

## 웨이브렛 기반 점진적 영상 전송 시스템

윤국진, 조숙희, 안충현  
한국전자통신연구원 방송시스템부

### A progressive image transmission system based on wavelet

Kugjin Yun, Sukhee Cho and Chunghyun Ahn  
Broadcasting System Research Department  
Electronics and Telecommunications Research Institute  
E-mail : {kjyun,shee,hyun}@etri.re.kr

#### Abstract

In this paper, we propose a new progressive image transmission system including the image coding scheme that efficiently uses the relationship between the properties of a spatial image and its wavelet transform. Firstly, an original image is decomposed into several layers by the wavelet transform, and simultaneously decomposed into  $2^n \times 2^n$  blocks. Each image is classified into two image types according to the standard deviations of its blocks. And then each block is categorized into two regions by different thresholds according to the image types, i.e., significant activity region (SAR) and insignificant activity region (IAR). Simulation results show that the proposed coding method has better performance than the EZW and SPIHT in terms of image quality and transmitted bitrate. In addition, it can be applied to the applications requiring the progressive image transmission.

#### I. 서론

최근 사용자에게 다양한 영상 서비스를 제공하는 인터넷은 지속적인 사용자의 증가와 정보 교환 및 공유에 대한 서비스가 증가하고 있다. 하지만 인터넷 같은 대역폭이 제한적인 통신망에서 멀티미디어 데이터 서비스에서 정해진 시간내에 필요한 정보를 보낼 수 없기 때문에 높은 압축률과 에러의 영향을 적게 받는 데이터 압축 및 부호화 기법이 필수적으로 요구되고 있다.

인터넷은 서로 다른 대역폭에서 파일을 다운로드할 수 있기 때문에 웨이브렛 기법을 활용할 수 있는 최적의 환경이 된다. 현재 인터넷 상에서 표준으로 사용되고 있는 정지영상 압축기법인 JPEG 방식은 고속의 서비스를 위한 고압축의 한계성 및 고압축시 화질 저하,

그리고 압축 기법상 다양한 형식의 매체에 대한 단일설결여 등의 단점으로 인하여 새로운 표준화 방식이 대두되었고, 이에 JPEG2000은 이러한 문제점을 해결하며 서로 다른 특성을 갖는 다양한 형태의 정지영상에 하나의 통합된 압축기법을 부여하기 위해 새로운 표준안으로 자리잡았다[1].

본 논문에서는 JPEG2000에서 그 효율성이 입증되어 표준화 기법으로 채택된 웨이브렛 변환을 이용하여 영상에서의 중요계수를 쉽게 검출하고 점진적으로 영상을 전송할 수 있는 기법을 제안한다. 제안한 기법은 공간영상에서 영역분류를 통하여 중요영역과 비중요 영역으로 분류하고 각 영역의 특성에 따른 부호화 방식을 적용하여 부호화 효율을 향상시키고 비트율에 맞추어 점진적 영상 서비스가 가능하다는 장점을 가지고 있다.

본 논문의 2장에서는 영상에 대하여 영역 분류 및 부호화하여 전송하는 전체적인 영상 전송 시스템을 기술하고 3장에서는 모의 실험을 통하여 제안한 방식의 시스템 성능을 실험하였다. 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다

#### II. 제안한 점진적 영상 전송 시스템

본 논문에서는 점진적 영상전송을 위하여 웨이브렛 변환 영역과 공간 영역의 영상간의 상관관계를 이용하여 영상을 부호화하여 전송하는 기법을 제안한다. 그림 1은 제안한 영상 전송 시스템으로 크게 영역 분류, 영상 부호화 및 점진적 영상 전송 단계로 나뉘어진다.

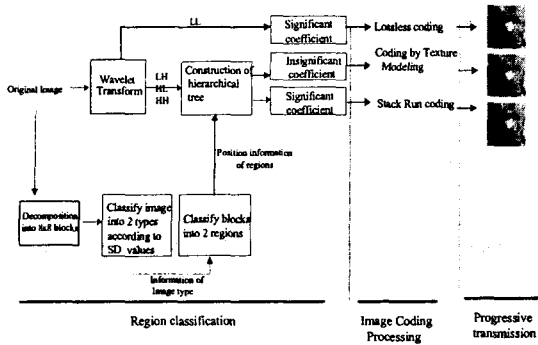


그림 1 제한한 점진적 영상 전송 시스템

### 2.1 영역 분류

중요계수는 영상의 의미 있는 정보를 제공할 뿐만 아니라 복원 시 시각적으로 매우 중요한 역할을 한다. 이에 본 논문은 영상의 중요계수를 효율적으로 찾기 위한 방법으로 원 영상을  $2^n \times 2^n$  ( $n \geq 2$ ) 블록들로 나눈 후, 각 블록에 대한 표준편차 값을 구한다. 이때, 각 블록들은 웨이블릿 변환 영역에서 64 개의 계수(256x256 영상의 3-layer로 분할한 경우)와 상관성을 가지고 있으며 그림 2는 하나의 블록과 웨이블릿 영역에서의 계수들과의 상관 관계를 나타내고 있다.

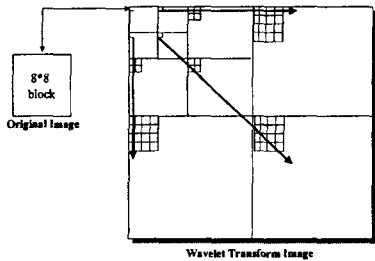
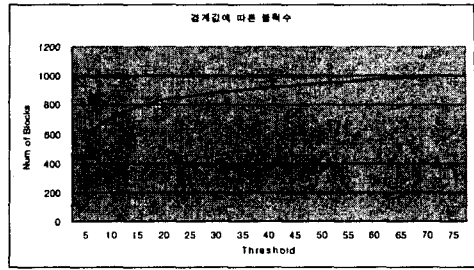


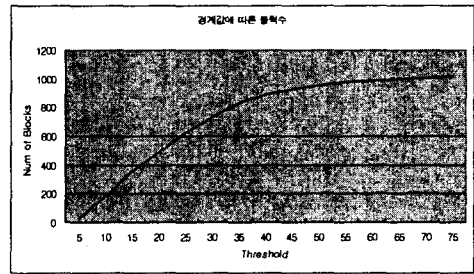
그림 2 블록과 웨이블릿 계수의 상관 관계

표준편차 값은 각 블록의 특성을 나타내며, 값이 작으면 변화가 거의 없는 저주파 영역으로 보고 값이 크면 변화가 심한 고주파 영역으로 판단한다. 영상은 표준편차 경계값에 따라 포함되는 블록수에 의해 크게 두가지 타입으로 분류되며 그림 3은 본 논문에서 분류한 두가지 영상타입을 나타낸다. 그림 3의 (a)는 5 이하의 에너지 값에서 비교적 많은 블록을 포함하고 있다. 이는 영상에서 변화가 거의 없는 저주파 영역이 많음을 의미한다. 그림 3의 (b)는 5 이하의 에너지 값에서 적은

블록을 포함하고 있다. 이는 영상에서 변화가 심한 고주파 영역이 많음을 나타낸다.



(a) 저주파 영역이 많은 영상



(b) 고주파 영역이 많은 영상

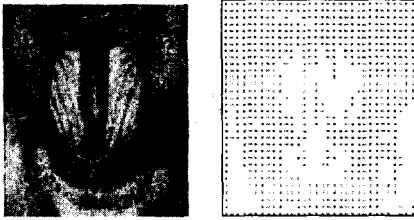
그림 3 표준편차 값에 따른 영상 타입 분류

제한한 영상 타입의 분류는 각각의 블록과 웨이블릿 영역의 상관관계 및 공간 영역에서 변화가 크지 않은 영역은 웨이블릿 변환 후에도 위치적으로 같은 공간에서 중요계수가 나타날 확률이 적다는 특성을 이용한다. 또한, 중요 영역과 비중요 영역의 분리에 있어, 영상 타입에 따라 경계값을 달리하여 효율적으로 중요 영역을 찾을 수 있다.

본 논문에서는 영상에서 중요 영역과 비중요 영역으로 분리함에 있어 저주파 영역이 많은 영상은 경계값 5, 고주파 영역이 많은 영상은 경계값 10을 할당한다. 이러한 임계치는 다양한 영상에 대해 각 영역이 영상 복원에 미치는 영향을 분석한 결과에 의해 얻은 값들이다.



(a) 저주파 영역이 많은 영상



(b) 고주파 영역이 많은 영상

그림 4 경계값을 이용한 영역 분류 결과

그림 4 는 영상의 타입에 따라 주어진 경계값을 이용하여 분류된 중요 영역과 비중요 영역을 텍스트 형태로 나타낸 것이다.

## 2.2. 영상 부호화

본 논문에서 영상 부호화는, 웨이브렛 변환을 한 후, 공간 영상의 각 블록과 상관관계를 가지고 있는 웨이브렛 변환 계수들을 부호화 하는 것이다. 그러나 웨이브렛 영역에서 최저주파수 영역은 에너지가 밀집되어 있는 원 영상의 축소판이기 때문에 복원 화질에 있어 가장 중요한 영역이라 볼 수 있다. 이에, 본 논문에서는 최저주파수 영역은 무손실 코딩을 수행하며 최저주파수 (이하 3-Layer LL) 영역의 계수를 제외한 63 개의 계수는 각 영역의 특성을 고려한 부호화를 수행한다.

공간영상에서 비중요 영역은 웨이브렛 LH, HL, HH 대역에서 zero region 으로 나타날 확률이 높으며, 영상의 복원화질에는 큰 영향을 미치지 않는다는 특성을 가지고 있다. 이러한 비중요 영역의 부호화는 가장 적절하게 표현할 수 있는 몇 개의 파라미터를 찾음으로써 매우 적은 비트로도 영역을 표현할 수 있는 텍스처 모델링 기법(texture modeling technique)을 이용한다[2]. 또한, 웨이브렛 변환 영역에서 중요 영역은 영상 복원에 있어 큰 영향을 미치는 중요계수가 포함되어 있으므로 알고리즘 간단하면서도 빠른 수행을 할 수 있는 스택-런 코딩(stack-run coding) 기법을 이용하여 부호화 한다[3].

### 2.2.1 Texture modeling technique

본 논문은 텍스처 모델링을 적용하기 위하여 비중요 영역의 평균과 표준편차로 이루어진 아래와 같은 단순 텍스처 모델을 제시한다.

$$WC_{x,y,k} = GM_k \pm \delta_k$$

$WC_{x,y,k}$ : K 번째 영역의 (x,y)좌표상의 계수

$GM_k$ : K 번째 영역의 기하평균

$\delta_k$ : K 번째 영역의 표준편차를 의미한다.

위 형태의 모델에 의해 수신측에 전달되어야 할 파라미터는 기하평균과 표준편차 그리고 보다 정확한 복원을 위해 필요한 부가정보이다. 이 모델의 기본 아이디어는 표현하고자 하는 영역의 분산 분포가 매우 작다고 가정할 때, 그 영역에 포함된 데이터들은 평균을 중심으로 매우 작은 범위 내에 분포하기 때문에, 단순히 평균값에 표준편차를 보정하여 줌으로써 이들을 표현할 수 있다.

### 2.2.2 Stack-run coding

본 논문에서는 중요 영역에 대하여 raster scan 하여 zero 의 갯수와 중요계수의 부호 및 계수 값을 나타내는 두 개의 파라미터를 사용한 것으로 알고리즘이 간단하고 계산량이 적은 스택-런 알고리즘을 사용한다. 스택-런 알고리즘은 중요 영역의 각 블록과 상관관계를 가지는 63 개의 웨이브렛 계수 값을 순서대로 스캔하여 값이 ' 0 ' 이면 zero 갯수를 하나씩 증가시키고 ' 0 ' 이 아니면 누적된 zero 의 갯수(zero run-length)와 '0'이 아닌 값(value)을 2 진수로 표현한다. zero 의 갯수(run-length)는 항상 양의 값을 가지게 되며 각각 2 진수 1 은 ' + ' 로 0 은 ' - ' 로 표현한다. 또한, 값(value)은 양수나 음수로 나타내며, 각각 2 진수 1 은 ' 1 ' 로 0 은 ' 0 ' 으로 표현한다. 단, 값이 양수 일 때는 2 진수의 MSB 를 ' + ' 로 음수 일 때는 MSB 를 ' - ' 로 표시하여 값이 양인지 음인지를 구분하게 된다.

## III. 실험 결과

실험에 사용된 영상은 256×256 크기에 256 그레이 레벨을 갖는 영상이며, 본 실험을 위해 5-tap QMF 필터가 사용되었고 각각의 영상은 모두 3 계층으로 분할되었다. 표 1 은 실험 결과를 통해 얻어진 PSNR 값을 나타낸 것이다. 표 1 을 통해 알 수 있듯이, 기존의 EZW 및 SPIHT 방식에 비하여 각각 6~9 dB, 1~2dB 이상 향상된 매우 좋은 결과를 얻을 수 있음을 확인할 수 있다.

표 1 실험결과 비교표(PSNR)

Images	Bpp	EZW	SPIHT	Proposed
Goldhill	0.09	26.3dB	30.8dB	31.8dB
Lena	0.08	26.8dB	29.5dB	32.4dB
Cronkite	0.07	28.2dB	35.4dB	37.3dB

특히, 영상에서 저주파수 영역이 많은 Cronkite 영상의 경우는 성능 차이가 매우 크게 나타남을 확인할 수 있는데, 이는 변화가 크지 않은 영상의 경우, 웨이블릿 변환된 대역에서는 대부분 비중요 영역으로 분류되고 이들은 부호화 시 적은 비트로도 영역을 압축하기 때문이다. 그림 5는 영상 특성에 따라 주어진 경계값을 이용하여 영상을 복원한 결과를 나타낸다. 그림에서 보듯이, 영상의 타입에 따라 적용한 경계값은 효율적으로 중요 영역과 비중요 영역으로 분류함을 알 수 있다.

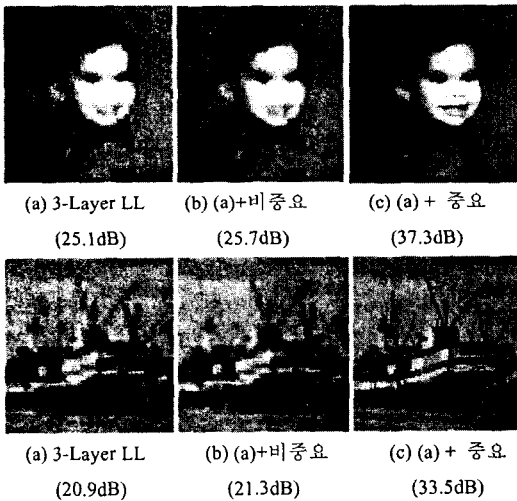
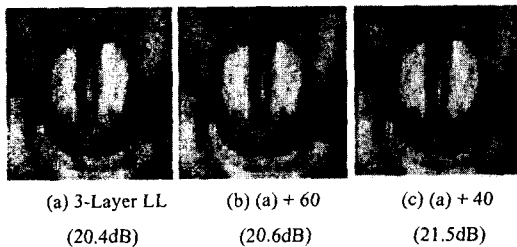


그림 5 경계값에 따른 영상복원

(위쪽부터 boy image : 경계값 5, boat image : 경계값 10)



(d) (a)+30 (23.2dB)    (e) (a)+20 (29.1dB)    (f) (a)+10 (35.9dB)

그림 6. 점진적 전송에 의한 영상 복원

그림 6은 표준편차 값의 크기에 따라 해당 웨이블릿 계수를 전송하여 점진적으로 영상을 복원한 결과이다. 그림에서 보듯이 네트워크 환경 및 사용자 요구조건에 따라 점진적 영상 서비스가 가능함을 알 수 있다.

### V. 결론

본 논문에서는 공간영역과 웨이블릿 변환 대역이 공간적으로 높은 상관관계를 갖는다는 특성을 이용하여 인터넷 상에서 효율적으로 적용될 수 있는 새로운 영상 압축기법 및 전송 시스템을 제안한다. 실험결과, 제안 방식이 기존의 EZW 및 SPIHT 부호화 방식에 비하여 우수한 결과를 나타낼 수 있음을 확인하였으며 영상의 특성에 따라 경계값을 달리하여 공간 영역에서 간단한 방식으로 분류한 영역을 웨이블릿 변환 대역에 그대로 적용하기 때문에 매우 간단한 방식으로 변환 대역의 중요계수 여부를 판단하고 영상복원 측면에서 각각 표준편차 값의 크기에 따라 정렬을 한 후, 가장 큰 표준편차 블록의 계수부터 전송하기 때문에 네트워크 환경 및 사용자의 요구 조건에 맞는 응용 서비스분야에 적용할 수 있으리라 기대된다.

### 참고문헌

- [1] Charilaos Christopoulos, "The JPEG2000 Still ImageCoding System : An Overview", Transactions on Consumer, Vol.46, No.4, pp.1103-1127, November 2000.
- [2] J.H.Park, J.H.Choi and H.S.kwak, "Image Compressionby Texture Modeling of Wavelet Coefficients",ICSPAT, SanDiego, pp.1208-1212, Sep., 1997.
- [3] M.J.Tsai, J.D. Villasenor and F.Chen, "Stack-Run Image Coding", IEEE Trans on Circuits and System for Video Technology, vol.6, pp.519-521, Oct., 1996.