

# JPEG2000의 이미지 압축시 Noise 제거에 관한 연구

신인경\*, 이상범\*\*

## 요약

정지영상 압축 기술은 인터넷과 멀티미디어 기술이 발전함에 따라 중요한 기술로 인식되었으며, 특히 JPEG 압축 기술은 국제 표준 방식으로 지난 10여 년 간 많은 응용 분야에서 이용되어 왔다. 기존 JPEG 기반의 정지 영상은 압축비가 높을 경우 화질이 많이 떨어지는 단점을 가지고 있다.

본 연구에서는 기존의 JPEG에 비해 많은 장점 및 새로운 특성을 갖고 있는 웨이블릿 변환 기반의 JPEG2000 정지 영상압축 소프트웨어를 개발하고, 구현된 시스템을 운용시험을 실시하였으며, 개발된 JPEG2000 코덱을 이용한 압축을 하여 정지영상의 압축 시 노이즈의 감소를 줄일 수 있는 시스템을 개발 정지 영상 압축 기술의 새로운 표준인 JPEG2000을 이용하여 이미지를 압축하였을 경우 이미지의 손상을 줄이기 위한 알고리즘을 제안하였고 하드웨어로 설계, 제안한 처리 과정은 웨이블릿 계수의 특성을 고려하여 연산을 하였으며 이미지의 잡음을 제거하는 효과를 얻었다.

## A study Noise removal of the image compression for JPEG2000 research

In-Kyoung Shin\*, Sang-Burm Rhee\*\*

### ABSTRACT

Internet and multimedia technologies are still image compression technology has been recognized as an important technology has evolved, especially the international standard JPEG compression technology is way over the past 10 years has been used in many applications. JPEG is based on the existing high quality still images are a lot of falling apchukbi have drawbacks.

This research provides many advantages over traditional JPEG and the new attribute-based transformation of the way Brit JPEG2000 video compression software to stop the development and implementation of the system conforms to conduct a test, and was developed using JPEG2000 compression codec, the stoppage Noise reduction in the City of video compression system that can reduce the suspension to develop a new video compression technology to compress the image using a standard JPEG2000 image when the algorithm to reduce the rate of corruption had to offer hardware design, the process proposed Consider the nature of the way beulrit coefficient of the operation to remove the effects of noise on the image has gained.

Key Words : JPEG2000, Noise, Image Search, Multimedia, Graphics

---

\* 단국대학교 컴퓨터학부

· 제1저자(First Author) : 신인경 · 교신저자(Correspondent Author) : 이상범  
· 접수일(2010년 2월 22일), 수정일(1차 : 2010년 3월 25일), 게재확정일(2010년 3월 30일)

www.kci.go.kr

## I. 서 론

정지영상 압축 기술은 인터넷과 멀티미디어 기술이 발전함에 따라 중요한 기술로 인식되었으며, 특히 JPEG 압축 기술은 국제 표준 방식으로 지난 10여 년 간 많은 응용 분야에서 이용되어 왔다. 기존 JPEG 표준 방식은 컬러 정지 영상을 약 20:1 정도로 압축 했을 때 화질 열화가 적은 DCT 변환 방식을 근간으로 하는 우수한 재생 영상을 제공하도록 개발된 방식이며 영상압축 및 통신 분야에서 많이 이용되고 있다.[1]

현재 국제표준화기구인 ISOP와 IEC는 공동으로 기존의 JPEG 방식보다 고품질 압축 및 다양한 기능을 요구하는 사용자들의 요구를 해결할 수 있는 새로운 정지영상 압축 방식의 국제표준을 개발하였는데 이것이 JPEG2000 압축방식이다. JPEG2000은 웨이브릿 기반의 정지영상압축방식으로 기존의 JPEG 표준안보다 왜곡율과 특정부분의 영상품질을 한 차원 높일 뿐만 아니라 효율적인 면에서도 훨씬 더 우수하다. 무손실과 손실 압축, 큰 영상 압축, 화소의 정밀도와 해상도의 차이에 의한 점진적 전송, 관심영역 지정 및 처리(ROI) 등은 JPEG2000의 특징 중에 하나이다[2~4].

보안 감시 분야에서 '영상 압축' 기술은 그 성능의 가능자가 되는 영상 압축률이 자료 저장 기간에 직접적인 영향을 미침으로써 상품으로서의 경쟁력을 좌우할 뿐만 아니라 네트워크상에서 원격 영상 전송에 의한 중앙 집중 감시가 가능하도록 해 주기 때문에 보안 감시 시스템의 네트워크 확산에 결정적인 역할을 하고 있기에 앞으로도 계속해서 영상 압축 분야는 발전을 할 것이고, 압축시에 발생하는 노이즈 부분을 많이 제거하기 위해 압축 기술이 발전할 것이다.

기존 JPEG 기반의 정지 영상은 압축비가 높을 경우 화질이 많이 떨어지는 단점을 가지고 있다. 따라서 현재 서비스 중인 시스템은 향후 시장에서 요구되는 고품질의 영상서비스에 대응하기 위해 새로운 정지 영상 압축 시스템의 필요성이 대두되고 있다.

## II. JPEG2000의 요구사항

JPEG2000은 낮은 비트율에서 현재의 표준보다 더 우수한 성능을 만족해야 한다(0.25bpp 이하에서 제조도 영상을 매우 자세하게 표현해야 한다). 이때 낮은 비트율을 지원함으로써 인화 왜곡을 특정스펙트럼부분의 열화가 있어서는 안된다. 특히 요구되는 어플리케이션들은 네트워크 영상 전송과 원격 센싱으로서 최우선 시 되어야 하는 사항이다.

### ○ Continuous-tone and bi-level compression

또한 연속조와 2진 영상 모두를 압축할 수 있어야 한다. 이 규격은 유사한 시스템 자원에 대해서는 이 특징이 지원되도록 해야된다. 시스템은 다양한 동적 범위 내에서 각각의 컬러 컴포넌트들을 압축하고 복원한다. 이 부분이 특히 요구되는 어플리케이션은 영상과 텍스트가 포함된 문서, 주석이 첨가된 의료 영상, 그리고 2진수로 구성된 그래픽과 컴퓨터 영상, 팩시밀리 등이다.

### ○ Lossless and lossy compression

JPEG2000 은 점진적 복원과정에서 무손실을 제공하도록 요구되고 있다. 이 부분이 특히 요구되는 어플리케이션은 데이터의 손실이 허용되지 않는 의료영상, 영상 기록 분야, 네트워크 어플리케이션과 pre-press imagery 등이다.

### ○ Progressive transmission by pixel accuracy and resolution

화소 정밀도, 혹은 공간 해상도를 증가시키면서 영상을 재구성하는 점진적 전송은 많은 어플리케이션에서 필수적인 것이다. 이 부분은 서로 다른 타겟 디바이스에서 영상을 재구성할 때 서로 다른 해상도와 화소 정밀도를 가질 수 있다는 것을 말한다. 이 부분이 요구되는 어플리케이션들은 인터넷, 영상 기록 분야, 그리

고 프린터등이다.

○ Random codestream access and processing

한 영상 내에서 사용자가 정의한 ROI를 임의로 액세스할 수 있으며, ROI 외의 나머지 부분과 비교하였을 때 왜곡을 더 작게 하여 영상을 복원할 수 있어야 한다. 마찬가지로 random codestream processing은 회전, 변환, 필터링, 물체 추출과 스케일링 등을 할 수 있어야 한다.

○ Robustness to bit-errors

Codestream을 구성하는 동안 비트 에러에 대해 강해야 한다는 것이 요구된다. 이 부분이 매우 중요한 단 하나의 어플리케이션은 무선 통신 채널분야이다. 복호화된 영상 화질의 평가에서 Codestream은 그 어떤 부분보다 중요하다. Codestream을 알맞게 설계하면 에러 보상 시스템에 도움을 줄 수가 있다.

○ Open architecture

서로 다른 영상 포맷과 어플리케이션에 대한 시스템을 최적화하기 위하여 아키텍처를 공개해야 한다. 이 사항에서 디코더는 단지 핵심 tool set을 구현하기만 하면 된다. 만약 필요하다면 디코더에 의해 요구된 미지의 tool들이 스스로부터 전송된다.

○ Sequential build-up capability(real time coding)

JPEG2000은 단일하면서 순차적인 경로를 통해 압축하고 복원할 수 있어야 한다. 마찬가지로 JPEG2000은 영상을 처리할 때 Interleave 모드와 Non-interleave 모두를 사용할 수 있어야 한다.

III. JPEG2000의 H/W 구현에 관한 고찰

3.1 The Wavelet Transform

Tile 컴포넌트들은 wavelet 변환을 사용하여 서로 다른 레벨로 분할된다. 계수들은 국부적인 주파수 정보를 나타낸다. n번째 분할 레벨과 n-1, 혹은 n+1번째 분할 레벨 간에는 2의 제곱승의 관계가 있다. FDWT를 수행하기 위해 JPEG2000은 샘플들의 1차원 집합에 대하여 1차원 subband 분할을 사용하여 원영상 데이터를 다운샘플링한 저해상도의 low-pass 샘플들로 나타내며, 원영상 데이터의 나머지 부분에 대하여 다운샘플링한 high-pass 샘플들은 low-pass 데이터들로부터 원영상 데이터를 완벽하게 재구성하기 위해 필요한 부분이다. DWT는 가역적일 수도 있으며 비가역적일 수도 있다.

기본 비가역 변환은 Daubechies 9/7 tap 필터를 사용하여 구현된다. Analysis, synthesis 필터 계수들이 표 1에 나와 있다. 기본 가역 변환은 5/3 tap 필터를 사용하여 구현될 수 있는데 여기에 사용되는 계수들은 표 2에 나와 있다.

JPEG2000은 컨벌루션과 리프팅 기반의 두 가지 필터링 모델을 지원한다. 두 모델의 구현에 있어 첫 번째로 신호는 주기적으로 확장되어야 한다. 이러한 주기 대칭 확장은 신호의 양쪽 경계에서의 확실한 필터링 동작을 보장하기 위해 사용되며, 하나의 신호 샘플은 필터 마스크의 각 계수에 공간적으로 대응된다.

신호의 경계 부분에서 요구되는 추가적인 샘플들의 수는 이미지 필터의 길이에 따라 달라진다. 컨벌루션 기반의 필터링은 두 개의 필터 마스크와 확장된 1차원 신호간의 series of dot product에 의해 수행되며, 리프팅 기반의 필터링은 짝수 샘플 값들의 가중치 합에 의해 업데이트되는 홀수 샘플들의 값과 홀수 샘플 값들의 가중치 합에 의해 업데이트되는 짝수 샘플들의 값으로 매우 간단한 필터링 동작들의 시퀀스로 구성된다. 가역(무손실) 동작의 경우 변환결과들은 정수 값으로 사사오입된다. Lifting 기반의 5/3 필터용 필터링은 식 (1)과 같이 이루어진다.

$$y(2n+1) = x_{ext}(2n+1) - \left\lfloor \frac{x_{ext}(2n) + x_{ext}(2n+2) - 1}{2} \right\rfloor \quad (1)$$

$$Y(2n) = x_{ext}(2n) + \left\lfloor \frac{y(2n-1) + y(2n+1) + 2}{4} \right\rfloor$$

식에서  $x_{ext}$ 은 확장된 입력 신호이며,  $y$ 는 출력 신호, 그리고  $\lfloor a \rfloor$  와  $\lceil a \rceil$  는  $a$ 를 넘지 않는 가장 큰 정수와  $a$ 를 넘지 않는 가장 작은 정수를 말한다.

표 1. Daubechies 9 / 7 분석과 synthesis 필터 계수  
Table 1. Daubechies 9/7 analysis and synthesis filter coefficients

Analysis Filter Coefficients		
i	Lowpass Filter $h_L(i)$	Highpass Filter $h_H(i)$
0	0.6029490182363579	1.115087052456994
±1	0.2668641184428723	-0.5912717631142470
±2	-0.07822326652898785	-0.05754352622849957
±3	-0.01686411844287495	0.09127176311424948
±4	0.02674875741080976	

Synthesis Filter Coefficients		
i	Lowpass Filter $g_L(i)$	Highpass Filter $g_H(i)$
0	1.115087052456994	0.6029490182363579
±1	0.5912717631142470	-0.2668641184428723
±2	-0.05754352622849957	-0.07822326652898785
±3	-0.09127176311424948	0.01686411844287495
±4		0.02674875741080976

표 2. 분석 및 합성 필터 계수  
Table 2. Analysis and synthesis filter coefficients

Analysis Filter Coefficients		
i	Lowpass Filter $h_L(i)$	Highpass Filter $h_H(i)$
0	6/8	1
±1	2/8	-1/2
±2	-1/8	

Synthesis Filter Coefficients		
i	Lowpass Filter $g_L(i)$	Highpass Filter $g_H(i)$
0	1	6/8
±1	1/2	-2/8
±2		-1/8

### 3.2 Quantisation

양자화 과정을 거치게 되면 정확도에서 약간 떨어지게 된다. 양자화 스텝이 1이 아닌 이상 양자화 과정은 손실(Lossy) 과정이며 계수들은 정수형 5/3 wavelet에 의해 계산된 정수들이다. Subband b의 각 변환계수들  $A_b(u,v)$ 는 식 (2)와 같이 양자화 계수  $Q_b(u,v)$ 가 된다.

$$q_b(u, v) = \text{sign}(a_b(u, v)) \left\lfloor \frac{|a_b(u, v)|}{\Delta_b} \right\rfloor \quad (2)$$

양자화 스텝은 식 (3)으로 주어지는 subband b의 동적 범위  $R_b$ 의 값에 따른다.

동적 범위  $R_b$ 는 원영상 tile 컴포넌트를 나타내는데 필요한 비트수와 wavelet 계수의 선택에 따라 달라진다. 원래 컴포넌트들이 신호가 없는 값이라 할지라도 모든 양자화 계수들은 신호값이다. 이들 계수들은 코딩에 들어가기 전에 sign- magnitude의 형태로 다시 표현된다.

$$\Delta_b = 2^{R_b - e_b} \left( 1 + \frac{\mu_b}{2^{11}} \right) \quad (3)$$

### 3.2 Entropy Coding

Wavelet변환으로 분할된 서브밴드들은 산술 코딩을 사용하여 독립적으로 코딩되는 코드블럭이라 불리는 정사각형의 블록으로 나누어진다. 이들 코드블럭들은 0이 아닌 값을 갖는 가장 높은 비트 평면에서 가장 낮은 비트 평면으로 동시에 코딩된다. 코드블럭 각각의 비트 평면에서 특별한 코드블럭 스캔 패턴이 세 가지 pass들 각각에 대해 사용된다. 비트 평면에서 각각의 계수 비트는 단지 세 가지 pass들 중 하나로 코딩된다. 왜곡된 평가에 대한 최적화 방법은 각 블록에 대한 비트의 수를 할당하는데 사용된다.

Elias 코딩의 귀납적인 확률 간격 분할은 binary 산

술 코딩 과정의 기본이다. 각각의 binary 결정과정에서 현재의 확률 간격은 두 개의 서브 간격으로 분할되며 codestream은 발생하는 심볼에 대해 할당되는 확률 서브 간격의 base에 대한 위치를 지정하기 위해 필요하다면 재정의될 수도 있다. 코딩 과정은 정수형 codeword들의 연결이라기보다는 binary 분수들의 합이므로 확률적인 binary decision과정은 decision 당한 bit assign 과정보다 훨씬 저가격으로 부호화 된다.

#### IV. Multiple-Component Images

JPEG2000은 다중 컴포넌트 영상을 지원한다. 서로 다른 컴포넌트들은 같은 bit-depth를 가질 필요가 없다. 가역 시스템에서 요구되는 단 한 가지 사항은 각 출력 영상 컴포넌트들의 bit-depth는 반드시 대응하는 입력 영상 컴포넌트들의 bit-depth와 같아야 하며, 비가역 컴포넌트 변환(Irreversible Component Transform:ICT)과 가역 컴포넌트 변환(Reversible Component Transform:RCT)을 하여 입력 영상은 흔히 R, G, B 세 개의 컴포넌트들을 가진다. 순방향 컬러 변환을 적용하기 전에 영상 컴포넌트 샘플들은 DC level shift 되며 단지 손실 코딩에서만 사용되는 ICT는 RGB 컴포넌트들의 YCbCr 변환에서 볼 수 있다. 순방향과 역방향 ICT 변환과정이 아래 식(4)에 나타나 있다.

$$\begin{pmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.16875 & -0.33126 & 0.5 \\ 0.5 & -0.41869 & -0.08131 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad (4)$$

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.0 & 0 & 1.402 \\ 1.0 & -0.34413 & -0.71414 \\ 1.0 & 1.772 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \end{pmatrix}$$

손실과 무손실 모두에 사용되는 RCT는 영상의 첫 번째 세 컴포넌트들에 대하여 적용되는 것이 decorrelating 변환이다. 이 변환의 세 가지 목표를 좀 더 자세히 말하면 효과적인 압축에 대한 컬러 decorrelation, 양자화에 대한 HVS를 고려한 컬러 공간, 그리고 무손실 압축을 할 수 있는 능력이다.

#### V. 결론

본 논문에서는 정지 영상 압축 기술의 새로운 표준인 JPEG2000을 이용하여 이미지를 압축하였을 경우 이미지의 손상률을 줄이기 위한 알고리즘을 구현하였다. 제안한 처리 과정은 웨이블릿 계수의 특성을 고려하여 연산을 하였으며 이미지의 잡음을 제거하는데는 20%이상 감소를 시켰다.

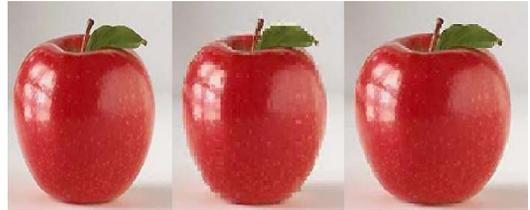


그림 1. 원영상과 영상의 개선결과영상  
Fig. 1. images of the improvement results

또한 본 논문에서 제안한 방법을 향후 이미지 검색 및 인식 쪽에 함께 적용한다면 50~60%이상의 이미지를 저장할 수 있는 결과를 얻을 수 있을 것이다.

#### 참고문헌

- [1] W.B.Pennebaker and J.L.Mitcell, "JPEGH: Still Image Data Comkpression Stdard," Van Nostrand Reinhold, 1993.
- [2] ISO/IEC JTC1/SC29/WG1 N390R "New Work Item: JPEG2000 Image Coding System," mar. 1997.

- [3] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N3464, "MPEG-7 Multimedia Description Schemes XM(version 4.0)," Aug. 2000.
- [4] A. Skodras, C. Christopoulos, and T. Ebrahimi, "The JPEG2000 Still Image Compression Standard," IEEE signal Processing Magazine, Vol. 18, Issue. 5. Sep. 2001
- [5] M. Antonini, M. Barlaud, P. Mathieu, and I. Daubechies: "Image Coding Using the Wavelet Transform," IEEE Trans. Image Proc., April 1992.
- [6] Charrier, M., Santa-Cruz, D., and Larsson, M., "JPEG2000, the Next Millenium Compression Standard for Still Image", Proceedings of the IEEE ICMC, Vol. 1. No.2.
- [7] Adams, M. D., "The JPEG-2000 Still Image Compression Standard", ISO/IEC JTC1/SC29/WE1 N2412, 2001.
- [8] 이세열, "디지털 영상에서의 자막추출을 이용한 자막 특성 분석에 관한 연구", 한국지식정보기술학회 논문지, 제4권, 제2호, pp.37-44, 2009.
- [9] 한태원 외, "가우시안 곡률과 요면을 이용한 메쉬 분할", 한국지식정보기술학회 논문지, 제5권, 제1호, pp.33-42, 2010.
- [10] 강두철 외, "조명 변화에서 강도 패턴 보드 기반의 색상 보정 방법", 한국지식정보기술학회 논문지, 제5권, 제1호, pp.43-50, 2010.

### 감사의 글

이 논문은 2007년도 산학협동재단 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.



신인경(In-Kyoung Shin)

2007년 극동대학교 대학원 공학석사  
2008년 단국대학교 대학원 박사수료

2007년~현재 단국대학교 대학원 재학  
※ 관심분야: 영상검색, 인식, 모바일 검색



이상범(Sang-Burm Rhee)

1976년 서울대학교 전자공학과  
(공학석사)  
1981년 연세대학교 전자공학과  
(공학박사)

1979년~현재 단국대학교 컴퓨터학부 교수  
※ 관심분야: Verilog, 생체인식, 영상처리