

휘도성분과 색차성분의 유사성을 이용한 색차성분의 적응적 스캐닝 오더 결정 방법

*유성은 **심동규

광운대학교

*nagu85@kw.ac.kr **dgsim@kw.ac.kr

Adaptive chroma scanning order decision using correlation of luma with chroma

*Yoo, Sung-Eun **Sim, Dong-Gyu

Kwangwoon University

요약

본 논문에서는 휘도성분과 색차성분의 유사성을 이용하여 부호화 성능을 향상시키기 위한 방법을 제안한다. 하나의 영상을 구성하는 휘도성분과 색차성분은 유사성이 높아 그 유사성을 이용하여 부호화 효율을 높이는 것이 가능하다. 현재 CU(Coding Unit)를 압축할 때 화면 내 예측방법을 사용한다면, 색차성분의 화면 내 예측모드가 휘도성분의 정보를 이용하는 경우에 본 논문의 알고리즘을 적용한다. 색차성분이 휘도성분의 정보를 이용하는 경우에는 휘도성분과 색차성분 간 유사도가 높다는 것을 의미하기 때문에 휘도성분의 스캔방법을 기본으로 중요한 변환계수의 위치정보를 이용하여 색차성분의 스캔 방법을 적응적으로 결정한다. 현재 배포된 HEVC의 레퍼런스 소프트웨어인 HM 3.1을 이용하여 실험한 결과 색차성분에 대해 0.39%의 부호화 효율을 있음을 확인할 수 있었다.

1. 서론

디지털 방송기술의 비약적인 발전으로, 디지털 방송을 기반으로 하는 다양한 서비스와, 휴대형 디스플레이 장치의 보급, Full HD의 서비스, 3D방송기술 등이 상용화 되고 있다. 더욱 실감나는 품질의 비디오를 원하는 소비자의 욕구를 반영하고자, 최근에는 초고해상도(Ultra HD) 영상인 4K×2K, 8K×4K 영상 서비스를 위한 작업이 진행되고 있다. 양질의 비디오 콘텐츠를 지금까지의 영상들 보다 훨씬 높은 해상도로 제공함에 있어, 늘어난 데이터를 효과적으로 압축, 전송하기 위해 기존의 압축 기술보다 뛰어난 압축 성능을 지닌 기술이 필요하다.

이에 발맞추어 ISO/IEC의 MPEG과 ITU-T의 VCEG은 JCT-VC(Joint Collaboration Team on Video Coding)를 구성하여 고효율, 저복잡도의 영상 압축을 목표로, 차세대 비디오 압축 기술인 HEVC(High Efficiency Video Coding)표준화를 진행하고 있다[1]. HEVC의 압축기술 중 변환계수를 스캔하는 방법은 H.264/AVC에 적용된 지그재그 스캐닝을 기본으로, 예측방법이 화면 내 예측일 경우 PU(Prediction Unit)의 크기와 예측방향에 근거하여 적응적인 스캔방법을 사용한다[2]. 본 논문에서는 색차성분의 스캔방법 선택 시, 휘도성분과 색차성분간의 유사성을 고려하여 스캔방법을 적응적으로 결정한다. 색차성분의 예측영상을 만드는 과정에서 휘도성분의 정보를 이용하는 경우 휘도성분 중에 의미 있는 변환계수의 위치를 이용하여 색차성분의 스캔방법을 적응적으로 결정한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 연구에 대하여 살펴보고, 3장에서는 제안하는 휘도성분과 색차성분의 유사성을 이용한 색차성분의 적응적 스캐닝 오더를 결정하는 알고리즘에 대하여 소개한다. 4장에서는 제안한 알고리즘에 대한 실험방법과 실험결과에 대하여 소개하고 분석한다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 HEVC 기술

가. HEVC의 색차성분 화면 내 부호화 방법

현재까지 진행된 HEVC 색차성분의 화면 내 예측은 표 1과 같이 5가지의 모드를 가진다.[3]

표 1. 색차성분의 화면 내 예측 모드

Chroma Mode	Mode number	Codewords
DM	4	0
LM	0	10
Ver	1	110
Hor	2	1111
DC	3	1110

색차성분의 화면 내 예측 모드 중 DC, HOR 그리고 VER 모드는 휘도성분의 그것과 같은 방법으로 예측영상을 생성한다. DM모드는 이미 화면 내 예측 모드가 결정된 휘도성분의 모드정보를 이용하여 휘도성분과 같은 예측방법을 사용하여 예측영상을 생성한다.

마지막으로 LM 모드는 휘도성분으로부터 리니어 모델링을 통해 예측영상을 취득하게 되며 아래 식 1과 같이 표현될 수 있다.[3]

$$Pred_C[x, y] = \alpha \cdot Rec_L[x, y] + \beta \quad (1)$$

식 (1)에서 $Pred_C$ 는 색차성분의 예측영상을 의미하고 Rec_L 은 복원된 휘도성분영상을 의미한다, α 와 β 는 가중치를 의미한다.

위와 같이 취득된 예측영상은 원본 영상과의 차를 내고, 그 차분영상은 DCT와 양자화를 거쳐 엔트로피 코딩을 통해 비트스트림을 생성하게 된다.

나. HEVC의 변환계수 스캐닝 방법

앞서 살펴본 바와 같이 원본영상과 예측영상의 차분영상은 DCT와 양자화를 거친 후 엔트로피 코딩을 통해 부호화된다. 이 때, 엔트로피 코딩의 효율을 높이고자 양자화된 영상의 계수를 재정렬하게 된다. 기존의 H.264/AVC등과 같은 비디오 코덱에서는 지그재그 스캐닝 방법을 주로 사용하여 왔다.

a. HEVC에서 휘도성분의 스캐닝 방법

HEVC에서 휘도성분의 스캐닝 방법은 크게 화면 내 예측 방법과 화면 간 예측방법에 따라 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 먼저 화면 간 예측방법에서는 전통적인 방법인 지그재그 스캔 방법을 사용하여 영상의 변환계수를 스캔하게 한다. 두 번째로 화면 내 예측 방법에서는 현재 블록의 크기와 방향성을 고려하여 스캔 방법을 선택적으로 결정한다.[2]

b. HEVC에서 색차성분의 스캐닝 방법

색차성분의 스캐닝 방법은 색차성분의 화면 내 예측모드에 따라 적응적으로 결정된다. DM모드를 제외한 나머지 예측모드에 대해서는 휘도성분과 동일하게 현재 블록의 크기와 예측모드의 방향성을 고려하여 결정한다.

DM모드의 경우 휘도성분의 예측방법을 그대로 사용하기 때문에 스캔 방법 또한 휘도성분과 동일한 방법을 사용하여 변환계수를 스캔하게 된다.

3. 제안하는 방법

제안하는 휘도성분과 색차성분의 유사성을 이용한 색차성분의 적응적인 스캐닝 방법 결정은 색차성분의 화면 내 예측모드가 DM모드 또는 LM모드로 결정되었을 경우 적용된다.

위의 두 예측모드는 휘도성분과 색차성분의 유사성을 이용한 화면 내 예측방법이라는 공통점을 가지고 있으며, 최종적인 색차성분의 화면 내 예측모드가 DM모드 또는 LM모드로 선택되었다는 것은 색차성분과 휘도성분의 유사도가 높다는 것을 의미한다.

색차성분의 화면 내 예측모드가 DM 또는 LM모드일 경우 휘도성분의 TU를 색차성분의 상응하는 TU의 크기와 동일하게 다운 샘플링해준다. 이 후 휘도성분의 0이 아닌 중요한 변환계수의 위치를 고려하여 색차정보의 스캐닝 방법을 결정하게 된다.

가. 휘도성분 다운 샘플링

HEVC에서는 부호화해야 할 입력영상으로 YUV 4:2:0 형식을 가지는 영상을 사용한다. 이에 따라 입력영상의 휘도성분과 색차성분의 영상 크기는 4배가 차이이며 각 TU의 크기도 일반적으로 4배 차이를 보인다. 이와 같은 이유로 휘도성분의 스캐닝 방법과 변환계수를 직접 색차성분의 부호화에 사용할 수 없다.

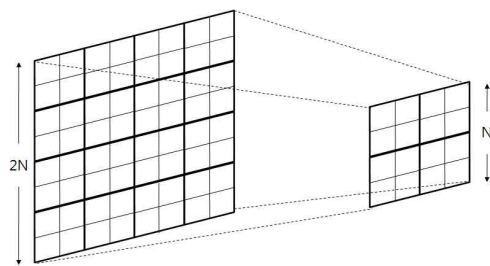


그림 1. 휘도성분 TU의 다운 샘플링 방법

휘도성분의 정보를 이용하기 위하여 그림 1과 같이 CU 또는 TU 단위로 1/2배 다운 샘플링을 하게 되며, 색차정보의 변환계수를 스캔하기 위한 TU단위로, 상응하는 위치의 휘도성분 예측정보를 활용한다.

나. 적응적 색차정보 스캐닝 방법 결정

휘도성분과 색차성분이 유사도가 높다면 양자화 된 변환계수의 위치 또한 유사할 가능성이 높다. 이와 같은 이유로, 휘도성분의 예측모드에 따라 결정된 스캐닝 방법을 기본으로 하여, 다운 샘플링한 휘도성분에서 0이 아닌 중요한 변환계수가 있는 위치를 고려하여 색차성분의 스캐닝 순서를 결정한다.

의 스캐닝 오더를 올려줌으로써 색차성분의 스캐닝 오더를 적응적으로 결정한다.

한 예로 휘도성분의 스캐닝 방법이 지그재그 방법이고, 다운샘플링한 휘도성분의 변환계수가 그림 2와 같다면, 색차성분의 스캐닝 방법은 지그재그 방법을 기본으로 하여 표 2와 같이 결정된다.

5	1	1	0
2	0	0	0
1	1	0	0
0	0	0	0

그림 2. 4x4 블록의 휘도성분 변환계수

표 2 적응적으로 결정된 색차성분 스캔 방법

스캔 순서	0	1	2	3	4	5	6	7
픽셀 인덱스	0	1	4	8	2	5	9	3
스캔 순서	8	9	10	11	12	13	14	15
픽셀 인덱스	6	12	13	10	7	11	14	15

4. 실험결과

실험은 HEVC reference software HM 3.1로 실험을 진행하였다. Intra Coding방법으로 Common test condition을 정의한 기고서[4]의 Class D, 4개의 영상에 대하여 Low complexity 조건에서 실험을 진행하였다.

현재까지 나온 HM 3.1과 HM 3.1에 제안한 방법을 적용한 것을 비교하여 실험을 통해 표 3과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

표 3 제안한 방법의 객관적 성능

영상	Low Complexity (Intra Coding)		
	Y BD-rate	U BD-rate	V BD-rate
BlowingBubbles	-0.03	-0.55	-0.46
BasketballPass	-0.03	-0.32	-0.46
BQSquare	-0.01	-0.23	-0.31
RaceHorses	0.02	-0.40	-0.40
평균	-0.01	-0.38	-0.41

색차성분의 화면 내 예측모드가 휘도성분의 정보를 이용하는 경우에 대해서 본 논문의 알고리즘을 적용하여 low complexity의 경우 U, V성분에 대하여 평균 0.39%의 비트 절감율을 확인할 수 있었다.

감사의 글

"본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음"
(NIPA-2011-(C1090-1111-0001))

5. 결론

본 논문에서는 휘도성분과 색차성분간의 유사성을 이용한 연구의 일환으로 휘도성분의 정보를 이용하여 색차성분의 스캐닝 오더를 결정하는 알고리즘을 제안하였다. 또 실험적으로 부호화 효율을 증가시킬 수 있음을 확인하였다.

향후, 세부적인 알고리즘의 개선을 통하여 휘도성분의 정보를 이용하여 색차성분의 부호화 성능을 보다 향상시키는 연구를 진행할 예정이다.

참고문헌

- [1] Gary J. Sullivan and Jens-Rainer Ohm "Meeting report of the fourth meeting of the Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC), Daegu, KR, 20-28 January 2011," JCTVC-D500, Joint Collaborative Team on Video Coding meeting, Jan.. 2011, Deagu, KR.
- [2] Yunfei Zheng, Muhammed Coban, Xianglin Wang, Joel Sole, Rajan Joshi and Marta Karczewicz, "CE11: Mode Dependent Coefficient Scanning.," JCTVC-D393, Joint Collaborative Team on Video Coding meeting, Jan.. 2011, Deagu, KR.
- [3] Y.-W. Chen, J.-L. Lin and Y.-W. Huang, "CE6.a.4: Chroma intra prediction by reconstructed luma samples," JCTVC-E266, Joint Collaborative Team on Video Coding meeting, Mar.. 2011, Jeneva, CH.
- [4] F. Bossen, "Common test conditions and software reference configurations," JCTVC-E700, Joint Collaborative Team on Video Coding meeting, Mar.. 2011, Jeneva, CH.