

# JND를 이용한 적응적 MCTF

준회원 허재성\*, 종신회원 류철\*

## Contents Adaptive MCTF Using JND

Jae-Seong Heo\* Associate Member, Chul Ryu\*\* Lifelong Member

### 요약

SVC에서 영상의 시간적 확장성 제공을 위해 사용되는 MCTF는 시간적 확장과 함께 화질의 확장성을 제공하는데 큰 역할을 한다. 그러나 MCTF의 특성상 prediction과 update단계가 증가될수록 분석해야 할 프레임간의 시간 간격이 멀어지게 되고 올바른 움직임 정보의 검색이 어려워져 화질의 저하를 초래한다. 본 논문에서는 MCTF의 update과정 내에서 JND를 사용하여 움직임 정보를 찾을 수 없는 블록의 화면 간 부호화로 인한 화질 저하를 방지하는 기법을 제안한다. 영상 내 모서리 부분을 찾는데 사용되는 JND는 오류의 가시성이 높은 부분과 그렇지 않은 부분을 찾아내어 MCTF의 update과정에서 더해지는 고주파 밴드 영상의 임계값으로 사용된다. 이는 영상 내 고주파 성분이 없는 저주파 영역에서 발생하는 잡음이 더 확인해지는 것을 이용한 방법이다. 제안하는 방법을 통하여 MCTF의 하위 단계에서 프레임간의 시간차를 극복하고 시각적인 화질의 향상을 얻을 수 있다.

Key Words : SVC, MCTF, JND, Wavelet

### ABSTRACT

In scalable video coding, MCTF plays an important role for time-scalability and SNR-scalability. But there is image quality decreasing as MCTF level is increased because time interval of each frame is extended so that is hard to find suitable motion vector. In this paper, we propose an algorithm to prevent image quality from decreasing with unsuitable motion vector during MCTF update process using JND. We adapt JND to find errors within blocks of image and set a threshold which is used to add high frequency components during update process. We can overcome time-gap between frames and achieve better image quality through the proposed algorithm.

### I. 서론

무선 영상 통화, 방송 등 영상 정보를 사용하는 단말기기가 늘어나면서 영상 데이터 전송 환경이 매우 다양하게 변하고 있다. 이에 따라 하나의 원본 영상으로부터 TV, DMB, 개인용 단말기에 이르기까지 다양한 단말로의 영상 전송을 위해서는 변화가 심한 전송 환경에 적용할 수 있는 SVC(scalable video coding)기술이 필수적으로 요구된다. SVC는

크게 공간적, 화질적, 시간적 확장성으로 분류되는데 그 중 시간적 확장성에 해당되는 lifting scheme을 사용한 MCTF(motion compensated temporal filtering)는 SVC의 시간적 확장성 지원에서 기초적인 역할을 한다. MCTF는 웨이블릿 기법을 이용하여 시간 확장성을 제공함과 동시에 프레임간 중복성 제거에 그 목적이 있으며 2D 웨이블릿 기법과 같이 사용하여 화질에 대한 확장성 또한 동시에 제공하기 위하여 고안되었다<sup>[1]</sup>.

\* 동국대학교 정보통신공학과(neosuram@dgu.ac.kr, cryu@dgu.ac.kr)(°: 교신저자)

논문번호 : KICS2008-08-343, 접수일자 : 2008년 8월 12일, 최종논문접수일자: 2008년 12월 1일

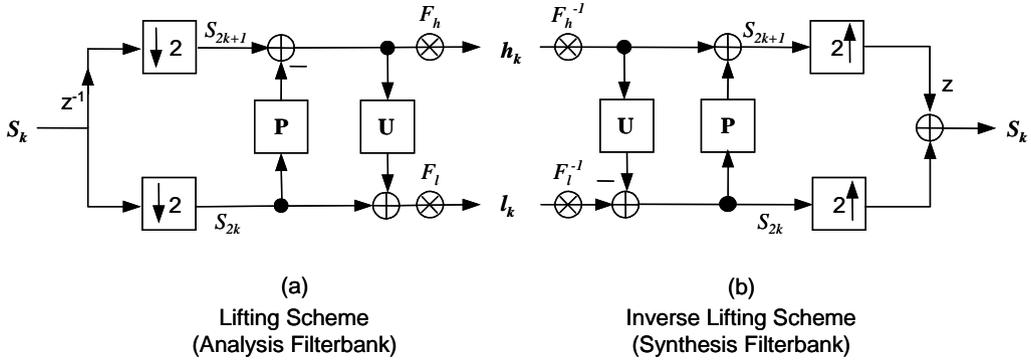


그림 1. Lifting-Scheme을 사용한 MCTF

MCTF는 필터를 적용함에 있어 lifting scheme을 사용하게 되며 그림 1은 lifting scheme을 사용한 MCTF와 그 역변환을 보여준다. Lifting scheme은 크게 2단계를 거치게 되는데 먼저 prediction 과정에서 영상의 움직임 정보를 찾아내고 이를 이용하여 고주파 밴드 영상을 생성한다. 두 번째 단계로 update 과정에서 고주파 밴드 영상을 이용하여 저주파 밴드 영상을 생성한다. 이러한 과정에서 영상의 에너지를 최대한 저주파 밴드로 옮기고 고주파 밴드에는 적은 양의 에너지를 유지하여 부호화의 효율을 높인다. 역변환 시에는 새로운 추가 정보 없이도 원본의 복원이 가능하다.

하지만 MCTF의 단점은 단계가 증가할수록 프레임간의 움직임 정보를 정확히 찾을 수 없다는 것이다. 그림 2는 5/3-탭 웨이블릿 MCTF 부호화 구조를 나타낸다. t-L이 MCTF의 진행단계를 나타내며 F0-F7은 부호화 될 프레임 나타낸다. 각 단계에서

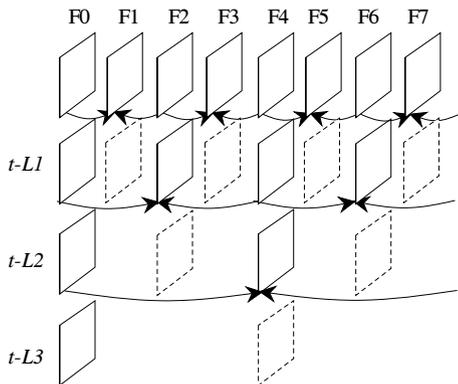


그림 2. 5/3-탭 웨이블릿 MCTF의 경우 단계와 시간의 관계

실선은 저주파 프레임을 점선은 고주파 프레임을 나타내고 움직임 정보 예측이 필요한 프레임은 화살표로 연결되어있다.

그림 2처럼 MCTF의 단계가 진행될수록 원 영상과 참조 영상간의 시간 간격이 벌어지면서 영상간의 연관성이 줄어들게 되며 프레임간 시간 간격의 증가로 인하여 올바른 움직임 정보를 찾을 수 없게 된다. 이는 저주파 밴드로 옮겨져야 할 에너지가 고주파 밴드에 남게 되는 결과를 가져오며 화질의 저하를 초래하게 된다. 또한 MCTF의 단계가 증가할수록 이러한 화질의 저하가 누적되어 프레임간의 시간차에서 발생하는 잔상이 나타난다. Update를 생략함으로써 이러한 잡음의 누적을 방지할 수 있으나 update의 생략으로 인한 PSNR의 저하를 가져오며 이러한 현상은 update의 생략으로 인해 복원 시 필요한 고주파 밴드의 정보가 누락되기 때문이다<sup>[2]</sup>. 그리고 움직임 정보를 이용하는 MCTF의 update 과정에서 고려해야 할 사항중 하나는 다중 참조된 화소에의 다중 update이다. 고주파 밴드를 이용하여 저주파 밴드를 생성하는 update과정에서 고주파 밴드의 생성에 사용된 움직임 정보의 역방향을 이용하여 되는데 이는 하나의 화소에 반복적인 update를 수행하게 되는 원인이 된다.

이러한 MCTF의 단점을 극복하기 위하여 content adaptive MCTF에서는 지역 분산값인 JND(just noticeable difference)를 update의 임계값으로 사용하여 MCTF의 단점을 극복한다<sup>[3,4]</sup>. Covered pixel detection algorithm은 중복되는 update를 방지하기 위하여 하나의 연결된 화소만을 선택하도록 하여 하나의 화소에 update가 여러 번 수행되는 것을 방지하도록 도와준다<sup>[5,6,7]</sup>.

본 논문에서는 content adaptive MCTF를 확장하여 지역분산 값인 JND를 update시 임계값으로 적용함과 동시에 부적절한 움직임 정보를 갖는 블록을 선별하여 화면내 부호화모드로 전환하여 화질의 향상을 얻을 수 있는 방법을 제안한다. 또한 제안한 알고리즘의 H.264표준안 적용에 대하여 살펴본다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. II절은 기존의 MCTF 단점 개선 방법들에 대해 설명하고 III절에서는 JND를 이용하여 부적절한 움직임 정보를 갖는 블록을 선별하고 이를 화면내 부호화하는 방법을 제안한다. IV절에서는 제안한 방법의 시뮬레이션 결과를 토대로 이를 classic MCTF, content adaptive MCTF와 비교 설명하며 V절에서 결론을 내린다.

## II. 기존의 MCTF 단점 개선 방법

MCTF의 update 과정을 보면 고주파 밴드 영상을 생성하고 이를 이용하여 고주파 밴드의 영상을 생성하게 된다.

$$H[i] = s[2i+1] - P(s[2i+1]) \quad \text{with} \quad (1)$$

$$P(s[2i+1]) = \frac{1}{2} [MC(s[2i+1], MV_{2i+1 \rightarrow 2i}) + MC(s[2i+1], MV_{2i+1 \rightarrow 2i+2})]$$

$$L[i] = s[2i] + U(s[2i]) \quad \text{with} \quad (2)$$

$$U(s[2i]) = \frac{1}{4} [MC(H[i-1], MV_{2i \rightarrow 2i-1}) + MC(H[i], MV_{2i \rightarrow 2i+1})]$$

수식(1)과 (2)의  $H[i]$ 는 프레임 예측 과정에서 생성된 고주파 밴드 영상이고,  $P$ 는 인접 프레임간의 움직임 보상을 이용하여 예측된 결과이다.  $s$ 는 프레임 넘버에 따른 영상의 데이터를 나타내며  $MV_{2i+1 \rightarrow 2i}$ 는 홀수 프레임  $2i+1$ 에서 짝수 프레임인  $2i$ 로의 움직임 정보를 나타낸다. 결과적으로  $MC(\cdot)$

는 움직임 정보를 통한 보상을 이용하여 예측된 프레임임을 나타낸다.  $L[i]$ 는 저주파 밴드 영상을 나타내는데  $U$ 는 짝수 프레임에 더해질 여분의 데이터를 나타낸다. 여분의 데이터는 수식(1)에서 생성된  $H[i]$ 와 역방향 움직임 정보를 이용하여 짝수프레임에 더해지게 된다. 그림 1의 구조와 함께 살펴보면  $H[i]$ 가 먼저 생성이 되고  $L[i]$ 가 생성된다. 이때 생성되는  $L[i]$ 를 살펴보면 부호화될 영상의 데이터에  $U$ 가 더해지게 되는데 lifting scheme에서는 이 update 과정에서 더해지는  $U$ 를 이용하여 손실이 없는 역 변환이 가능하게 되는 것이다. 하지만 이러한  $U$ 가 잡음으로 인식될 수 있기 때문에 update 과정에서 현재의 화소와 주변의 차이에 따라 임계값을 적용함으로써 눈에 보이는 잡음을 줄일 수 있다.

일반적으로 화면내 존재하는 잡음은 저주파 부분에서 더욱 두드러져 보이며 이러한 정보는  $U$ 의 임계값 결정에 활용할 수 있다<sup>8)</sup>. Content adaptive MCTF는 update과정에서 지역 분산을 이용하여 임계값을 설정함으로써 잡음이 누적되는 것을 방지한다. Content adaptive MCTF에서 사용되는 지역분산값 JND는 HVS(human visual system)에서 휘도 영상 내 고주파 부분을 판별하는데 사용된다. JND 수식은 영상 내 지역 분산의 최대값을 유지하며 계산하므로 영상의 특성에 맞는 지역분산을 계산하는데 효율적이다. 또한 지역분산 JND를 이용하면 저주파 영역의 화소에 임계값을 적용한  $U$ 를 더하게 되므로 잡음을 감소시킬 수 있다.

$$JND_s(m,n) = 1 - \frac{1}{1 + \theta \sigma_s^2(m,n)} \quad (3)$$

$\sigma_s^2(m,n)$ 은 영상의 (m,n)에서의 분산이다. 수식(3)을 통해 현재 위치에서 잡음이 눈에 띄는 정도를 나타낼 수 있으며 저주파 부분에서 JND 값이 작아지게 되므로 이를 update함수의 임계값으로 이용할

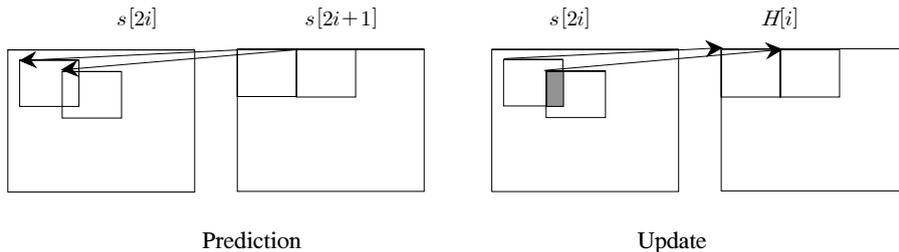


그림 3. MCTF의 prediction 과정과 역방향 움직임 정보로 인한 update의 중복

수 있다.

MCTF의 prediction 과정을 살펴보면 프레임  $s[2i]$ 를 이용하여 프레임  $s[2i+1]$ 를 예측하고 이를 이용하여  $H[i]$ 를 생성한다. Update 시 역방향 움직임 정보를 이용하여  $H[i]$ 가  $s[2i]$ 에 더해지는 과정에서 update가 중복되는 음영부분이 발생한다(그림 3). Covered pixel detection algorithm은 이러한 부분의 update가 한번만 일어나도록 하며 한 블록 내 update 되지 못한 화소가 과반수 존재하면 해당 블록을 화면 내 부호화한다. 하지만 covered pixel detection algorithm에서는 부호화 모드 결정을 위해 각 화소별로 별도의 연산 과정이 필요하다.

MCTF의 단계 증가로 인해 생기는 원본 영상과 참조 영상간의 시간 간격은 올바른 움직임 정보의 검색을 힘들게 하고 이는 부호화 효율과 화질의 저하를 초래하며 이러한 현상은 움직임이 큰 영상일 수록 더욱 심화된다. 영상내에 새로운 물체가 나타났을 경우 해당 부분의 매크로 블록은 올바른 움직임 정보를 찾을 수 없고 결과적으로 고주파 밴드 영상에 큰 값을 생성하며, 저주파 밴드 영상에 큰 잡음을 추가하게 되는 원인이 된다. 이런 경우에는 update함수의 변화가 아닌 보다 근본적인 문제 해결 방법이 필요하다.

### III. JND를 이용한 부호화 모드선택

일반적으로 영상처리 분야에서 JND는 영상내 고주파 성분의 방향성을 알아내는데 사용된다. 이러한 JND의 특성을 이용하여 이미지 워터마킹 분야에서 노이즈 가시성을 판별하여 추가데이터의 삽입에 이용하거나<sup>9,10</sup> JND 마스크와 웨이블릿을 이용한 이미지 워터마킹<sup>11</sup>등에 사용된다. 이러한 JND의 사용은 영상내 고주파 성분의 방향성을 이용하거나 혹은 노이즈 가시성을 이용하는 방법들이다. 제안하는 알고리즘은 JND의 노이즈 가시성 판별력을 이용하여 update가 중복되어 일어나는 것을 방지한다. JND를  $U$ 의 임계값으로 정하여 update를 적용할 경우 임계값을 초과하는 영역에서 다중 update가 일어나는 것을 방지할 수 있다. 또한 update시 더해지는  $U$ 를 잡음이라고 가정하였을 때 잡음의 추가로 인한 임계값의 초과로 update를 생략하는 결과를 가져오기 때문에 JND는 이러한 중복 update를 방지하는데 사용될 수 있다.

Content adaptive MCTF는 영상 내 화소값에 의 존하여 그 크기가 변하는 JND를  $U$ 의 임계값으로

사용하여 영상 내 해당 영역의 특징에 맞추어 update를 제한하고 잡음을 줄인다. 이러한 JND의 특성을 이용하면 반대로 정확하지 않은 움직임 정보에 의해 고주파 밴드에 큰 값이 존재하는 블록들을 찾아낼 수 있으며, 이를 화면내 부호화하여 화질을 향상시킬 수 있다. Content adaptive MCTF는 JND에 근접한  $U$ 를 갖는 블록에서는 매우 뛰어난 시각적인 화질 향상을 보인다. 그러나  $U$ 가 JND 이상일 때  $L[i]$ 에 더해지는  $H[i]$ 의 크기를 제한하게 되므로 MCTF 복원 시에 영상의 화질을 저하시키며 이 화질의 저하는  $U$ 와 JND의 차이가 클수록 증가한다. JND 이상의 값을 갖는  $U$ 는 JND와 그 차이가 커질수록 올바른 움직임 정보를 찾아낸 것이 아니라 볼 수 있으며 이는 고주파 밴드에 많은 값이 남아있는 것을 의미하기 때문이다. 따라서 이 값을 축소하여 적용하는 content adaptive MCTF의 경우에 정확한 움직임 정보에 의한 화면 간 부호화가 되고 있다고 보기 어렵다.

제안하는 알고리즘에서는 content adaptive MCTF에서 사용되는 JND를 이용하여 잘못된 움직임 정보를 갖는 블록을 선별하며 해당 블록을 화면 내 부호화하여 화질의 향상을 가져올 수 있도록 한다. JND는 매 화소마다 계산되는 값이므로 블록별로 처리하기 위해서 블록 내 JND의 합을 계산할 수 있도록 다음과 같이 정의한다.

$$JND_{sum} = \left[ \sum_{x=1}^{B_x} \sum_{y=1}^{B_y} JND_s(x,y) S \right] \quad (4)$$

$$E_B = B_x B_y V \quad (5)$$

$$U_{sum} = \sum_{x=1}^{B_x} \sum_{y=1}^{B_y} |U[s_i(x,y)]| \quad (6)$$

$x$ 와  $y$ 는 블록 내의 좌표이며  $B_x$ 와  $B_y$ 는 블록의 가로 세로 크기이다.  $V$ 는 화소 당  $U$ 의 허용 오차 범위이다.  $V$ 가 0일 경우  $U$ 가 임계값 이상인 모든 블록에 대해 화면내 부호화를 하며  $V$ 가 커질수록 content adaptive MCTF에 가까워진다.  $E_B$ 는 화소 당 허용된 오차 범위  $V$ 의 합으로 계산되며 JND를 통한 content adaptive MCTF를 변경 없이 적용할 수 있는  $U$ 의 범위를 지정하는데 사용된다. JND이 상이며 JND값에 비교적 근접한  $U$ 를 갖는 블록의 경우 모드변경 없이 값을 축소하여 적용함으로써 시각적인 화질의 향상을 얻을 수 있도록 한다. 한 블록 내에서는 해당 블록 내 모든 화소들이 갖는  $JND_s(m,n)S$ 를 합산하고 블록 내  $U$ 의 합  $U_{sum}$ 와

비교하여 모드결정에 사용한다. 만약 올바른 움직임 정보를 찾지 못했을 경우에는 update시에 더해지는  $U$ 가 증가하게 되므로  $E_B + JND_{sum}$ 을 임계값으로 하여  $E_B + JND_{sum}$  이상의  $U_{sum}$ 을 가지면 해당 블록의 움직임 정보가 올바르지 않다고 가정한다.

블록 내 대부분의  $U$ 가 JND보다 크거나 혹은 일부의 매우 큰  $U$ 가 존재할 경우 즉 블록 내 화소값들의 평균이 임계값 JND 이상일 경우 블록 내  $U$ 의 합인  $U_{sum}$ 은  $E_B + JND_{sum} S$  보다 커진다. 이 경우 update 과정을 생략하고 블록의 부호화 모드를 화면내 부호화로 전환한다.  $E_B$ 는 영상의 전송 환경의 변화에 따라  $S$ 와 같이 변동되면서 전송 환경에 적응이 쉽도록 도와주는 역할을 수행하는 것이 가능하다. 이에 근거한 update 함수를 다음과 같이 정의한다.

$$f(U(s[2i])) = \begin{cases} U(s[2i]), & |U(s[2i])| < JND_{s[2i]} S - E_B \\ \pm JND_{s[2i]} S, & JND_{s[2i]} S - E_B \leq U(s[2i]) \leq E_B + JND_{s[2i]} S \\ \text{Intra Coding,} & U(s[2i]) \geq E_B + JND_{s[2i]} S \end{cases} \quad (7)$$

제안된 update 함수는 JND와  $E_B$ 를 이용하여  $U$ 를 3가지 범위로 나누고 각 상황에 따라 부호화한다.  $U$ 가  $E_B + JND_{sum} S$ 와  $JND_{sum} S$ 의 범위 내의 크기를 가질 경우 content adaptive MCTF를 적용하고 일정 범위를 초과하는  $U$ , 즉  $U$ 가  $E_B + JND_{sum} S$ 보다 클 경우 정확하지 않은 움직임 정보가 적용된 것으로 간주하고 해당 블록의 부호화 모

드를 화면내 부호화 모드로 변경한다. 화면내 부호화로 전환된 블록은 기존의 인트라 블록과 같은 형태로 부호화 된다. 화면내 부호화로 전환되지 않은 블록들은 JND에 따라 적응적으로 더해져 저주파 밴드 영상을 생성한다. JND는 영상에 따라 그 값이 적응적으로 변경되는데 변경의 요인이 잡음의 가시성에 따라 변하므로 저주파 영역의 시각적인 화질 향상을 가져오게 된다. 또한 매우 큰 움직임이 포함된 영상의 경우에도 잘못된 움직임 정보로 인해 화질이 저하되는 부분을 선별하여 부호화 모드를 변경시키기 때문에 화질 향상에 기여할 수 있다.

#### IV. 실험 결과

실험을 위하여 다양한 종류의 영상을 16장의 GOP로 설정하였으며 4단계를 갖는 시간 확장성을 적용하였다. 실험결과는 classic MCTF<sup>[12]</sup>와 content adaptive MCTF<sup>[3]</sup>, 그리고 제안한 알고리즘을 각각 모듈로 제작하고 이를 자체제작한 동일한 양자화, 엔트로피 코딩 모듈과 결합하여 도출하였다. 양자화, 엔트로피 코딩 모듈은 H.264 표준안의 양자화, 엔트로피 코딩 부분을 자체 제작하여 사용하였다. 알고리즘 적용 시 지역분산을 계산하기 위한 범위로  $3 \times 3$  영역의 픽셀을 사용하였으며 제안된 알고리즘의 파라미터인  $E_B$ 는 2로 설정하였다. 표 1은 각 알고리즘별로 16장의 프레임을 이용하여 MCTF를 4단계까지 적용한 후 PSNR을 비교한 것이다. 각각의 시퀀스는  $352 \times 288 @ 30 \text{ frame}$ 로 설정되었다. 알

표 1. MCTF level 4에서의 PSNR 비교 (dB)

Sequence	Algorithm	GOP1	GOP2	GOP3	GOP4	GOP5
Foreman	Classic MCTF	29.62	30.42	27.67	26.99	27.73
	Content Adaptive MCTF	30.40	30.94	27.87	28.40	30.18
	Proposed MCTF	30.85	31.16	27.92	28.82	30.41
Football	Classic MCTF	29.01	28.94	28.97	29.92	28.97
	Content Adaptive MCTF	29.08	29.01	29.04	29.99	29.00
	Proposed MCTF	29.13	29.21	29.16	30.26	29.19
Mobile	Classic MCTF	25.30	24.85	24.86	23.93	26.55
	Content Adaptive MCTF	27.60	27.02	27.19	26.03	27.63
	Proposed MCTF	27.73	27.66	27.44	26.55	27.79
Bus	Classic MCTF	27.64	27.14	27.37	27.57	27.69
	Content Adaptive MCTF	29.52	29.35	29.76	29.69	29.93
	Proposed MCTF	29.88	29.51	29.95	30.11	30.52
City	Classic MCTF	27.94	28.10	31.80	31.86	31.46
	Content Adaptive MCTF	37.01	31.09	32.87	32.99	31.61
	Proposed MCTF	37.85	32.92	33.63	33.12	31.72

고리즘에 따른 결과를 보면 제안한 알고리즘의 PSNR 결과가 소폭 증가한 것을 알 수 있는데 이는 영상내의 화면 간 부호화 중 움직임 정보가 올바르게 잘라지고 결정된 경우 이를 화면내 부호화 모드로 부호화를 함으로써 얻어졌다. 이러한 부호화 모드 전환은 시각적으로 잡음을 더 크게 느낄 수 있는 부분인 저주파 영역에서 더 자주 발생한다. PSNR의 증가는 content adaptive MCTF와 비교하여 작게는 0.15dB에서 크게는 0.84dB 정도로 일관적으로 증가하는 결과를 보였다.

그림 4는 Foreman과 Football 영상에 적용한 MCTF 4단계의 결과물이다. 결과 이미지를 보면 저주파 영역에서의 화질향상을 확인 할 수 있으며 update단계의 고주파 영역이 줄어들어 영상의 전체적인 화질이 향상 되었다. 화질의 향상은 영상 내 고주파 부분 보다는 저주파 부분에서 더 두드러져 보이는데 이는 저주파 영역에서 더 낮은 update 임계값을 갖기 때문이다.

결과 이미지의 저주파 영역을 살펴보면 classic MCTF방법에 비해 잡음이 줄어들었음을 확인할 수 있고, 고주파 영역을 살펴보면 부적절한 움직임 정보에 의한 잡음이 줄어들었음을 확인할 수 있다. Content adaptive MCTF와 제안한 MCTF를 비교해 보면 저주파 영역에서는 거의 동일한 결과를 보여

주고 있는데 특히 움직임이 적은 부분에서는 차이를 발견할 수 없다. 반대로 움직임이 있는 고주파 영역에서는 제안한 MCTF에서 잡음이 줄어든 것을 확인할 수 있다. 이는 올바르게 잘라진 움직임 정보를 갖는 블록을 선별하고 해당 블록을 화면내 부호화하여 화질의 향상을 얻을 수 있음을 말해준다.

그림 5는 MCTF의 단계별 PSNR 변화를 나타낸 그래프이다. 전반적으로 제안한 알고리즘의 결과가 약간 높은 PSNR을 나타내고 움직임이 큰 몇몇 프레임에서는 MCTF단계가 진행될수록 그 차이가 늘어남을 확인할 수 있다. 그림 6은 foreman 영상의 64프레임을 각각의 알고리즘에 적용하고 엔트로피 코딩 이후에 나온 bit수를 비교한 것이다. 제안한 알고리즘은 classic MCTF 방법과 비교했을 때 10bit에서 2000bit 정도가 줄어들었으며 content adaptive MCTF와 비교하면 5bit에서 약 580bit 정도가 늘어나 평균적으로 약 240bit 정도가 늘어난 결과를 보여준다. Content adaptive MCTF와 비교하였을 때 이렇게 비트수가 일부 증가하는 것은 일부 올바르게 잘라진 움직임 정보를 가진 블록을 화면내 부호화로 전환하여 부호화 하면서 발생한 것이다. 결과적으로 content adaptive MCTF에 비하여 약 0.5~0.7dB 정도의 PSNR 향상으로 보였으며 최종 비트수는 평균적으로 약 200bit 정도가 늘어나는

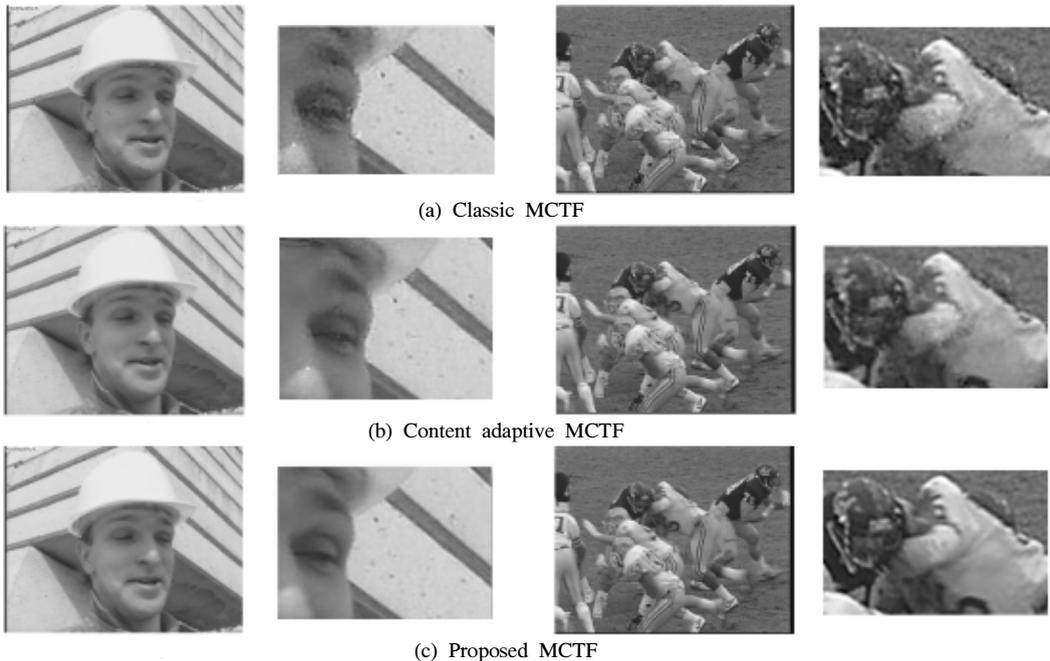


그림 4. Foreman과 Football을 이용한 알고리즘별 영상 결과물

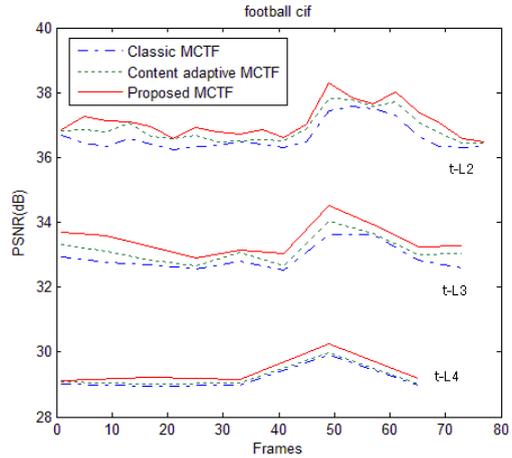
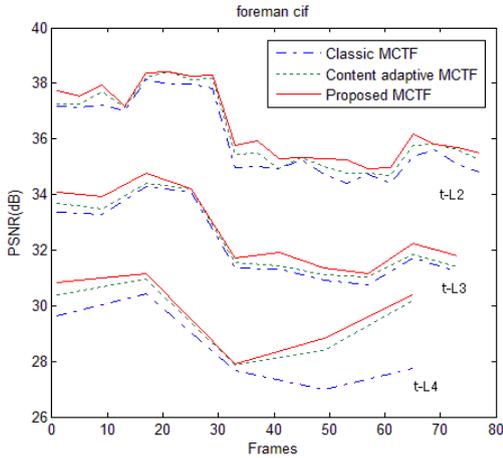


그림 5. MCTF 단계별 PSNR 비교

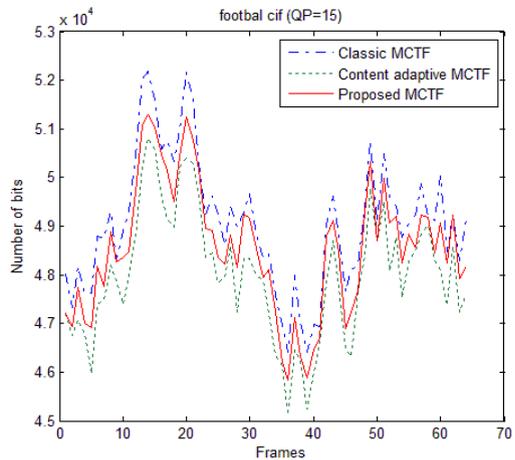
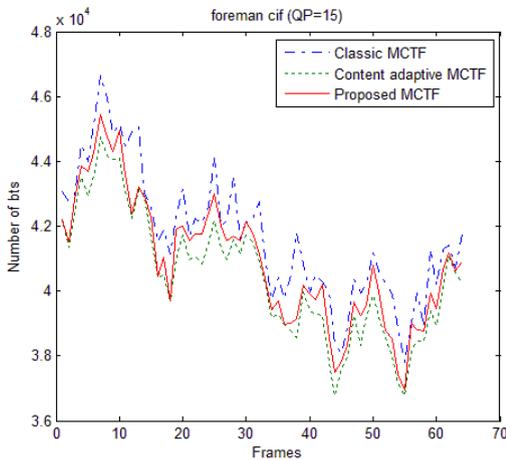


그림 6. 프레임별 bit수 비교

것으로 나타났다. 이는 압축률은 거의 동일하지만 평균적으로 0.5~0.7정도의 PSNR 향상을 가져온 결과를 보여준다.

### V. 결론

MCTF는 단계가 증가할수록 영상간의 시간차가 늘어나므로 올바른 움직임 정보를 찾는 것은 매우 힘들다. 프레임율이 낮은 영상을 추출하여 전송하게 될 경우 결과물의 화질이 저하되는 현상이 나타나게 된다. 본 논문에서는 content adaptive MCTF에서 사용된 JND값을 임계값으로 사용하여 화질 저하를 초래하는 블록을 찾아 화면내 부호화로 전환함으로써 화질을 개선시킬 수 있는 알고리즘을 제

안하였다. 제안된 알고리즘은 올바르게 않은 부호화 정보를 갖는 블록을 찾아내는 과정에서 JND를 적용하여 올바르게 않은 움직임 정보를 갖는 블록 선별 및 classic MCTF 알고리즘을 개선한다. 이는 적응적 MCTF에서 사용된 JND를 올바르게 않은 부호화 정보를 갖는 블록을 찾아내는데 한 번 더 사용하여 올바르게 않은 움직임 정보를 갖는 블록을 선별, 기존의 MCTF 알고리즘을 개선할 수 있다. 이러한 개선은 지역 분산을 이용한 JND값을 이용하여 새로운 업데이트 기능을 만들고 이를 통하여 부호화 모드를 이미지 화소값에 따라 적응적으로 선택함으로써 복잡도가 늘어나지는 않지만 PSNR의 향상을 이룰 수 있다. 또한 JND 임계값 범위를 조절을 통하여 모바일 영상기기 등의 무선 등의 채널

대역폭의 변화가 잦은 전송 환경에서 피드백 정보로 사용이 가능하다.

참 고 문 헌

[1] S. Choi and J. W. Woods, Motion Compensated 3-D Subband Coding of Video, IEEE Trans. Image Process., 8, pp.155-167, Feb. 1999

[2] N. Mehrseresht, and D. Taubman, Adaptively weighted update steps in motion compensated lifting based on scalable video compression. IEEE Int. Conf. on Image Processing (ICIP2003), Barcelona, Vol.2, pp.771 - 774, Sept. 2003

[3] L. Song, J. Xu, H. Xiong and F. Wu, Content adaptive update for lifting based motion compensated temporal filtering, Electronics Letters Vol.41, Issue 1, pp.14-16 , Jan. 2005

[4] N. Mehrseresht and D. Taubman, An efficient content-adaptive motion-compensated 3-D DWT with enhanced spatial and temporal scalability, Image Processing, IEEE Transactions on, 2006

[5] A. M. Tekalp, Digital Video Processing, Prentice-Hall, Englewood cliffs, NJ, 1995

[6] P. Chen and John. W. Woods, Comparison of MC-EZBC and H.26L TML 8 on Digital Cinema Test Sequences, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, MPEG2002/8130, Cheju Island, Mar. 2002

[7] John W. Woods, Multidimensional signal, image and video processing and coding, Academic press, pp.420-423, 2006

[8] S. Voloshynovskiy, A. Herrigel, N. Baumgaertner , and T. A. Pun, stochastic approach to content adaptive digital image watermarking, International Workshop on Information Hiding, Vol.LNCS1768 of Lecture Notes in Computer Science, Dresden, pp.212-236, Oct. 1999

[9] C. I. Podilchuk and W. Zeng, Image Adaptive Watermarking Using Visual Models, IEEE J. Selected Areas in Comm., Vol.16, No. 4, 1998.

[10] M. A. Qureshi and R. Tao, Technical Challenges for Digital Watermarking, IMACS Multiconference on Volume 1, pp.444-447, Oct. 2006

[11] M. Bouchakour, G. Jeannic and F. Atrousseau, JND mask adaptation for wavelet domain watermarking, Multimedia and Expo, 2008 IEEE International Conference, pp.201-204, 2008

[12] JVT G050r1, Draft ITU-T recommendation and final draft international standard of joint video specification (ITU-T Rec. H.264/ISO/ IEC 14496-10 AVC), May 2003

허 재 성 (Jae-Seong Heo)

준회원



2007년 2월 동국대학교 정보통신공학과 (공학사)  
2008년 현재 동국대학교 정보통신공학과 석사 수료  
<관심분야> 데이터 압축, 멀티미디어 영상통신

류 철 (Chul Ryu)

중심회원



1989년 Florida Institute of Technology 컴퓨터공학과 공학사  
1991년 Polytechnic University 전기공학과 공학석사  
1997년 Polytechnic University 전기공학과 공학박사  
1998년~1999년 LG 정보통신연구소 선임연구원  
1999년~현재 동국대학교 IT학부 부교수  
<관심분야> Visual Communication, High Resolution Reconstruction, Joint Source Coding