

특집논문 (Special Paper)

방송공학회논문지 제17권 제5호, 2012년 9월 (JBE Vol. 17, No. 5, September 2012)

http://dx.doi.org/10.5909/JBE.2012.17.5.734

ISSN 1226-7953(Print)

제 2차 잔차 변환을 이용한 HEVC 무손실 인트라 코딩

곽재희^{a)}, 이영렬^{a)†}

Secondary Residual Transform for Lossless Intra Coding in HEVC

JaeHee Kwak^{a)} and Yung-Lyul Lee^{a)†}

요 약

차세대 영상압축 표준인 HEVC (High Efficiency Video Coding)에 적용되는 새로운 인트라 코딩 기법은 잔차 변환을 기반으로 하고 있다. HEVC는 공간상의 중복성을 줄이기 위해 다양한 방향의 공간 예측 방식을 하도록 만들어졌으며, 이를 위해 부호화 하려는 블록의 주변 화소들을 활용하고 있다. 본 논문에서 제안하는 HEVC 표준에서의 새로운 무손실 인트라 코딩 방식은, 공간적 예측을 위해 화소 단위 DPCM (Difference Pulse Code Modulation)을 수행하면서도 잔차 변환과, 잔차 변환의 결과로 얻어지는 잔차 신호에 대해 잔차 변환을 재차 시행하는 제 2차 잔차 변환을 사용하여 블록 단위 처리 구조를 유지하고 있다. 결과에서 보여지는 대로, 새로운 무손실 인트라 코딩 방식은 기존의 HEVC 표준과 비교하였을때 비트레이트를 평균 약 6.45%정도 감소시킨다.

Abstract

A new lossless intra coding method based on residual transform is applied to the next generation video coding standard HEVC (High Efficiency Video Coding). HEVC includes a multi-directional spatial prediction method to reduce spatial redundancy by using neighboring samples as a prediction for the samples in a block of data to be encoded. In the new lossless intra coding method, the spatial prediction is performed as samplewise DPCM (Difference Pulse Code Modulation) but is implemented as block-based manner by using residual transform and secondary residual transform on the HEVC standard. Experimental results show that the new lossless intra coding method reduces the bit rate by approximately 6.45% in comparison with the lossless intra coding method previously included in the HEVC standard.

Keyword : HEVC, intra coding, lossless video coding, differential pulse code modulation (DPCM), residual transform.

a) 세종대학교 컴퓨터공학과 DMS 연구실 (DMS Lab. Dept. of Computer Engineering, Sejong University)

† Corresponding Author : 이영렬 (Yung-Lyul Lee)

E-mail: yllee@sejong.ac.kr

Tel: +82-2-3408-3753 Fax: +82-2-3408-4321

※ 본 논문은 일부 중소기업청에서 지원하는 2011년도 산학연공동기술개발사업(No. 00044957)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

· Manuscript received July 16, 2012 Revised September 5, 2012

Accepted September 5, 2012

1. 서 론

최근 ITU-T VCEG와 ISO/IEC MPEG은 JCT-VC (Joint Collaborative Team on Video Coding)을 조직하여 차세대 동영상 압축표준인 HEVC^[1]의 개발을 진행하고 있으며, 이에 따라 고화질, 고해상도를 지원하는 여러 기술들이 적용되고 있다. 현재는 대부분 손실 동영상 압축에 대한 기술

또는 방법들이 제안되고 있으며, 의료영상 혹은 영화 콘텐츠 사업 등에서 데이터 손실 없는 압축 기술의 필요에 대한 요구에 의해 손실압축을 기반으로 변환과 양자화를 수행하지 않는 무손실 동영상 압축에 대한 필요성^[2] 및 방법들^[3-4]이 제안되고 있으며, 현재 HM 6.2에서의 무손실 압축은 손실압축과 동일한 예측방식을 사용하고 있다.

HEVC는 압축 효율 향상을 위해 CU (Coding Unit), PU (Prediction Unit), TU (Transform Unit)을 포함하는 계층적 블록 구조^[5-7]를 갖는다. CU는 깊이에 따른 계층적 분리 구조를 갖는 기본적인 코딩 단위로, HEVC의 참조 소프트웨어인 HM 6.2를 기준으로 최대 깊이 4인 64x64 크기의 LCU부터 깊이 1의 8x8 CU까지 정의 되어있다. 예측을 수행하는 단위인 PU는 인트라 예측에서 CU의 크기를 기준으로 2Nx2N과 NxN의 형태를 가지며, NxN PU의 경우 8x8 CU에서만 적용이 된다. 변환과 양자화의 기준이 되는 TU는 정의된 깊이에 따라 분리가 되며 32x32부터 4x4까지의 크기를 갖는다. 이 구조에 따라, 인트라 코딩에서도 예측 블록을 형성하기 위해 이미 복원된 주위의 블록으로부터 참조 화소를 구하게 된다. 이는 화소 간의 거리를 고려하지 않고 방향성만을 고려하기 때문에 공간적 중복성 제거에 어려움이 있을 수 있다.

이 문제를 해결하기 위해 현재 블록 내 화소 또한 참조 화소로 이용하는 화소 단위 DPCM을 사용 할 수 있지만 복원 과정에서 블록 단위 처리가 되지 않아 현재 표준에 적용에는 실질적으로 어려움이 있다. 따라서 본 논문에서는 인접한 화소를 이용하면서도 블록 단위 처리가 가능한 잔차 변환과 제 2차 잔차 변환을 제안하며 이러한 문제점의 해결 방안을 제시한다.

본 논문의 구성은, II장에서는 기존 HEVC에서의 인트라 예측 방식에 대해 설명하고 그에 따른 문제점을 알아 보며, III장에서는 문제를 해결하기 위한 기존에 본 논문의 저자에 의하여 제안된 잔차 변환 (Residual Transform)을 설명하며, IV장에서는 압축 효율을 더욱 향상시키기 위해 제 2차 잔차 변환을 제안하며, V장에서는 제안하는 방식의 성능 측정을 하고, 마지막 VI장에서는 결론을 기술한다.

II. HEVC에서의 인트라 예측 방식

HEVC에서는 부호화 단위를 CU(Coding Unit)으로 정의 하며 깊이에 따라 64x64, 32x32, 16x16, 8x8의 크기를 가질 수 있다. 각 CU에 따라 인트라 예측을 수행하기 위해 PU (Prediction Unit)를 가지게 되는데. 참조 소프트웨어인 HM 6.2를 기준으로 CU크기와 동일한 2Nx2N의 크기의 PU를 가지며 8x8 CU에 대해서는 예외적으로 NxN크기의 PU, 즉 4x4크기의 PU를 가질 수 있다. HEVC에서는 블록 크기와 상관없이 예측을 위해 그림 1과 같이 방향성에 따라 다양한 형태의 모드를 지원하는데, Luma 성분에서는 35가지의 모드를 지원하며, Chroma 성분에서는 6가지의 모드를 지원한다^[8-13].

그림 1에서 표현된 방향에 따른 모드 외에도 Luma, Chroma 성분에 공통적으로 적용되는 planar 모드와 DC 모드, Chroma 성분에만 적용되는 LM 모드 (Intra_fromLuma)가 있다. 0번 인덱스를 가지는 planar 모드는 참조영역 우측 상단의 인접화소와 참조 영역 좌측 하단의 인접화소를 각각 참조영역 좌측 화소들과 상단 화소들에 보간을 하여서 예측 값을 얻고, 예측 값들의 평균을 구하여 최종 예측 화소

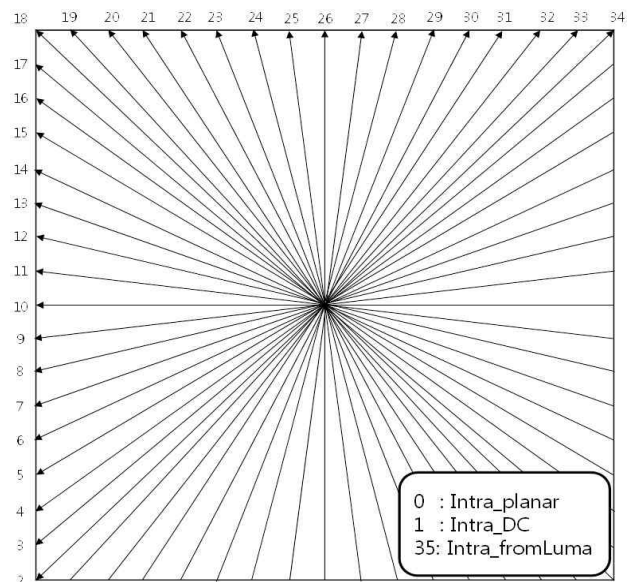


그림 1 . 인트라 예측 모드 방향
 Fig. 1. Intra prediction mode directions

로 활용되는 예측 방식이다.

1번 인텍스의 DC 모드는 종전의 AVC/H.264^[14]에서 사용하였던 것과 마찬가지로 참조영역 상단과 좌측 화소들의 평균 값을 구하여 예측 샘플로 활용하는 방식이다. Chroma 성분에서만 사용 되는 LM 모드 (intra_fromLuma)는 Chroma 성분과 Luma 성분의 상관관계를 활용하여 이미 복원된 주변의Luma 성분과 Choma 성분의 관계로 매개변수를 추출하여 현재 PU 내의 Luma 성분에 반영하여 Chroma 성분을 예측하는 방식이다.

Luma 성분과 다르게 Chroma 성분의 경우는 그림 1에 나타낸 모든 방향성을 사용하지 않으며 planar 모드, DC 모드, 수평 방향, 수직 방향, LM 모드, DM 모드 (현재 PU 내의 Luma 성분과 동일한 모드를 사용) 만을 예측에 사용한다.

방향성을 가지는 (2~34번 모드) 예측에 대한 예시로 수

직 방향 (모드 26)에서의 예측을 보면, 현재 블록과 인접한 상단, 우측 상단, 좌측, 좌측 하단의 화소를 참조 화소로 가지게 되며 모드의 방향성을 고려하면 현재 블록의 상단 인접 화소를 참조하게 된다. 현재 블록 내의 화소와 상단 인접 화소와의 차를 구하여 잔차 신호를 구하게 되는데 그림 2를 참조하여 첫 번째 열의 잔차 신호 생성 식을 보면 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 r_{0,0} &= p_{0,0} - l_{0,0} \\
 r_{1,0} &= p_{1,0} - l_{0,0} \\
 r_{2,0} &= p_{2,0} - l_{0,0} \\
 &\dots \\
 r_{N-1,0} &= p_{N-1,0} - l_{0,0}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

식 (1)에서의 잔차 신호 r은 무손실 동영상 압축 시, 변

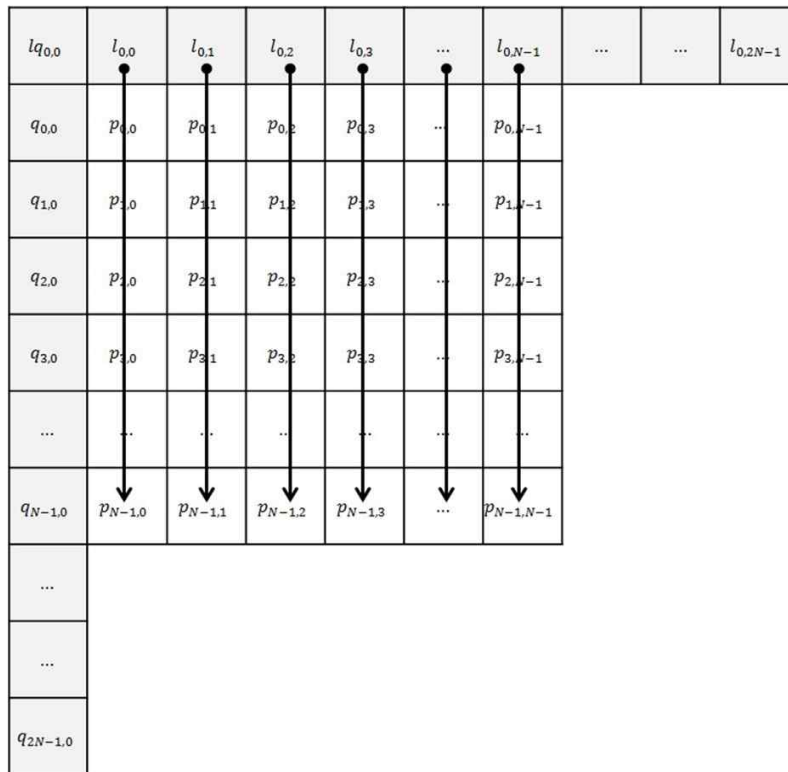


그림 2 . NxN블록에서의 모드 26 (수직 방향) 인트라 예측
 Fig. 2. Intra prediction mode 26 (vertical direction) for NxN block

환과 양자화를 거치지 않고 엔트로피 코딩을 거쳐서 디코더로 전송이 되게 되며, 디코더 측에서는 전송받은 잔차 신호를 이용하여 블록 단위의 처리 구조로 복원을 하게 된다.

그림 1에서 보여지는 다른 모드들도 역시 유사한 방식으로 예측이 수행되게 되며 이러한 과정의 특성에 따라 참조 화소와 현재 블록 내의 화소간의 거리는 고려되지 않는다. 이로 인하여 특히 무손실 동영상 압축에서는 변환과 양자화를 거치지 않기 때문에 잔차 신호의 크기가 압축 효율에 큰 영향을 미친다.

III. 제안하는 무손실 동영상 압축 방식

기존의 공간적 예측 방식은 참조 화소와 현재 블록 내의 화소의 거리에 관계없이 수행된다. 따라서 참조 화소와 현재 블록 내의 화소간의 거리가 멀어질수록 유사성이 떨어지면서 잔차 신호가 커질 확률이 높아지게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 현재 블록 내의 인접화소를 참조하면서 블록 단위 코딩을 해치지 않는 (본 논문의 저자들중 한 저자에 의하여 제안된) 잔차 변환 (residual transform)을 사용할 수 있다^[15-18]. 여기서 제안된 방법은 코딩의 효율과 복잡도를 고려하여, 정수 단위 화소를 참조하면서 모드 선택 확률이 높은 수평 방향 (모드 10)과 수직 방향 (모드 26)만을 잔차 변환에서 활용하며, 두 방향에 대해서는 기존 HEVC의 예측 방식만 사용하는 방법은 적용되지 않는다. 수평 방향 (모드 10)과 수직 방향 (모드 26)을 제외한 방향성을 지닌 나머지 모드들의 경우, 다양한 크기의 예측 블록에 대해 항상 정수 단위의 화소만 참조하지 않아 정확한 화소 단위 예측을 위해서는 예측시마다 보간과정을 거치기 때문에 복잡도가 크게 증가하게 된다.

1. 수직 방향 (모드 26) 예측에서의 잔차 변환

식 (1)로 표현되는 HEVC에서의 수직 방향 (모드 26) 예측과 다르게, 수직 방향에서의 NxN블록의 첫 번째 열에 대한 화소 단위 DPCM은 다음과 같이 계산 될 수 있다.

$$\begin{aligned} r'_{0,0} &= p_{0,0} - l_{0,0} \\ r'_{1,0} &= p_{1,0} - p_{0,0} \\ r'_{2,0} &= p_{2,0} - p_{1,0} \\ &\dots \\ r'_{N-1,0} &= p_{N-1,0} - p_{N-2,0} \end{aligned} \quad (2)$$

식 (2)에서의 $r'_{0,0}$, $r'_{1,0}$, $r'_{2,0}$ 과 $r'_{N-1,0}$ 는 화소 단위 DPCM을 수행하여 결과로 얻어진 잔차 신호를 뜻하며, 인코더에서 위 잔차 신호를 블록 단위로 전송을 하게 된다. 디코더 측에서는 전송받은 잔차 신호를 식 (2)와 동일하게 계산을 하여 복원을 적용할 수 있지만, 화소 단위 DPCM의 특성상 이전 화소의 복원이 이루어져야 현재 화소의 복원이 진행이 되어 블록 단위 처리 구조를 해치게 된다. 예를 들면, 식 (2)와 같이 수직 방향에서 $p_{2,0}$ 을 복원하기 위해서는 $p_{1,0}$ 이 복원되어야 하고, $p_{1,0}$ 이 복원되기 위해서는 $p_{0,0}$ 이 복원되어야 한다.

블록 단위 처리 구조가 되지 않는 디코더 측에서의 문제를 해결하기 위해, 우리는 디코더에서 잔차 변환을 적용하였으며, 잔차 변환은 아래와 같이 전송 받은 잔차 신호를 이용하여 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} p_{0,0} &= r'_{0,0} + l_{0,0} \\ p_{1,0} &= r'_{0,0} + r'_{1,0} + l_{0,0} \\ p_{2,0} &= r'_{0,0} + r'_{1,0} + r'_{2,0} + l_{0,0} \\ &\dots \\ p_{N-1,0} &= r'_{0,0} + r'_{1,0} + \dots + r'_{N-1,0} + l_{0,0} \end{aligned} \quad (3)$$

또한 위의 식 (3)을 일반화 하여, 아래와 같은 NxN 블록 첫 번째 열의 관계식을 얻을 수 있다.

$$p_{i,0} = l_{0,0} + \sum_{k=0}^i r'_{k,0}, \quad 0 \leq i \leq N-1. \quad (4)$$

식 (4)는 아래와 같은 행렬로 표현이 가능하다.

$$\begin{bmatrix} p_{0,0} \\ p_{1,0} \\ \dots \\ p_{N-1,0} \end{bmatrix} = l_{0,0} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \dots \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 100\dots 0 \\ 110\dots 0 \\ \dots \\ 111\dots 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r'_{0,0} \\ r'_{1,0} \\ \dots \\ r'_{N-1,0} \end{bmatrix} \quad (5)$$

식 (5)에서 표현하는 행렬은 기존 HEVC에서의 손실 동영상 압축에서 사용되는 일반적인 공간적 잔차 신호의 변환보다 단순한 공간적 잔차 변환으로 볼 수 있으며, 이에 따라 화소 단위 DPCM예측을 이용한 화소 복원 과정은 계산 복잡도를 증가시키지 않는다.

2. 수평 방향 (모드 10) 예측에서의 잔차 변환

수평 방향에서의 잔차 변환은 수직 방향에 적용한 것과 마찬가지로 수행되며, 첫 번째 행에 대한 행렬식은 식 (6)과 같다. 기존 HEVC의 수평 방향 예측 후, 동일한 방향으로 잔차 변환을 수행해 줌으로써 화소 단위 DPCM과 동일한 결과를 가지면서 블록 단위 처리 구조를 유지하는 무손실 인트라 코딩이 가능하다.

그림 1에서 표현된 수직 방향 (모드 26)과 수평 방향 (모드 10) 외의 기타 예측 모드에 대해서도 역시 동일한 잔차 변환 방법을 적용이 가능하나, 코딩 효율 및 복잡성을 고려하여 제안된 기술에서는 제외 하였다.

$$\begin{bmatrix} p_{0,0} \\ p_{0,1} \\ \dots \\ p_{0,N-1} \end{bmatrix} = l_{0,0} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \dots \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 100\dots 0 \\ 110\dots 0 \\ \dots \\ 111\dots 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r'_{0,0} \\ r'_{0,0} \\ \dots \\ r'_{0,N-1} \end{bmatrix} \quad (6)$$

IV. 제안하는 제 2차 잔차 변환 (Secondary Residual Transform)

잔차 변환의 경우, 현재 화소와 인접한 화소 값의 차이가 크지 않다는 공간적 중복성을 이용하여 적용하는 방식이다.

우리는 이러한 공간적 특성에 대해 더 관찰해 본 결과, 현재 블록 내에서 예측 방향을 따라 인접한 화소 간의 값의 차이가 일정하게 증가하거나 감소하는 경우를 발견하였다. 일반적으로 말해서, 현재 블록 내 화소 간의 값이 등차수열과 유사한 형태를 띄고 있는 경우를 보이는 것이다. 이에 따라, 등차수열의 형태를 보이는 블록에 대해서 잔차 변환을 수행 후, 재차 동일한 방법의 잔차 변환 (Secondary Residual Transform)을 수행할 경우 코딩효율을 약간 향상시킬 수 있었다.

기존의 예측과 같이 수평 방향 혹은 수직 방향에 대해 기존 HEVC의 예측을 수행 한 후, 잔차 변환을 수행하여 얻은 잔차 신호로 이루어진 잔차 블록에 대해 한번 더 잔차 변환을 수행하여 잔차 신호를 얻어 내는 것이 제 2차 잔차 변환 (secondary residual transform)이며 첫 번째 열에 대한 제 2차 잔차 변환은 식 (2)에 기반하여 다음과 같은 식으로 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} r''_{0,0} &= r'_{0,0} \\ r''_{1,0} &= r'_{1,0} - r'_{0,0} \\ r''_{2,0} &= r'_{2,0} - r'_{1,0} \\ &\dots \\ r''_{N-1,0} &= r'_{N-1,0} - r'_{N-2,0} \end{aligned} \quad (7)$$

식 (7)에서 $r''_{0,0}, r''_{1,0}, \dots, r''_{N-1,0}$ 는 잔차 변환을 한번 수행하여 얻어낸 $r'_{0,0}, r'_{1,0}, \dots, r'_{N-1,0}$ 로 구성된 잔차 변환에 한번 더 잔차 변환을 적용한, 즉 제 2차 잔차 변환을 수행하여 얻어낸 잔차 신호이다.

따라서 본 논문에서 제안하는 잔차 변환 및 제 2차 잔차 변환을 이용한 무손실 압축방식은 그림 3과 같이 나타낼 수 있다.

여기서 제안하는 제 2차 잔차 변환은 기존의 잔차 변환과 마찬가지로 수평 방향과 수직 방향에만 적용되며 블록에 따라 선택적으로 적용된다. 선택적 적용을 위해서 현재 CU에 대해 기존의 HEVC에서 사용되는 35개 모드에 대한 인트라코딩, 수평 및 수직 방향에 대한 잔차 변환 및 선택적

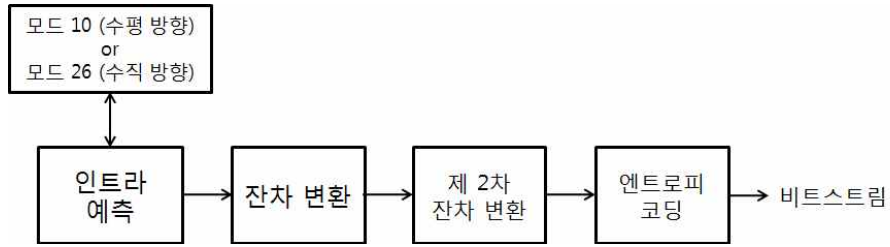


그림 3. 잔차 변환 및 제 2차 잔차 변환을 이용한 무손실 압축방식 과정
 Fig. 3. Lossless compression using residual transform and secondary residual transformation process

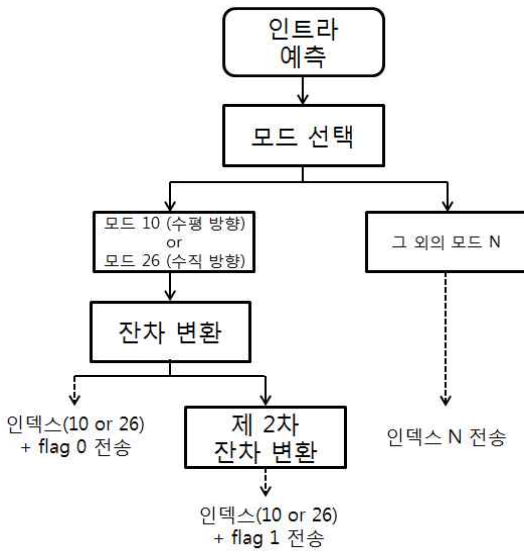


그림 4. 제안하는 방식에 대한 모드 코딩
 Fig. 4. Mode number coding for proposed method

제 2차 잔차 변환을 모두 수행한 후, RD cost를 비교하여 더 좋은 압축 효율을 보이는 방법을 선택하고, 수평 방향 혹은 수직 방향의 모드 전송 시 플래그를 삽입하여 디코더에서 잔차 변환 혹은 제 2차 잔차 변환에 대한 정보를 얻을 수 있도록 하는 방식을 사용하였다. 선택적 제 2차 잔차 변환에 의한 모드 전송 방식은 그림 4와 같이 나타낼 수 있다.

V. 실험 결과

본 논문에서 제안하는 제 2차 잔차 변환은 HEVC 참조 소프트웨어인 HM 6.2에서 구현되었으며 HEVC의 공통 실

험조건^[19]에 맞추어 실행하였다. 실험 결과의 비교를 위하여 제 2차 잔차 변환의 결과 뿐만 아니라 잔차 변환만을 같은 조건으로 구현하여 결과를 비교 하였다. 코딩 구조는 all intra로 설정 되었으며 무손실 동영상 압축을 위해 QP는 0, LosslessCuEnabled를 1로 설정하여 변환과 양자화를 수행하지 않는 lossless mode로 설정하였다.

공통 실험조건에 명시된 영상의 분류는 영상의 해상도에

표 1. 실험용 영상들
 Table 1. Test Sequence

클래스	영상 명	초당 프레임 수	총 프레임 수
A	Traffic	30fps	150
A	PeopleOnStreet	30fps	150
A	Nebuta	60fps	300
A	SteamLocomotive	60fps	300
B	Kimono	24fps	240
B	ParkScene	24fps	240
B	Cactus	50fps	500
B	BQTerrace	60fps	600
B	BasketballDrive	50fps	500
C	RaceHorses	30fps	300
C	BQMall	60fps	600
C	PartyScene	50fps	500
C	BasketballDrill	50fps	500
D	RaceHorses	30fps	300
D	BQSquare	60fps	600
D	BlowingBubbles	50fps	500
D	BasketballPass	50fps	500
E	FourPeople	60fps	600
E	Johnny	60fps	600
E	KristenAndSara	60fps	600
F	BaskeballDrillText	50fps	500
F	ChinaSpeed	30fps	500
F	SlideEditing	30fps	300

표 2. 실험 결과
Table 2. Experimental Result

	bit rate			Saving bit (%)	
	HM 6.2	방법 1	방법 2	VS. 방법 1	VS. 방법 2
클래스 A	4570044.81	4259648.65	4241087.99	7.29	7.76
클래스 B	2600881.25	2512758.93	2510958.81	3.51	3.58
클래스 C	479084.17	459282.53	458816.61	4.31	4.42
클래스 D	129756.80	122419.92	122206.63	5.99	6.18
클래스 E	753039.43	695980.15	693257.01	8.20	8.62
클래스 F	328592.92	299350.62	298454.45	9.77	10.10
전체	8861399.40	8349467.81	8324781.53	6.13	6.45

따라 클래스로 구분되며 클래스 A는 2560x1600, 클래스 B는 1920x1080, 클래스 C는 832x480, 클래스 D는 416x240, 클래스 E와 F는 1280x720의 해상도를 가진다. 각 클래스의 영상과 영상의 총 프레임 수, 초당 프레임 수는 표 1에 명시하였다.

압축 효율 비교를 위하여 RQT depth를 기존 HM 6.2와 제안된 기술 모두 1로 설정하였으며 bit rate를 기준으로 압축 효율을 나타내었다.

표 3. 인코딩 및 디코딩 복잡도
Table 3. Complexities of encoding and decoding

	평균 인코딩 시간 (%)	평균 디코딩 시간(%)
전체 평균 % (HM6.2 대비)	117	91

표 2는 각 영상 클래스 별로 bit rate를 합하여 기존의 방식과 제안하는 방식의 bit rate가 감소된 비율로 비교를 한 것이다. 표 2에서의 ‘방법 1’은 그림 3에서 잔차 변환만을 적용하였을 때의 결과이며 ‘방법 2’는 그림 3에서 알수 있듯이 선택적으로 제 2차 잔차 변환까지 적용하였을 때의 결과이다. HM6.2를 기준으로 비교하여 ‘방법 1’, 즉 잔차 변환의 경우 평균 6.13%의 압축 성능 향상을 보였고 ‘방법 2’, 즉 제 2차 잔차 변환의 경우 클래스 F에서 10.10% 향상되며 가장 높은 효율을 보였고 전체 영상의 평균으로 계산

하였을 때 6.45% 향상된 압축 효율을 보였다.

표 3은 HM 6.2와 비교하여 전체 영상에 대한 인코딩 시간과 디코딩 시간을 비교하여 복잡도를 표현한 것이다. 전체 영상에 대한 제 2차 잔차 변환의 인코딩 시간은 HM 6.2 대비 17%가 증가하였는데, 이는 현재 HM의 참조소프트웨어의 구현상 RD cost 비교 과정을 추가로 진행하기 때문에 증가하는 복잡도이며 RD cost 비교 과정의 후보군을 줄임으로써 성능 감소 없이 복잡도 감소가 가능하다. 평균 디코딩 시간의 경우 HM 6.2 대비 9%가 줄었는데, 이는 인트라 예측 시, 정수 화소를 참조하여 따로 화소간 보간을 하지 않는 수평 방향과 수직 방향의 선택비율이 증가함에 따라 계산량이 감소한 것으로 판단된다.

VI. 결론

본 논문에서는 잔차 변환과 제 2차 잔차 변환의 선택적 적용을 제안하였다. 이를 통하여 화소 단위 DPCM과 결과 값을 가지면서도 기존 HEVC의 블록 단위 처리 구조를 해하지 않는 무손실 동영상 압축이 가능해지게 되었다. HEVC에서 무손실 동영상 압축을 하였을 때 기존 방식과 비교하여 잔차 변환 적용 시에는 평균 약 6.13%, 선택적 제 2차 잔차 변환을 적용 하였을 때에는 평균 약 6.45%의 압축 효율 향상을 보여주고 있다.

참 고 문 헌

- [1] B. Bross, W.-J. Han, G. J. Sullivan, J.-R. Ohm, T. Wiegand, "High efficiency video coding (HEVC) text specification draft 7", document JCTVC-I1003, Jul. 2012.
- [2] W. Gao, M. Jiang, H. Yu, "AHG19: A QP-based enabling method for lossless coding in HEVC". document JCTVC-H0528, Feb. 2012.
- [3] Minhua Zhou, "AHG19: Mehod of frame-based lossless coding mode for HEVC". document JCTVC-H0083, Feb. 2012.
- [4] W. Gao, M. Jiang, H. Yu, M. Zhou, "AHG19: A lossless coding solution for HEVC". document JCTVC-H0530, Feb. 2012.
- [5] G. J. Sullivan and R. L. Baker, "Efficient quadtree coding of images and video", IEEE Trans. Image Process, Vol. 3, no.3, pp. 327-331, May 1994.
- [6] M. Winken, S. Boße, B. Bross, etc, "Description of video coding technology proposal by Fraunhofer HHI". document JCTVC-A116, Apr. 2010.
- [7] K. McCann, W. J. Han, etc, "Samsung's response to the call for proposals on video compression technology," Joint Collaborative Team on Video Coding(JCT-VC) of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, 1st meeting, JCTVC-A124, Apr. 2010.
- [8] K. Ugur, K. R. Andersson, A. Fuldseth, "Video coding technology proposal by Tandberg, Nokia, and Ericsson". document JCTVC-A119, Apr. 2010.
- [9] J.-H. Min, S. Lee, etc, "Unification of the directional intra prediction methods in TMuC". document JCTVC-B100, Jul. 2010.
- [10] Frank Bossen, T. Tan, "Simplified angular intra prediction". document JCTVC-B093, Jul. 2010.
- [11] J. Chen, V. Seregin, etc, "CE6.a.4: Chroma intra prediction by reconstructed luma samples". document JCTVC-E266, Mar. 2011.
- [12] S. Kanumuri, Frank Bossen, "CE6.e/f: Planar mode experiments and results". document JCTVC-E321, Mar. 2011.
- [13] S.-C. Lim, H. Y. Kim, J. S. Choi, "Non-CE6: Simplification of intra vertical/horizontal prediction". document JCTVC-H0238, Feb. 2012.
- [14] ITU-T and ISO/IEC, "Advanced Video Coding for Generic Audiovisual Services," ITU-T Rec. H.264 and ISO/IEC 14496-10, version 17, Jun. 2011.
- [15] Y.-L. Lee and K.-H. Han, Lossless Coding for Professional Extensions, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T Q6/SG16 JointVideo Team document JVT-L017, Jul. 2004.
- [16] Y.-L. Lee, K.-H. Han, and S.-C. Lim, Lossless Intra Coding for Improved 4:4:4 Coding in H.264/MPEG-4 AVC, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T Q6/SG16 Joint Video Team document JVT-P016, Jul. 2005.
- [17] Y.-L. Lee and K.-H. Han, Complexity of the Proposed Lossless Intra, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T Q6/SG16, Document JVT-Q035r1, Oct. 2005.
- [18] Y.-L. Lee, K.-H. Han and G. J. Sullivan, "Improved Lossless Intra Coding for H.264/MPEG-4 AVC", IEEE Trans. Image Process., vol. 15, no. 9, pp. 2610-2615, Sep. 2006.
- [19] Frank Bossen, "Common test conditions and software reference configurations". document JCTVC-I1100, May. 2012.

저 자 소 개



곽 재 희

- 2011년 2월 : 세종대학교 컴퓨터공학과(학사)
- 현재 : 세종대학교 컴퓨터공학과(석사과정)
- 주관심분야 : 영상압축, H.264/AVC, HEVC



이 영 렬

- 1985년 2월 : 서강대학교 전자공학과(학사)
- 1987년 2월 : 서강대학교 전자공학과(석사)
- 1999년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(박사)
- 1987년 1월 ~ 1994년 2월 : 삼성전자 중앙연구소 DMS Lab. 선임연구원
- 1999년 3월 ~ 2001년 8월 : 삼성전자 중앙연구소 DMS Lab. 수석연구원
- 2001년 9월 ~ 현재 : 세종대학교 컴퓨터공학부 컴퓨터공학과 교수
- 주관심분야 : 영상처리(압축, 복원), 영상전송, 멀티미디어 시스템, 3차원 비디오코딩, 트랜스코딩, Scalable 비디오 코딩