

# 비트평면 혼합 코딩을 이용한 무손실 이미지 압축방법

정희원 문영호\*, 최종범\*, 심우성\*

## Method of Lossless Image Compression Using Hybrid Bitplane Coding

Young-ho Moon\*, Jong-bum Choi\*, Woo-sung Sim\* *Regular Members*

### 요 약

본 논문은 8 비트 화소값을 갖는 입력 이미지에 대한 무손실 압축방법을 제안한다. 비트평면 압축에 있어, 하위비트평면은 픽셀의 불규칙성 때문에 압축이 잘 되지 않는다. 이런 단점을 극복하기 위해, 본 논문에서는 블록 기반 압축 방법인 H. 264 코덱과 비트기반 압축방법인 JBIG 코덱을 이용한 혼합코딩 방법을 제안한다. 우선 비트평면의 특징을 이용하기 위해, 8 개의 비트평면에 대하여 상위 4비트와 하위 4비트를 분리 하였다. 다음으로 분리된 상위 4비트평면에 대해서는 비트간의 상관성이 많으므로 각 비트평면에 JBIG과 같은 비트플레인 압축방법을 이용하였다. 그리고 분리된 하위 4비트평면에 대해서는 블록기반 압축방법인 H. 264의 무손실 화면 내 예측기법의 개선된 방법을 적용 하였다. 전처리를 하위 4비트 평면에 적용하여, 불규칙한 화소값의 분포를 규칙적으로 변환한다. 제안된 방법을 이용하여 다양한 실험이미지에 대해 실험을 수행하였다. 실험결과는 프린터에서 사용하는 JBIG 방법 대비 8비트 전체 이미지는 평균 19%, 4비트 하위 이미지는 평균 11%의 압축성능 향상을 얻을 수 있었다.

**Key Words** : Lossless Image Codec, Pre-Processing, Intra Prediction, Bitplane, H. 264

### ABSTRACT

In this paper, the lossless compression method is proposed for an 8-bit bitplane of the input image. The lower bitplanes are not well compressed because of irregularity of pixels. To overcome these drawbacks, this paper propose a mixed coding method that using the block-based lossless compression and the bit-based lossless compression, introducing the H. 264 and the JBIG. First, to take advantage of the characteristics of the bitplanes, 8-bitplane against the top 4 bits and lower 4 bits were separated. Next, the JBIG compression method was used in separated top 4-bitplane because of a lot of correlation between bits. And a separated lower 4-bitplane was applied the improved method that using the H. 264 lossless prediction. A pre-processing method applied to the lower 4-bitplane then irregular distribution of pixel values are converted to regular. Using the proposed method to test for various test images were performed. Experimental results from a printer using 8-bit image compared to JBIG average 19%, lower 4bit image compression performance with an average of 11% could be obtained.

### I. 서 론

무손실 이미지 압축방법은 디지털 프린팅, 의료 이미지, 위성 이미지, 이미지 파일보관 등 다양한

분야에서 넓게 사용되고 있다. 특히 고화질을 필요로 하는 프린터와 정보의 손실이 있으면 안 되는 의료 이미지의 경우 그 활용도가 크다. 이를 위해 표준에서는 JBIG<sup>[1]</sup>, JBIG-2<sup>[2]</sup>와 같은 이진 이미지

\* 삼성전자 주식회사, DMC연구소 (yh78.moon@samsung.com)

논문번호 : KICS2009-07-311, 접수일자 : 2009년 7월 27일, 최종논문접수일자 : 2009년 9월 30일

에 대한 압축 방법과 JPEG-LS<sup>[3]</sup> 및 JPEG-XR<sup>[4]</sup>의 그레이 또는 컬러 이미지에 대한 무손실 압축 방법 등이 있다. 또한 동영상 압축이지만 무손실 모드를 지원하는 H. 264의 무손실 모드가 있다<sup>[5]</sup>. 특히 FRExt버전의 H. 264표준은 무손실 압축에서 효율성을 입증하였다<sup>[6]</sup>. 특히 자연 이미지와 그래픽 이미지 및 텍스트 이미지가 혼합되어 존재 할 수 있는 프린터 이미지의 경우 고화질화 되어 가고 있으며 이를 처리하기 위해서는 이진 이미지에 대한 내부 프로세싱과 그레이 이미지(8비트/12비트/16비트)의 대한 내부 프로세싱 처리가 중요하게 대두 되고 있다.

본 논문에서는 프린터와 같은 내부 프로세싱 처리에 적합한 비트평면 압축방식을 이용한 효율적인 무손실 압축방법을 제안한다. 그림 1과 같이, 8비트 이미지의 비트평면은 서로 다른 화소배치 특성을 가지고 있다.

이런 특성을 효율적으로 활용하기위해 이진 이미지 압축 방법에 필요한 비트평면 영역과 블록으로 처리해야 하는 비트평면을 나누어 압축하는 혼합 방법을 제안한다. 비트간의 상관성이 많은 상위 4비트평면의 경우 기존의 JBIG<sup>[1]</sup>의 방법을 이용하여 압축하였고, 비트간의 불규칙한 특성이 높은 하위 4비트평면의 경우 블록 단위로 압축을 수행한다. 그림2는 제안하는 혼합 코딩방식을 나타낸다.

제안하는 방법은 비트평면에 대한 전처리와 H. 264 무손실 압축방식의 변환된 예측 그리고 변형된 엔트로피 코딩방법으로 하위 4개의 비트평면을 압축한다. 그리고 상위 4비트평면은 기존의 JBIG<sup>[1]</sup>방식을 이용하여 혼합 압축을 사용하였다. 제안하는 방식의 성능평가를 위해 JBIG<sup>[1]</sup>방식과 JPEG-XR<sup>[4]</sup> 방법과의 비교를 수행하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 하위 비트평면의 특징을 기술하고 3장에서는 제안하는 무손실 압축방법을 설명한다. 4절에서는 제안하

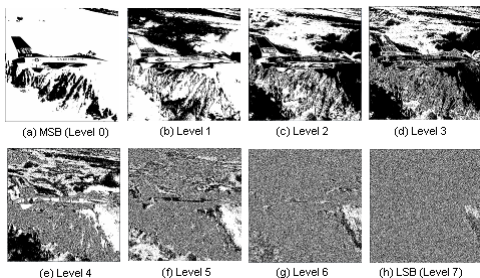


그림 1. Airplane 이미지에 대한 비트평면 이미지

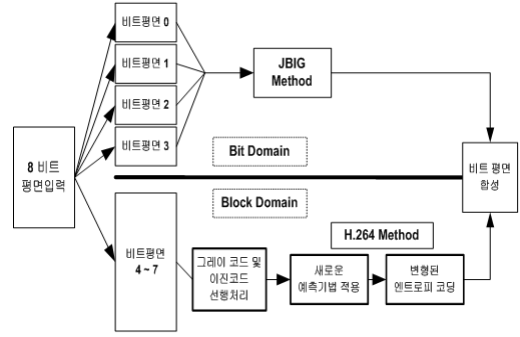


그림 2. 제안하는 부호화기의 구성

는 방법을 적용한 실험결과를 다른 기법과 비교한다.

## II. 하위 비트평면의 특징

일반적인 RGB이미지에서는 각 채널당 8비트의 비트 깊이를 가지며, 이 때 각 채널은 0과 1로 이루어진 이진 이미지 8개로 구성이 된다. 그림1은 Airplane 이미지의 R/G/B 채널 중 G채널에 대한 각 비트평면 이미지를 나타낸다. 그림 1에서, 상위 4비트에 해당하는 4개의 이미지는 객체의 형상이나 윤곽을 잘 알아볼 수 있는 반면, 하위 4비트에 해당하는 4개의 이미지는 전체적으로 불규칙한 0과 1의 분포를 볼 수 있다.

각 비트평면의 압축 성능의 평가를 위해 JBIG<sup>[1]</sup> 방식을 이용하여 성능 평가를 수행하였다. 표 1은 3

표 1. JBIG 방식의 비트평면 실험결과

JBIG		원본	Airplane	Baboon	House2
R channel	MSB	32,768	2,944	13,348	5,951
	Level 1	32,768	9,346	21,294	11,122
	Level 2	32,768	12,989	28,947	17,808
	Level 3	32,768	21,325	32,894	25,468
	Level 4	32,768	28,753	34,079	30,016
	Level 5	32,768	32,973	34,397	32,561
	Level 6	32,768	34,306	34,415	34,013
	LSB	32,768	34,449	34,453	34,360
G channel	MSB	32,768	1,813	12,709	4,582
	Level 1	32,768	6,718	24,060	11,680
	Level 2	32,768	10,420	30,611	17,445
	Level 3	32,768	20,433	33,127	23,879
	Level 4	32,768	27,187	34,385	27,883
	Level 5	32,768	32,571	34,431	30,856
	Level 6	32,768	34,054	34,435	32,999
	LSB	32,768	34,429	34,420	34,348
B channel	MSB	32,768	3,449	15,342	5,765
	Level 1	32,768	9,070	24,431	12,785
	Level 2	32,768	13,329	30,680	18,462
	Level 3	32,768	20,683	33,526	23,448
	Level 4	32,768	27,810	34,112	28,369
	Level 5	32,768	33,283	34,444	30,514
	Level 6	32,768	34,328	34,437	32,711
	LSB	32,768	34,414	34,416	34,163
SUM (Bytes)		<b>786,432</b>	<b>521,076</b>	<b>713,393</b>	<b>561,188</b>

개의 이미지에 대해 RGB성분을 각 비트평면 별로 JBIG압축한 결과이다. 상위 비트평면들은 원본대비 큰 압축률을 볼 수 있으나 화소의 불규칙성이 강한 하위 비트평면들은 오히려 원본보다 크기가 커지는 현상을 볼 수 있다. 즉, 하위 비트평면들의 압축효율을 높인다면 전체적인 압축성능이 개선될 수 있음을 알 수 있다.

### III. 비트평면 무손실 압축방법

#### 3.1 전처리 방법

불규칙한 화소의 분포를 가진 입력이미지를 전처리를 통해 예측이 잘 되는 이미지로 만들 필요가 있다. 또한 하위 4비트평면을 추출하는 과정에서 주변화소와의 연관성을 유지하면서 분리를 하기 위해 전처리를 수행한다.

8비트평면의 불규칙한 화소에서 하위 4비트평면을 추출하기 위해, 본 논문에서는 이진코드(Binary-code) 단위로 전처리를 하였다. 우선, 8비트 비트평면에 대해 그레이 코드(Gray-code)<sup>[7],[8]</sup>을 이용하여 화소값을 변환 한 후, 하위 4개의 비트평면에 대해서만 이진코드로 추출을 수행하였다.

그림 3은 전처리 과정의 예시이다. 8비트평면의 화소에 대해 우선 그레이 코드변환 후 하위 4비트평면을 추출하는 과정을 나타낸다. 이때 그레이 코드로 변환 후 추출한 하위4비트 이미지를 다시 그레이 코드로 변환하여, 이진코드로 만들면, 주변화

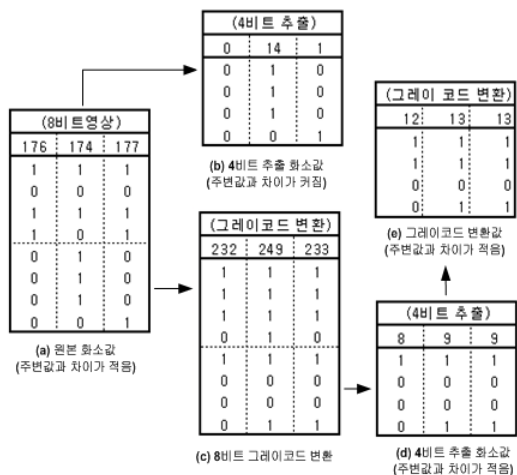


그림 3. 전처리의 과정 예시. (a) 8비트 원본 화소값. (b) 하위 4 비트 추출 화소값. (c) 8비트 그레이 코드 화소값. (d) 그레이 코드 화소변환 후 하위4비트 추출 화소값. (e) 추출된 화소값에 다시 그레이 코드 적용된 화소값

소의 연관성을 유지하게 된다.

그림 4는 실제 이미지에 대해 전처리를 수행한 결과를 나타낸다. (a)는 8비트 원본 이미지의 하위4비트 이미지이며, (b)는 8비트 이미지를 그레이 코드로 변환 후 추출한 하위 4비트 이미지이다. (c)는 이렇게 추출된 하위 4비트 을 다시 한번 그레이 코드로 변환한 이미지 이다.

수식 (1)은 그레이 코드방식에 대한 연산을 나타낸다. 수식에서  $\oplus$  연산은 배타적-OR연산을 나타낸다. 수식에서 입력 비트를 오른쪽으로 1비트 이동 후, 배타적 OR연산을 통해 그레이 코드로 변환을 수행한다.

$$g(x) = f(x) \oplus (f(x) \gg 1) \quad (1)$$

전처리가 수행되면, 입력 값  $f(x)$ 의 전체 비트는 인접 값인  $f(x)+1$ 과  $f(x)-1$ 의 전체비트와 오직 1비트만 다르고 나머지 비트는 모두 같게 된다. 이렇게 연산이 수행된 값이  $g(x)$ 에 변환 값으로 저장이 된다. 따라서 기존 이진코드에서 하위 4비트평면을 추출하는 것보다 화소값의 연속적인 특성을 보존하면서 하위 비트평면을 추출할 수 있는 특징이 있다

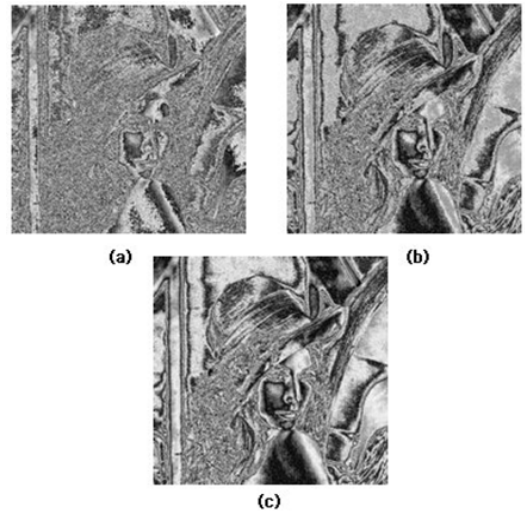


그림 4. 전처리의 결과 예시. (a) 원본 이미지의 하위4 비트 평면 추출 이미지. (b) 원본 이미지의 그레이 코드 변환 후 4비트평면 추출 이미지. (c) 추출된 하위 4비트평면에 다시 그레이 코드를 적용한 이미지

#### 3.2 변형된 H.264 화면 내 예측 방법

전처리를 수행한 후에 JPEG의 무손실 압축<sup>[3]</sup>을 사용하지 않고, 예측기가 포함된 H. 264무손실 압축방법을 선택한 이유는 화소의 불규칙성을 보완하

러는 의도 때문이다.

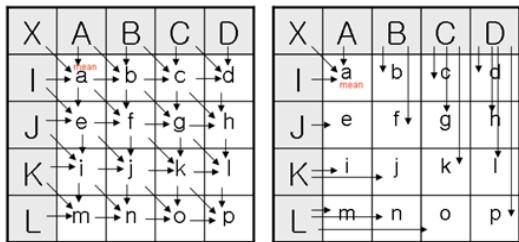
JPEG과 같은 주파수변환 영역에서는 예측기를 사용하지 않고, 변환영역에서 계수값이 커지는 영향 때문에 하위 4비트평면의 압축에는 적당하지 않다. 그러나 H. 264의 예측기를 통해 하위 4비트평면의 불규칙한 화소의 특성을 유사하게 예측한다면, 압축 성능이 개선될 수 있다<sup>6)</sup>.

표 2는 기존의 H. 264 화면 내 예측의 9가지 예측 모드에 대한 선택빈도를 나타낸다. 표2의 좌측에서 보는 것과 같이 3개의 주된 예측 모드(수직, 수평, DC모드)가 존재하며, 이 3가지 모드가 대부분의 예측 모드를 차지하게 된다. 그래서 본 논문에서는 예측 모드를 줄여 예측 모드를 전송하기 위한 비트량을 줄이고, 하위 4비트평면의 불규칙한 특성을 유사하게 예측할 수 있는 2개의 예측기를 제안하여, 총 5개의 예측모드를 가지고 하위 4비트평면의 불규칙한 화소의 특성을 예측하려고 한다.

본 논문에서는, 불규칙한 화소의 특성을 유사하게 예측하기 위해 주변 블록의 정보를 누적하거나 대칭적으로 값을 대입하는 2개의 예측기를 설계하였다.

그림 5는 제안한 방식에서 사용하는 2개의 예측기를 나타낸다. 누적평균모드는 이미 코딩 된 주변 블록의 화소값을 위쪽, 왼쪽, 위-왼쪽에 해당되는 화소값을 연속적으로 평균으로 하여 화소값을 예측하는 방식이다. 또한 좌우대입모드는 코딩 된 주변 블록의 화소값을 이용해 첫 화소만을 평균값으로 구하고, 나머지 화소값은 주변블록의 화소값으로 대입하는 방식이다.

이렇게 추가된 화면 내 예측방식은 기존의 예측 방식에서 처리하지 못했던 불규칙한 화소의 분포를 예측하는데 사용이 된다. 표 2에서 제안하는 예측방법의 선택빈도를 나타내었다. 기존의 9가지 예측모드에서 높은 빈도를 차지하는 3가지의 예측모드와 제안하는 2개의 예측모드의 선택빈도를 보면, 제안



(a) 누적평균모드 (b) 좌우대입모드  
그림 5. 제안하는 2가지 대칭 방식

표 2. Airplane, Tiffany 이미지의 화면 내 예측 선택 결과

LSB 4 비트평면	H.264 무손실압축		제안하는 방법	
	airplane (512x512)	tiffany(512x512)	airplane (512x512)	tiffany(512x512)
vertical	50.24%	52.70%	51.66%	56.89%
horizontal	29.46%	20.79%	29.19%	20.04%
DC	8.62%	10.96%	11.66%	14.26%
diag. down left	3.80%	5.37%	-	-
diag. down right	1.77%	2.16%	-	-
vertical right	3.14%	4.18%	-	-
horizontal down	1.31%	1.38%	-	-
vertical left	1.12%	1.57%	-	-
horizontal up	0.74%	0.87%	-	-
누적평균모드	-	-	4.00%	4.09%
좌우대입모드	-	-	3.49%	4.70%

하는 방식의 예측모드가 4%정도의 선택빈도가 있음을 볼 수 있고, 이는 다른 예측모드들을 대체할 수 있음을 알 수 있다.

### 3.3 변형된 엔트로피 코딩 방식

전처리와 제안하는 방식의 예측을 수행한 후 예측 모드와 예측된 결과 값과의 차이값(Residual)을 표현하기 위한 엔트로피 코딩 방법의 변화가 필요하다.

본 논문에서 제안하는 방식은 하위4개의 비트평면에 대한 무손실 압축을 수행하므로 엔트로피 코딩부분에서는 예측값을 참고해서 오차 값의 표현 비트수를 줄일 수 있다.

예측값을 참고하여 오차 값의 범위를 파악하고 이 값을 재배치하는 방법을 소개한다. 표 3은 예측값에 따른 오차 값의 범위를 나타낸다. 무손실 압축에서는 직교변환과 양자화를 수행하지 않으므로 예측값을 통해 오차 값의 범위를 알 수 있다. 이러한 특성을 이용해서 예측 오차 값의 범위를 알게 되면 각 오차 값 별 재배치 표를 이용하여 재배치를 실시한다.

표 4는 이 방식에서 사용하는 재배치 표를 나타낸다. 표 4에서 가로는 재배치 값을 나타내며 세로는 예측값을 나타낸다. 이 방식을 사용하면 오차 값을 이진화하기 위해 5비트가 필요하던 기존 방식과 달리 4비트만으로 이진화를 수행 할 수 있다. 이렇게 함으로써 CABAC 단계에서 성능이 향상되게 된다.

차이값을 이진화 하기 위해서 엔트로피 코딩에서 일반적으로 사용하는 단일 이진화 방식을 사용하지 않고 각 비트평면의 값을 코딩 하였다. 이는 화소의 불규칙적인 특성이 강한 하위 4 비트평면의 오차 값은 손실 압축의 오차 값보다 화소의 불규칙한 특성이 강하게 나타나기 때문이다.

표 3. 예측값에 따른 차이값의 범위

예측값	차이값의 범위
0	0 ~ 15
1	-1 ~ 14
2	-2 ~ 13
3	-3 ~ 12

표 4. 예측값에 따른 재배치 값

예측값	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	0	-1	1	-2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3	0	-1	1	-2	2	-3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

차이값을 표현하기 위한 방법은 단지 차이값만을 보내는 방법도 있지만, 효율적인 표현을 위해 차이값을 3가지 조건을 이용하여 분류 한다. 엔트로피 코딩은 H. 264 CABAC을 변형하여 사용하였고, 각 비트평면의 상위 비트평면의 값을 문맥으로 사용하였다. 또한, 압축 성능 향상을 위해 각각의 예측 단위 별로 오차 값들의 분포를 나타내는 선택구문을 아래와 같이 추가 하였다.

- 1) All\_Zero\_Flag: 모든 오차 값이 '0' 인지를 표현
- 2) Great\_3\_Flag: 모든 오차 값을 2비트로 표현 가능한 지를 표현.
- 3) Great\_7\_Flag: 모든 오차 값을 3비트로 표현 가능한 지를 표현.

제안하는 엔트로피 코딩의 흐름도는 그림 6과 같

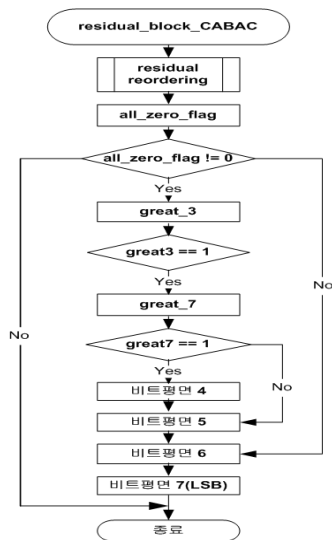


그림 6. 전체 엔트로피 코딩의 흐름도

다. 흐름도를 통해 오차 값의 선택방식에 따라 재배치를 수행하는 것을 볼 수 있다.

#### IV. 실험 결과

##### 4.1 전처리 실험 결과

전처리의 성능평가를 위해 JM13.1 H. 264 참조프로그램을 가지고 실험을 하였다. 무손실 압축 모드로 동작을 하였으며, 전처리만의 유무만으로 성능을 비교하였다. 8비트 전체이미지와 하위 4비트평면 이미지에 대한 실험결과를 표 5에 나타내었다. 여기서 상위 4비트평면은 기존의 JBIG<sup>[1]</sup>방법을 사용하였다.

표 5에서 (b)열의 내용을 보면, 원본에서 전처리를 사용하지 않고 하위4비트평면을 추출하여 H. 264무손실 압축을 수행 시, 원본보다 오히려 압축결과가 커지는 현상이 발생한다. 이는 불규칙한 화소에 대한 하위 4비트평면 추출 시 상관성을 고려하지 않은 부분으로 해석할 수 있다. 하지만, (d)열과 같이 전체 8비트에 대해서는 원본대비 큰 압축률을 볼 수 있다. 이는 압축과정에서 주파수 변환에 따른 계수의 집중현상과 및 엔트로피 부호화 부분 성능으로 간주할 수 있다.

표 5의 (e)열은 본 논문에서 제안하는 혼합 코딩 방법으로, 상위 4비트평면은 JBIG방법으로 압축을 수행하고, 하위 4비트평면은 전처리 방법만을 적용한 후 H. 264의 무손실 압축을 수행한 결과이다. 전체결과를 비교하면, 제안하는 방법이 평균2% 정도의 압축률이 높음을 알 수 있다. 이 방법은 배타적OR연산과 이동연산만을 사용하여 전처리를 수행한다. 또한 비트단위의 연산을 수행하게 되므로, 비트평면 처리에 효과적이며, 화소를 그룹으로 변환하므로 처리속도도 개선 할 수 있다. 이렇듯 전처리

표 5. 전처리의 성능결과

	MBS 4비트, JBIG 실험결과 (a)	LSB 4평면, H.264 무손실 (b)	LSB 4평면, 전처리방법 (c)	8비트평면, H.264 무손실 (d)	MBS JBIG + LSB 전처리 (e)	성능비교 1 - (e)/(d)
Airplane	92,421	403,603	335,124	425,908	427,545	-0.38%
Baboon	244,042	454,898	396,887	655,216	640,929	2.18%
House2	126,108	399,234	341,233	495,486	467,341	5.88%
Lena	110,998	441,040	369,896	485,753	480,894	1.00%
Peppers	117,130	439,946	382,728	528,936	499,858	5.50%
Tiffany	82,419	369,338	319,824	394,556	402,243	-1.95%
Average				497,643	486,468	2.00%

과정은 화질 개선에 영향을 주지만 무손실 압축기법에 추가되는 복잡도는 개선해야 할 부분이다

### 4.2 변형된 화면 내 예측 및 엔트로피 코딩의 실험 결과

예측기 및 엔트로피 코딩의 실험은 JM13.1 무손실 모드버전으로 하위 4비트평면에 대해 화면 내 예측 4x4 모드만 활성화시키고 9개의 화면 내 예측 모드 중 3개의 기존모드와 2개의 제안하는 모드로 예측기를 구성하였다.

제안하는 방법에 의해 6개의 입력이미지와 프린터에서 기존의 비트평면 압축방식을 직접 사용하는 page-sense 이미지 3개를 입력으로 하여 우선 하위 4개의 비트평면에 대한 실험을 실시하였다.

표 6은 원본, JBIG<sup>[1]</sup>방식 그리고 JPEG-XR<sup>[4]</sup>의 무손실 압축방식을 하위 4비트평면에 대하여 제안하는 방식과 압축성능 비교를 한다. 표 6에서 볼 수 있듯이, 제안한 방식이 기존의 무손실 압축보다 성능이 개선되었음을 알 수 있다.

이렇게 구해진 결과를 통해 하위비트평면의 압축 성능이 개선된 것을 확인한 후, JBIG으로 압축된 상위 비트 평면의 압축 성능까지 혼합한 전체 이미지 입력에 대한 실험결과를 표 7에 나타낸다. 표 7에서 보는 바와 같이, 제안하는 방법은 6개의 이미지에 대해서는 JBIG보다는 우수한 성능을 보여주나 JPEG-XR방식보다는 다소 성능이 떨어짐을 볼 수 있었다. 그러나 3개의 page-sense 이미지에 대해서는 매우 높은 압축성능을 볼 수 있었다. 즉, 자연 이미지에 대해 압축률은 크게 향상되지 않지만, 프린터에서 실제 사용되는 그래픽 이미지나 텍스트가 많이 포함된 이미지에서는 높은 압축률을 볼 수 있다.

표 6. 하위 4개 비트평면의 실험결과

하위4평면	원본 (a)	JBIG (b)	JPEG-XR (c)	제안방식 (d)	성능비고 1-(d)/(a)	성능비고 1-(d)/(b)	성능비고 1-(d)/(c)
Airplane	393,216	388,515	429,213	335,124	14.77%	13.74%	21.92%
Baboon	393,216	412,255	455,225	396,887	-0.93%	3.73%	12.82%
House2	393,216	382,711	430,540	341,233	13.22%	10.84%	20.74%
Lena	393,216	404,454	450,949	369,896	5.93%	8.54%	17.97%
Peppers	393,216	402,922	452,073	382,728	2.67%	5.01%	15.34%
Tiffany	393,216	344,591	436,086	319,824	18.66%	7.19%	26.66%
Graphic	3,110,400	206,053	449,296	163,799	94.73%	20.51%	63.54%
Graphic+Text	3,110,400	358,680	748,905	399,642	87.15%	-11.42%	46.64%
Text	3,110,400	184,344	252,864	10,208	99.67%	94.46%	95.96%
Sum(Bytes)	11,690,496	3,084,525	4,105,151	2,719,341	76.74%	11.84%	33.76%

표 7. 전체 이미지에 대한 실험결과

8비트 입력	원본 (a)	JBIG (b)	JPEG-XR (c)	상위평면 하위평면	제안방식 (d)	성능비고 1-(d)/(a)	성능비고 1-(d)/(b)	성능비고 1-(d)/(c)
Airplane	786,432	521,076	405,443	92,421 335,124	427,545	45.63%	17.95%	-5.45%
Baboon	786,432	713,393	605,235	244,042 396,887	640,929	18.50%	10.16%	-5.90%
House2	786,432	561,188	450,860	126,108 341,233	467,341	40.57%	16.72%	-3.66%
Lena	786,432	579,950	464,953	110,988 369,896	480,894	38.85%	17.08%	-3.43%
Peppers	786,432	575,064	504,968	117,130 382,728	499,858	36.44%	13.08%	1.01%
Tiffany	786,432	458,387	465,232	82,419 319,824	402,243	48.85%	12.25%	13.54%
Graphic	6,220,800	332,540	811,487	105,153 163,799	268,952	95.68%	19.12%	66.86%
Graphic + Text	6,220,800	558,127	1,098,197	94,811 399,642	494,453	92.05%	11.41%	54.98%
Text	6,220,800	368,688	589,452	46,302 10,208	56,510	99.09%	84.67%	90.41%
Sum(Bytes)	23,380,992	4,668,413	5,395,827		3,736,725	84.01%	19.91%	30.71%

## V. 결 론

본 논문에서 제안하는 무손실 부호화 기법은 비트평면 압축 코덱 사용에 목적에 두고 있다. 무손실 부호화 기법은 화질의 열화 없이 소모되는 비트량과 계산량을 줄이는데 목적이 있다.

제안하는 방식을 통해 프린터에 사용되는 입력 이미지 외에 일반 이미지에서도 압축률을 개선할 수 있음을 확인하였으며 전처리, 예측기, 엔트로피 코딩의 조합이 압축률을 개선하는데 영향을 미침을 알 수 있었다.

향후 예측기 부분에서 예측오차를 중복으로 예측하여 더욱 정밀한 예측을 수행할 수 있는 연구를 미래연구로 설정해 본다.

## 참 고 문 헌

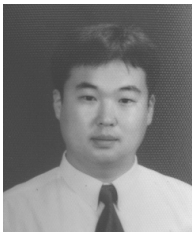
- [1] ITU-T Recommendation T.82 (ISO/IEC International Standard 11544), *JBIG*, Mar, 1993.
- [2] ITU-T Recommendation T.88 (ISO/IEC International Standard 14492), *JBIG-2*, Feb, 2000.
- [3] ITU-T Recommendation T.87 (ISO/IEC International Standard 14495-1), *JPEG-LS*, Feb, 2000.
- [4] *The text of JPEG-XR, Bitstream Specification version 1*, Microsoft, 2007.
- [5] Gary Sullivan, Thomas Wiegand, "Draft of Version 4 of H.264/AVC (ITU-T Recommen-

dations H.264 and ISO/IEC 14496-10 (MPEG-4 part 10) Advanced Video Coding),” ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T Q6/SG16, Document JVT-N050d1, January 2005.

- [6] Yung-Lyul Lee, Ki-Hun Han and Gary J. Sullivan, “Improved Lossless Intra Coding for H.264/MPEG-4 AVC,” IEEE Trans. Image Processing, vol. 15, no. 9, pp. 2610-2615, Sep. 2006.
- [7] K. D. Hong and K. J. Lim, “A study on image understanding,” IEEE Trans. Image Processing, vol. 3, no. 2, pp. 1-10, 2007.
- [8] Gonzalez, Rafael C. Woods, Richard E, “Digital Image Processing,” 3rd edition, Prentice Hall, Aug. 2007.

문 영 호 (Young-ho Moon)

정회원

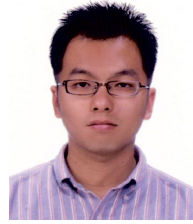


2004년 2월 광운대학교 전자공학부 졸업  
 2006년 2월 광운대학교 일반대학원 전자공학과 석사  
 2006년 2월~현재 삼성전자 주식회사, DMC연구소, 선임연구원

<관심분야> 영상신호처리 및 압축, MVC 표준화, DSP, MPEG 시스템

최 종 범 (Jong-bum Choi)

정회원



2006년 2월 광운대학교 전자공학과 졸업  
 2006년 2월~현재 삼성전자 주식회사, DMC연구소, 연구원  
 <관심분야> 영상신호처리 및 압축, MVC 표준화, DSP, HVC 표준화

심 우 성 (Woo-sung Sim)

정회원



2001년 5월~현재 삼성전자 주식회사, DMC연구소, 책임연구원  
 <관심분야> 영상신호처리 및 압축, MVC 표준화, DSP, MPEG 시스템, 파일 포맷