

단화소 이동 감쇠를 이용한 향상된 다중해상도 움직임 예측 방법

손희원 이 상 민* , 정희원 이 지 범** , 정희원 고 형 화***

Enhanced Multiresolution Motion Estimation Using Reduction of One-Pixel Shift

Sang-Min Lee* Associate Member, Ji-Bum Lee**, Hyung-Hwa Ko*** Regular Member

요 약

본 논문에서는 웨이블릿 변환 영역에서 기존의 다중해상도 움직임 예측 방법에 비해 보다 향상된 단화소 이동 감쇠를 이용한 다중해상도 움직임 예측 방법을 제안하였다. 웨이블릿 변환 영역에서 웨이블릿 계수들의 계층적 상관관계를 이용한 기존의 다중해상도 움직임 예측 방법(MRME)은 웨이블릿 변환시 수행되는 다운 샘플링 과정에서 발생하는 웨이블릿 계수들의 이동-변환 성질(shift-variant property)에 의해 정확한 움직임 예측을 수행할 수 없다는 단점이 있다. 따라서 이러한 문제점을 극복하기 위해 제안된 방법은 입력 영상에 대해서 2레벨 웨이블릿 변환을 수행한 후 저대역 신호인 S_4 대역에 대해 3레벨 웨이블릿 변환을 수행하기 앞서 S_4 대역에서의 단화소 이동된 신호를 제거하기 위한 방법으로 보간을 적용한다. 보간된 저 대역 신호 S_4 대역에 대해서 1레벨 웨이블릿 변환을 수행한 후 최종적으로 3레벨 웨이블릿 변환된 저 대역 신호 S_8 대역에 대해서 초기 움직임 벡터를 구한 다음 나머지 하위 레벨에 위치한 대역에 대해서 기존 다중해상도 움직임 예측 방법과 동일한 방법으로 움직임 예측을 수행함으로써 향상된 부호화 성능을 얻을 수 있었다. 실험 결과 제안한 방법은 기존 다중해상도 움직임 예측 방법과 웨이블릿 변환 영역에서 전역 탐색 방법과 비교해 PSNR면에서 약 1~2dB정도 향상된 부호화 효율을 나타낼 뿐 아니라, 주관적 화질에서도 개선된 결과를 보였다.

Key Words : MRME, Wavelet, Motion

ABSTRACT

In this paper, enhanced multiresolution motion estimation(MRME) using reduction of one-pixel shift in wavelet domain is proposed. Conventional multiresolution motion estimation using hierarchical relationship of wavelet coefficient has difficulty for accurate motion estimation due to shift-variant property by decimation process of the wavelet transform. Therefore, to overcome shift-variant property of wavelet coefficient, two level wavelet transform is performed. In order to reduce one-pixel shift on low band signal, S_4 band is interpolated by inserting average value. Secondly, one level wavelet transform is applied to the interpolated S_4 band. To estimate initial motion vector, block matching algorithm is applied to low band signal S_8 . Multiresolution motion estimation is performed at the rest subbands in low level. According to the experimental results, proposed method showed 1~2dB improvement of PSNR performance at the same bit rate as well as subjective quality compared with the conventional multiresolution motion estimation(MRME) methods and full-search block matching in wavelet domain.

* 세원텔레콤(sangmin@sewon-tele.com), ** 이파트론(haje@rifatron.com), ** 광운대학교 전자통신공학과(hhkoh@daisy.kw.ac.kr)
논문번호 : 030155-0407, 접수일자 : 2003년 4월 8일

I. 서론

최근 동영상, 음향 및 통신 기능이 함께 모여진 멀티미디어 서비스의 발달과 광대역 네트워크의 출현으로 디지털 비디오 데이터 전송과 저장에 대한 관심이 더욱 고조되고 있다. MPEG-1, MPEG-2 표준은 오디오와 비디오. 데이터를 압축하는데 역점을 두었다^{[1][2]}. 이러한 표준안은 이산 역전 변환(DCT : Discrete Cosine Transform)을 수행한 후에 부호화를 하는데, 이 DCT 변환은 고압축 수행 시 화질이 현저히 떨어지는 단점이 있어 최근에는 이산 웨이블릿 변환(DWT : Discrete Wavelet Transform)을 이용한 영상 압축에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 동영상 부호화의 경우 영상의 시간적 중복성 제거를 위해 사용되는 움직임 보상 부호화 기법은 블록 기반의 패턴 정합(block-based pattern matching) 방법과 픽셀 기반의 반복적(pel-based recursive) 방법이 있다^{[3][4]}. 웨이블릿 변환을 이용한 동영상 부호화기에서는 웨이블릿 변환의 주파수와 공간을 동시에 표현하는 특성을 이용하여 기존의 공간영역에서 움직임을 예측하는 방법 대신 웨이블릿 변환 영역에서 움직임을 예측한다. 웨이블릿 변환 영역에서 웨이블릿 계수들의 계층적 상관관계를 이용한 움직임 예측 방식을 다중 해상도 움직임 예측방법이라 하며, 여기에 대한 많은 연구가 있었다.

Uz등은 거친 영역에서 세밀한 영역으로(coarse-to-fine) 진행되는 접근방식을 제안하였다^[5]. 이 방식은 최상위 단계의 부대역에 대해 일반적인 블록 정합 기법을 사용하여 움직임 벡터를 구한 후, 다음 단계 부대역의 움직임 예측을 한 단계 위에 대응되는 부대역의 움직임 벡터로부터 예측하게 된다. Conklin등은 세밀한 영역에서 거친 영역으로(fine-to-coarse) 진행되는 접근방식을 제안하였다^[6]. 여기서, 초기 움직임 예측은 공간 영역에서 이루어지고, 이를 적절히 스케일링하여 부대역의 움직임 벡터의 예측에 사용된다. 이 예측으로 인하여 부대역에 대한 움직임 예측은 작은 탐색 범위를 갖게 된다. 이 방식은 위의 거친 영역에서 세밀한 영역으로 진행되는 방식보다 뛰어난 움직임 예측 성능을 가지지만, 초기 움직임 예측을 공간영역에서 수행하기 때문에 복잡도가 상당히 증가하게 된다.

Zhang과 Zafar는 가변 블록 사이즈 다중 해상도 움직임 예측 방법을 제안하였다^{[7][8]}. 피라미드의 맨 위층에 위치한 가장 낮은 해상도의 저 대역 상에서

블록 정합 알고리즘을 통해 추정한 움직임 벡터를 초기 예측치로 사용해 나머지 하위 계층에 위치한 부 대역에 대해서 움직임 벡터를 계산하는 방식으로, 탐색(searching)과 정합(matching)에 사용되는 계산량을 줄일 수 있는 장점이 있다. 하지만 웨이블릿 변환 영역에서 계수값은 공간 영역에서 단화소 이동시에 그 값들이 변하는 이동-변환 성질(shift-variant property)에 의해 정확한 움직임 예측을 수행할 수 없다는 단점이 있어 화질과 부호화 측면에서 효율이 떨어지게 된다.

본 논문에서는 이동-변환 성질을 극복하기 위해 새로운 다중 해상도 움직임 예측 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 2장에서는 웨이블릿 계수들의 이동-변환 성질에 대하여 설명하고, 3장에서는 웨이블릿 변환 영역에서의 움직임 예측 방법에 대해서 기술한다. 4장에서는 제안한 알고리즘에 대해서 설명하고, 5장에서는 기존의 방법과 제안한 방법의 성능을 비교하고, 6장에서 결론을 이끌어 내었다.

II. 웨이블릿 계수의 이동-변환 성질

웨이블릿 변환은 분해(Analysis)와 합성(Synthesis)과정에서 자카 다운샘플링과 업샘플링을 함으로써 원 영상의 크기를 그대로 유지할 수 있다. 그러나, 이러한 다운 샘플링 과정으로 인하여 웨이블릿 변환은 이동-변환 성질을 갖게 된다.

이동-변환 성질에 대한 간단한 예는 그림 1과 같다. 그림 1의 (a),(b),(c)는 임의의 1차원 신호와 그 신호에 대해 1화소 이동된 신호와 2화소 이동된 신호를 나타낸다. (d)와 (e)신호는 (a)신호에 대해서 Daubechies(9,7)필터를 이용해 웨이블릿 변환된 저 대역과 고 대역 신호이고, (f)와 (g)는 (b)신호에 대해 변환된 저 대역과 고 대역 신호를 나타내고, (h)와 (i)는 (c)신호에 대해 변환된 저 대역과 고 대역 신호를 나타낸다. 그림에서 보는 것처럼, 원 신호와 2화소 이동된 신호에 대한 웨이블릿 계수들은 저 대역과 고 대역에서 단순히 계수값의 이동을 나타내지만, 원 신호와 1화소 이동된 신호에 대한 웨이블릿 계수값 사이에는 저 대역과 고 대역에서 많은 차이가 있음을 보여준다. 웨이블릿 변환 영역 상에서 움직임 예측방법은 이러한 이동-변환 성질 때문에 정확한 움직임 예측은 수행할 수 없다는 단점이 있으며 동영상 부호화의 경우 공간영역에서 움직임 예측을 수행하는 방법에 비해 부호화 효율이 떨어지는 것으로 알려져 있다.

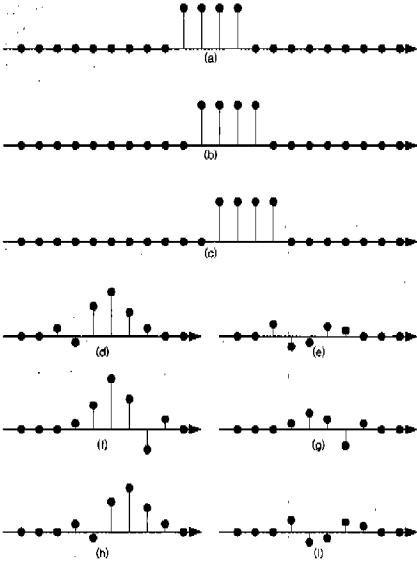


그림1. 이동-변환 성질에 대한 예

III. 다중 해상도 움직임 예측 방법

1. 블록 정합 움직임 예측 방법

블록 정합 방법은 입력 영상에 대해서 작은 크기의 블록으로 나눈 다음 블록 안에 모든 픽셀들이 동일한 움직임을 갖는 다는 전제 하에 재구성된 이전 영상에서 가장 잘 정합 되는 블록을 찾는 방법이고, 픽셀 기반의 반복적 방법은 영상에 각각의 픽셀별로 움직임을 찾는 방법을 의미한다. 기존의 영상 압축 표준안인 JPEG, MPEG, H.26x 표준안들의 경우 하드웨어 수행에 있어서의 향상된 구조와 간결성을 이유로 블록 정합 방법을 수용하였다. 블록 정합 움직임 예측 방법에서 현재 영상 안에 각각의 블록들은 그 블록과 가장 잘 정합되는 블록을 찾기 위해 이전 영상에 일정 범위 내에 위치한 블록들과 정합 되어지는데 일반적으로 가장 널리 사용되는 정합 기준으로는 주로 평균 절대 오차(MAD : Mean Absolute Difference)를 사용한다.

평균 절대 오차(MAD)에 의한 움직임 벡터의 결정은 다음 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$MAD = \min_{\Delta x, \Delta y} \sum_{x, y} |I_{cur}(x, y) - I_{ref}(x + \Delta x, y + \Delta y)| \quad (1)$$

$I_{cur}(x, y)$: 현재 프레임의 블록.

$I_{ref}(x + \Delta x, y + \Delta y)$: 참조 프레임의 블록

그림 2는 동영상 부호화 기법에서 가장 널리 사용되는 전 영역 블록 정합 기법(Full-Search Block Matching Algorithms)으로 현재 부호화할 영상을 일정 크기의 블록으로 나눈 후 각 블록이 이전 영상의 어떤 블록과 가장 유사한지 탐색하여 각 블록의 움직임을 결정하는 방식을 보여준다.

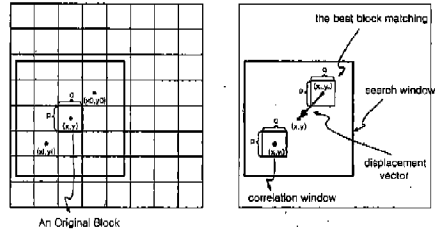


그림 2. 전영역 블록 정합 기법을 이용한 움직임 추정

2. 다중 해상도 움직임 예측 방법

웨이블릿 분해를 거친 원 영상은 그림 3과 같이 다중 해상도의 피라미드 구조로 표현되기 때문에 다중 해상도 움직임 예측 방법이 효과적으로 적용될 수 있다. 또한 최상위 레벨의 저대역에서 구한 움직임 벡터를 초기 예측치로 사용하기 때문에 탐색 및 정합에 소요되는 시간을 감소시키고, 정확한 움직임 정보를 제공한다. 다중 해상도 움직임 예측 방법을 그림 4에 나타내었다. 해상도 레벨 m 인 웨이블릿 피라미드에서 j 번째 레벨의 부대역 영상에 대하여 $p \cdot 2^{m-j} \times q \cdot 2^{m-j}$ 크기의 가변 블록을 사용하여 블록 정합을 한다. 여기서, p 와 q 는 가장 낮은 해상도의 부대역 영상에 해당되는 최소 블록을 의미한다. 가장 낮은 해상도의 최소 블록이 2×2 크기이면 p 와 q 는 각각 2가 된다. 즉 해상도가 낮을수록 블록의 크기는 작아진다. 해상도에 비례하는 가변 블록 구조는 여러 가지 장점을 가진다. 피라미드의 임의의 계층에 위치한 부대역 영상의 블록은 다른 계층의 동일한 장소에 위치하는 블록과 대응되기 때문에 모든 부대역 영상이 동일한 개수의 블록을 갖고, 피라미드의 해상도에 비례하여 블록의 크기를 변화함으로써 가장 높은 레벨에 나타나는 매우 작은 물체의 움직임도 추정할 수 있다.

Zhang과 Zafar는 이러한 기본적인 개념을 시작으

로 다중 해상도 움직임 예측 방법에서 사용되는 예측 탐색 알고리즘을 몇 가지 제안하였다. 제안된 예측 탐색 알고리즘 중에서 최고의 결과를 제공하는 방법은 저주파수 대역에서 추정한 움직임 벡터를 초기 예측치로 사용하여 고주파수 대역에 위치한 블록의 움직임 벡터를 상세하게 계산하는 것이다.

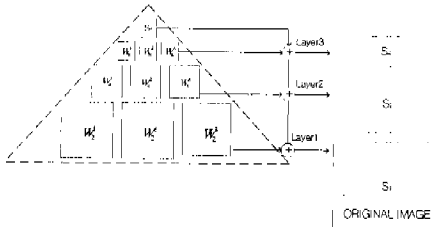


그림 3. 웨이블릿 분해와 복원에 대한 피라미드 구조

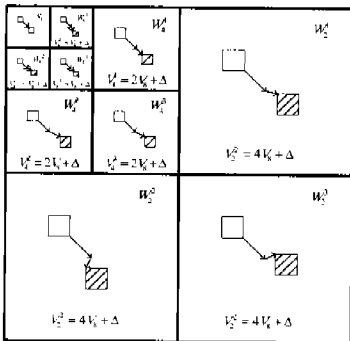


그림 4. 가변 블록 다중 해상도 움직임 예측

초기 예측치는 피라미드의 해상도에 비례하여 해당 해상도에서 초기 바이어스로 사용된다. 웨이블릿의 지역적 유사성을 이용하여 해상도가 가장 낮은 S_8 대역에서 블록 정합 알고리즘을 사용하여 움직임 벡터를 구한다. 이 때, 해상도가 같은 대역인 W_8^H, W_8^V, W_8^D 에서는 S_8 대역에서 구한 움직임 벡터를 초기 값으로 하여 세부적인 움직임 벡터를 구하고, 해상도가 높은 W_4^H, W_4^V, W_4^D 대역은 초기 값의 2배를 하고 탐색영역은 반으로 줄여서 움직임 벡터를 구하고, 마찬가지로 W_2^H, W_2^V, W_2^D 대역 또한 초기 값의 4배를 하고 탐색영역은 반으로 줄여서 움직임 벡터를 구하는 방식이다. 이 구조는 움직임 벡터를 재사용함으로써 움직임 예측시 소요되는 계산량을 줄일 수 있다는 장점이 있지만, 웨이블릿

변환시 수행되는 다운 샘플링 과정에서 발생하는 웨이블릿 계수들의 이동변환 성질에 의해 정확한 움직임을 예측할 수 없다는 단점이 있어 향상된 부호화 성능을 성취하는데 있어 어려움이 있다.

가변 블록 다중 해상도 움직임 예측방법은 식(2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$V_{2^j}^i = V_8(x, y) \cdot 2^{M-j} + \Delta(x, \delta y), \quad (2)$$

for ($i = V, H, D; j = 1, 2, 3$)

여기서 $V_8(x, y)$ 는 부대역 S_8 에 대한 움직임 벡터이고, $\Delta(x, \delta y)$ 는 하위 레벨에 위치한 부대역에서 전 영역 블록 정합 기법을 이용해 구한 움직임 벡터 값이다.

IV. 제안한 방법

본 논문에서 제안한 움직임 예측 방법은 Zhang과 Zafar의 방법과 같이 웨이블릿 변환 영역에서 계수들의 계층적 상관관계를 이용하며 각 계층마다 가변 블록의 크기를 가진다. 그러나 Zhang과 Zafar의 방법의 경우 현재 부호화할 영상과 참조 영상에 대해서 3레벨 웨이블릿 변환을 수행한 후 최저 주파수 대역인 S_8 대역에서 움직임 예측을 수행하는데 반해, 제안한 방법은 현재 영상과 이전 영상에 대해서 먼저 2레벨 웨이블릿 변환을 수행한 후 최저 주파수 대역인 S_4 대역에 대해 3레벨 웨이블릿 변환을 적용하기 이전에 에너지가 집중된 S_4 대역에서의 1화소 이동으로 발생하는 웨이블릿 계수들의 이동변환 성질을 극복하기 위한 방법으로 원래의 계수값 사이에 중간값 삽입을 통한 보간을 수행한다. 중간값 삽입을 통한 보간을 수행함으로써 원 신호에 대해 1화소 이동된 신호를 2화소 이동된 신호로 변화시키고, 2화소 이동된 신호를 4화소 이동된 신호로 변화시킴으로써 보간된 신호에 대해서 웨이블릿 변환을 수행했을 때 단화소 이동으로 발생하는 웨이블릿 계수들의 이동변환 성질의 의한 문제점을 극복할 수 있어, 웨이블릿 변환 영역에서 정확한 움직임 예측이 가능하다. 그림 5는 제안한 동영상 부호화기 블록도를 보여준다.

보간된 S_4 대역에 대해 다시 1레벨 웨이블릿 변환을 수행한 후 최종적으로 3레벨 웨이블릿 변환된 S_8 대역에서 각 블록마다 블록 매칭 알고리즘을 적용해 움직임 벡터를 구한다. 그림 6은 제안한 방법의 웨이블릿 변환 과정을 보여준다.

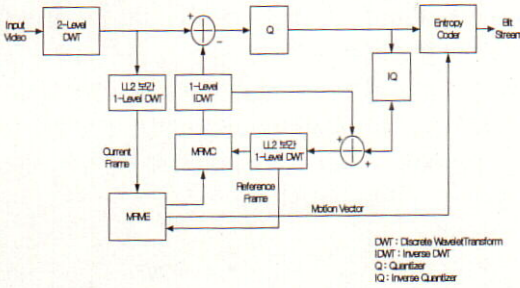


그림 5. 제안한 동영상 부호화기 블록도



그림 6. 웨이블릿 변환 과정

S_8 대역에서 구한 움직임 벡터를 부대역인 W_8^H, W_8^V, W_8^D 대역에 대해 동일한 벡터를 적용함으로써 계산량과 움직임 벡터량을 줄여 부호화 효율을 높일 수 있다.

$$V_8^H(x, y) = V_8^V(x, y) = V_8^D(x, y) = V_8^S(x, y) \quad (3)$$

여기서 $V_8^S(x, y)$ 는 S_8 대역에서 구한 움직임 벡터이고, $V_8^H(x, y), V_8^V(x, y), V_8^D(x, y)$ 는 W_8^H, W_8^V, W_8^D 대역에서의 움직임 벡터이다.

저 대역 S_8 에서 구한 움직임 벡터를 초기 움직임 예측치로 사용해 나머지 하위 레벨에 위치한 부대역에서의 움직임 벡터를 식 (4), (5)와 같이 구한다.

$$V_{2^j}^i = V_8(x, y) \cdot 2^{M-j-1} + \Delta(\delta x, \delta y) \quad (4)$$

for ($i = V, H, D; j = 1, 2$)

$$\Delta V_{2^j}^i(x, y) = \min_{p=-\Omega, q=-\Omega}^{\Omega, \Omega} |I_{cur}(x+dx, y+dy) - I_{ref}(x+dx+p, y+dy+q)| \quad (5)$$

여기서 $V_8(x, y)$ 는 부대역 S_8 에 대한 움직임 벡터이고, $\Delta(\delta x, \delta y)$ 는 하위 레벨에 위치한 부대역에서 전 영역 블록 정합 기법을 이용해 구한 움직임 벡터 값이다.

이와 같은 방법으로 각각의 대역에서 구한 움직

임 벡터를 이용하여 원래의 영상을 복원하는 과정은 다음 그림 7과 같다. S_8 에서 구한 움직임 벡터를 이용해 복원된 S_8 과 W_8^H, W_8^V, W_8^D 대역을 구한 후 1레벨 역 웨이블릿 변환을 수행하여 복원된 S_4 대역을 구한다. 복원된 S_4 대역은 그 크기가 원래 S_4 대역보다 2배만큼 증가된 상태이므로 이점을 고려해야만 한다. 따라서 복원된 S_4 대역에서 짝수 번째 화소들만을 취해 원래 S_4 대역과 동일한 크기의 대역을 구성할 수 있다.



그림 7. S4 대역 복원 과정

나머지 하위 레벨에 위치한 부대역 W_4^H, W_4^V, W_4^D 와 W_2^H, W_2^V, W_2^D 에 대해서는 움직임 벡터의 크기와 대역의 크기가 동일함으로 일반적인 방법에 의해 대역을 구성할 수 있다.

제안한 다중 해상도 움직임 예측 방법에 대한 전체 과정은 그림 8과 같다.

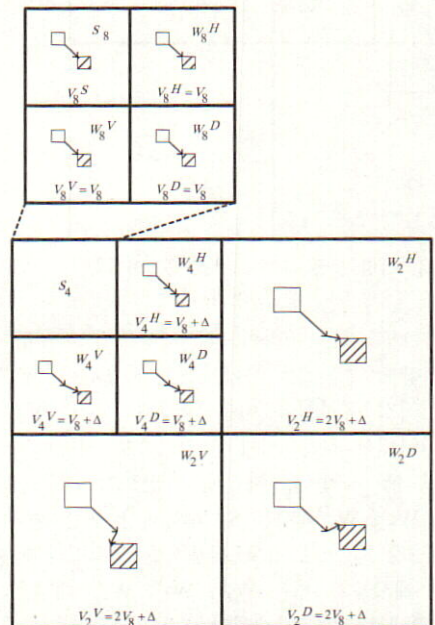


그림 8. 제안한 다중 해상도 움직임 예측 방법

V. 실험 및 고찰

본 논문에서 제안한 방법에 대한 검증으로 각각의

움직임에 특성이 있는 영상 부호화 분야의 표준 영상인 football(SIF : 352×240), children, claire(CIF : 352×288) 영상 21프레임에 대해 0프레임을 기준 영상으로 1~20프레임을 예측 대상영상으로 사용하여 부호화 실험을 하였다. football 영상은 전체적으로 상당히 빠른 움직임을 가지는 영상이고, children 영상은 TV에서 나타날 수 있는 화면으로 비교적 작은 물체의 빠른 움직임을 나타낸다. 그리고 claire 영상은 비교적 느린 움직임을 가지는 화면으로 영상전환 및 영상회의 등에서 많이 사용된다.

부호화를 위한 양자화기로는 균일 양자화기(Uniform Quantizer)를 사용하였으며, 엔트로피 부호화기로는 JPEG2000^[9]과 JBIG2^[10]에서 사용하는 MQ 산술부호화기(Arithmetic Coder)를 사용하여 움직임 벡터와 변위 차분 프레임에 대한 부호화를 하였다. 웨이블릿 필터는 Daubechies (9,7) 필터^[11]를 사용하여 3단계 웨이블릿 분해를 하였다.

움직임 추정시 기존 다중 해상도 움직임 예측 방법의 경우 3단계 웨이블릿 변환된 저대역 S_8 에서는 2×2 크기의 블록에 대하여 탐색 범위는 [-2,2]으로 블록 매칭 알고리즘을 통해 움직임 벡터를 구하였고, 다음 하위 레벨에 위치한 W_4^H , W_4^V , W_4^D 대역의 블록들에 대해서는 4×4 크기의 블록에 대해서 [-2,2] 탐색 범위로, 마지막 레벨에 위치한 W_2^H , W_{2v} , W_2^D 대역의 블록들에 대해서는 8×8 크기의 블록에 대해서 [-4,4]의 탐색 범위로 움직임 벡터를 구하였고, 웨이블릿 영역에서 전역 탐색 방법은 S_8 대역에서는 2×2 크기의 블록에 대하여 탐색 범위는 [-2,2]으로 다음 하위 레벨에 위치한 W_4^H , W_4^V , W_4^D 대역의 블록들에 대해서는 4×4 크기의 블록에 대해서 [-4,4] 탐색 범위로, 마지막 레벨에 위치한 W_2^H , W_2^V , W_2^D 대역의 블록들에 대해서는 8×8 크기의 블록에 대해서 [-8,8]의 탐색 범위로 움직임 벡터를 구하였다. 제안한 방법은 S_8 대역에서는 4×4 크기의 블록에 대하여 탐색 범위는 [-4,4]로 다음 하위 레벨에 위치한 W_4^H , W_4^V , W_4^D 대역의 블록들에 대해서는 4×4 크기의 블록에 대해서 [-2,2] 탐색 범위로, 마지막 레벨에 위치한 W_2^H , W_2^V , W_2^D 대역의 블록들에 대해서는 8×8 크기의 블록에 대해서 [-4,4]의 탐색 범위로 움직임 벡터를 구하였다.

참조 프레임은 현재 영상의 바로 전 영상으로 하였으며, 압축시 결과 프레임의 크기는 움직임 벡터와 변위 차분 프레임의 합에 대한 평균을 구하였다.

화질에 대한 객관적인 평가 방법으로 식 (6), (7)과 같이 원 영상과 복원 영상의 MSE(Mean Square

Error)에 대한 평균값을 이용한 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)을 사용하였다.

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} (f(i, j) - \hat{f}(i, j))^2 \quad (6)$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{255^2}{MSE} \right) \quad (7)$$

단, f : 원영상의 화소 값 ,

\hat{f} : 복원영상의 화소값

MN : 영상의 모든 화소 수 (해상도)

그림 9~14까지는 기존의 다중 해상도 움직임 예측방법과 웨이블릿 변환 영역에서의 전역탐색 방법에 대해 제안한 방법의 PSNR성능과 MAD(Mean Absolute Difference)를 비교한 그래프이다. 동일한 압축률에서 기존의 방법과 비교해 PSNR면에서 약 1~2dB정도 향상된 성능을 나타내었고, 또한 낮은 비트율에서 더 좋은 성능을 나타냄을 볼 수 있다. 16:1로 압축후 복원된 영상 20프레임에 대한 평균 MAD의 경우 제안한 방법의 MAD값이 가장 작음을 볼 수 있다.

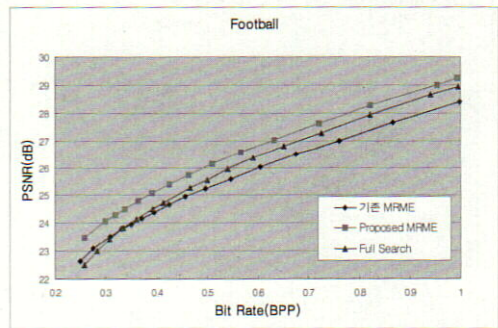


그림 9. Football 시퀀스에 대한 성능 비교

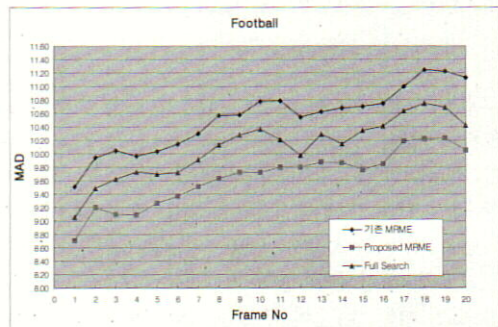


그림 10. Football 시퀀스에 대한 MAD 비교 (압축률 = 16)

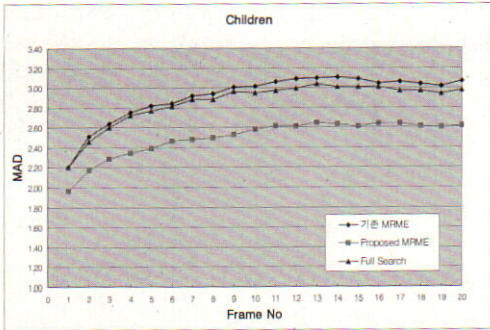


그림 12. Children 시퀀스에 대한 MAD 비교 (압축률 = 16)

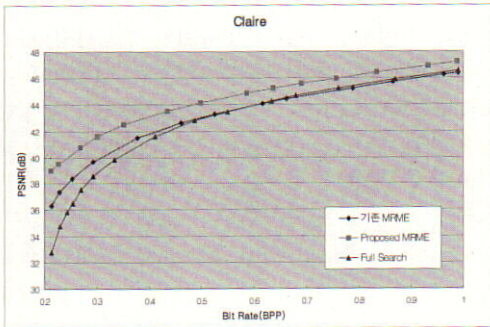


그림 13. Claire 시퀀스에 대한 성능 비교

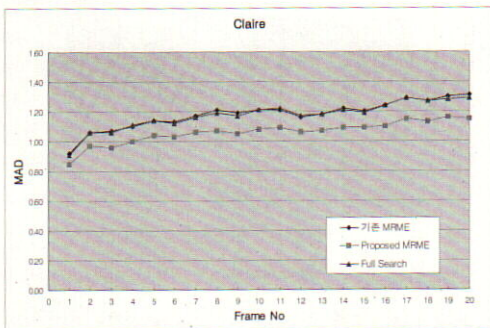


그림 14. Claire 시퀀스에 대한 MAD 비교 (압축률 = 16)

그림 15~20까지는 동일한 압축률에서 기존의 방법들과 제안한 방법에 의해 재구성된 영상을 보여 준다. Children영상의 경우 32:1로 압축 후 복원된 영상으로 기존 다중해상도 움직임 예측(29.15dB), 전역탐색 방법(28.35dB), 제안한 방법(31dB)을 나타 내었고, Claire영상의 경우 40:1로 압축 후 복원된 영상으로 기존 다중해상도 움직임 예측(36.03dB), 전역탐색 방법(32.19dB), 제안한 방법(38.83dB)을 나타내었다.

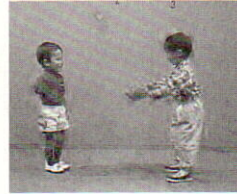


그림 15. 기존 MRME 방법 (압축률 = 32)



그림 16. 전역탐색 방법 (압축률 = 32)



그림 17. 제안한 방법 (압축률 = 32)



그림 18. 기존 MRME 방법 (압축률 = 40)



그림 19. 전역탐색 방법 (압축률 = 40)



그림 20. 제안한 방법 (압축률 = 40)

VI. 결 론

본 논문에서는 웨이블릿 변환 영역에서 기존의 다중해상도 움직임 예측 방법에 비해 향상된 단화소 이동감쇠를 이용한 다중 해상도 움직임 예측 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 이동-변환 특성을 완화하기 위한 방법으로 저대역 신호에 대해 웨이블릿 변환을 수행전에 보간을 수행한 후 보간된 신호에 대해 웨이블릿 변환을 수행하고, 최종적으로 웨이블릿 변환된 신호에 대해 움직임 예측을 수행함으로써 기존 방법에 비해 정확한 움직임을 예측할 수 있어 향상된 부호화 성능을 얻을 수 있었다.

실험 결과 제안한 방법은 다양한 시험 영상에서 기

존 방법에 비해 향상된 결과를 나타냈으며, 특히 움직임이 적은 영상에서 더욱더 향상된 결과를 보였다. PSNR면에서 기존의 방법보다 약 1.0~2.0dB정도 향상되었다. 또한 낮은 비트율 에서부터 높은 비트율 까지 고른 분포로 좋은 성능을 나타내었다. 특히, 비트량이 적은 경우에 더 뛰어난 부호화 성능을 보였다. 입력 영상 20프레임에 대한 실행 시간(CPU time)에서는 기존 다중해상도 움직임 예측 방법의 경우 3.47 frame/sec, 제안한 방법 3.32 frame/sec, 전역 탐색 방법 1.38 frame/sec로 기존 방법에 비해 제안한 방법이 실행시간이 증가하였지만, 이동-변환 성질의 문제점을 줄임으로써 기존의 방법에 비해 보다 정확한 움직임 예측이 가능하게 되어 현재 프레임의 예측 부호화가 더욱 용이하게 되므로 변위 차분 프레임에 대한 부호화량이 줄어들게 될 가능성이 높다. 그러나, 웨이블릿 변환된 영역에서 움직임 예측시 기존 다중 해상도 움직임 예측 방법에 비해 2배만큼의 블록의 크기와 탐색영역의 증가로 인해 계산량이 43%정도 증가하였다.

향후 연구과제로는 고 대역에 대한 이동-변환 성질의 문제점을 극복하고 실시간 처리에 적합한 동영상 부호화기에 관한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] ISO-IEC/JTC1/SC29/WG11, MPEG93/457, *Coded Representation of Picture and Audio Information, Test Model 5*, April 1993.

[2] 藤原 洋, "그림으로 보는 최신 MPEG," 교보문고, 1995

[3] Vasudev Bhaskan and Konstantinos Konstantinides, *"Image and video Compression Standards"*, Kluwer Academic Publishers, 1995

[4] Y. Shi and H. Sun, *"Image and Video Compression for Multimedia Engineering"*, CRC Press, 2000.

[5] K. Uz, M. Vetterli and D. Legall, "Interpolative Multiresolution Coding of Advanced Television with Compatible Subchannels," *IEEE Trans. on CSVT*, Vol. 1, No. 1, Mar. 1991.

[6] G. Conklin and S. Hemami, "Multiresolution Motion Estimation," *Proc. of ICASSP*, pp.2873-2876, 1997.

[7] Y. Zhang and S. Zafar, "Motion-Compensated Wavelet Transform Coding for Color Video Compression," *IEEE Trans. on Circuits And Systems for Video Technology*, Vol. 2, No. 3, pp. 285-296, Sept. 1992.

[8] S. Zafar, Y. Zhang, and B Jabbari, "Multiscale Video Representation Using Multiresolution Motion Compensation and Wavelet Decomposition," *IEEE Journal on Selected Areas in Communication*, Vol. 11, No. 1 Jan. 1993.

[9] ISO/IEC CD15444-1, *"JPEG2000 Image Coding System,"* Ver 1.0, Dec. 1999.

[10] ISO/IEC JTC1/SC29/WG1 (ITU-T SG 8), N1545, *"JBIG2 Final Committee Draft,"* 16 July 1999.

[11] M. Antonini, M. Barlaud, P. Mathieu, and I. Daubechies, "Image Coding Using the Wavelet Transform," *IEEE Trans. Image Proc.* Vol. 1, pp. 205-220, April 1992.

이 상 민(Sang-Min Lee)

준회원



2001년 2월 : 호서대학교 전자공학과 졸업
2003년 2월 : 광운대학교 전자통신공학과 석사
2003년 1월 ~ 현재 : 세원텔레콤
<주관심분야> 동영상

이 지 범(Ji-Bum Lee)

정회원



1991년 2월 : 광운대학교 전자통신공학과 졸업
1993년 2월 : 광운대학교 전자통신공학과 석사
1993년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 전자통신공학과 박사과정
1996년 ~ 2001년 : 대우통신
2001년 ~ 2002년 : Thinkgate

2002년 ~ 현재 : 이화트론

<주관심분야> 동영상, 워터마킹

고 형 화(Hyung-Hwa Ko)

정회원



1979년 2월 : 서울대학교 전자공학과 졸업
1982년 2월 : 서울대학교 전자공학과 석사
1989년 2월 : 서울대학교 전자공학과 박사
1985년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 전자통신공학과 교수

<주관심분야> 영상통신, 2진문서 압축, Wavelet 부호화