

JPEG2000의 하드웨어 구현을 통한 최적 DWT 레벨의 정지영상 화질개선

이철* · 유재정** · 이정석***

Still Image Improvement of Adaptative DWT(Discrete wavelet transform)
Decomposition Level Through the Implementation of JPEG2000 Hardware

Cheol Lee* · Jae-Jung Ryu** · Jung-Suk Lee***

요 약

본 논문은 특정응용분야인 디지털사진, 원격탐사, 이동 중 항공 원격 촬영, 의학영상의 고해상도와 고압축 원격촬영이 필요로 하는 분야에 JPEG2000의 표준을 적용한 하드웨어 설계 제작하였다. 영상 압축을 하기 위한 JPEG2000의 표준을 이용한 소프트웨어로 구현은 처리속도가 기존의 JPEG에 비하여 매우 느리다는 단점을 갖고 있으며, 또한 JPEG2000 표준의 DWT(Discrete wavelet transform) 레벨을 향상시킬 경우 영상 데이터 압축에 대한 연산 처리 속도가 저하되는 현상을 갖고 있다. 이러한 해결을 위해서 JPEG2000 압축/복원기를 설계 제작하여 적용하였다. 본 논문에서는 최적 DWT(Discrete wavelet transform) 레벨을 변화시켜서, JPEG-2000 압축/저장기의 하드웨어가 최적의 압축과 정지 영상에 대한 빠른 연산처리속도와 화질개선을 보여줬다.

ABSTRACT

This paper is designed for hardware to be applied to JPEG2000 standard in the fields of digital photography, remote sensing, aerial remote telemetry, medical imaging, high resolution, and high compression telemetry applications. The software implementation of the JPEG2000 standard for image compression has disadvantages that the processing speed is very slow compared to the conventional JPEG, also the degradation occurs when the DWT level of the JPEG2000 standard is improved. In order to solve this problem, we designed and applied JPEG2000 compression/decompressor. In this paper, the hardware of the JPEG 2000 compression/storage device shows optimal compression speed, faster processing speed, and the image quality for still images by changing the optimal DWT level.

키워드

Wavelet, JPEG2000, Image Processing, DWT Level, Multi-Resolution
웨이블렛, JPEG2000, 이미지 처리, DWT 레벨, 임계 값, 다중 해상도

* 인하공업전문대학 메카트로닉스과 (clee@inhac.ac.kr) • Received : Oct. 02, 2018, Revised : Nov. 08, 2018, Accepted : Dec. 15, 2018
** 고려대학교 기술경영대학원 국방기술학과(jryu@shinba.kr) • Corresponding Author : Jungb-Suk Lee
***교신저자 : 인하공업전문대학 메카트로닉스과 Dept. mechatronics, inha Technical college,
• 접수 일 : 2018. 10. 02 Email : ungboleee@inhac.ac.kr
• 수정완료일 : 2018. 11. 08
• 게재확정일 : 2018. 12. 15

I. 서 론

멀티미디어의 사용이 폭발적으로 증가함에 따라 문자, 음성, 이미지를 저장하거나 유무선을 통해 전송하려는 요구가 많아지므로, 이중 특히 영상의 사용 증가에 따른 고품질 고압축의 요구를 피할 수 없게 되었다. 따라서 지금까지의 정지 영상 표준인 JPEG은 정지영상은 고주파와 중간주파수에서 훌륭한 성능을 보여준 반면 저주파에서는 수행이 불가능하여 특정응용분야(고해상도 고압축 디지털사진, 원격탐사, 이동 중 원격 촬영, 의학영상 등)중 이 논문의 응용 적용분야인 고해상도 고압축 원격촬영 과제의 수행이 불가능하다[1]. 따라서 저 비트율(0.25bpp 이하) 환경에서 잡음으로 인한 화질열화의 문제를 해결하기 위해서는 현존하는 표준안보다 왜곡율과 특정분야의 이미지 품질을 한 차원 높였으며 효율 면에서도 훨씬 더 우수한 영상 엔코딩을 위하여 정지영상의 새로운 표준안인 JPEG2000이 탄생 하였다[2].

JPEG2000은 기존의 JPEG보다 좋은 영상 화질을 유지하면서 보다 나은 압축률을 제공함과 동시에 낮은 비트율에서도 향상된 압축률을 보여주고 있으며, 또한 단일시스템에서는 손실 및 무손실 부호화, 비트 에러에 대한 강건함, 점진적 전송등 많은 기술들을 제공하고 있다. 그러나 JPEG2000은 소프트웨어로 구현했을 때에 처리속도가 기존의 JPEG에 비하여 매우 느리다는 단점이 있다. 따라서 본 논문은 항공원격영상촬영에 응용 가능한 JPEG2000을 하드웨어로 이용하여 보다 빠른 연산속도와 더 나은 압축률과 화질개선을 하고자 하며, 또한 JPEG2000 압축[2-4] 기술의 가장 핵심이 되는 DWT(Discrete Wavelet Transform)의 다중해상도분해와 대역분할[1], [5-6]을 이용하여 압축 영상을 처리하였고, 자체 제작 구현한 JPEG2000 하드웨어 실험을 통해 최적 레벨을 분석 결정 하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 본문으로 JPEG2000의 기본동작과 DWT의 레벨 분해 동작을 변화시켜 영상변화를 구현하였고, 3장에서는 구현된 JPEG2000 압축/저장 하드웨어의 설계하였고, 실험환경을 구현하였다. 그리고 4장은 실험 결과를 실험 데이터를 통해 분석 해석을 수행하였다. 지형적인 형태를 판단하는 영상은 지형적 구조의 명확성이 매우 중요하다. 이러한 지형적 구조를 판단하는

대표적 영상이 SAR영상이다[1]. SAR영상은 기상현상에 영향을 받지 않을 뿐만 아니라 영상취득의 특성상의 이유로 지표면의 구조를 파악하는데 매우 탁월하다. 그러나 영상 전체에 포함된 잡음으로 인한 영상품질의 저하는 정확한 지형 판단을 어렵게 한다. 따라서 본 논문에서는 이러한 영상저하를 발생시키는 잡음 성분을 미분 마스크와 중앙절대 편차(MAD : Median Absolute Deviation)를 이용 하여 영상품질 개선을 얻었다. 일반적인 웨이블릿 영상 처리에서는 신호에 포함된 잡음을 추정하여 그 크기를 계산하고, 이에 비례한 문턱값을 설정하는 것이다. 그러나 실제의 경우 원 신호를 알지 못하기 때문에 잡음의 양을 정확하게 추정하기 어렵고, 잡음분산의 크기가 같은 경우 영상의 통계량이 달라지더라도 동일한 문턱값을 적용하게 된다는 문제점이 있다[2].

II. JPEG2000의 압축표준

2.1 영상 압축표준 구현

JPEG2000은 기존의 정지 영상 압축의 단점을 보완함과 동시에 기존의 것 보다 높은 압축 성능을 보인다. 뿐만 아니라, JPEG2000은 관심영역(ROI) 부호화 등과 같이 JPEG에서 제공하지 못했던 여러 가지 새로운 기능들을 제공한다. JPEG2000은 전 처리과정, 이산 웨이블릿 변환(DWT)과 산술부호화(EBCOT)[2]를 사용하여 영상의 압축을 수행한다.

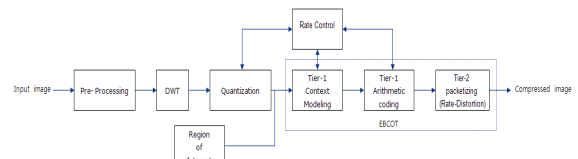


그림 1. JPEG2000의 엔코딩 블록도
Fig. 1 Encoding block diagram of JPEG2000

JPEG2000은 전체 영상을 타일(Tile)화한 후, 각각의 타일을 이산 웨이블릿 변환 후에 양자화를 진행한다. 웨이블릿 계수로 구성된 양자화된 서브밴드 값들을 주어진 크기의 코드블록(Code block)으로 나눈 후 각각의 코드블록에 대해서 독립적으로 이진 산술 부호화를 수행한다.

가. 전처리 과정

타일링(Tiling)과정 이라고도 하며 입력 영상을 최초 처리하는 과정으로 입력영상을 타일(tile)이라는 직사각형의 화소 단위로 겹치지 않도록 분리하는 과정이다. 타일들이 가질 수 있는 크기는 2의 지수 승으로 가로 세로가 최소 4에서 최대 1024의 크기를 갖는다.

나. 이산 웨이브렛 변환(Discrete wavelet transform)

신호를 해석하는 일반적인 방법은 식(1)과 같이 직교 기저함수(Basic function, ψ_i)를 이용하여 이들의 하중된 합(Weighted sum)으로 신호를 표현하는 직교변환을 이용하는 것이다. 또한 직교변환을 이용할 경우 기저함수의 선정이 매우중요하다.

$$f(x) = \sum_i c_i \psi_i \tag{1}$$

$$\text{if } \begin{cases} i = 0 & C(i) = 1/\sqrt{2} \\ i \neq 0 & C(i) = 1 \end{cases}$$

만약, 충격함수(Impulse function)또는 정현함수(Sinusoidal function)를 기저함수로 사용할 경우 각각 주파수 정보와 시간정보의 손실을 가져오기 때문에, 복잡한 신호가 효율적으로 표현되기 위해서는 특정시간에서 신호의 성분을 정확히 알 수 있는 기저함수가 필요하다. 이를 위해서 기저함수는 시간과 주파수 영역 모두에서 국소화(Localization) 되어야 하지만 Heisenberg의 불확정성 원리에 의하여 시간축 국소화와 주파수축 국소화를 동시에 만족 할 수는 없다. 일반적으로 JPEG 이나 MPEG1,2 표준에서 사용된 DCT(: Discrete Cosine Transform) 는 입력신호, $f(x, y)$ 의 주파수에 대해서는 완전한 정보를 제공하지만 입력신호의 시간(공간)적인 정보에 대해서는 아무런 정보를 제공하지 않는다. 즉 푸리변환에 기반을 둔 DCT변환은 시간과 주파수에 대해서 동시에 국소화(Localization)할 수 없다는 단점이 있다. 시간-주파수 국소화(Time- frequency localization)를 구현하기 위하여 기존의 푸리에 변화(Fourier transform, FT)을 변형한 적분변환이 제안되었는데 그 대표적인 것이 국소 푸리에 변환(Windowed fourier transform, WFT or Short-Time fourier transform, STFT)이다 [2].

국소 푸리에 변환은 주파수 영역과는 독립적인 창함수(Window function)를 기존의 푸리에 변환에 가중함수로 붙여 사용하므로 분석영역이 시간-주파수에 대해 항상 일정하다. 따라서 시간 변화에 따라 확률적 특성이 변하는 비정상 신호(Non stationary signals)를 효율적으로 분석 할 수 없다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 DWT(Discrete wavelet transform)는 DCT(: Discrete Cosine Transform)보다 늦은 1970년대 말부터 본격적인 연구가 시작되었다. 이 변환방법은 영상을 블록으로 나누지 않고 전체 영상을 대상으로 하기 때문에 DCT와 달리 고 압축률에서도 블로킹효과가 나타나지 않는 특징을 갖고 있다. DWT의 변환 결과, 영상이 주파수에 따른 부대역(Sub-band)으로 재구성된다. 따라서 부대역 별로 압축과정을 처리할 수 있으므로, 압축률을 쉽게 조절할 수 있기 때문에 현재 많은 연구가 진행되고 있고, JPEG2000의 표준 변환방식으로 채택되었다[1]. 최근에는 컨벌루션(Convolution) 방식에 비해서 우수한 성능을 보이는 리프팅(Lifting) 방식의[3], [7] DWT 변환이 주로 연구되고 있다. 리프팅 기법은 기본적인 웨이브렛 변환(컨벌루션 방식)을 이용한 필터링 기법에 비해서 메모리 량과 메모리에 대한 참조 횟수가 적고 정변환과 역변환이 동일한 구조로 이루어진다는 장점을 가지고 있다[5]. DWT를 기반으로 하는 영상압축 방법은 그 속도를 증가시키기 위해서 하드웨어(Hardware, HW)화시키는 경우가 늘어나고 있으며, 특히 DWT기반 영상압축 전용 HW를 사용함으로써 영상처리의 속도를 최대로 하고자 하는 노력이 많이 경주되고 있다 [4], [6], [8]. 웨이브렛 변환(Wavelet transform)은 적절히 주어진 기본함수를 팽창 혹은 수축시켜 척도 구성(Scaling)을 하고 팽창이동(Translation)한 결과로 생기는 함수를 기저함수로 이용하여 시간 주파수축에 대해 유연한 분석이 가능 도록한다. 웨이브렛은 식(2)과 같이, 모 웨이브렛(Mother wavelet)이라 불리는 기본 함수의 확대/축소 및 이동으로 얻어지는 기저함수들의 집합이다.

$$\psi^{a,b} = \frac{1}{|a|^{1/2}} \psi_i\left(\frac{t-b}{a}\right) \tag{2}$$

식(2)의 a와b의 변화를 통하여 축소된 웨이브렛은 시간상에서 빠른 간격으로 변하는 고주파 성분을 검출하는 역할을 하며 확대된 웨이브렛은 시간상 천천히 변하는 저주파 성분을 검출하기에 알맞은 기저함수로 사용할 수 있다[9].

현재 많은 응용분야에서 신호해석에 보다 적합한 웨이브렛들이 제안되고 있다. 특히, 영상압축분야에서는 이산 웨이브렛 변환(Discrete wavelet transform, DWT)을 이진트리(Dyadic tree)구조를 갖는 필터뱅크(Filter bank)의 한 형태로 해석가능하고 QMF(Quadrature Mirror Filter)뱅크의 직렬구성으로 구현하는 방법이 연구되었다[9].

가) 2차 영상의 웨이브렛 변환

영상의 웨이브렛 변환은 QMF를 통해 얻을 수 있고, 그 결과 여러 개의 다중해상도 부대역(Multi-resolution subband) 영상들로 나누어진다. 그림 2은 2차원 이산 웨이브렛 변환을 이용한 영상 n-레벨 분해 과정을 보여준다.

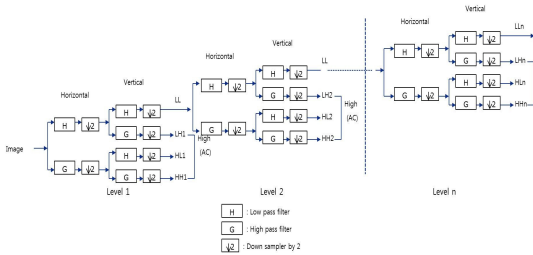
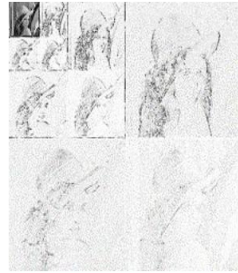


그림 2. 2차원 영상의 웨이브렛 n레벨 분해
Fig. 2 Wavelet n-level Decomposition of Two-dimensional Images

이 2차원 이산 웨이브렛 변환의 영상분해 과정은 H(저역통과필터)와 G(고역통과필터)를 이용하여 원 영상을 가로방향 변환후 다운샘플링 ($\downarrow 2$)을 수행하고 이를 다시 세로방향 변환하여 다시 다운방향 ($\downarrow 2$)을 수행하여 구현한다. 한 번의 분해과정으로 4개의 부대역 영상이 생기고 각 부대역 영상은 원 영상의 1/4크기를 가진다. 이 4개의 부대역은 대부분 에너지가 집중되어 있는 저주파 영상(LL)과 방향성을 가지는 수평성분 영상(HL), 수직 성분 영상(LH), 그리고 대각성분 영상(HH)으로 나뉘게 된다.



LLS	LHS	LH2		LH1
HL5	HH5			
HL2		HH2		HL1
HL1		HH1		

그림 3. 3-레벨 분해 Lena영상과 3-레벨 분해도
Fig. 3 Three-level decomposition Lena image and 3-level decomposition

그림 3은 2차원 이산 웨이브렛 변환을 적용하여 Lena 영상의 3-레벨 분해한 것을 나타내고 있다[10].

다. EBCOT(Embedded block coding with optimized truncation)

JPEG2000은 웨이브렛 기반으로 임베디드 블록부호화(EBCOT)[11-14]를 통해 부호화가 이루어진다. EBCOT는 컨텍스트 기반의 산술부호화 과정을 담당하는 Tier-1(T1)과 비율제어와 코드스트림 구성을 담당하는 Tier-2(T2)로 구성되어 있으며 J2의 인코딩 과정은 기존의 JPEG보다 복잡하여 상대적으로 큰 계산량을 요구한다.

가) Tier-1(T1)

영상압축기에서 컨텍스트 추출 구현을 위해 DWT의 계수 값들이 양자화된 영상 이미지를 각각의 부대역 별 코드블록으로 분할하고 코드블록 내의 데이터를 비트플랜(Bit plane)코딩하여 여러 개의 비트면으로 분리 각 비트플랜의 중요도와 인접한 비트들간의 관계를 고려하여 3가지 패스인 Signification propagation pass, Magnitude refinement pass, Clean up pass그룹으로 나누게 되며 4가지의 ZC(Zero coding), SC(Sign coding), RLC(Run-length coding), MR(Magnitude refinement)코딩방법으로 19개의 컨텍스트 중 현 샘플에 해당하는 컨텍스트(CX)와 Decision(D)을 추출하게 된다.

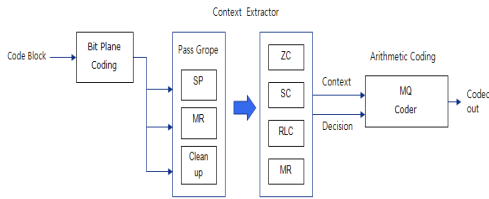


그림 4. EBCOT Tier1 블록도
Fig. 4 EBCOT Tier1 block diagram

나) Tier-2(T2)

Tier-1(T1) 에서 만들어진 Bit stream을 주어진 Bit rate에 맞게 데이터를 삭제하거나 주어진 비트레이트를 맞추어 점진적인 SNR 스케빌리티(Scalability)와 Resolution 스케빌리티(Scalability)가 가능하게 압축된 데이터를 재배열 시킨다.

라. 관심 영역 ROI(Region of interest, ROI)

영상의 특정 관심영역(ROI)이 다른 영역보다 높은 중요성을 가지는 응용분야의 기능을 제공한다. 이 기능은 영상전체를 복원하기 이전에 영상의 특정영역이나 사용자측면의 관심영역에 대해서 우수한 화질을 보장하면서 먼저 전송하여야 하는 응용분야에 활용된다. ROI부호화는 JPEG2000 part1에서 Maxshift 방법을 표준으로 채택하여 사용하고 있으며 Maxshift 방법은 non-ROI 영역의 가장 큰 값을 갖는 계수보다 ROI 영역의 계수들을 높은 bit-plane에 위치하도록 스케일링 업(Scaling up)하는 것이다. 이처럼 ROI에 속한 계수들이 임베디드(Embedded) 부호화 과정 동안 MSB(Most significant bit-plane)를 형성하게 됨으로써 사용자요구에 따라 MSB에서 LSB(Least significant bit-plane)까지의 점진적 전송(Progressive transmission)이 가능하도록 한다.

III. 구현된 하드웨어 구조와 실험환경

3.1 JPEG2000 압축/저장기

전기광학(Electro optic) 영상 데이터 처리기는 EO 카메라에서 촬영한 영상을 영상 처리 및 획득을 수행하고, 이 영상은 압축저장기에서 영상 처리되고 적외선 카메라 에서 촬영한 영상은 획득을 통한 IR 영상처리를 통해 영상을 압축·부호화 및 저장을 수행 한다.

이러한 영상 데이터 처리 과정을 수행하기 위한 영상 데이터 처리와 압축 기능은 JPEG2000 조건에 맞는 압축 카드의 하드웨어를 그림 5와 같이 설계하였다.

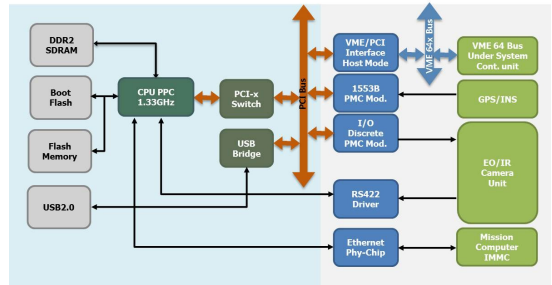


그림 5. 영상 데이터 처리 과정
Fig. 5 Image data processing

JPEG2000 압축 하드웨어는 PMC, PCI/I/F, CPLD와 JPEG2000 하드웨어 엔진 ADV212로 구성하였다. 주제어 보드인 PowerPC Embedded Board는 JPEG2000 압축 카드를 제어하기 위해 PCI 인터페이스를 적용하였고, 주제어 보드의 PCI 인터페이스 기능은 그림 6, 7과 같이 PMC 연결 커넥터를 통해 PCI 32bit 데이터버스로 송수신하고, PCI Bridge 디바이스는 PCI9056을 통해 하드웨어 JPEG2000 엔진 디바이스에서 데이터 송수신 하도록 구성하였다. 또한 PCI Bridge 디바이스는 주제어 보드에서 제공하는 데이터를 통신 인터페이스의 표준 인터페이스이며, PCI 방식을 통해 전달되는 데이터를 JPEG2000 하드웨어가 구성된 압축 카드 내부의 데이터 경로인 Local Bus의 Data Bridge 역할을 한다.

JPEG2000의 압축카드의 주 기능은 전용 하드웨어 엔진이 내장된 ADV212를 사용하여 설계하였다. JPEG2000 하드웨어 엔진은 주제어보드의 명령을 PCI Bridge를 통해 전달 받으며 CPLD 디바이스에서 하드웨어 엔진 칩셋을 제어하기 위한 Logic을 구현하여 Data Access 동기화, 실시간 제어 기능을 수행한다.

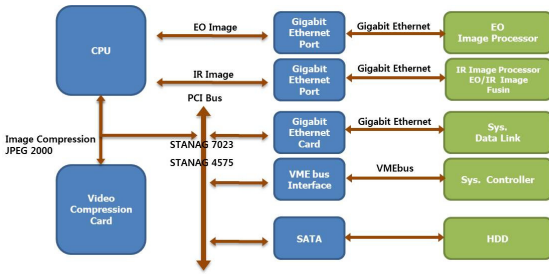


그림 6. JPEG2000 압축·부호화 시스템 블록도
Fig. 6 JPEG2000 compression and coding system block diagram

JPEG2000 압축 영상 소스 처리의 해상도는 1024 x 1024 정지 영상 단일 컷을 JPEG2000 하드웨어 엔진 ADV212 에서 단일 처리한다. ADV212 2개를 카드 내에 구성하여 EO(Electro optic) 영상 / IR(Infrared) 영상을 각각 독립하여 동시 처리한다.

JPEG2000 압축 기능을 구현하는 PowerPC CPU를 적용하여 Embedded Board를 설계 제작 하였다. 또한 하드웨어는 Add In PMC Card (PMC - PCI Mezzanine card)로 장착이 가능한 기능을 갖고 있다. JPEG2000 압축을 위한 주제어 기능을 상기의 보드에서 담당하고, Vxworks 실시간 운영체제에서 구동되도록 프로그램을 작성 구현하였다.



그림 7. JPEG2000 압축 카드 (PMC) 보드
Fig. 7 JPEG2000 Compression Card (PMC) Board

3.2 실험환경 및 방법

압축기회로카드의 JPEG2000의 파라미터 설정은 표 1, 2와 같이 설정하였으며, Wavelet Transform Level 3과 5의 경우로 Quantization Step Size는 자동설정 하였다. 실험 환경은 그림 7의 압축·부호화 저장 카

드를 PC에 장착하고 Window용 Test Program을 작성하여 진행하였다.

표 1. 실험 설정 환경
Table 1. Experiment setting Environment

Environment	Specifications
Hardware Environment	PC intel Core2 CPU E8400 @ 3.00GHz, 3.5GB RAM
OS Environment	Windows7
Compression Program	Experimental Window7 Test Application
Compressed file Confirmation Program	kakadu show (version4.2.1)

표 2. JPEG2000 변수 설정
Table 2. JPEG2000 Setting Parameter

Image	Lena
Tile Size	256 x 256
Compress Ratio	2:1, 4:1, 9:1, 20:1
Number of Wavelet Transform Levels	level5, level3
Code Block Dimensions	128 x 32
Wavelet Kernel Irreversible	9 x 5
JPEG2000 Progression	LRCP (Layer-Resolution-Style-Component-Position)
Quantization Facto	256/256 factor (1x)
Output Code Stream	JP2000 format Gray Scale Format

JPEG2000 압축/저장 카드의 실험환경은 촬영 영상 데이터를 압축 전송 처리하는 회로 카드를 통하여 JPEG2000 표준 조건의 압축·부호화를 처리하는 과정으로 설정하였다.

IV 실험 내용 및 분석

JPEG2000의 구현을 통한 실험 결과 데이터는 표 3과 같이 결과 데이터 볼 수 있는 것처럼 DWT 레벨 변경을 통해 정지영상의 복원 화면의 품질을 비교 분석하였다. DWT 레벨의 비교는 기본 레벨인 3레벨과 본 논문에서 제안한 5레벨을 대상으로 진행 5레벨에서 화면의 품질을 표현하는 PSNR과 압축율이 개선됨을 보였다. 원래 영상의 압축율이 x20의 환경에서는

영상의 품질개선이 없는 것으로 보아 x10 이하 압축에서 유용한 알고리즘임을 실험을 통해 입증하였다.

표 3. 결과 데이터
Table 3. Result Data

Image	target com-pressivity	Wavelet Transform Level = 3		Wavelet Transform Level = 5	
		Quantization Step Size = auto		Quantization Step Size = auto	
		PSNR (dB)	actual com-pressivity	PSNR (dB)	actual com-pressivity
Dam	x2	46.85841	5.6	49.8789	5.61
	x4	46.85841	5.6	48.9959	5.61
	x9	40.08143	8.94	42.5106	8.94
	x20	33.56792	19.69	33.7970	19.69



그림 10. 원영상
Fig. 10 Original Image

그림 10는 제안한 알고리즘의 성능 분석을 위한 테스트영상으로 256 x 256 크기의 Lena 영상이다. 원영상 그림 10.을 그림 11과 12는 압축 복원한 영상으로 x4 압축에 DWT 레벨 5과 3를 비교한 영상이다. 그림 11과 12에서 보는 바와 같이 고주파성분의 영상 부분에서 그림 11이 그림 12 보다 개선됨을 보였다. 그림 10은 그림 9의 결과 데이터값을 표현한 것으로 x10 이하 압축에서 PSNR이 3dB정도 개선됨을 보이고 있다.



그림 11. 5 level (x4) 영상
Fig. 11 5 level (x 4) video

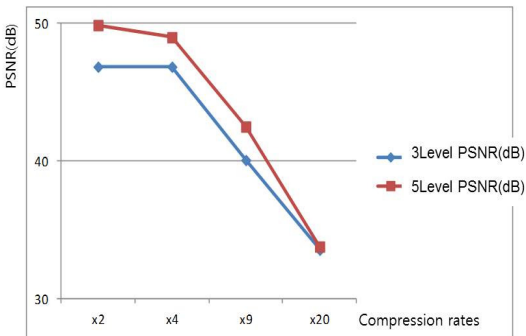


그림 9. 3 레벨 과 5 레벨 PSNR 비교
Fig. 9 Comparing 3-level and 5-level PSNR

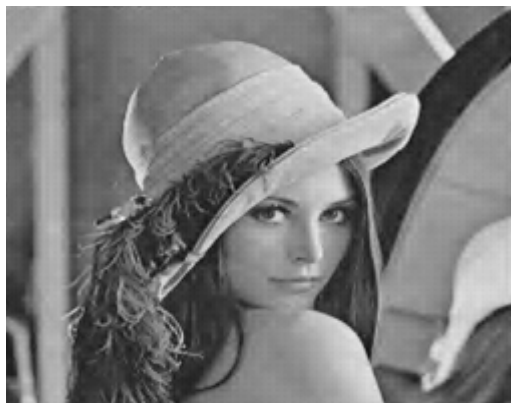


그림 12. 3 level (x4) 영상
Fig. 12 3 level (x 4) video

V. 결 론

본 논문에서는 기존의 이산 웨이브렛 변환 (Discrete wavelet transform)을 소프트웨어로 처리한 것을 하드웨어 개발로 처리하였으며, 영상압축처리는 개발한 JPEG2000 압축/저장기로 연산량과 압축을 변화 등의 요소(Factor)를 고려하여 적절한 이산 웨이브렛 레벨 변화시켜서 영상품질을 향상시켰다. JPEG2000 압축/저장기는 영상의 압축과 부호화와 복원 복호화의 처리 지연시간을 보상하였으며, 특히 지연시간으로 인하여 적용이 곤란했던 이산 웨이브렛 변환 레벨의 증가를 통하여 압축율과 연산량 처리시간을 향상시켜서 화면의 품질 개선을 보였다. 그리고 영상 품질 개선은 특수 적용 분야인 원격 항공 촬영에서 보다 개선된 영상을 얻기 위한 목표로 진행되었으며, 일반 영상 실험을 통하여 x10 이하 압축에서 활용성이 입증 되었으며 의학 분야의 고 품질 영상촬영에도 적용 가능 할 것으로 기대된다.

Reference

- [1] H. Kang, D. Kim, and J. Seo, *Wavelet theory and application*, acanet, Seoul. Akanet Publishing Co., 2001.
- [2] M. Boliek, C. Christopoulos, and E. Majani, *JPEG2000 Part I: Final Publication Draft*, ISO/IEC JTC1/SC20/WG1 N2678, July 2002.
- [3] T. Acharya and P. Tsai, *JPEG2000 Standard for Image Compression : Concepts, Algorithms and VLSI Architectures*, Hoboken, Wiley-Interscience, 2005.
- [4] G. Dillen, B. Georis, J. D. Legat, and O. Cantineau, "Combined Line-Based Architecture for the 5-3 and 9-7 Wavelet Transform of JPEG2000," *IEEE Transactions on Circuit Syst. Video Technol.*, vol. 13, no. 9, Sept. 2003, pp.213-238.
- [5] W. Sweldens, "The lifting scheme: A new philosophy in biorthogonal wavelet constructions," In *Proc. SPIE*, vol. 2569, no.1 1995, pp. 68-79.
- [6] M. Ferretti and D. Rizzo, "A parallel architecture for the 2-D discrete wavelet transform with integer lifting scheme," *J. VLSI Signal Processing*, vol. 28, no.1, July 2001, pp. 165-185.
- [7] I. Daubechies and W. Sweldens, "Factoring wavelet transforms into lifting schemes," *J. Fourier Anal. Appl.*, vol. 4, no.1. pp. 247 - 269, 1998.
- [8] S. G. Mallat. "A Theory for Multiresolution Signal Decomposition: The Wavelet Representation," *IEEE Trans. on. Pattern Analysis and Machine Intelligence*. vol. 11, no. 7, July 1989, pp. 647-693.
- [9] P. Wu and L. Che, "An Efficient Architecture for Two-Dimensional Discrete Wavelet Transform" *IEEE Trans. on circuits and system for video technology*, vol. 11, no. 4, April 2001, pp.647-693.
- [10] D. Taubman and H. P. Labs, "Report on core experiment CodEff22, EBCOT: Embedded block coding with optimized truncation," *Technical Report N1020R, ISO/IEC JTC1/SC29/WG1*, Oct. 1998.
- [11] D. Taubman, "High performance scalable image compression with EBCOT", *IEEE Trans. Image Processing*, vol. 9, no.1 July 2000, pp. 1158-1170
- [12] W. Baek and H. Lee, "Algorithm for detecting objects in subway PSD using image processing" *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 13, no. 5, 2018, pp. 1051-1058.
- [13] J. Kim, "Histogram Modification based on Additive Term and Gamma Correction for Image Contrast Enhancement," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 13, no. 5, 2018, pp. 1117-1124.
- [14] X. Li, S. Cho, and S. Kim, "3D Object Encryption Employed Chaotic Sequence in Integral Imaging," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 13, no. 2, 2018, pp. 411-418.

저자 소개

이철 (Cheol Lee)



1989년 광운대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1991년 광운대학교 대학원 졸업 전자공학과 (공학석사)

2014년 광운대학교 대학원 졸업 제어계측공학과 (공학박사)

2014년~현재 인하공업전문대학 메카트로닉스과 조교수.

※ 관심분야 : 디지털통신, 영상처리, 센서제어, 네트워크통신

유재정(Jae-Jung Ryu)



1988년 연세대학교 경제학과 졸업 (학사)

1991년 뉴욕대학교 경영대학원 MBA 졸업

2014년 고려대학교기술경영대학원 국방기술학과 박사과정수료

1992년~2000년 삼성물산 프로젝트 사업부 과장

2001년~2001년 아이디텍(주) 부사장

2001년~2002년 루덴스일렉트로닉스(주) 대표이사

2002년~현재 (주)신보 대표이사

※ 관심분야 : 전자제어, 제어계측, 자동화 설비, 전력전자

이 정 석(Jung-Suk Lee)



1985년 광운대학교 전기공학과 졸업(공학사)

1990년 광운대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학석사)

2001년 광운대학교 대학원 제어계측공학과졸업(공학박사)

1990년~1997년 국방과학연구소 선임연구원

2002년~현재 인하공업전문대학 메카트로닉스과 교수.

※ 관심분야 : 제어계측, 자동화 설비, 회전체 진동, 머신비전

