상의 에지 부분이 기존 연구된 압축 알고리즘에 비해서 높은 에지 보존 특성을 확인할 수 있었다.

II. 이론적 배경

2.1. basic-BTC

일반적으로 basic BTC는 대표 데이터가 2개인 2-level BTC를 의미한다. 2-level BTC 구현 방법은 전체 영상을 일정한 크기로 분할하여, 분할 된 블록 마다, 평균값을 계산하여 각 화소 값과 비교하여 평균이상이면 1, 미만이면 0을 할당한다.

상기와 같이 화소마다 할당된 1 비트 데이터가 비트맵(BMP(i))이며, 다음과 같이 요약 될 수 있다

$$\begin{aligned} \text{if } X(i) \geq \bar{X}, \quad \text{BMP}(i) = 1 \\ \text{else,} \quad \text{BMP}(i) = 0 \end{aligned} \quad (1)$$

여기서, $X(i)$ 는 $n \times m$ 내의 픽셀 데이터를 의미한다. 그리고 i 는 $1 \leq i \leq (n \times m)$ 의 값이다. \bar{X} 는 블록내의 평균을 의미한다.

2-level BTC는 입력 영상을 단순히 평균을 기준으로 높은 값과 낮은 값으로만 복원 하게 되어 계산이 간단하고 하드웨어 구현이 용이하다. 하지만 2 개의 데이터로만 복원이 가능하므로, 블록 내 데이터 분포에 따라서, 압축 효율이 감소하는 단점이 있다.

2.2. 4-level BTC

일반적인 다중 레벨(multi-level) BTC는 대표 데이터가 4 개를 이상을 사용하는 방법으로 본 장에서는 다중 레벨 중 제안하는 알고리즘에 적용 되어진 4-level BTC 구현 방법에 대해서 소개한다. 일반적인 4-level BTC는 3 개의 임계값을 기준으로 4 개의 영역으로 분리한 다음, 블록내의 데이터를 11, 10, 01, 00(2진수)의 비트맵으로 표현하여, 복호기에 전달하고, 비트맵 정보로 각각의 레벨에 맞는 데이터 값으로 복원 할 수 있도록 하는 방법이다.

하지만, 본 논문에서는 3 개의 임계값을 적용하는 방법은 대표 데이터가 4 개이므로 압축비의 현저한 저하를 가져오게 된다. 그래서 본 논문에서는 압축률 향상을 위해서, 1 개의 임계값만을 사용하는 방법으로 4-level BTC를 구현하였다^[8]. 본 논문에서 사용한 4-level BTC 방법은 다음과 같다. 우선, 일반적인 2-level BTC 를 적용하여, 블록 내의 상위 데이터들의 평균과 하위 데이터들의 평균을 구한다. 그리고 계산된 상위 평균에 속하는 데이터들을 2-level BTC 를 적용하여, 상위 평균에 속하는 데이터에서의 상위평균(T_H)을 구하고 동일한 방법으로, 하위평균(T_L)을 구한다. 구해진 T_H 와 T_L 값으로, 블록내의 평균 (\bar{X})과 동작범위 (dynamic range, \bar{D})를 아래 식에 의해서 구할 수 있다.

$$\bar{X} = \left[\frac{1}{e} \sum_{X(i) \geq T_H} X(i) + \frac{1}{f} \sum_{X(i) < T_L} X(i) \right] / 2 \quad (2)$$

$$\bar{D} = \left[\frac{1}{e} \sum_{X(i) \geq T_H} X(i) - \frac{1}{f} \sum_{X(i) < T_L} X(i) \right] \quad (3)$$

식(2, 3)에서, $X(i)$ 는 $n \times m$ 내의 픽셀 데이터를 의미한다. 그리고 i 는 $1 \leq i \leq (n \times m)$ 의 값이다. e 는 블록 내에서 T_H 보다 크거나 같은 데이터의 수이고, f 는 블록 내에서 T_L 보다 작은 데이터의 수이다. 식(2)와 식(3)에 의해서 구해진 평균과 동작범위를 활용하여, 각 블록 3 개의 임계값을 아래와 같이 구할 수 있다.

$$TH_N = \bar{X} + \frac{N-2}{3} \bar{D} \quad (N=1,2,3) \quad (4)$$

구해진 TH_N 은 기준 임계값이 3개이므로, 4개의 영역으로 표현가능하게 된다. 복호기는 평균과 동작범위 그리고, 4-level 비트맵으로 복원 시, 아래 수식에 따라서 복원하게 된다.

$$X_{rec}(i) = \bar{X} + \frac{2 * Q(i) - 3}{6} \bar{D} \quad (5)$$

식 (5)에서, $Q(i)$ 는 4-level 비트맵을 나타낸다. $X_{rec}(i)$ 는 복원된 값을 표현한다. 블록내의 평균 (\bar{X})과 동작범위 (dynamic range, \bar{D})와 $Q(i)$ 값으로 복호가 가능하다. 식(5)에서 알 수 있듯이, 임계값이 1 개 이므로 복원되는 4 개의 데이터는 임계값의 정수배로 정해지게 된다.

III. MM-BTC 압축 알고리즘

3.1. Advanced Y-based BTC 알고리즘

BTC 는 RGB 별로 독립적으로 수행되기 때문에, 블록 별로 3 개의 비트맵이 발생한다. 본 논문에서 제안하는 MM-BTC 알고리즘에서는 3 개의 비트맵을 하나의 비트맵으로 단일화를 위해서, advanced Y-based BTC 알고리즘을 사용하였다.

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B \quad (6)$$

RGB의 비트맵을 Y의 비트맵으로 사용하는 방법 (이하 Y-based BTC)은 Wang의 논문에서 발표되었다^[10]. Y-based BTC는 RGB의 비트맵에 Y 비트맵을 적용하는 방법으로 계산이 간단하고, 높은 PSNR 을 얻을 수 있는 장점이 있지만 이 방법은 식 (6)에서와 같이, Y는 green에 높은 가중치를 갖고 있고, 상대적으로 red와 blue의 비율이 상대적으로 낮아, Y-based BTC을 적용하면, 상대적으로 green의 PSNR은 높지만, red와 blue

의 PSNR은 상대적으로 낮은 단점이 있다. 오버드라이브는 RGB 별로 독립적으로 수행되기 때문에, RGB 간의 압축 손실의 차이가 적을수록 유리하다. 이러한 이유로 본 논문에서는 RGB 간의 압축 손실 차를 줄이고 Y-based BTC 보다 높은 PSNR 결과를 얻기 위해서, advanced Y-based BTC 방법을 제안한다. advanced Y-based BTC는 Y에서 RGB의 편차에 관계없이 정해진 가중치로 계산되는데, advanced Y-based BTC 방법에서는 블록 내의 데이터 중 최대값과 최소값의 편차에 따라서, 컬러 성분 별로 가중치를 달리 하는 방법을 사용하였다. 최대값과 최소값의 편차에 따라서, 가중치를 달리 하는 이유는 편차가 큰 그레이는 비트맵 압축 과정에서 압축 손실이 가장 크게 발생되어 이미지 품질을 크게 저해함으로 가장 높은 가중치를 두어 계산하게 하여 압축 손실을 줄이는 방법을 사용하였고, 편차가 적은 그레이는 상대적으로 압축 과정에서 손실이 가장 작게 발생함으로 낮은 가중치를 두어 전체적으로 압축 손실을 줄이고 높은 이미지 품질을 유지 할 수 있도록 하였다. 적용 방법은 식 (7)와 같이, 식 (6)의 green 위치에 3 개의 그레이 중에서 최대값과 최소값의 편차가 가장 큰 그레이($Diff_{max}$)를 위치시키고, 가장 낮은 편차의 그레이($Diff_{min}$)를 blue에 위치시킨다. 그리고 중간 편차를 갖는 그레이($Diff_{typ}$)는 red 에 위치시킨다.

$$Y_{advanced} = 0.299Diff_{TYP} + 0.587Diff_{MAX} + 0.114Diff_{MIN} \quad (7)$$

Advanced Y-based BTC 의 압축 성능을 정량 적으로 분석하기 위해서, 그림 2에서와 같이 basic-BTC와 Y-based BTC 그리고, 본 논문에서 제안하는 advanced Y-based BTC의 각 서브 그레이 단위(RGB)로 PSNR

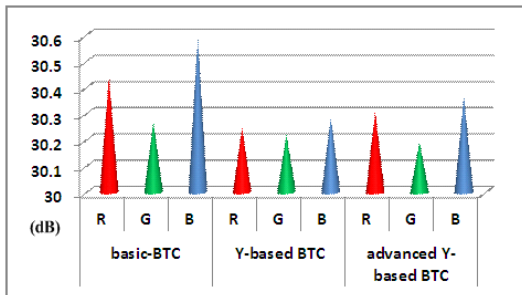


그림 2. 각 압축 방법에 따른 서브 그레이 단위의 PSNR.

Fig. 2. PSNR for each method according to sub-gray.

을 조사하였다.

그리고 그림 3에서는 픽셀 (3-colors) 단위의 PSNR 을 조사하였다. 평가 이미지는 LIVE Image Quality Assessment Database Release 2^[11]의 17 가지 이미지를 사용하였다.

그림 3에서 알 수 있듯이, Y-based BTC와 basic-BTC의 그레이에 따른 PSNR 차이는 red 에서는 0.2 dB, green에서는 0.05 dB, blue에서는 0.31 dB의 차이가 발생하였다. Green에 비해서, red 와 blue 의 오차가 크게 발생함을 알 수 있었다. 하지만 advanced Y-based BTC와 basic-BTC에서 PSNR를 분석해 보면 red에서 0.13 dB, green에서 0.08 dB, blue에서 0.23 dB의 차이가 발생함을 확인 할 수 있어, green에서는 0.03 dB 낮은 PSNR 수치를 얻었으나, 상대적으로 red, blue 의 압축 손실이 개선됨을 확인 할 수 있었다.

정량적으로 분석해 보면, basic-BTC와 Y-based BTC에서 그레이 중 가장 높은 PSNR과 가장 낮은 PSNR의 차이는 0.26dB이었으나 basic-BTC와 advanced Y-based BTC 그레이 중 가장 높은 PSNR과 가장 낮은 PSNR의 차이는 0.15 dB로 advanced Y-based BTC가 Y-based BTC에 비해서 컬러 성분 별로 PSNR 편차가 적음을 확인할 수 있었다.

그림 3에서 픽셀 단위의 PSNR 결과이다. Advanced Y-based BTC의 PSNR 결과가 Y-based BTC 보다 0.039 dB 높은 결과를 얻을 수 있어, 오버드라이브에서 advanced Y-based BTC 의 효율성을 확인 할 수 있었다.

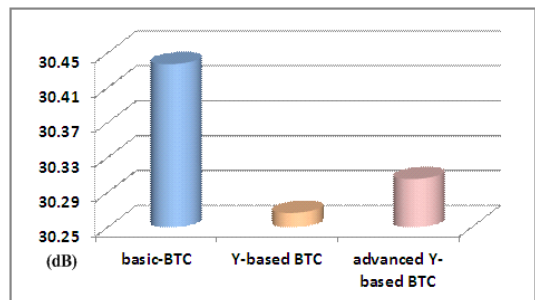


그림 3. 각 압축 방법에 따른 픽셀 단위의 PSNR.
Fig. 3. PSNR for each method according to pixel unit.

3.2 다중 모드 BTC (Multi-Mode BTC)

본 논문에서 제안하는 MM-BTC는 뒷 절에서 소개 될 improved 2-level/4-level BTC 방법으로 입력 이미

지를 각각 압축하고 복원하여 원본 데이터와 비교하여 가장 손실이 적은 방법을 선택하는 기법을 사용하였다.

BTC 양자화 레벨이 낮으면 비트맵의 데이터의 양이 감소하므로, 작은 블록 크기에서 수행이 가능하고, 양자화 레벨이 높으면 많은 양의 비트맵 데이터를 복호기로 전송해야 하므로, 일정한 압축비를 얻기 위해서는 블록 크기가 큰 블록에서 BTC를 적용해야 한다. BTC 블록의 데이터 분포에 따라서, 작은 블록에서 낮은 양자화 레벨을 적용하는 방법보다 압축손실이 낮을 수도 있고, 반대로 큰 블록에서 높은 양자화 레벨을 적용하는 방법이 낮은 압축손실을 얻을 수 있다.

그래서 본 논문에서 제안하는 MM-BTC는 그림 4와 같이 블록크기와 양자화 레벨을 달리한 2개의 모드를 적용하여, 압축 및 복호한 다음 원본 데이터와 비교하여 손실이 적은 모드를 복호기로 전달하여 해당 모드로 복호하는 방법을 사용하였다. 두 가지 방법이 사용한 블록 크기가 6x4 로 같으므로 블록마다 1 비트 선택 신호를 복호기로 전송하면 해당 복원 방법으로 복호가 가능하다.

MM-BTC의 할당된 비트를 살펴보면, 6x4 블록에서 6:1 압축의 경우, 그림 4에서 표현한 바와 같이 필요한 비트는 총 96 비트이다. improved 4-level BTC의 비트맵은 화소 마다 2 비트이므로 총 48 비트가 할당된다. 동작범위는 총 23 비트를 사용하였고, 평균은 총 24 bit 를 사용하였다. Improved 2-level BTC의 경우, 비트맵은 화소마다 1 비트를 사용하므로 총 24 비트로 표현하였고, 8-level adaptive quantization coding(AQC)^[10]로 압축한 대표 데이터들은 총 71 비트 (최소 화소 값:23 bit, 양자화 구간:12 bit, 비트맵:36 bit)로 표현하여, 두 가지 압축 모드를 각 95 비트를 사용하였다.

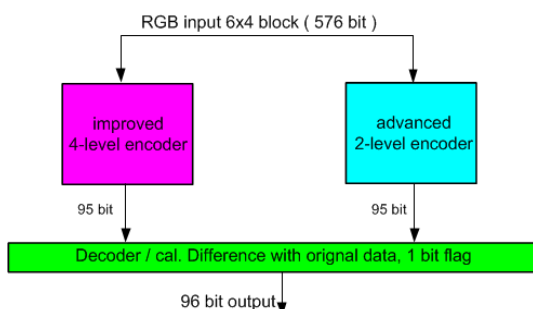


그림 4. MM-BTC 도식도.
Fig. 4. MM-BTC Diagram.

3.3 Improved 2-level BTC 알고리즘

MM-BTC 알고리즘 중 Advanced 2-level BTC 방법은 압축 효율을 높이기 위해서 원본 6x4 블록을 2개의 3x4 블록으로 나누어 압축을 적용하였다. 2 개의 서브 블록에서 각각 2-level BTC를 수행하여, 각각의 블록마다, 대표 데이터를 구한다. 컬러 성분 별로 필요한 비트맵은 압축비 향상을 위해서, advanced Y-based BTC 방법을 적용하여, 컬러 성분 별로 존재하는 비트맵을 1/3 으로 압축하였다. 하지만 3x4 블록크기에서 Y 비트맵 압축 방법만으로는 6:1 압축비를 얻을 수 없기 때문에 추가적인 압축기법이 더 요구된다.

그래서 본 논문에서 제안하는 improved 2-level BTC 방법에서는 압축비를 높이기 위해서 복호에 필요한 대표 데이터들을 압축하여, 6:1의 압축비를 얻도록 하였다. 대표 데이터들의 압축 방법은 그림 5와 같이 컬러 성분 별로 각 블록 당 4 개의 대표 데이터들이 구해지는데, 각 컬러 성분 별로 출력되는 대표 데이터들을 8-level AQC를 사용하여 압축하였다.

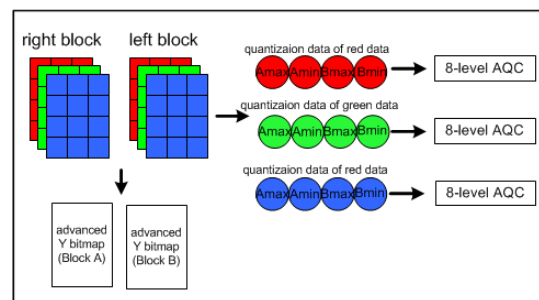


그림 5. Improved 2-level 도식도.
Fig. 5. Improved 2-level Diagram.

3.4 Improved 4-level BTC 알고리즘

MM-BTC 압축 방법 중 improved 4-level BTC 는 그림 6같이, 4-level BTC 압축 과정에서 필요한 비트맵과 대표 데이터(평균과 동작범위)들을 구하는 과정을 분리하여, 2.2 장에서 소개된 4-level BTC 방법으로 대

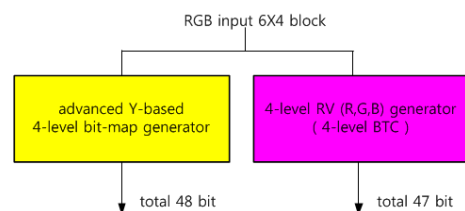


그림 6. Improved 4-level 도식도.
Fig. 6. Improved 4-level Diagram.

표 데이터를 구한다.

비트맵은 3.1 장에서 소개한 방법대로 RGB 데이터들의 최대값과 최소값의 편차로 인한 $Y_{advanced}$ 를 구하고, 구해진 $Y_{advanced}$ 로 4-level BTC를 수행하여, 4-level의 비트맵을 구하는 방법을 사용하였다.

Improved 2-level BTC와 같이, 그레이들의 비트맵을 하나로 통합하여, 비트맵을 줄이는 방법을 사용하였고, 대표 데이터들은 압축 없이 사용하였다.

IV. 실험 결과

표 1은 다양한 정지 영상에 대한 coding performance (dB)의 결과이다. MM-BTC의 압축 성능을 비교 분석하기 위해서 basic-BTC(4x4)와 FBTC^[8](8x4), 그리고 CE-BTC^[10](12X3)의 결과와 비교하였다. 평가 이미지는 LIVE Image Quality Assessment Database Release 2의 이미지를 사용하였다.

표 1. coding performance 결과

Table 1. Result of coding performance.

coding performance (dB)				
	basic-BTC	FBTC	CE-BTC	MM-BTC
압축률	4:1	6:1	6:1	6:1
monarch	31.27	32.44	32.23	34.56
bikes	27.77	30.06	28.75	31.11
building2	24.62	26.9	25.70	27.87
paintedhouse	29.23	31.23	30.15	32.21
buidlings	26.65	28.92	28.00	30.74
cemetry	27.42	28.74	28.53	30.90

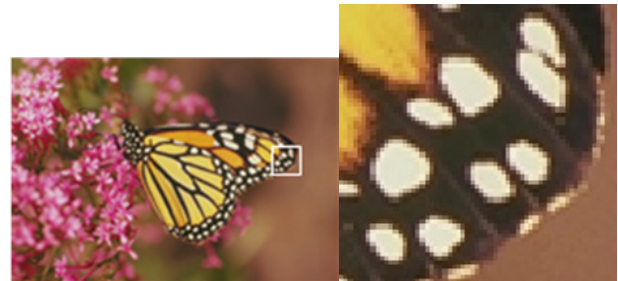
표 2. overdrive performance 결과

Table 2. Result of overdrive performance.

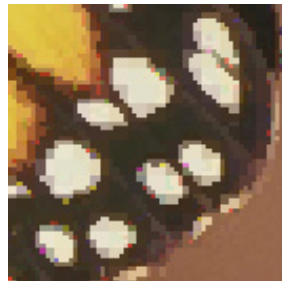
overdrive performance (dB)				
	basic-BTC	FBTC	CE-BTC	MM-BTC
압축률	4:1	6:1	6:1	6:1
monarch	43.69	45.22	44.58	46.93
bikes	40.42	42.82	41.32	43.73
building2	37.31	39.70	38.40	40.50
paintedhouse	41.78	43.92	42.75	44.94
buidings	39.37	41.91	40.66	43.38
cemetry	40.29	41.74	41.42	43.65

압축비는 basic-BTC가 4:1 이고, FBTC, CE-BTC 및 MM-BTC는 6:1 이다. 6 가지 영상의 평균 coding performance를 비교한 결과, MM-BTC가 basic-BTC 대비 3.40 dB 높은 PSNR을 확인 할 수 있었으며, FBTC와 CE-BTC와 비교해도, 각 1.51 dB, 2.34 dB 높은 PSNR 결과를 확인 할 수 있었다. 그리고 6 가지 이미지 모두에서 MM-BTC 결과가 basic-BTC, FBTC 및 CE-BTC 보다 높은 PSNR을 얻을 수 있었다.

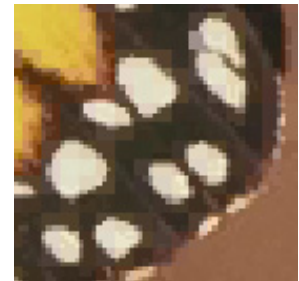
표 2는 표 1과 동일한 영상에 대한 overdrive performance(dB)의 결과이다. 6 가지 영상의 평균 coding performance를 비교한 결과, MM-BTC가



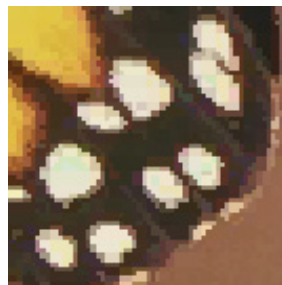
(a) Original image



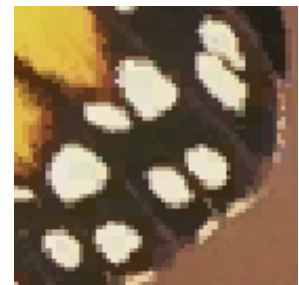
(b) basic-BTC



(c) FBTC



(d) CE-BTC



(e) Proposed method

그림 7. 화질 비교

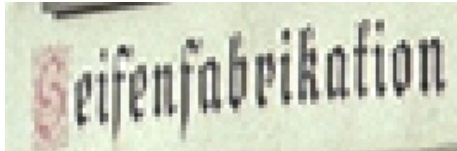
(a) 원본 영상 (b) basic-BTC (c) FBTC

(d) CE-BTC (e) Proposed method

Fig 7. Comparison of the subjective visual quality.

(a) original image. (b) basic-BTC. (c) FBTC.

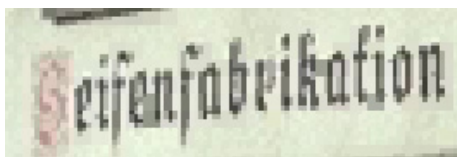
(d) CE-BTC (e) Proposed method



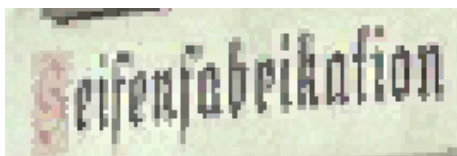
(a) Original image



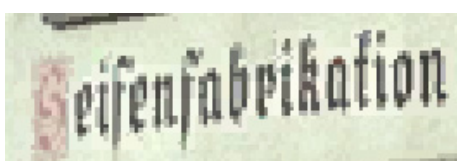
(b) basic-BTC



(c) FBTC



(d) CE-BTC



(e) Proposed method

그림 8. 화질 비교.

(a) 원본 영상 (b) basic-BTC (c) FBTC
(d) CE-BTC (e) Proposed method

Fig 8. Comparison of the subjective visual quality.

(a) original image. (b) basic-BTC.
(c) FBTC (d) CE-BTC (e) Proposed method

basic-BTC 대비 3.38 dB 높은 PSNR을 확인 할 수 있었으며, FBTC와 CE-BTC와 비교해도, 각 1.30 dB, 2.33 dB 높은 PSNR 결과를 확인 할 수 있었다. 그리

고 6 가지 이미지 모두에서 MM-BTC 결과가 basic-BTC, FBTC 및 CE-BTC 보다 높은 PSNR을 얻을 수 있었다.

그림 7과 그림 8은 monarch 와 buildings 의 에지 부분에서 basic-BTC, FBTC, 그리고 CE-BTC와 MM-BTC를 비교한 부분이다. MM-BTC의 에지 영상이 basic-BTC, FBTC, 그리고 CE-BTC의 에지 영상과 비교하여, 색 번짐이나, 블록 손상이 가장 적은 결과를 얻어, MM-BTC 결과가 원본 영상과 가장 유사한 에지가 형성되어 있음을 확인 할 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 6:1의 높은 압축비로 낮은 압축손실을 얻기 위해서, 기존의 소개한 Y-based BTC 방법보다 압축 손실이 작은 Advanced Y-based BTC 방법을 사용하여, 그레이들의 비트맵을 하나로 통합하였고, 작은 블록에서의 낮은 양자화 레벨의 BTC 결과(improved 2-level BTC)와 큰 블록에서의 높은 양자화 레벨 BTC 결과(improved 4-level BTC)를 복호하여 원본 데이터와 가장 오차가 적은 방법을 선택하는 압축을 수행하였다.

알고리즘의 성능 분석을 위해서, 다양한 영상에 대해서, basic-BTC(4x4)와 FBTC(8x4), 그리고 CE-BTC(12X3)의 coding performance와 overdrive performance로 비교하였다. MM-BTC 압축 기법은 6:1의 높은 압축비를 갖으면서, 4:1의 압축비를 갖는 4x4 블록 크기의 2-level basic-BTC 결과와 비교해 보면 3.4 dB 높은 coding performance 결과가 확인되었고, 3.38 dB 높은 overdrive performance가 확인 되었다. FBTC와 CE-BTC의 coding performance (overdrive performance) 결과에서도 1.51 dB (1.30 dB) 와 2.34 dB (2.33 dB) 높은 PSNR 결과가 확인되었다. 복원 영상의 에지 부분의 화질 면에서도 본 논문에서 제안하는 MM-BTC 가 basic-BTC, CE-BTC, FBTC 와 비교하여 높은 화질이 확인되어, 오버드라이브에 적용되는 압축 방법으로 본 논문에서 제안하는 MM-BTC 의 우수성을 확인할 수 있었다.

REFERENCES

- [1] R. H. M. Wubben and G. J. Hekstra, "LCD overdrive frame memory reduction using scalable DCT-based compression," *SID Symposium Digest of Technical Papers*, vol. 35, no.1, pp. 1348-1351, May 2004.
- [2] Jin-Su Byeon, Hyeon-Seop Kim, Do-Seok Kim, Eun-Seon Jeon, In-Seong Hong, and Bo-Gwan Kim, "A Overdrive Technique Architecture for the Frame Memory Reduction based on DWT and Color Conversion," *Journal of The Institute of Electronics Engineers of Korea*, vol. 46-SD, no.1, pp. 85-91, Jan., 2009.
- [3] R. H. M. Wubben and G. J. Hekstra, "LCD overdrive frame memory reduction using scalable DCT-based compression," *SID Symposium Digest of Technical Papers*, vol. 35, no.1, pp. 1348-1351, May 2004.
- [4] I. J. Chun, H. Mun, J. H. Sung, S. Y. Park, and B. G. Kim, "Overdrive frame memory reduction using a fast discrete wavelet transform," *Proc. of 21st Int. Technical Conf. on Circuits/Systems, Computer and Communications (ITC-CSCC'06)*, Chiang Mai, Thailand, July 2006, pp. 161-164.
- [5] K. Nakanishi, S. Takahashi, and H. Oura, "Fast response 15-in. XGA TFT-LCD with feed-forward driving (FFD) technology for multimedia applications," *SID Symposium Digest of Technical Papers*, vol. 32, no.1, pp. 488-491, May 2001.
- [6] Jin Hyung Kim and Yun Ho Ko, "Dual BTC Image Coding technique for Full HD Display Driver," *Journal of The Institute of Electronics Engineers of Korea*, vol. 49-SP, no.4, pp. 1-9, July, 2012.
- [7] E. J. Delp and O. R. Mitchell, "Image compression using block truncation coding," *IEEE Transactions on Communication*, vol. 27, no. 9, pp. 1335-1342, Sep. 1979.
- [8] J. Someya, A. Nagase, N. Okuda, K. Nakanishi, and H. Sugiura, "Development of single chip overdrive LSI with embedded frame memory," *SID Symposium Digest of Technical Papers*, vol. 39, no.1, pp. 464-467, May 2008.
- [9] J. Wang, K. Y. Min, Y. C. Jeung, and J. W. Chong, "Improved BTC using luminance bitmap for color image compression," in *Proceedings of the 2009 2nd International Congress on Image and Signal Processing, CISP'09*, 2009.
- [10] J. Wang, K. Y. Min, and J. W. Chong, "Cost Effective Block Truncation Coding for Color Image Compression," *AISS*, 2(3):91-98, 2010.
- [11] H. Sheikh, Z. Wang, L. Cormack, and A. Bovik, "LIVE image quality assessment database release 2," Sep., 2006.

— 저 자 소 개 —



조 문 기 (정회원)

1998년 인하대학교 전자재료
공학과 학사졸업

2002년 인하대학교 전자재료
공학과 석사졸업

2002년~2004년 하이닉스
반도체 주임 연구원

2004년~현재 매그나칩 반도체 책임 연구원

2009년~현재 인하대학교 전자공학과 박사과정

<주관심분야 : LCD/AMOLED T-CON 개발, 디지탈 회로설계, FPGA 설계>



윤 영 섭 (정회원)-교신저자

1975년 서울대학교
금속공학과 학사졸업

1977년 한국과학원
재료공학과 석사졸업

1988년 Univ. Southern California
전자공학과박사졸업

1987년~1988년 Oklahoma State University
대우교수

1988년~1989년 UCLA Device Research Lab.
연구원

1989년~1992년 삼성전자 기흥 반도체 연구소
수석연구원

1992년~현재 인하대학교 전자공학과 교수

<주관심분야 : ULSI DRAM 을 위한 신물질 개발, 강유전성 박막, Pyroelectric 센서, 회로설계>