

## H.264 변환을 위한 DCT 도메인에서의 Intra 프레임 변환 기법

강진미<sup>o</sup> 이주경 정기동

부산대학교 컴퓨터공학과

{wolf<sup>o</sup>, jklee}@melon.cs.pusan.ac.kr, kdchung@pusan.ac.kr

### Intra Frame transcoding Scheme based on DCT-domain for H.264 Transcoding

Jinmi Kang<sup>o</sup>, Jookyong Lee, Kidong Chung

Dept. of Computer Engineering, Pusan National University

#### 요 약

최신의 동영상 압축 표준인 H.264[1]는 기존의 동영상 압축 표준에 비해 압축 성능이 매우 높으며 4x4 DCT(Discrete Cosine Transform)를 수행하는 특징이 있다. H.264 표준에서는 압축 효율을 높이기 위해 Intra 프레임 내의 이웃한 픽셀간의 연관성을 이용한 프레임 내 참조(Intra Prediction)를 수행한다. 그러므로 기존의 동영상 압축 데이터를 H.264로 변환하기 위해서는 Intra 프레임의 프레임 내 참조와 8x8 DCT 블록의 4x4 정수형 DCT 블록으로의 변환을 필수적으로 수행해야 한다. 또한, Intra 프레임은 GOP 내의 다른 프레임의 참조 대상이 되므로 변환 시 화질의 최적화가 필수적이다[2].

본 논문에서는 Intra 프레임의 변환 시 화질의 최적화를 위해 DCT 도메인 상에서 프레임 내 참조를 수행하는 기법을 제안한다. 제안된 기법은 추가적인 계산없이 DCT 변환으로 인한 오류를 줄여 변환된 Intra 프레임의 화질을 개선할 수 있다.

#### 1. 서 론

최근 디지털 신호의 처리, 저장, 전송 기술의 발달로 유무선 통신을 통한 멀티미디어 서비스가 가속화됨에 따라 방대한 양의 멀티미디어 데이터의 저장 및 전송을 위한 압축방식이 연구되어 왔으며 최근에는 ITU-T와 ISO가 공동으로 차세대 동영상 압축 표준인 H.264 (MPEG-4 AVC PART 10)를 제정하였다[1]. H.264는 다양한 네트워크 환경에 쉽게 적응할 수 있는 유연성과 동영상 압축의 효율성 측면에서 기존의 표준들에 비해 월등한 성능을 보여준다[2]. 그러므로 다양한 사용자의 미디어 사용 환경에서 맞추어 기존의 압축 데이터를 압축효율이 높은 H.264 변환할 필요성이 매우 높다.

H.264에서는 기존의 압축 표준과 달리 Intra 프레임의 압축 효율을 높이기 위해 프레임 내 참조 기법을 사용하므로 기존 압축 데이터의 Intra 프레임을 H.264의 Intra 프레임으로 변환하기 위해서는 프레임 내의 연관성을 예측 및 보상하는 과정이 필요하다. 또한, Intra 프레임은 Inter 프레임의 참조 대상이 되므로 영상의 화질을 최대화시키는 것도 중요하다.

본 논문에서는 MPEG-2 표준으로 압축된 데이터를 H.264 표준으로 변환할 때 화질을 향상시키는 Intra 프레임 변환 기법을 제안한다. 이 기법은 변환의 계산 복잡도를 줄이고 IDCT(Inverse DCT)와 DCT를 반복적으로 수행하는 것을 제거함으로써 화질을 높일 수 있는 변환된 DCT 도메인 기반으로 한다.

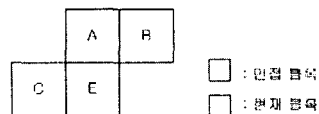
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 H.264 표준에서의 Intra 프레임 압축 기법 및 DCT 도메인 변환 관련 연구를 살펴보고 3장에서는 본 논문에서 제안하는 Intra 프레임 변환 기법을 알아보기로 한다. 4장에서는 실험결과를 살펴보고 5장에서 결론과 향후 연구에 대해 밝히도록 한다.

#### 2. 관련 연구

본 장에서는 H.264 표준의 Intra 프레임 압축기법을 알아보고 MPEG-2 표준에서 H.264 표준으로의 변환을 위한 DCT 도메인 트랜스코딩 관련 연구를 살펴본다.

##### 2.1 H.264 표준의 Intra 프레임 압축기법[1][3]

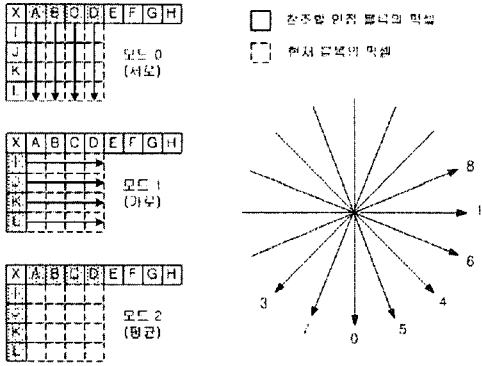
H.264 표준에서는 프레임 간의 연관성을 이용하여 움직임 예측과 보상을 수행하는 프레임 간 참조(Inter Prediction) 뿐만 아니라 프레임 내의 연관성을 이용한 프레임 내 참조를 수행하여 Intra 프레임의 압축 효율을 높인다.



(그림 1) 프레임 내 참조에서 사용되는 인접 블록

프레임 내 참조는 (그림 1)과 같이 동일 프레임 내에서 먼저 복원된 인접 블록을 이용하여 4x4 또는 16x16 픽셀단위로 참조한다. 세부적으로는 (그림 2)와 같이 4x4

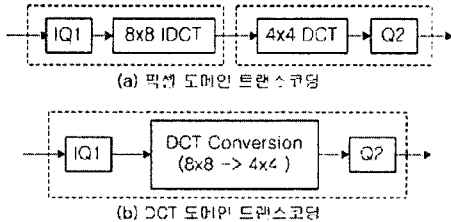
픽셀의 9가지 모드와 16x16 픽셀의 4가지 모드(가로, 세로, 평균, 대각선)로 총 13가지 중에서 압축 효율이 가장 높은 것을 선택하여 프레임 내 참조를 수행하게 된다.



(그림 2) 9가지의 4x4 픽셀 단위의 프레임 내 참조 모드

### 2.2 DCT 도메인에서의 포맷 변환[4]

실시간 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 압축 표준 변환에서는 빠른 포맷 변환이 필요하다. 최근에는 이전 표준의 복원 및 변환 표준으로의 복호화가 차례로 이루어지는 픽셀 도메인 변환 (그림 3 (a))에 비해 계산 복잡도를 낮추어 빠르게 변환시킬 수 있는 DCT 도메인에서의 변환(그림 3(b))에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.



(그림 3) MPEG-2에서 H.264로의 변환 예

DCT 상에서의 변환은 빠른 수행 속도뿐만 아니라 이전 표준 복원 과정에서의 IDCT와 새로운 표준의 부호화 과정에서 다시 DCT를 수행하여 발생하는 화질 열화를 방지할 수 있는 장점이 있다.

본 논문에서는 MPEG-2에서 H.264로의 DCT 도메인에서의 변환 구조를 기반으로 한다.

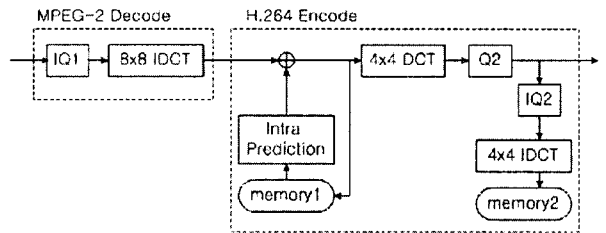
### 3. H.264의 Intra 프레임 변환 기법

H.264 표준은 DCT 수행단위가 8x8이었던 MPEG-2 표준과는 달리 빠른 계산과 데이터 무손실을 위해 4x4단위로 Integer DCT를 수행한다[2]. 또한 기존의 표준에서 사용하지 않았던 프레임 내 참조를 Intra 프레임에 적용하여 압축효율을 높인다. 그러나 DCT 상에서의 Intra 프

임 변환을 수행하기 위해서는 먼저 DCT 변환을 수행해야 하는 문제점이 발생하게 된다. 본 논문에서는 부가적인 계산없이 화질을 개선 할 수 있는 DCT 변환을 기반으로 하는 Intra 프레임 변환 기법을 제안한다.

#### 3.1 픽셀 도메인 변환 구조

압축 표준을 변환하기 위해서는 기본적으로 이전의 표준으로 부호화 된 데이터를 복호화하고 다시 새로운 표준으로 부호화하는 과정을 거치는 픽셀 도메인 변환 구조가 기본적이다. (그림 4)는 MPEG-2 표준의 Intra 프레임을 H.264 Intra 프레임으로 변환하는 픽셀 도메인 구조이다.



memory 1 : intra prediction을 위한 프레임 저장  
memory 2 : inter prediction을 위한 참조 프레임 저장

(그림 4) Intra 프레임의 변환을 위한 픽셀 도메인 구조

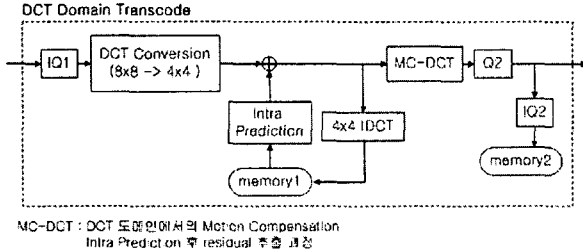
Cascade 방식의 기본적인 픽셀 도메인 구조에서는 8x8 IDCT를 수행하고 다시 4x4 DCT를 함으로써 DCT 변환에 따른 오류 값이 발생하게 된다. Intra 프레임의 오류 값은 P,B 등의 Inter 프레임으로 오류를 전파시켜 영상의 화질을 떨어뜨리게 된다.

그러므로 본 논문에서는 부가적인 계산없이 영상의 화질을 개선시킬 수 있는 DCT 도메인 구조에서의 Intra 프레임 변환 기법을 제안한다.

#### 3.2 제안하는 DCT 도메인 변환 구조

MPEG-2의 DCT 블록을 IDCT하고 다시 H.264의 4x4 블록 DCT를 수행하면 변환 과정에 오류가 발생하게 된다. 그러나 이 과정은 오류없이 행렬연산을 통하여 변환 가능하며 본 논문에서는 이 변환된 DCT를 기반으로 움직임 보상을 수행한다. 이 때 프레임 내 참조 기법의 압축 효율의 최적화를 위해 H.264 표준의 픽셀 도메인 참조기법을 이용한다. 즉, 최적의 참조모드는 픽셀도메인에서 계산하고 실제 보상은 변환된 DCT 도메인에서 수행한다. DCT 도메인에서 최적의 모드를 찾기 위해서는 행렬 연산으로 인한 계산복잡도가 높아지고 계산복잡도를 낮추려면 압축효율을 낮아지는 문제점이 발생하므로 본 논문에서는 픽셀 도메인에서의 연산과 동일한 계산복잡도를 유지하며 화질을 개선할 수 있도록 모드 참조와 보

상을 서로 다른 도메인에서 수행하도록 한다. (그림 5)는 H.264 변환에서 Intra 프레임 변환을 위해 제안하는 DCT 도메인 구조를 보여준다.



(그림 5) 제안된 DCT 도메인 Intra 프레임 변환 구조

4. 실험 및 성능 비교

본 장에서는 제안된 H.264 변환에서 Intra 프레임 변환 기법의 계산 복잡도 및 영상 화질의 성능을 평가한다. 계산 복잡도 비교는 수행되는 연산의 수를 계산하고 영상의 화질은 실험을 통한 결과를 객관적인 화질 측정 지수인 PSNR 값으로 비교한다.

4.1 Intra 프레임 변환 계산 복잡도

계산 복잡도의 성능은 변환 과정의 각 단계에서 수행되는 연산의 수로 측정한다. 이 때, 픽셀 도메인과 DCT 도메인 구조에서 공통적으로 수행되는 과정의 연산은 제외하고, 8x8 1개의 블록을 기준으로 행렬 연산으로 계산하였다. [표 1]의 결과와 같이 DCT 도메인에서 제안된 Intra 변환 기법은 비교 대상인 픽셀 도메인 변환의 연산 수와 동일하므로 추가적인 계산이 필요하지 않음을 알 수 있다.

[표 1] 계산 복잡도 비교

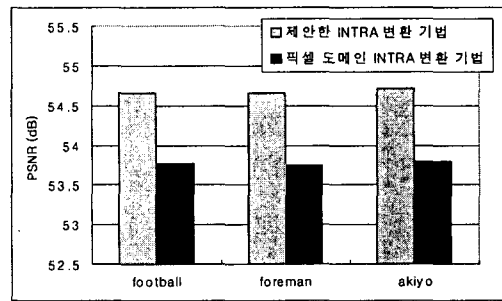
픽셀 도메인		제안된 DCT 도메인	
IQ1	공통 부분	IQ1	공통 부분
8x8 IDCT	$2*8*8*(8M+7A) = 1024M + 896A$	DCT Conversion	$2*4*8*(8M+7A) + 4*4*4*(8M+7A) = 1024M + 896A$
Prediction	공통 부분	4x4 IDCT	$4*2*4*4*(4M+3A) = 512M + 384A$
4x4 DCT	$4*2*4*4*(4M+3A) = 512M + 384A$	Prediction	공통 부분
Q2, IQ2	공통 부분	MC-DCT	$4*2*4*4*(4M+3A) = 512M + 384A$
4x4 IDCT	$4*2*4*4*(4M+3A) = 512M + 384A$	Q2, IQ2	공통 부분
합 계	2048M + 1664A	합 계	2048M + 1664A

4.2 실험 결과

제안된 Intra 변환 기법의 성능을 평가하기 위해 3종류

(football, foreman, akiyo)의 영상을 이용하고, 비교 대상인 픽셀 도메인에서의 Intra 변환 기법과 공통 부분인 양자화 과정은 제외하였다.

(그림 6)은 영상별 실험 결과를 나타내는 그래프로, 각 영상의 실험 결과 Intra 프레임의 PSNR 값을 평균하여 성능을 비교한다. 제안된 H.264의 Intra 변환 기법이 비교 대상에 비해 0.67~1.1dB의 성능 향상을 보였고, 전체 평균값을 비교하였을 때 약 0.9dB의 향상된 성능을 나타냄으로써 변환된 Intra 프레임의 화질이 개선되었음을 알 수 있다



(그림 6) 제안한 기법의 성능 비교 (PSNR)

5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 DCT 도메인 특성을 이용하여 H.264로의 변환시 Intra 프레임의 화질을 개선하기 위한 기법을 제안하였다. 실험에서는 MPEG-2를 사용하였으며 그 외 MPEG-4, H.263 등 8x8 DCT를 사용하는 표준에 적용 가능하다. 실험을 통하여 제안하는 기법이 IDCT와 DCT를 연속으로 수행하여 발생하는 오류를 감소시켜 화질을 향상시킬 수 있음을 알게 되었다. 향후 DCT 도메인 상에서의 참조 모드를 계산하는 기법에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

[1] Joint Video Team (JVT), "Final Draft International Standard of Joint Video Specification", (ITU-T Rec. H.264| ISO/IEC 14496-10 AVC), 7th Meeting, Pattaya, Thailand, Mar. 2003

[2] Iain E. G. Richardson, "H.264 and MPEG-4 Video Compression", Wiley, England, 2003.

[3] T. Wiegand, G.J. Sullivan, "Overview of the H.264/AVC Video Coding Standard", IEEE Trans. on Circuits Syst., Video Technol., vol. 13, no. 7, pp. 560-576, Jul. 2003,

[4] T. Shanables, M. Ghanbari, "Hybrid DCT/pixel domain architecture for heterogeneous video transcoding", Signal Process: Image Commun. vol 18, pp. 601-620, Sep. 2003