

# 고속 웨이블릿 변환을 이용한 영상 압축기 설계 (A Design of Image Compression Using the Fast Wavelet Transform)

김성환, 조태준, 이재홍  
한밭대학교 컴퓨터공학전공  
대전 유성구 덕명동 산 16-1번지(305-719)  
Tel : +82-42-821-1420, Fax : +82-42-821-1595

Sunghwan Kim, Taejun Cho, Jaeheung Lee  
Dept. of Computer Engineering, Hanbat National University  
E-mail address : kshwan0107@empal.com

- 요 약 -

멀티미디어 시대가 도래하면서 다양한 분야에서 영상 신호 처리가 요구되며 한정된 통신 채널 환경에서 영상 전송속도에 따라 영상의 압축률이 정해지게 된다. 현재 가장 많이 사용하는 영상 압축 기술은 DCT를 이용한 영상압축이나 최근에 들어와서는 웨이블릿 변환을 이용한 기술이 많이 개발되어 지고 있다. 웨이블릿의 장점은 DCT를 이용한 영상 압축 기술에서 나타나는 블록화 현상이나 aliasing 왜곡이 없으며 같은 압축 비율로 영상을 처리했을 경우 웨이블릿 변환을 이용한 기술이 원 영상에 가깝게 복원이 된다. 그러나 웨이블릿 필터는 DCT보다 많은 처리시간이 필요로 하는 단점이 있어, 본 논문에서는 개선된 필터의 구조를 통한 보다 빠른 필터처리가 가능한 웨이블릿 필터를 설계하였다. 사용한 웨이블릿 필터는 Deubechies 9/7과 5/3필터를 사용하였으며 실질적인 영상 압축이 시작되는 양자화는 scalar dead zone 알고리즘을 사용하였다.

웨이블릿 이론은 다중해상도 표현과 연관성이 있음이 밝혀졌다. 최근 들어, 이러한 특징을 적용하여 영상 인식과 영상의 경계선 추출, 영상 압축 등에 웨이블릿을 많이 사용하고 있다.

기존에 영상압축의 주류는 DCT(discrete cosine transform)이며 MPEG1, MPEG2, JPEG이 대표적이라 하겠다. DCT의 영상 압축 방법은 영상을 작은 블록으로 나누어 DCT 변환을 해서 압축하는 방식을 택하였다. 그러나 DCT 변환의 경우 원 영상을 복원했을 때 블록과 블록 사이에 자연스러운 연결이 되지 않는 블록 효과가 발생하며, 압축정도를 높일 경우 복원 영상에 나타나는 Aliasing 왜곡과 같은 단점을 가지고 있다. 이러한 왜곡을 개선하기 위해 최근 들어 가장 많이 사용하는 영상 압축 변환 기술이 바로 웨이블릿 변환이다. 웨이블릿 변환은 scale변수와 천이 변수로 이루어진 함수이다. scale 변수는 확장과 축소에 관계되는 변수이고 천이 변수는 변환에 관계된 변수이다. 기존 주파수 변환 방법은 정규형 신호와 달리 비정규형 신호의 주파수 특성을 분석하기 위한 신호처리로 적합하지 못하다. 그러나 웨이블릿 함수는 시간 및 주파수특성과는 관계없이 일정한 크기의 윈도우를 사용하여, 고주파 성분 검출인 경우 어떤 특정 시간 축상 또는 공간영역에 국부화 되고, 저주파 성분은 다수의 점을 개선하여 일반적인 신호 특성을 제공한다. 즉 신호가 급격하게 변화되는 부분은

아주 짧은 윈도우를 이용하고, 저주파 신호에 대해서는 긴 윈도우를 적용한다. 위와 같은 특징으로 웨이블릿 필터를 사용하면 영상에서 저주파 신호와 고주파 신호를 보다 효과적으로 분해가 가능해져 주파수 특징을 이용한 영상 압축이 가능하게 된다.

본 논문에서 구현한 웨이블릿 변환기는 필터의 구조적인 개선을 통해 실시간 처리가 가능하게 하였다. 일반적인 웨이블릿 변환기는 고주파 성분을 검출하는 고주파 필터와 저주파 성분을 검출하는 저주파 필터, 그리고 데이터를 반으로 줄이는 다운샘플러로 구성되어 있다. 그림 1은 필터뱅크구조를 나타내는 있다. 그림에서 영상을 가로 방향으로 고주파 필터(g)와 저주파 필터(h)로 처리한 후에 데이터를 줄이는 다운 샘플링을 거치게 되고 다시 각각의 결과 값을 필터링과 다운 샘플링 하여 한 단계 처리된 웨이블릿 필터 계수 값을 얻게 된다. 본 논문에서 구현한 웨이블릿 필터는 고주파 필터와 저주파 필터의 수학적인 함수관계를 이용하여 고주파 필터를 통과한 계수 값을 다시 저주파 필터의 입력으로 사용하여 저주파 필터의 하드웨어 복잡도를 줄였으며 입력되는 영상 신호를 조절하는 제어기를 두어 다운 샘플러 역할을 대신하였다. 구현된 웨이블릿 변환기는 영상을 3 단계로 처리하기 때문에 각 단계에서 분해된 저주파 계수값을 다시 처리하게 된다. 그러한 이유에서 각 단계 처리된 계수값을 저장할 공간이 필요하게 되는데 본 논문에서는 저장 공간으로 ram를 사용하였으며, 각각의 대역으로 분해된 계수의 출력은 가장 낮은 저주파 계수부터 출력되어 양자화기로 입력이 된다.

본 논문의 영상압축기의 양자화기는 양자화에서 가장 많이 쓰이는 알고리즘인 scalar dead zone 양자화를 사용하였다. 이 양자화 알고리즘은 구조도 간단하고 성능 또한 우수하여 현재 많이 쓰이고 있으며 많은 영상 압축의 표준으로 사용되고 있다. scalar dead zone 알고리즘은 0을 중심으로 하는 구간이 다른 구간 보다 2배정도 크기이고 그 외의 구간은 동일한 크기를 갖는다. 각각의 대역의 step size는  $2^p$  간격으로 하였으며 P는 각 대역별로 적용할 비트수를 나타내며 p가 적을수록 압축 성능은 좋으나 왜곡이 많이 생기게 된다. 그렇기 때문에 왜곡과 압축률을 잘 조정하여 최적의 성능을 이끌어 내는 것이 양자화에서 가장 중요하다. 본 논문에서는 여러 가지의 경우에 대해서 반복적인 실험 통하여 최적의 성능을 나타내는 step size를 적용하였다. 그림 2는 전체적인 블록을 나타내고 있다.

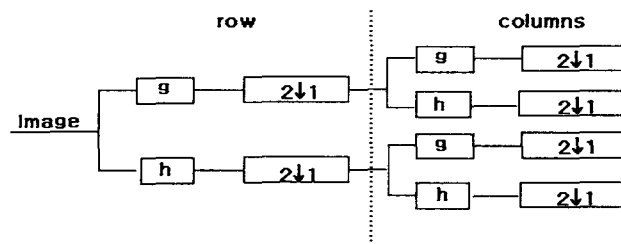


그림 1 Filter Bank

본 논문의 알고리즘 분석은 Visual C++로 구현하여 검증하였으며, 하드웨어 구현은 VHDL로 설계하였고 Synopsys사의 synthesis tool를 이용하여 합성하였으며, Xilinx사의 Vertex 칩을 사용하여 FPGA로 구현 및 테스트를 하였다

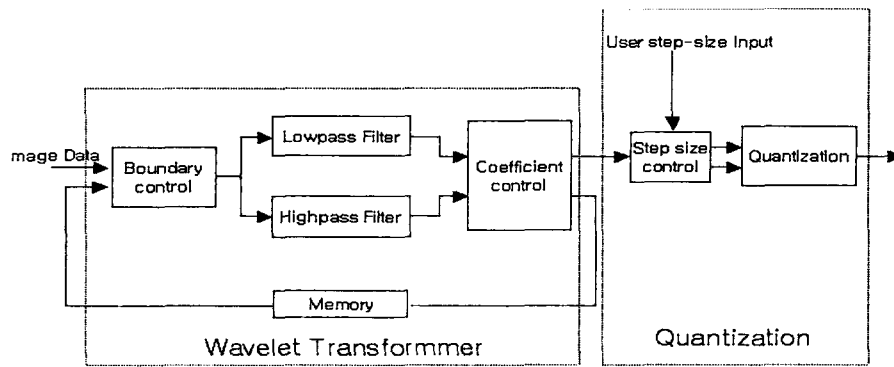


그림 2 영상압축기 전체 블록도