

# 근거리 저전송률 통신을 위한 차영상 웨이브릿 적응 양자화

정원교<sup>†</sup>, 이경환<sup>\*\*</sup>, 이용두<sup>\*\*\*</sup>

## 요 약

본 논문에서는 비트율이 낮고 부호화 절차가 간단하여 근거리 영상 전송에 적합한 영상 부호화 방법을 제안한다. 먼저 현재 프레임과 이전 프레임 사이의 영상 DPCM을 행하여 시간적인 중복성을 제거하고, 이 차영상을 웨이브릿 변환한다. 다중해상도 영상의 레벨간 중복성으로 인하여 기저 레벨과 중간 주파수 레벨 계수를 이용해 동일 위치의 다른 레벨 계수들에 대해 선별적인 양자화를 행하며, 목표 비트율 및 계수의 평균 에너지와 레벨 값을 통해 양자화 함수를 생성하여 적응적인 양자화 계수를 정한다. 실험결과 제안한 방법은 움직임이 연속적인 동영상 및 장면 전환이 있는 영상에서 좋은 성능을 나타내었다.

## Adaptive Quantization of Difference Wavelet Image for Close-Range Low-Bitrate Transmission

Won-Kyo Jeong<sup>†</sup>, Kyeong-Hwan Lee<sup>\*\*</sup>, Yong-Doo Lee<sup>\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

This paper presents a image coding method that is well adaptive to close-range video transmission because of its low bitrate and simple coding procedure. At first, it reduces temporal redundancies by performing image DPCM between previous frame and current frame, and makes wavelet transformed image of this difference image. Then, the coefficients are quantized selectively by using the coefficient values of base level and mid-frequency level because inter-level redundancies are widely exists in multi-resolution images. Finally quantized coefficients are made from the function that implies the target bitrate, the average coefficient energy, and the value of the level. The proposed method shows the effective performance in the experiments using the continuous motion images and transition images.

**Key words:** Wavelet(웨이브릿), Quantization(양자화), Difference Image(차영상), VLC(가변장부호화), Bitrate(비트율)

## 1. 서 론

인터넷 및 통신 기술의 발전으로 현대 사회에서는

※ 교신저자(Corresponding Author) : 이경환, 주소 : 경북 경주시 강동면 525번지(780-713), 전화 : 054)760-1712, FAX : 054)760-1719, E-mail : khlee@mail.uiduk.ac.kr  
접수일 : 2004년 1월 26일, 완료일 : 2004년 2월 26일

<sup>†</sup> 대구대학교 정보통신공학과  
(E-mail : wkjeong@nineone.com)

<sup>\*\*</sup> 정회원, 위덕대학교 컴퓨터멀티미디어공학부

<sup>\*\*\*</sup> 대구대학교 정보통신공학과  
(E-mail : ydlee@taegu.ac.kr)

멀티미디어 정보를 여러 가지 매체를 통해 주고 받는 것이 가능하게 되었다. 특히 영상 정보는 그 양이 방대하여 이를 압축하여 전송하는 기술이 급속도로 개발되었는데, 이 결과 동영상 압축 부호화 방법으로 각계의 전문가들에 의해 MPEG이 표준화되어 방송, 통신, 축적 미디어에 두루 사용되고 있다[1,2].

최근 이러한 영상의 전송은 인터넷이나 방송 등의 대단위 전송뿐만 아니라 가정이나 회사 내에서 CCTV를 이용한 DVR (digital video recorder)과 같은 보안 시스템, 화상회의 등의 근거리 전송에서도 그 요구가

커지고 있다. 그리고 이와 함께 근거리 디지털 정보를 전송하는 RF(radio frequency) 기반의 블루투스(Bluetooth) 및 SWAP(shared wireless access protocol), 적외선 공간 전송 기반의 IrDA(infrared data association) 등의 통신 매체의 개발이 활발히 진행되고 있다. 그러나 이러한 근거리 전송용 매체는 대단위 전송과는 달리 전송 대역폭이 매우 낮아서 영상 정보의 경우 0.5 bpp 이하의 전송률을 요구하므로, MPEG 등과 같은 범용 영상 부호화 방법은 비트율(bitrate)을 낮게 적용하면 블로킹현상 등이 생겨 화질이 열화되는 등 적합하지 않다.

웨이브릿(wavelet) 부호화는 영상을 시간과 주파수 영역에서 동시에 정확한 위치 정보와 주파수 정보를 표현함으로써 영상 압축을 위한 편리한 계층적 구조를 제공한다[3,4]. 이는 MPEG 등에서 사용하는 블록 기반의 부호화 방법에 비해 블로킹현상(blocking effect)이 없다는 장점 외에도 낮은 비트율에서도 좋은 화질을 나타낸다. 그러나 이러한 웨이브릿 변환된 영상에서는 공간적 중복성(spatial redundancy)을 제거하기 위하여 계수(coefficient)의 양자화(quantization)를 적절히 해주어야 그 장점을 살릴 수 있다. 웨이브릿 다중해상도(multi-resolution) 영상은 레벨(level)간에 동일한 위치의 계수들 간의 상관성이 크므로 이를 이용하여 효율적으로 양자화하는 기법들이 소개되었으며 좋은 성능을 나타내었다[5,6]. 이 방법들에서는 각 계수들에 대한 유효도를 결정하고 이를 기반으로 선별적으로 양자화하게 되어 있는데, 계수 전반에 대해 평가해서 트리(tree)와 맵(map)을 작성해야 하므로 과정이 복잡한 단점이 있다.

동영상에 웨이브릿 부호화를 적용하는 방법으로는 웨이브릿 변환된 영상을 이용하여 움직임을 추정하는 MRME(multi-resolution motion estimation) 방법이 제안되었다[7]. 이 방법에서는 이전 및 현재 프레임을 웨이브릿 변환하고 각 레벨의 대역(band)들 간의 움직임의 상관성을 이용하여, 기저 대역의 움직임 벡터로써 고해상도 계층의 움직임을 예측한다. 이를 이용하여 MPEG 등에 이용되는 변환하지 않은 영상에서 움직임 추정을 행하는 방법에 대해 움직임 벡터의 레벨간 중복성(inter-level redundancy)을 제거할 수 있어 좋은 결과를 보였다. 그러나 이러한 방법 또한 대역마다 움직임 벡터의 변위를 구하여야 하는 복잡함이 있다.

근거리 영상 전송에서는 전송 매체의 대역폭이 낮으므로 첫째로는 비트율이 낮아야 하고, 부호화 및 복원이 모두 가까운 지역에서 빠른 시간 내에 행해져야 하므로 부호화 절차가 간단해야 한다. 따라서 본 논문에서는 이러한 두 가지 조건에 맞는 고압축 저전송률 영상 통신을 위한 간단한 부호화기를 제안한다. 먼저 영상 내에는 시간적인 중복성(temporal redundancy)이 많이 존재하므로 이를 제거하기 위해 현재 프레임과 직전프레임간의 영상 DPCM(differential pulse code modulation)을 행하여 차영상(difference image)을 구한다. 그리고 이를 부호화하기 위해 웨이브릿 변환을 행한다. 웨이브릿 변환으로 구한 다중해상도 영상을 전체 비트율을 고려하고, 복원 영상에 영향을 미치는 순서를 고려하여 레벨 별로 적응적인 양자화를 행한다. 마지막으로 발생 신호의 중복성을 제거하기 위하여 가변장 부호화(VLC; variable length coding)을 행하여 전송할 비트스트림(bit stream)을 생성한다.

본 논문의 2장에서는 웨이브릿 변환 및 기존의 웨이브릿을 이용한 양자화 방법 및 동영상 움직임 추정 방법에 대해 살펴보고, 3장에서는 제안한 부호화 방법에 대한 구체적인 설명을 하였으며, 4장에서는 연속적인 영상 및 장면전환 등에 대한 실험 결과 및 이에 대한 분석을 행하였다.

## 2. 웨이브릿 변환을 이용한 동영상 부호화

웨이브릿 변환은 주파수 영역에서 국부적이고 공간 영역에서 많은 지연을 갖는 저주파 성분에 대해서는 긴 기저 함수를 사용하여 공간 해상도(spatial resolution)를 줄이는 대신 주파수 해상도(frequency resolution)를 좋게 하고, 공간 영역에서 국부적이고 주파수 영역에서 넓은 대역을 갖는 고주파 성분에 대해서는 짧은 기저함수를 사용하여 주파수 해상도를 줄이는 대신 공간 해상도를 좋게 하는 장점이 있다.

웨이브릿 변환된 영상은 서로 다른 해상도와 주파수 대역을 가지는 여러 개의 부대역(subband)들로 분해된다. 이때 해상도가 동일한 부대역들은 같은 계층으로 취급되며, 이러한 계층들은 여러 개의 층으로 이루어진 피라미드를 형성한다. 3개의 계층으로 분해된 피라미드 구조는 그림 1에서와 같다. 그림에서 기저 대역  $S_8$ 은 크기는 작지만 전체 영상의 대부분의 에너지를 포함한다.

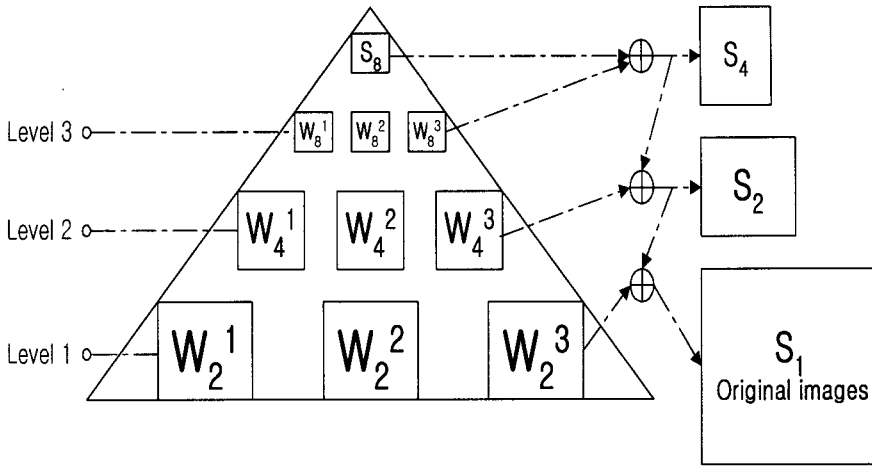


그림 1. 웨이블릿 변환에 따른 피라미드 구조

따라서 변환된 영상은 레벨에 따라 계수의 에너지를 효과적으로 포함하고 동일 부분의 계수 간에는 레벨간의 상관성이 존재하므로 이를 이용하여 효과적인 부호화를 행하는 방법이 제안되어 고 압축률에서도 높은 복원 영상의 화질을 보였다. 대표적인 방법으로 레벨간의 상관성을 이용하여 계수의 양자화를 하는 임베디드 제로트리(EZW; embedded zero-tree) 방법과 동영상의 시간적인 중복성을 제거하기 위하여 레벨간 상관성을 이용하는 MRME 방법 등이 제안되었다.

2.1 웨이블릿 다중해상도 영상의 계수 양자화 방법

웨이블릿 다중해상도 영역에서 움직임 보상된 차 영상은 그 내부의 레벨간 상관성이 존재하므로 일반적으로 사용하는 스칼라양자화나 벡터양자화를 사용하는 것은 비효율적이다. 따라서 이러한 레벨간 상

관성을 이용하여 복원 영상의 품질을 유지하면서 비트율을 줄일 수 있는 방법들이 제안되었다[8].

이러한 양자화 방법으로는 제로트리(zerotree)를 이용한 방법들이 대표적이다. 계수의 전송 여부를 나타내는 유효도를 결정하고 이러한 유효계수를 나타내는 이진 유효도맵(significance map)을 작성하는데, 이는 주파수 및 공간상에 유효한 인접 계수 여부에 따라 집중되고 레벨간에도 상당히 의존적으로 나타난다. 이를 이용하여 레벨간의 계층구조를 이용하여 이진트리를 구성하고 변환 계수의 중요도가 큰 정보 요소 단위로 전송을 행하게 된다.

임베디드(embedded) 제로트리 부호화기를 포함한 웨이블릿 부호화기는 그림 2와 같은 세 부분으로 이루어져 있다. 먼저 입력 영상에 대해 웨이블릿 변환이 이루어지고, 변환 계수들에 대하여 레벨간의 의존 관계를 이용한 문턱치 비교(thresholding)와 양자

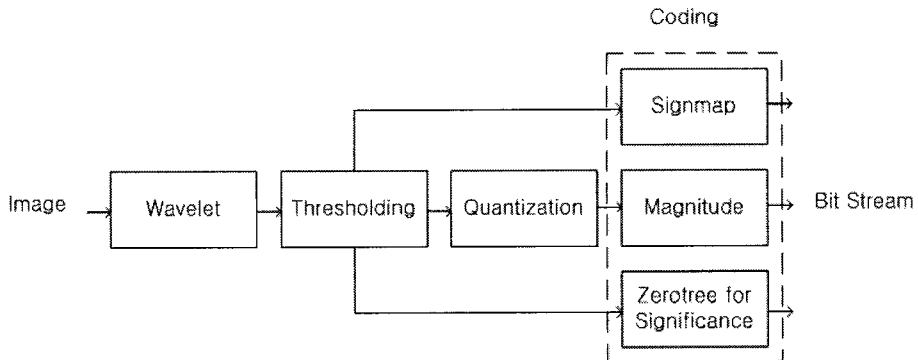


그림 2. 웨이블릿 기반 영상 부호화기의 블록도

화 과정을 수행한다. 이때 왜곡이 발생하게 되며 최종 복원 영상의 품질이 결정된다. 임베디드 방식은 이 과정을 계수의 비트 표현에서의 중요도 순서에 따라서 수행하며, 비임베디드 방식은 이 과정을 계수 단위로 수행한다. 마지막 부분에서는 앞의 과정에서 발생된 심볼들, 즉 유효 계수들의 부호와 크기 맵, 그리고 유효도 맵에 대한 제로트리클 무손실 부호화하여, 비트열을 생성한다.

이러한 부호화 방법은 웨이브릿 변환 영상의 레벨간 상관성을 이용하여 효과적인 양자화를 행하므로 복원 영상의 화질을 좋게 하지만, 절차가 복잡하여 동영상과 근거리 전송에는 적합하지 않다.

### 2.2 웨이브릿 다중해상도 영역에서의 움직임 추정

웨이브릿 변환된 다중해상도 영상을 이용한 움직임 추정 방법으로 대표적인 MRME 방법에서는 기저 대역에서 추정된 움직임 벡터를 나머지 고해상도 레벨의 부대역들의 초기 움직임 벡터로 삼아 레벨간 상관성을 이용하여 전파하여 각 대역의 움직임 벡터를 추정한다[7]. 먼저 영상을 웨이브릿 변환하여  $M$  레벨의 다중해상도 영상들로 분해한다. 그 결과,  $M$  해상도 레벨에서는 네 개의 부대역 영상들이 존재하고,  $(M-1)$  해상도 레벨 이하에서는 각각 다른 방향 성분을 갖는 세 개의 부대역 영상들이 존재하게 된

다. 그림 3에서와 같이,  $M$  해상도 레벨의 부대역 영상들을 일정한  $p \times p$  화소 크기의 단위 블록(unit block)으로 분할하고,  $M$  해상도 레벨의 기저대역 영상  $S_8$ 에 대하여 블록정합방법(BMA; block matching algorithm)로 움직임을 추정한다. 이렇게 추정된 움직임 벡터는 같은 레벨의 고주파 부대역 영상  $W_8^i$  ( $i=1,2,3$ )으로 전이되고, 하위 레벨로도 전이된다. 기저 대역과 같은 레벨의 고주파 부대역 영상들은 기저 대역에서 추정된 움직임 벡터 주위에서 미소 움직임 변위  $\Delta(\delta x, \delta y)$ 를 추정한다. 각 레벨간의 에너지 분포를 고려하여 고해상도 레벨로 갈수록 움직임 추정 블록의 크기도 각각 2배씩 증가시킨다. 부대역 영상이 속한 레벨을  $m$ , 영상의 분해된 레벨수를  $M$ , 최상위 레벨에서의 블록크기를  $P$ 라 할 때, 움직임 추정 블록의 크기는  $P \cdot 2^{(M-m)}$ 이 된다. 따라서 각 부대역 영상의 움직임 블록의 개수는 해상도에 무관하게 동일하며, 고해상도 레벨의 움직임 벡터는 기저 대역 영상  $S_8$ 의 움직임 벡터를 2배씩 스케일한 후 기본 벡터로 사용하여 그 벡터의 움직임 공간 근처에서 미소 움직임 변위를 추정하게 된다.

MRME 방법은 BMA에 비해 탐색시간이 적게 소모되며, 저해상도 레벨에서는 전역 움직임을, 고해상도 레벨에서는 국부 움직임을 추정하여 부드러운 움직임 벡터장을 만들어 내는 장점이 있다. 그러나

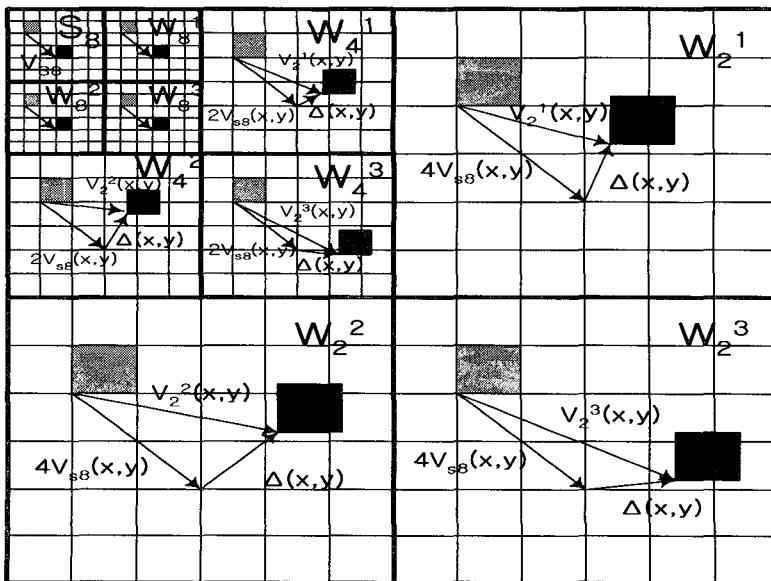


그림 3. MRME 움직임 추정

모든 부대역 영상들에서 움직임 벡터를 구하고 이를 수신측에 전송해야 하므로 여전히 많은 계산량과 비트수가 필요하고, 기저대역에서 초기 움직임 추정이 잘못된 경우, 하위 레벨에서의 작은 움직임 탐색 영역에 대한 미소 움직임 벡터 변화 성분이 초기 움직임 추정 오차를 보상하지 못하여, 움직임 추정 오차가 상위 레벨에서 하위 레벨로 파급되는 문제점을 갖는다.

### 3. 제안한 차영상 웨이브릿 적응 양자화

제안한 영상 부호화기에서는 동영상의 시간적 중복성은 영상 DPCM으로 제거하고, 웨이브릿 변환을 거쳐 다중해상도 영상 내의 레벨간 중복성을 적응 양자화로 제거하며, 발생 부호의 중복성은 가변장 부호화로 제거한다. 그림 4는 제안한 차영상 웨이브릿 적응 양자화기를 나타내고 있다.

#### 3.1 차영상 웨이브릿 변환을 이용한 시간적 중복성 제거

동영상 부호화에서는 프레임들 간에 존재하는 유사성, 즉 시간적인 중복성을 제거함으로써 전송하는 정보량을 줄인다. 동영상 표준 부호화 방식인 MPEG 등에 사용되는 시간적인 중복성을 줄이는 대표적인 방법은 영상을 블록단위로 나누고 현재 프레임의 블록과 가장 가까운 이전 프레임의 블록을 일정한 범위를 정하여 찾아서 움직임 벡터로 움직임을 보상하는 방법인 블록정합방법이다. 그러나 블록정합방법은

탐색 범위에 있는 모든 블록에 대해 블록 오차를 구해야 하므로 계산량이 많고, 움직임이 크고 작음에 관계없이 동일한 계산량과 전송 정보량이 필요하므로 비효율적인 단점이 있다.

제안한 영상 부호화기는 이러한 많은 계산량을 사용할 수 없는 근거리 영상통신 분야에 사용되므로 간편한 영상 DPCM을 이용하여 시간적인 중복성을 제거한다. 즉, 동영상의 현재 프레임과 직전 프레임 간에는 많은 유사성이 존재하므로 현재프레임과 직전 프레임간에 차영상을 구한다. 이는 블록단위 움직임 추정에 비해 계산량이 매우 작고, 움직임이 작은 부분에 비해 큰 부분에서 차영상의 에너지가 차이가 나므로 이에 대한 적절한 차등 양자화를 할 수 있다면 매우 효율적이다. 특히 CCTV에 적용되는 DVR에 사용된다면 갑자기 움직임이 있는 물체가 출현했을 경우 전체 에너지를 추출하여 경보 기능을 설정할 수 있는 장점이 있다.

이러한 차영상은 시간적인 중복성이 제거되었으므로 전체적으로 에너지가 많이 감소하였는데 이데 대한 효율적인 양자화를 위해 압축률이 커서 비트율이 적고 복원 영상의 화질이 우수한 웨이브릿 변환을 행한다.

#### 3.2 영상 및 웨이브릿 계수의 특성을 이용한 적응 양자화

차영상 웨이브릿 영상은 그 내부의 레벨의 동일한 부분에서 에너지의 연속성이 존재하므로 이러한 레벨간 중복성을 제거함으로써 비트율을 효율적으로

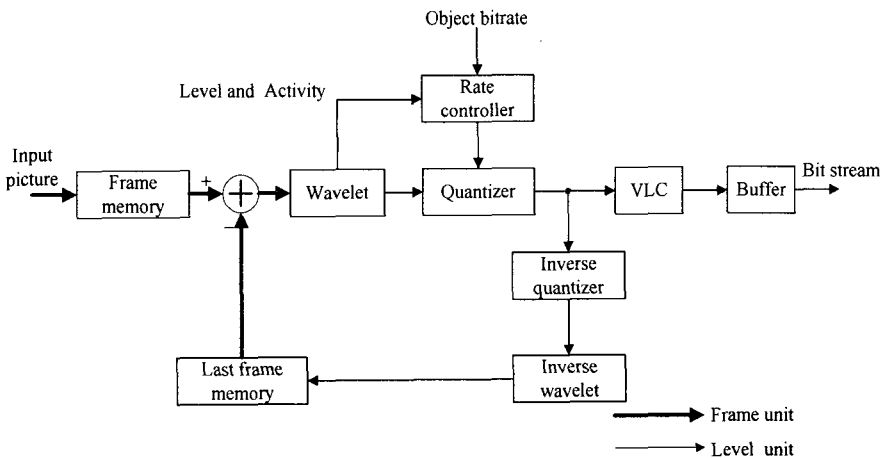


그림 4. 제안한 차영상 웨이브릿 적응 양자화기

제거할 수 있다. 제안한 방법에서는 에너지가 큰 부분들을 추출하여 큰 비트율로 양자화를 행하고, 반면에 에너지가 작은 부분들은 작은 비트율로 양자화해줌으로써 비트율을 줄이고 복원 영상의 화질을 높이는 효율적인 방법을 제안하고 있다.

식 1에서는 웨이브릿 변환된 계수  $C(u, v)$ 에 대한 양자화된 계수  $Q(u, v)$ 를 추출하는 과정을 보여주고 있다.

$$Q(u, v) = \text{Int} \left\lfloor \frac{C(u, v)}{f(B, L, E)} \right\rfloor \quad (1)$$

여기서,  $B$ 는 목표 비트율,  $L$ 은 레벨,  $E$ 는 기저 대역 평균 에너지를 나타낸다. 즉, 전송할 목표 비트율을 고려하고, 주파수가 낮을수록 결과 영상의 화질에 영향을 끼친다는 점을 이용하여 레벨에 따라 양자화를 달리 하였으며, 기저 대역의 평균 에너지가 크면 전체적이 비트율이 커지므로 이를 이용하여 비트율이 목표 비트율에서 크게 벗어나는 점을 보완하기 위해 전체 에너지를 대표하는 기저 대역의 평균 에너지를 이용하여 양자화에 이용한다. 이렇게 구한 양자화 함수  $f$ 를 이용하여 계수를 나누고 정수화하여 최종 양자화 값을 구한다.

이때  $B$ 는 각 비트율에 대하여 양자화를 행할 때 필요한 양자화 함수 값의 평균값을 통계적으로 구하여 사용하였다. 그리고  $L$  값의 경우 복원 영상의 화질에 레벨이 낮은 계수일수록 영향을 끼친다는 점을 이용하여 기저 레벨인 레벨 0은 0.7, 레벨 1은 0.9, 레벨 2는 1.1, 레벨 3은 1.5로 정하여 양자화 함으로써 비트율을 낮추었다. 그리고  $E$ 는 입력 영상의 기저 레벨의 계수의 평균 에너지를 일반적인 영상의 기저 레벨의 에너지의 통계적인 평균값으로 나누어 사용하였다.

그림 5는 3 단계로 웨이브릿 변환된 각각의 레벨 및 레벨에 속한 대역을 보여주고 있다. 제안한 방법에서는 복잡한 유효계수 트리 등을 사용하지 않고도 선별적인 양자화로 부호화 효율을 높이기 위해 저주파 계수를 대표하는 레벨 0와 중간 주파수를 대표하는 레벨 2의 동일 위치의 계수값을 이용하였다. 그림 5에서와 같이 레벨 0의 계수와 레벨 2의 동일 위치 계수 4개의 값이 모두 0일 경우는 레벨간 상관성에 의해 저주파 및 고주파 계수값이 낮거나 0일 가능성이 크기 때문에 양자화를 행하지 않는다. 따라서 효과적인 선별적 양자화가 이루어져 부호화 질차가 간

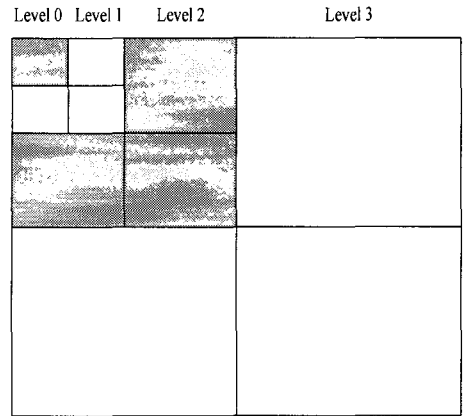


그림 5. 웨이브릿 다중해상도 레벨 및 양자화 판별 레벨

단해 지며, 움직임이 큰 영상의 경우 비트율을 낮출 수 있고, 움직임이 적은 영상의 경우 움직임이 있는 부분에 비트를 많이 사용할 수 있어 집중적인 양자화가 이루어져 효율적인 양자화가 이루어진다.

마지막으로 양자화된 계수에 대해서는 0을 중심으로 대칭적인 허프만 부호화를 이용한 가변장 부호화를 행한다.

#### 4. 실험결과 및 고찰

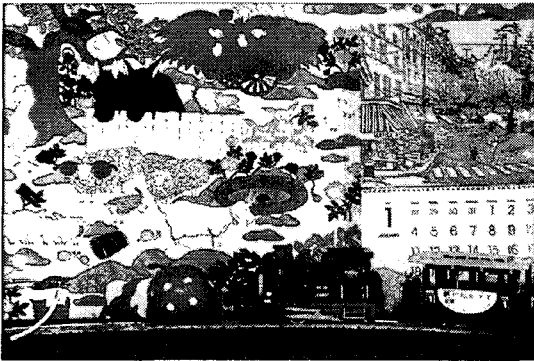
제안한 방법에 대한 성능을 확인하기 위하여 모의 실험을 행하였다. 제안한 방법은 근거리 저전송률 영상통신에 적합해야하므로 보통의 동영상, 전체적인 장면 전환이 있는 영상, 그리고 일부의 움직임이 있는 영상에 대해 실험을 행하였다.

목표 비트율을 0.15 bpp로 낮은 비트율을 사용하였으며, 사용된 영상은 모두 컬러 영상이며 Y:Cb:Cr = 4:1:1로 하였다. 영상화질의 척도로 PSNR(peak signal-to-noise ratio)을 이용하였다.

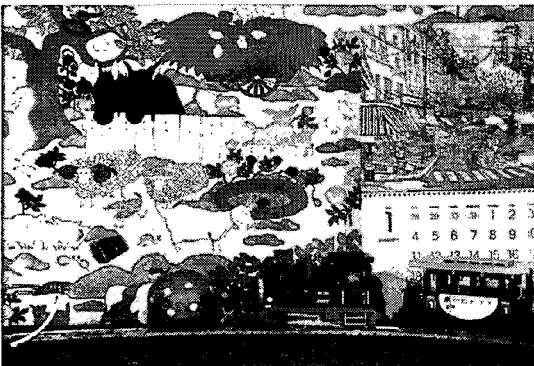
$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{\frac{1}{XY} \sum_{x=0}^{X-1} \sum_{y=0}^{Y-1} |I_{K(x,y)} - \widehat{I}_{K(x,y)}|^2} \quad (2)$$

이때  $X, Y$ 는 프레임의 가로 및 세로의 크기이고,  $x, y$ 는 프레임내 화소의 좌표이다.

먼저 움직임이 연속적인 일반적인 동영상에 대해 실험하였다. 그림 6은 720×480 해상도의 MOBILE 영상에 대한 결과를 나타내고 있는데, MOBILE 영상의 경우 배경은 고정되어 있고 앞부분의 장난감 기차가 규칙적으로 움직이는 영상이다.(b)의 경우 0.19

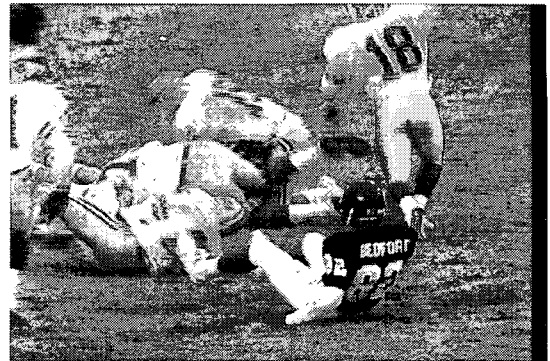


(a)



(b)

그림 6. MOBILE 16 번째 프레임(a) 원영상, (b) 제안한 방법으로 부호화하여 복원한 영상



(a)



(b)

그림 7. FOOTBALL 34 번째 프레임(a) 원영상, (b) 제안한 방법으로 부호화하여 복원한 영상

bpp에서 Y는 30.1, Cb는 32.6, Cr:33.1 dB의 결과를 보여 좋은 성능을 나타내었다. 그림 7은 같은 해상도의 FOOTBALL 영상에 대한 실험 결과를 나타내고 있는데, 이 영상의 경우 전체적인 움직임이 있는 영상이므로 0.21bpp에서 Y는 31.9, Cb는 33.2, Cr는 33.7 dB로 비트율이 약간 상승하면서 좋은 화질을 나타내었다. 따라서 제안한 방법은 움직임이 클수록 비트율을 상승시키면서 화질을 유지함을 알 수 있다. 두 영상에 대한 50프레임 평균 비트율 및 PSNR은 표 1에서와 같이 나타내었다.

MPEG 부호화에서는 장면전환이 일어났을 경우 I-B-P 프레임 구조로 되어 있기 때문에 새로운 I 프레임에 의해 움직임 추정을 하지 않고 부호화를 행하여 극복하게 되어 있는데, 이럴 경우 시간적인 중복성이 제거되지 않으므로 비트율이 급격하게 상승하게 되어 있다. 제안한 방법은 장면 전환시 급격히 에너지가 커지므로 전체 목표 비트율을 적응적으로 맞추기 위해 몇 프레임에 대해서는 양자화 오차가 커지

표 1. 실험 동영상에 대한 평균 비트율 및 PSNR 비교

실험 동영상	비트율 [bpp]	PSNR [dB]
MOBILE	Y	29.9
	Cb	32.0
	Cr	32.9
FOOTBALL	Y	31.2
	Cb	32.8
	Cr	33.0

게 되지만 비트율의 급격한 증가없이 곧 정상적인 화질을 회복한다. 그림 8은 블랙 영상에서 BARBARA 영상으로 장면전환이 이루어졌을 경우의 결과를 나타내고 있는데, (b)에서와 같이 장면전환 첫 번째 프레임에서는 0.25bpp에서 Y는 21.7, Cb는 24.5, Cr는 23.7dB로 양자화 오차가 커지지만, (c)에서와 같이 여섯 번째 프레임이 되면 0.10 bpp에서 Y는 33.7, Cb는 35.0, Cr는 35.1 dB로 인간이 미처 지각하지 못하는 1/6초 정도에서 정상적인 화질로 복귀됨을 알 수 있다.

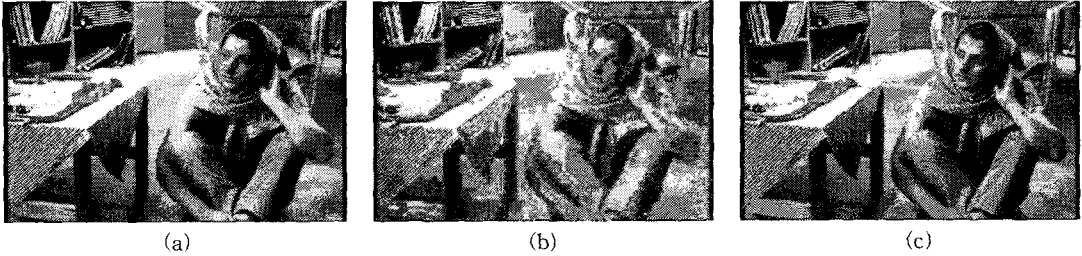


그림 8. BARBARA(a) 원영상, 장면전환 후(b) 첫 번째 및(c) 여섯 번째 제안한 방법으로 부호화하여 복원된 영상

근거리 영상 송신 중 PC 영상은 화상 브리핑이나 요즘 각광 받고 있는 HTPC(home theater PC) 등에 주된 화면으로 사용될 수 있다. 이 경우 화면의 전체적인 변화보다 마우스 등 일부의 변화가 있는 영상이 대부분인데, 그림 9의 경우 일반적인 PC 화면에 마우스만 움직인 영상이다. 제안한 방법은 마우스가 움직인 부분에서 적응적으로 집중적인 양자화가 일어나므로 1/10초 정도에 마우스를 따라 복원되어 이 경우에도 좋은 성능을 나타냄을 볼 수 있었다.

### 5. 결론

본 논문에서는 고압축 근거리 영상 전송에 적합한

차영상 웨이브릿 부호화기를 제안하였다. 먼저 영상 내에는 시간적인 중복성이 많이 존재하므로 이를 제거하기 위해 현재프레임과 직전프레임간의 영상 DPCM을 행하여 차영상을 구한다. 그리고 이를 부호화하기 위해 웨이브릿 변환을 행한다. 웨이브릿 변환으로 구한 다중해상도 영상을 전체 비트율을 고려하고, 복원 영상에 영향을 미치는 순서를 고려하여 레벨 별로 적응적인 양자화를 행한다. 마지막으로 발생 신호의 중복성을 제거하기 위하여 가변장 부호화를 행한다. 실험결과 제안한 방법은 연속적인 동영상 및 장면 전환 등의 조건에서도 좋은 결과를 나타내어 근거리 영상통신에 적합함을 알 수 있었다.

앞으로의 과제는 양자화 함수를 이루는 목표 비트

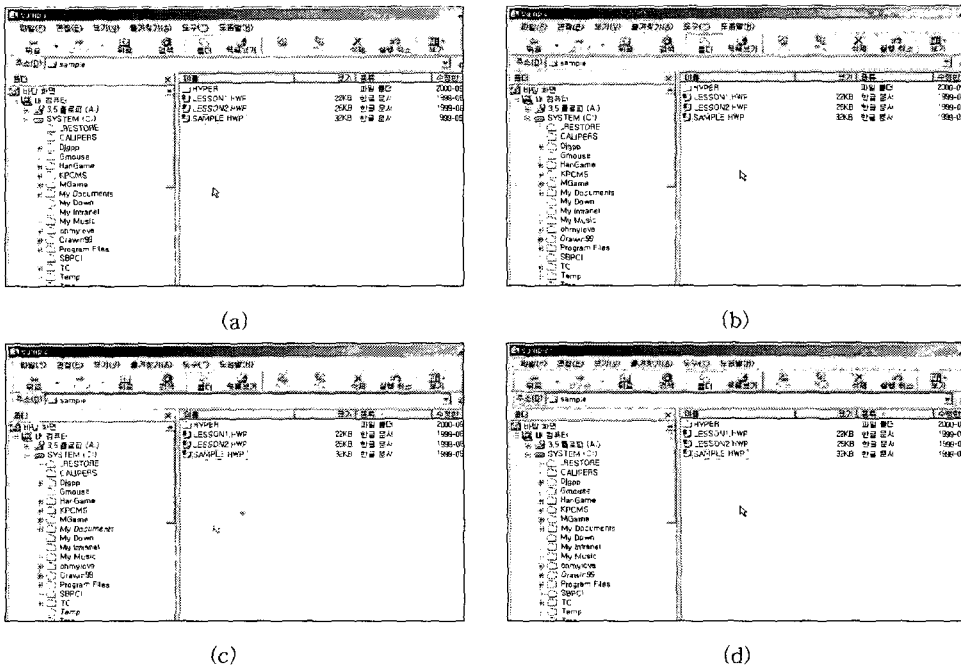


그림 9. (a) 마우스 포인터 이동전 및 (b) 이동후 원영상, 제안한 방법으로 부호화하여 복원한 장면전환 후 (c) 첫 번째 및 (d) 네 번째 영상



을, 기저 대역의 에너지 및 레벨 값등 각각의 요소들을 수식적으로 융합하여 함수를 최적화시키고, 제한한 방법을 실제 DVR 시스템 등에 직접 적용하여 MPEG 등 기존의 방법들에 비해 간단하고 효율적임을 증명하는 것이다.

### 참 고 문 헌

[1] ISO/IEC JTC1, "Coding of moving pictures and associated audio for digital storage media at up to about 1.5 Mbits/s - Part 2: Video," *ISO/IEC 11172-2(MPEG-1)*, Mar. 1993.

[2] ITU-T and ISO/IEC JTC1, "Generic coding of moving pictures and associated audio information - Part 2: Video," *ITU-T Recommendation H.262 - ISO/IEC 13818-2(MPEG-2)*, Nov. 1994.

[3] M. Antonini, M. Barlaud, P. Matieu, and I. Daubechies, "Image Coding Using Wavelet Transform," *IEEE Trans. on Image Proc.*, vol. 1, no. 2, pp. 205-220, Apr. 1992.

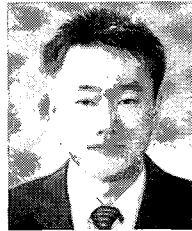
[4] I. Daubechies, *Ten Lectures on Wavelets*: Society for Industrial and Applied Mathematics, 1992.

[5] J. Shapiro, "Embedded Image Coding Using Zerotrees of Wavelet Coefficients," *IEEE Trans. on Signal Proc.*, vol. 41, pp. 3445-3462, Dec. 1993.

[6] A. Said and W. Pearlman, "A New Fast and Efficient Image Codec Based on Set Partitioning in Hierarchical Trees," *IEEE Trans. on Circuit and System for Video Technology*, vol. 6, pp. 243-250, June 1996.

[7] Y. Zhang and S. Zafar, "Motion Compensated Wavelet Transform Coding for Color Video Compression," *IEEE Trans. on Circuit and System for Video Technology*, vol. 2, no. 3, pp. 258-295, Sep. 1992.

[8] 정영준, 소현주, 김남철, 고중석, "제로트리틀이 용한 웨이브렛 기반 부호화기의 성능 분석," *한국통신학회논문지*, vol. 26, no. 2B, pp. 194-205, Feb. 2001.



정 원 교

1996년 2월 대구대학교 전자공학과 졸업  
 1998년 2월 대구대학교 대학원 정보통신공학과 석사 졸업  
 2000년 8월 대구대학교 대학원 정보통신공학과 박사 수료  
 2003년 3월 ~ 현재 대구대학교

겸임교수

2000년 2월 11일 ~ 2002년 3월 6일 나인원닷컴 대표  
 2002년 3월 7일 ~ 현재 (주)나인원 대표이사  
 관심분야: 모바일 통신, 멀티미디어 통신



이 경 환

1994년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
 1996년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)  
 2000년 8월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)  
 2001년 3월 ~ 현재 위덕대학교 컴퓨터멀티미디어공학부 조

교수

관심분야: 영상, 음향신호처리 및 압축, 멀티미디어 프로그래밍



이 용 두

1975년 한국항공대학교 통신학과 졸업(공학사)  
 1982년 영남대학교 대학원 전자공학과(공학석사)  
 1995년 한국항공대학교 대학원 전자공학과(공학박사)  
 1982년 ~ 현재 대구대학교 정보통신공학부 교수

신공학부 교수

1981년 ~ 1982년 (일)동경대학 전자공학과 객원교수  
 1991년 ~ 1993년 Univ. of Southern California 교환교수  
 2002년 ~ 2003년 Univ. of Alabama 교환교수  
 관심분야: 컴퓨터구조, 임베디드 시스템