논문 2012-49-10-17

비트맵과 양자화 데이터 압축 기법을 사용한 BTC 영상 압축 알고리즘

(BTC Algorithm Utilizing Compression Method of Bitmap and Quantization data for Image Compression)

조 문 기*, 윤 영 섭*

(Moonki Cho and Yungsup Yoon)

요 약

LCD 오버드라이브에서 프레임 메모리 크기를 줄이는 방법으로, BTC 영상 압축이 널리 사용되고 있다. BTC 영상 압축에서 압축률을 높이기 위해서는 비트맵 데이터를 압축하거나 양자화 데이터의 압축이 필요하다. 본 논문에서는 압축률을 높이기 위해서 CMBQ-BTC (CMBQ : compression method bitmap and quantization data) 알고리즘을 제안한다. 시뮬레이션으로 기존의 BTC 알고리즘과 PSNR 및 압축비율의 비교를 통해서, 제안한 알고리즘의 효율성을 확인하였다.

Abstract

To reduce frame memory size usage in LCD overdrive, block truncation coding (BTC) image compression is commonly used. For maximization of compression ratio, BTC image compression is need to compress bitmap or quantization data. In this paper, for high compression ratio, we propose CMBQ-BTC (CMBQ : compression method bitmap data and quantization data) algorithm. Experimental results show that proposed algorithm is efficient as compared with PSNR and compression ratio of the conventional BTC method.

Keywords : overdrive technique, image compression, block truncation coding

Ⅰ. 서 론

Liquid Crystal Display (LCD)는 넓은 해상도, 얇은 두께, 낮은 전력 소비, 낮은 전자기파 방출 등의 장점으로 인하여, 디스플레이 시장에 폭 넓게 사용되어 지고 있다. 하지만 LCD 는 동영상에서 액정의 늦은 반응 속도로 인한 motion-blur 현상이 발생하는 단점이 있다. LCD 에서 움직임 잔상이 보이는 이유는 CRT의 구동 방식은 impulse-type 구조로서, 픽셀 데이터를 표현하는 형광체의 응답속도는 수 msec 인데 비하여, LCD의 구동 방식은 hold-type 구조로서, 액정의 응답속도가 수십 msec 로 CRT 에 비해서 현저히 늦기 때문이다. 이러한 LCD의 motion-blur 현상을 감소시키는 기술로 널리 사용되는 방법이 액정에 주어진 화소보다 강하가나 약한 전압을 인가하여, 액정의 반응속도 향상시키는 오버드라이브(overdrive) 방법이다.

오버드라이브 기술을 적용하기 위해서는 이전 프레임의 영상 데이터와 비교하여 현재 프레임의 영상 데이터의 변화 범위가 필요하기 때문에 그림 1에서와 같이 이전 프레임의 영상에 대한 정보를 저장하기 위해 외부

* 정회원, 인하대학교 전자공학과
(Div. of Electronic Engineering, Inha University)
※ 이 논문은 인하대학교의 지원에 의하여 발간되었음.
접수일자: 2012년5월17일 수정완료일 2012년9월20일.

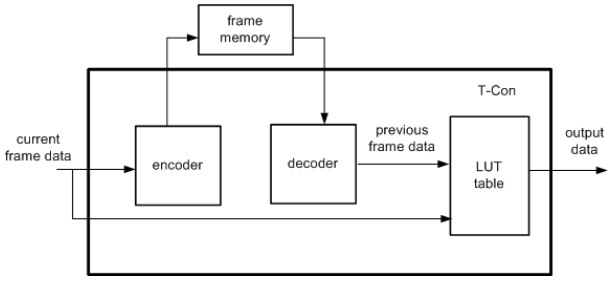

그림 1. 오버드라이브 도식도
Fig. 1. Block diagram of overdrive.

의 프레임 메모리가 사용된다. 하지만, 오버드라이브 기술을 적용하기 위해서는 이전 프레임 데이터가 모두 필요하기 때문에, 압축을 적용하지 않으면, 메모리 크기가 커지게 되고, 메모리 대역폭이 증가되게 된다. 이러한 단점을 보완하고자, 오버드라이브를 적용하는 T-Con(Timing Controller)에, 압축 알고리즘을 반영하여, 메모리 크기를 줄이는 연구가 진행되고 있다.[1] 프레임 메모리를 줄이는 압축 방법으로는 이전 영상을 실시간으로 압축해서 저장하는 연산이 적은 압축 기술이 필요함으로써, 구현이 간단한 Block Truncation Coding (BTC)이 널리 사용되고 있다.[2] BTC는 1979 년 Delp, Mitchell 그리고 Calton 등이 발표한 공간 코딩 방법으로 비교적 부호화를 위한 연산이 적어 하드웨어로 구현하기 간단한 압축 알고리즘으로 알려져 있다.[3] 표준 BTC 알고리즘은 입력 영상을 서브 블록으로 분리하고, 평균, 표준편차 그리고 비트맵 데이터를 전송하여, 영상을 재구성하는 원리이다. 일반적으로 BTC 압축에서 낮은 압축 손실을 위해서는 블록 크기를 줄이거나, 양자화 레벨을 올려야 되나, 블록 크기를 줄이거나, 양자화 레벨을 올리는 방법은 압축률의 현저한 저하를 가져온다. BTC 압축에서 화질을 유지하면서, 압축 비율을 높이는 방법으로는 서브블록의 그레이 레벨을 나타내는 정보를 압축하는 방법과 서브블록의 비트맵을 압축하는 방법이 있다. 그레이 레벨을 나타내는 정보는 각 서브블록에서 원본 데이터를 양자화 한 데이터를 의미한다. 즉, 표준 BTC 에서는 평균과 표준 편차, 2-level AMBTC 에서는 상위평균과 하위평균을 의미한다. 본 논문에서 제안한 CMBQ-BTC 압축 방법은 비트맵 데이터와 양자화 데이터 모두를 압축하는 방법을 사용하였다. 다양한 영상으로 시뮬레이션 결과 6:1의 높은 압축률을 가지면서, 6x4 블록 크기의 2-level AMBTC 결과보다 1.21 dB 높은 PSNR 결과를 얻을 수 있었으며, 4:1의 압축비를 갖는 4x4 블록 크기의 2-level AMBTC 결과와 비교해 보면 0.42 dB 낮은 PSNR 결과를 확인하여, 본 알고리즘의 효율성을 확인하였다.

Ⅱ. 이론적 배경

2.1. 2-level AMBTC

AMBTC는 1984년 Lema와 Mitchell에 의해서 발표된 방법[4]으로 표준 BTC에 비해서 연산이 적어 실시간 연산에 유리한 기법이다. AMBTC의 비트맵 양자화 level은 2-level 또는 4-level 이상으로, 구분이 가능하다. 2-level 양자화 방법을 설명하면, 그림 2와 같이, 전체 영상을 일정한 크기로 분할하여, 분할 된 블록 마다, 평균값을 계산하여 각 픽셀 값과 비교하여 평균이상이면 1, 미만이면 0을 할당한다. 2-level AMBTC는 입력 영상을 단순히 평균을 기준으로 크거나 같은 값과 작은 값으로만 복원 하게 되며, 6x4의 블록 크기 기준으로 4.8:1의 압축률을 가지게 된다.

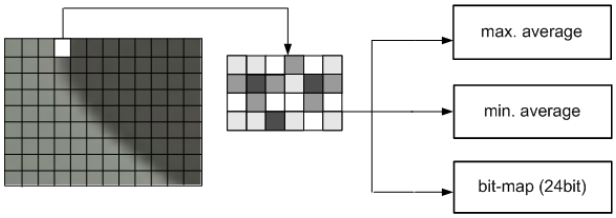

그림 2. 6x4 블록의 2-level AMBTC 알고리즘
Fig. 2. 2-level AMBTC algorithm of 6x4 block.

2.2. 4-level AMBTC

일반적인 4-level AMBTC 압축은, 3개의 임계값을 기준으로 4개의 영역으로 분리한 다음, 블록내의 데이터를 11, 10, 01, 00의 비트맵으로 표현하여, 수신측에 전달하고, 비트맵 정보로 각각의 레벨에 맞는 데이터 값으로 복원 할 수 있도록 하는 방법이다. 3개의 임계값을 활용한 4-level AMBTC 결과는 압축손실이 적어 화질은 우수하지만, 3개의 임계값을 모두 복호기로 전달해야 하므로 압축률이 저하된다. 그래서 본 논문에서는 Wang[5]의 논문에서 소개된 1개의 절대 중심 모멘트를 활용한 방법으로 진행하였다. 1개의 절대 중심 모멘트를 사용한 4-level BTC 압축 방법은 다음과 같다. 우선, 2-level AMBTC 방법을 사용하여, 블록 내의 상위평균(Bmax)과 하위평균(Bmin)을 구하고, 계산된 Bmax

와 Bmin을 활용하여, 2 개의 임계값(T_H, T_L)을 아래 식에 의해서, 얻을 수 있다.

$$T_H = (3*Bmax + Bmin)/4$$

$$T_L = (Bmax + 3*Bmin)/4 \quad (1)$$

그리고 T_H 와 T_L 값으로, 블록내의 평균 ($\overline{B}$)과 동작범위 (dynamic range, $\overline{D}$)를 아래 식에 의해서 구할 수 있다.

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

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

식(2) 와 식(3)에서, B(i)는 블록내의 영상 데이터이다. 그리고 e는 블록 내에서 T_H 보다 크거나 같은 데이터의 수이고, f는 블록 내에서 T_L 보다 작은 데이터의 수이다. 식(2) 와 식(3)에 의해서 구해진 평균과 동작범위를 활용하여, 3개의 임계값을 아래와 같이 구할 수 있다.

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

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

$$Brec(i) = \overline{B} + \frac{2*Q(i)-3}{6}\overline{D} \quad (5)$$

식(5)에서, Q(i)는 4-level 비트맵을 나타낸다.

4-level AMBTC 압축 방법은 2-level 압축방법과 비교해서 압축손실은 개선되나, 4-level AMBTC는 6x4의 블록에서 3:1의 압축률을 가지게 됨으로, 2-level 압축방법과 비교해서, 압축비는 현저히 감소하게 된다.

Ⅲ. CMBQ-BTC 압축 알고리즘

본 논문에서 제안하는 CMBQ-BTC 압축은 비트맵과 양자화 데이터 모두를 압축하는 방법으로 6x4의 블록을 사용하며, 2 단계로 나누어 비트맵 데이터와 양자화 데이터를 압축한다. 1-단계에서는 각각의 6x4 블록을 2x4 블록으로 세분화 시킨 후, 서브블록의 비트맵을 luminance (Y)의 비트맵을 적용함으로서 비트맵 데이터를 압축시키는 효과를 얻을 수 있었다. 2-단계에서는 AMBTC의 양자화 데이터인 상위 평균과 하위 평균을 압축시키는 기법을 적용하였다. 일반적으로 블록을 세분화하여, BTC를 수행할 경우, 압축 손실은 감소하지만, 세분화된 블록마다 상위 평균과 하위 평균들은 세분화된 블록들만큼 증가하게 된다. 증가된 상위 평균과 하위 평균들을 압축시키는 방법으로는 입력 데이터를 세분화 이전의 블록에서 4-level BTC를 수행한 후, 복원하여, 4개의 양자화 된 데이터를 얻고 1-단계에서 세분화된 서브블록에서 구한 상위 평균과 하위 평균들을, 4-level BTC 과정에서 복원된 4개의 양자화 데이터와 비교하여, 가장 근접한 양자화 데이터를 구하는 방법으로 서브블록의 상위 평균과 하위 평균 데이터들을 감소시켰다.

3.1. 1-단계 CMBQ-BTC 압축

비트맵을 압축하는 방법은 벡터 양자화 방법[6]과 look-up 테이블을 이용하여 비트맵을 압축하는 방법[7]이 있으나, 이와 같은 방법은 연산이 많고, 높은 품질의 복원 영상을 얻기 위해서는 많은 양의 look-up 테이블이 필요하다는 단점이 있다. Y의 비트맵을 RGB의 비트맵에 적용하는 방법은 연산이 적어 하드웨어 구성이 용이하고, Wang의 논문[8]에서 발표된 내용처럼, 압축손실이 낮고, 높은 화질 특성을 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned} Y &= 0.299R + 0.587G + 0.114B \\ Cb &= 0.564(B - Y) \\ Cr &= 0.713(R - Y) \end{aligned} \quad (6)$$

하지만, Y의 구성은 식 (6)에서와 같이, red, green, blue 데이터에 다른 비중을 두고 있어, Y의 비트맵으로 RGB 각각의 비트맵으로 그대로 적용할 경우, 높은 PSNR을 얻기 어렵다. 특히 blue 데이터의 경우에는 상대적으로 낮은 PSNR을 갖게 된다. 그래서 Wang의 논문[8]에서는 Y의 비트맵으로 RGB의 비트맵으로 적용하는 방법으로 red 와 blue 데이터의 비티맵과 Y의 비트맵의 일치성을 판단하여, Y의 비트맵과 Y의 비트맵의 반전 중 하나를 선택하는 방법을 사용하였다. 본 논문에서 제안하는 CMBQ-BTC 1-단계 압축에서도 RGB

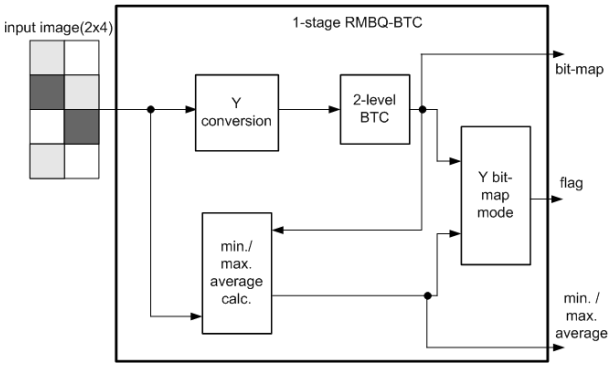

그림 3. 1-단계 CMBQ-BTC 도식도
Fig. 3. Diagram of 1-stage CMBQ-BTC.

비트맵으로 Y의 비트맵을 활용하였고, 낮은 압축 손실을 얻게 하기 위해서, 2x4 블록을 사용하였다.

그림 3은 1-단계 CMBQ-BTC의 도식도이다. 1-단계 CMBQ-BTC 과정을 살펴보면, 6x4 블록을 2x4 블록으로 세분화 하고, 분리된 2x4 블록마다 Y 로 변환하여, Y의 비트맵을 구한다. 그리고 RGB 각각의 비트맵으로 Y의 비트맵과 Y의 비트맵 반전을 적용할 경우, 압축손실이 적은 모드를 선택하는 방법(이하 Y 비트맵 모드)을 사용하였다. Y 비트맵 모드의 선택 방법은 서브블록마다 Y의 비트맵을 사용하여 RGB의 상위 평균들과 하위 평균들을 구한다. 구해진 상위 평균이 하위 평균보다 크거나 같으면, Y 비트맵을 그대로 적용하는 모드로 선택하고, 반대로 하위 평균이 상위 평균보다 크면 Y의 비트맵과 입력 데이터의 비트맵과는 반전 관계이므로, Y 비트맵의 반전 모드를 선택하게 된다. 그러므로 서브블록마다 Y 비트맵 모드의 선택 신호가 필요하게 된다.

3.2. 2-단계 CMBQ-BTC 압축

1-단계에서 세분화 한 서브블록들에서 Y 비트맵 모드의 출력 신호인, Y 비트맵과 Y 비트맵의 반전 중 하나를 선택하였고, 서브블록들에서 상위 평균과 하위 평균들을 얻을 수 있었다. 2-단계 과정은 분리된 서브블록에서의 상위 평균과 하위 평균들을 압축하여 압축률을 높이는 과정이다. 그림 4는 2-단계 CMBQ-BTC의 도식도이다. 2-단계 적용방법은 6x4 원본 블록에서 입력 데이터를 4-level BTC 과정을 수행한 후, 복원하여, 4개의 양자화 된 데이터를 얻는다. 그리고 1-단계에서 구한 세분화한 3개의 블록에서 상위 평균과 하위 평균들을 4-level 양자화로 복원된 4개의 복원 데이터와 비교하여, 가장 근접한 양자화 값을 선택한다. 즉, 2-단계 과정에서는 2x4 서브블록 3개의 상위 평균과 하위 평균 값, 총 6개는, 원본 블록 6x4의 4-level BTC 로 복원된 4개의 값과, 근접한 값이라고 가정하고, 6개의 양자화 데이터를 원본 블록의 4-level BTC의 복호된 값으로 대체하는 방법을 사용하였다. 1-단계 Y 비트맵 모드의 출력이 "1" 에서는 각각의 서브블록에서 상위 평균이 하위 평균 보다 크거나 같으므로, (상위 평균, 하위 평균) 으로 표현하면, 4-level 비트맵은 (3,2), (3,1), (3,0), (2,1), (2,0), (1,0) 총 6개로 분류된다. 그리고 Y 비트맵 모드의 출력이 "0" 에서는 상위 평균이 하위평균보다 작으므로, (상위 평균, 하위 평균) 으로 표현하면, 4-level 비트맵은 (2,3), (1,3), (0,3), (1,2), (0,2), (0,1) 총 6개로 분류된다. 즉, Y 비트맵 모드를 복호기로 송부하면, 6개의 부호화로 표현이 가능하다. 이러한 부호화 데이터가 블록마다 개별적으로 존재하므로, RGB 각각 216(6x6x6)개의 부호화 데이터로 표현이 가능하게 되

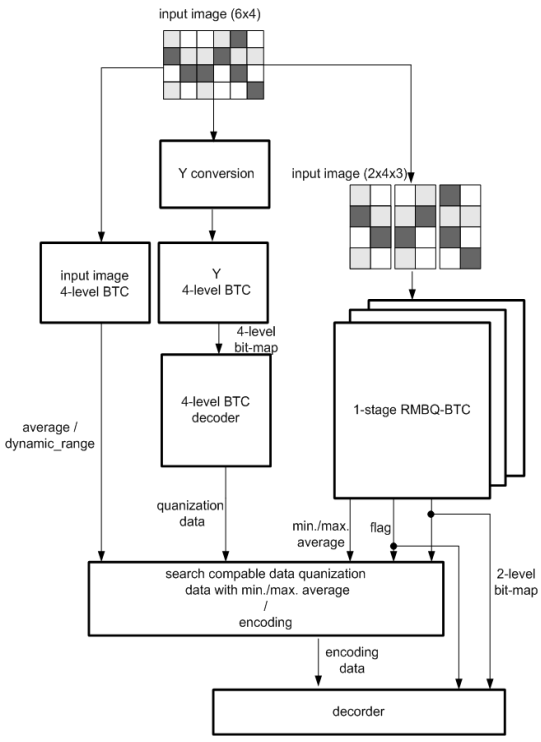

그림 4. 2-단계 CMBQ-BTC 도식도
Fig. 4. Diagram of 2-stage CMBQ-BTC.

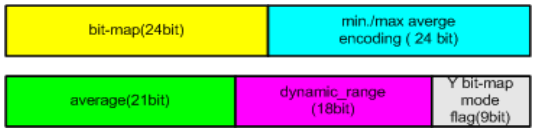

그림 5. CMBQ-BTC의 비트 할당
Fig. 5. Bit assignment of CMBQ-BTC.

어, 총 24 bit 으로 처리가 가능하다.

그림 5는 본 논문에서 제안하는 CMBQ-BTC의 비트 할당을 나타낸다. 2x4x3의 비트맵은 2-level 비트맵으로 총 24 bit이며, 평균은 하위 1 bit를 줄여, 7 bit로 적용하였고, 동작범위는 6 bit 데이터를 적용하였다. 서브블록이 총 9 개이므로, 1-단계 CMBQ-BTC의 Y 비트맵 모드는 총 9 bit이다. 상위 평균과 하위 평균의 부호화는 총 24 bit로 처리 할 수 있어, 조합하면, 96 bit를 복호기로 전달하여, 복원이 가능하다. 6x4 블록의 총 bit는 576 bit이므로, CMBQ-BTC는 압축비가 6:1 임을 확인 할 수 있다.

Ⅳ. 실험 결과

표 1은 Y 비트맵 모드의 화질을 알아보기 위해서, 일반적인 AMBTC의 PSNR 결과와 1-단계 CMBQ-BTC의 PSNR 결과를 비교한 자료이다. 사용된 BTC의 블록 크기는 2x4이고, 평가 영상은 540x540 크기의 영상을 사용하였다. 1-단계 CMBQ-BTC의 복호화 과정은 Y 비트맵 모드의 두 가지 출력을 모두 복호하여, 손실이 적은 모드를 선택하는 방법을 사용하였다. 일반적인 AMBTC 결과와 1-단계 CMBQ-BTC 결과를 PSNR 으로 비교한 결과, 1-단계 CMBQ-BTC의 PSNR이 일반적인 AMBTC 결과보다 평균 0.84 dB 낮은 PSNR 결과를 얻어 RGB 비트맵으로 Y 비트맵 적용기법의 유효성을 확인하였다.

표 1. 1-단계 PSNR 결과 비교
Table 1. Comparison of 1-stage PSNR Result.

PSNR (dB)			
	AMBTC (2x4)	1-stage CMBQ-BTC (2x4)	
압축률	1.78:1	2.19:1	difference
lena	36.06	**34.93**	**1.13**
baboon	29.32	**28.18**	**1.14**
flower	32.55	**31.87**	**0.71**
pepper	39.14	**38.75**	**0.61**
stadium	28.17	**27.56**	**0.61**

표 2. PSNR 결과
Table 2. Result of PSNR.

PSNR (dB)				
	AMBTC (4x4)	AMBTC (6x4)	Y bit-map BTC[8] (4x4)	CMBQ-BTC (6x4)
압축률	4:1	4.8:1	6:1	6:1
lena	33.15	31.84	32.27	**32.64**
baboon	27.51	26.68	26.51	**26.80**
flower	29.5	27.93	28.67	**29.41**
pepper	35.75	33.84	35.36	**35.55**
stadium	26.49	25.71	25.94	**25.95**

표 2는 CMBQ-BTC의 성능을 분석하기 위해서 540x540 크기의 영상에 대해서, CMBQ-BTC 결과를 일반적인 AMBTC와 Y 비트맵을 RGB 각각의 비트맵에 활용하여 BTC를 수행한 결과[8]와 비교한 자료이다. CMBQ-BTC의 블록크기는 6x4 로서, 6:1의 압축 비율을 갖는다. 동일한 블록 크기인 6x4의 2-level AMBTC와 비교해서, CMBQ-BTC가 평균 1.21 dB 높은 PSNR 결과를 확인 할 수 있었다. 그리고 4x4 블록의 AMBTC 결과와 비교해서 CMBQ-BTC의 결과가 평균 0.42 dB 낮은 PSNR 결과를 확인 할 수 있었다. 그리고 CMBQ-BTC와 동일한 압축 비율을 갖으면서, 4x4의 블록크기에서 Y 비트맵으로 RGB 각각의 비트맵에 활용하여 BTC를 수행한 결과와 비교해서, CMBQ-BTC 결과가 평균 0.32 dB 높은 PSNR 결과를 확인할 수 있

(a)

(b) (c)

그림 6. 화질 비교
(a) 원본 영상 (b) AMBTC(4x4) (c) CMBQ-BTC
Fig. 6. Comparison of the subjective visual quality.
(a) original image. (b) AMBTC(4x4).
(c) CMBQ-BTC.

었다.

그림 6은 lena 영상의 edge 부분에서 AMBTC(4x4)와 CMBQ-BTC를 수행한 결과이다. 그림 6(a)과 6(b)로부터 원본 영상과 AMBTC 복원 결과를 비교해 보면, 화질 면에서 차이가 발생한다. 하지만 그림 6(b)과 6(c)로부터 AMBTC 복원 결과와 CMBQ-BTC 복원 결과를 비교해 보면 유사한 edge가 형성되어 있음을 확인할 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 6:1의 높은 압축비로 낮은 압축손실을 얻기 위해서, 비트맵 데이터와 양자화 데이터 모두를 압축하는 CMBQ-BTC를 제안하였다. CMBQ-BTC는 원본 블록을 3개로 분리하여, RGB 각각에 Y 비트맵을 활용하여, 비트맵 데이터를 압축하였고, 분리된 서브블록의 상위 평균과 하위 평균의 정보를 압축시키기 위해서, 상위 평균과 하위 평균들을 원본 블록의 4-level BTC의 양자화 데이터로 부호화하여 복호기로 전송하는 방법으로 상위 평균과 하위 평균들을 압축하였다. 알고리즘의 성능 분석을 위해서, 다양한 영상에 대해서, 일반적인 AMBTC의 PSNR 결과와 비교 분석하였다. CMBQ-BTC 압축 기법은 6:1의 높은 압축비를 갖으면서, 6x4 블록 크기의 2-level AMBTC 결과보다 1.21 dB 높은 PSNR 결과를 얻을 수 있었으며, 4:1의 압축비를 갖는 4x4 블록 크기의 2-level AMBTC 결과와 비교해 보면 0.42 dB 정도 낮은 PSNR 결과가 확인되어, 본 논문에서 제안하는 CMBQ-BTC 알고리즘의 효율성을 확인하였다.

참 고 문 헌

[1] 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.

[2] J. Someya, M. Yamakawa, and E. Gofuku, “Reduction of memory capacity in feed-forward driving by image compression,” SID Symposium Digest of Technical Papers, vol. 33, no.1, pp. 72-75, May 2002.

[3] 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.

[4] M. D. Lema and O. R. Mitchell, “Absolute moment block truncation coding and its application to color images,” IEEE Trans. Commun., vol. COM-32, pp. 1148-1157, Oct. 1984.

[5] Jun Wang and Jong-Wha Chong, “Adaptive Multi-level block Truncation Coding for Frame Memory Reduction in LCD Overdrive,” IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 56, No. 2, pp. 1130-1136, May 2010.

[6] T. Kurita and N. Otsu, “A method of block truncation coding for color image compression,” IEEE Trans. Commun., vol. 41, no. 9, pp. 1270-1274, Sep. 1993.

[7] Bibhas Dhara, Bhabatosh Chanda, “Color image compression based on block truncation coding using pattern fitting principle,” Journal Pattern Recognition archive, Volume 40 Issue 9, September, 2007, Elsevier Science Inc. New York, NY, USA.

[8] 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.

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, 디지털 아날로그 회로설계, FPGA 설계, ODC 용 압축 알고리즘 개발>

윤 영 섭(정회원)
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 강유전성박막 Pyroelectric 센서 SAW device, 회로설계>