

특집논문 (Special Paper)
방송공학회논문지 제25권 제3호, 2020년 5월 (JBE Vol. 25, No. 3, May 2020)
<https://doi.org/10.5909/JBE.2020.25.3.353>
ISSN 2287-9137 (Online) ISSN 1226-7953 (Print)

색채채널의 화면 내 예측 성능향상 기술

박지윤^{a)}, 전병우^{a)†}

Performance Improvement of Chroma Intra Prediction

Jeeyoon Park^{a)} and Byeungwoo Jeon^{a)†}

요 약

VVC (Versatile Video Coding)는 기존 HEVC에 비해 약 2 배 높은 부호화 효율을 목표로 HD / UHD / 8K 및 HDR (High Dynamic Range) 비디오를 지원하기 위하여 개발되어 현재 표준화의 막바지에 이른 새로운 최신 비디오압축 국제표준기술이다. 또한 스크린 콘텐츠 부호화, 적응적인 해상도 변경 및 독립적인 서브 픽처와 같은 다양한 기능의 지원도 목표로 한다. 본 논문에서는 VVC의 색채 인트라 예측모드를 위한 효과적인 부호화 방법을 개발하기 위해 색채신호의 인트라부호화 모드를 위한 신호방법을 조사하고, 이중 DM모드 (Derived Mode) 가 사용되는 경우 휘도블록의 각도 (angular) 모드 참조 시 단순화된 방향을 적용하여 색채블록에 적용되는 화면 내 예측모드를 간략화 시킬 수 있는 방식을 제안한다. 이 기술은 시스템의 복잡도는 낮추면서 DM모드의 선택확률을 높여 부호화 효율을 높일 수 있으며, 이때, 블록의 크기까지 고려할 경우, 부호화 효율을 더욱 높일 수 있는 장점이 있다.

Abstract

VVC (Versatile Video Coding) is a new video compression technique that is being standardized, and it supports HD / UHD / 8K video, and High Dynamic Range (HDR) video with a goal of approximately 2 times higher coding efficiency than the conventional HEVC. It also aims to support a variety of functionalities such as screen content coding, adaptive resolution changes, and independent sub-pictures. In this paper, we investigate the signaling process of intra prediction mode first, and develop an effective coding method of the chroma intra prediction mode. In case of the DM mode, the proposed method simplifies the prediction mode of the chroma intra prediction mode when referring to the angular mode of the luminance block. It can improve coding efficiency of the chroma intra prediction mode, and the proposed process can also consider the size of the block in order to further improve its coding efficiency.

Keyword : Video Compression, Video Coding, VVC, Intra Prediction, Chroma Channel

a) 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과(Sungkyunkwan University, Department of Electrical and Computer Engineering)

† Corresponding Author : 전병우(Byeungwoo Jeon)

E-mail: bjeon@skku.edu

Tel: +82-31-290-7186

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5650-2881>

※ This research was supported by the MSIT(Ministry of Science and ICT), Korea, under the Grand Information Technology Research Center support program(IITP-2020-2015-0-00742) supervised by the IITP(Institute for Information & communications Technology Planning & Evaluation), and by Institute for Information & Communications Technology Promotion(IITP) grant funded by the Korea government (MSIP) (2016-0-00572, Development and Standardization of 5th Generation Video/Audio Coding Technology for Ultra High Quality Media Services).

· Manuscript received April 10, 2020; Revised May 13, 2020; Accepted May 13, 2020.

Copyright © 2020 Korean Institute of Broadcast and Media Engineers. All rights reserved.

“This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and not altered.”

I. 서론

비디오 압축 기술은 기본적으로 정교한 신호 예측을 통해 영상 내, 또는 영상 간에 존재하는 중복성을 최소화 하면서도 동시에 부호화된 비디오의 품질 저하를 최소화 하기 위해 사람의 눈으로는 인식하기 어려운 정보를 주로 제거한다. 지금까지 다양한 기관 및 회사들의 경쟁과 협업을 통해 성능이 우수한 비디오 부호화 기술이 개발되어왔는데, 각 기술들의 효과는 공간/시간 주파수, 텍스처, 에지, 컬러, 물체의 움직임 등과 같은 압축될 신호의 다양한 특성에 따라 다르다. 지금까지 카메라, 디스플레이, 통신, 방송 및 다양한 서비스의 빠른 개발을 반영하며 새로운 비디오 부호화 표준 기술이 끊임없이 개발되어왔지만, 최근 UHD (Ultra High Definition) 콘텐츠에 대한 스트리밍 서비스가 증가함에 따라 보다 더 높은 압축효율을 갖는 부호화 기술이 또 다시 필요하게 되었다. 이에 따라 ISO/IEC SC29/WG11/MPEG (Motion Pictures Experts Group) 및 ITU-T/VCEG (Video Coding Experts Group)은 상호 협력하여 만든 JVET (Joint Video Experts Group)을 중심으로, VVC (Versatile Video Coding)로 명명된 차세대 비디오 부호화를 위한 국제표준화 활동을 진행하여 오고 있다. 이 표준화 활동에서는 기존 최신 비디오 부호화 표준인 H.265/HEVC 대비 2배 이상의 부호화 성능을 목표로 다양한 부호화 방법들이 논의되어왔다. 2018년 5월, VVC 표준화를 위한 공동 실험을 위해 VTM(VVC Test Model) 1.0으로 알려진 VVC 테스트 모델의 첫 번째 버전이 출시되었고, 2020년 3월 현재 VTM 8.0이 정하여졌으며, 2020년 10월 Final Draft International Standard(FDIS)를 완료하는 것을 목표로 표준화가 진행 중이다.

VVC의 다양한 부호화기술들 중에서, 영상내의 중복성을 제거하는 화면 내 예측 (Intra Prediction) 방법은 현재 블록의 주변에 있는 이미 재구성된 참조샘플들을 사용하여 현재 블록을 예측한다. 화면 내 예측 방법의 부호화 효율은 영상 간의 중복성을 제거하는 화면 간 예측 (Inter Prediction) 보다 현저히 낮지만, 인트라 픽처는 랜덤 액세스 및 전송 에러에 대한 견고성을 위해 주기적으로 전송되어야 하기 때문에 실제 서비스에서는 매우 중요하다. VVC 표준화 과정에서도, HEVC때와 마찬가지로, 영상화소간 또는

블록간의 공간적 중복성을 감소시키기 위해 다양한 기술이 연구되어 왔다. HEVC는 35개의 서로 다른 화면 내 예측모드를 사용했으나 VVC에서는 그림 1에 도시된 바와 같이 20개의 광각(wide) 방향성(angular) 모드 및 65개의 일반 방향성 모드를 포함하는 최대 87개의 부호화 모드를 지원한다. 이와 같이 VVC는 보다 세밀한 방향성에 대해 인트라 예측할 수 있게 되었으며 직사각형 블록을 허용함에 따라 광각 방향성 모드를 사용할 수 있게 되었다. 또한, 인트라 예측은 휘도 및 색차블록에 대해 서로 다른 방법을 사용할 수 있다.

휘도 및 색차 신호의 특성은 일반적으로 많은 경우 상이하다. 색차블록에 대한 화면 내 예측모드의 수 또한 HEVC에서 5개였던 것에 비해 VVC에서는 8가지로 증가되었다. 화면 내 예측기술은 크게 두 가지 종류로 나눌 수 있는데, 첫 번째는 화면내 예측된 블록 신호를 생성하고 예측 잔차를 부호화 하는 것이고, 둘째는 예측된 블록을 생성하는 방법을 지시하는 예측모드 정보를 부호화 하는 것이다. 본 논문에서는 색차블록에 대한 화면 내 예측된 모드정보를 부호화하는 방법에 대하여 연구한다.

II. 색차채널에서의 화면 내 예측기술

1. 색차블록에서의 화면내 예측 부호화 동작방법

화면 내 예측 부호화 기술은 시간적으로 다른 영상을 참조하지 않고 부호화 하려는 현재 영상내의 공간적 주변 정보를 이용하여 현재 블록을 예측한다. 화면 내 부호화 기술에서는 화소 간 또는 블록 간의 공간 중복성을 최대한 줄이도록 화면 내 예측을 효과적으로 하는 것이 핵심이다. 이를 위하여 공간적으로 주변에 위치한 어떤 정보를 이용하는 것이 최적인지를 통상 율-왜곡 최적화 기술을 사용하여 정할 수 있다. VVC의 색차블록에서의 화면 내 예측에는 5가지 기본 예측모드 (Planar, DC, Horizontal, Vertical, DM(Derived Model) 및 3 개의 LM(Linear Model) 모드가 있다. LM모드는 LM_Chroma 모드, 또는 CCLM (Cross Component Linear Mode) 모드라고 불리기도 한다.

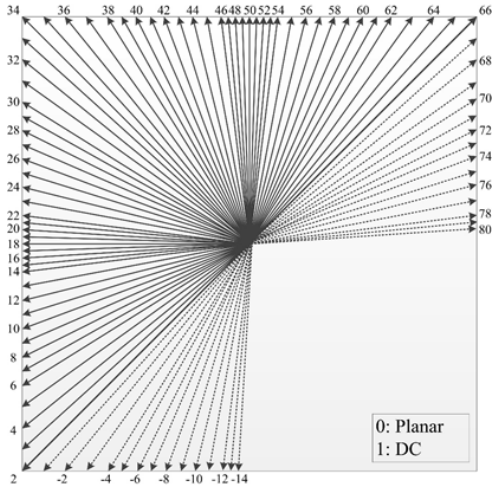


그림 1. 화면 내 예측
 Fig. 1. Intra Prediction

Planar모드는 수평 및 수직 선형 보간 값을 평균하여 화소 값을 예측한다. Vertical 모드는 부호화 하고자 하는 현재 블록의 최상위 라인과 바로 인접한 주변 블록의 화소 값들을 예측치로 사용하여, 부호화하려는 현재 블록 내 화소들을 수직방향으로 예측하며, Horizontal 모드는 부호화 하고자 하는 현재 블록의 최 좌측컬럼과 인접한 주변 블록의 화소 값들을 예측치로 사용하여, 부호화 하려는 현재 블록 내 화소들을 수평방향으로 예측한다. DC예측모드는 현재 블록 내의 모든 화소에 대해서 하나의 값으로 동일하게 예측하는 방법이다. LM모드의 경우에는, 휘도 신호와 색차 신호 사이의 채널 간 상관성을 이용하기 위하여 휘도 신호와 색차 신호의 화소 값들 간의 선형모델(Linear model: LM)을 먼저 정한다. 그리고 이 모델을 이용하여 부호화할 색차블록에 대응하는 휘도블록의 복원된 휘도 신호를 기반으로, 즉, 동일한 CU(Coding Unit)의 재구성된 휘도 샘플을 기반으로 부호화할 색차블록의 예측치를 계산하는 방법이다.

$$\text{pred_C}(i, j) = \alpha \cdot \text{rec_L}'(i, j) + \beta \quad (1)$$

식(1)에서 $\text{pred_C}(i, j)$ 는 CU에서 예측된 색차 샘플을 나타내고, $\text{rec_L}'(i, j)$ 는 동일한 CU의 다운 샘플링 된 재구성된 휘도 샘플을 나타낸다. 이러한 선형모델을 사용하는 경

우를 LM을 사용했다고 하거나 같은 의미로 CCLM(Cross component linear model)을 사용했다고 표현하기도 한다. 또한 참조하는 부분이 블록의 상단 샘플인지, 좌측 샘플인지에 따라 CCLM_L(Left), CCLM_T(Top)로 나눌 수 있다.

마지막으로 DM모드는 Derived모드를 나타내며 이 경우 현재 색차블록은 이에 대응하는 휘도블록의 동일한 예측모드를 사용한다. 각각의 모드를 표시하기 위하여, Planar 모드는 0번모드, DC모드는 1번모드, Vertical, Horizontal 모드는 각각 2번과 3번모드, LM_Chroma모드는 4번모드, 그리고 마지막으로 DM모드는 7번 모드로 할당된다. 색차블록의 화면 내 예측모드를 신호할 때, 주어진 색차블록이 DM모드가 아니라는 것은 해당 색차 인트라 블록이 휘도블록에 의해 지시된 예측모드를 갖지 않는다는 의미이므로, 이 사전정보를 이용하기 위한 처리과정이 추가된다.

표 1. 휘도블록의 화면 내 예측모드에 따른 색차블록의 화면내 예측모드 재편성
 Table 1. Remapping of Chroma Intra Prediction Mode Based on Luma Intra Prediction Mode

intra_chroma_pred_mode	IntraPredModeY				
	0	50	18	1	X (0 <= X <= 66)
0	66	0	0	0	0
1	50	66	50	50	50
2	18	18	66	18	18
3	1	1	1	66	1
4	81	81	81	81	81
5	82	82	82	82	82
6	83	83	83	83	83
7	0	50	18	1	X

즉, 현재 색차블록이 DM모드가 아니라는 것은, <표 1>에 나와 있는 것처럼 색차 화면 내 예측모드를 복호화 할 때 후보들로부터 IntraPredModeY에 대응하는 모드를 고려할 필요가 없다는 것을 의미한다. IntraPredModeY가 색차 인트라 예측 (Planar(0), DC(1), Horizontal(18), Vertical(50))의 기본 모드 중 하나 인 경우에, IntraPredModeY에 대응하는 모드는 효과적인 색차 인트라 모드 부호화를 위해 일괄적으로 66번모드로 대체된다. <표 1>은 색차채널에서 DM모드를 유도하여 현재 블록의 화면 내 예측모드를 디코딩할 때 사용되는 방법이다. 예를 들어 휘도블록의 화면 내 예측모드(IntraPredModeY)가 0(planar모드)이면, 기존에 색차 채널의 화면 내 예측모드 후보 리스트의 0번에 들어있는

Planar 모드가 66번(Vertical Diagonal) 방법으로 대체되어진다. 이 대체되어지는 개념은 <표 1>에 나와 있듯이 모든 색차채널의 기본모드에 대해 적용된다. 그러나, 통상적으로 대체되어지는 모드 66은 선택 가능성이 매우 낮다.

2. 색차블록에서의 화면내 예측모드 신호방법

부호화기는 부호화할 현재 색차 신호 블록에 대한 화면내 예측모드를 결정하고, 이를 부호화하여 복호화기에 전송한다. <표 2>에 나와 있는 “Bin allocation”에서는 색차 신호 블록의 화면내 예측모드의 각 값에 해당하는 이진화 스트리밍을 확인할 수 있다. 복호화기는 복호화할 현재 색차 신호 블록에 대한 색차 채널의 화면내 예측모드 정보를 비트스트림에서 파싱하여 얻은 후, 현재 색차신호 블록에 대한 화면내 예측부호화를 수행한다. 가장 효율적인 하나의 화면내 예측모드를 선택하기 위하여, 공간적으로 주변에 위치한 어떤 정보를 이용하는 것이 최적인지는 통상 윌-옌 곡 최적화 기술을 사용하여 정한다. 모드는 <표 2>에 나와 있는 0번부터 7번까지 중의 하나로 결정된다.

표 2. 색차신호의 화면내 예측모드의 부호화를 위한 이진화 표
Table 2. Binarization of Chroma Intra Prediction Mode

idx	Prediction mode	Bin allocation
0	Planar	0100
1	Vertical	0101
2	Horizontal	0110
3	DC	0111
4	DM	00
5	CCLM_LT	10
6	CCLM_L	110
7	CCLM_T	111

3. 세분화된 각도모드 개발로 인한 DM모드 선택빈도의 변화

색차 신호 부호화시 사용빈도가 높거나 화질 유지에 효과적인 화면내 예측모드는 DM과 CCLM모드이다. 즉, <표 2>에서와 같이 종래의 기술에서는 보다 짧은 빈에 사용 빈도수가 높은 모드를 할당함으로써 화면내 예측모드를 효율적으로 신호할 수 있었다. 그러나, 최근 기술 발전에

따르면 화면내 예측을 위하여 사용하는 Angular 예측 방향이 종래보다 더욱 세분화되어 그 예측 방향이 기존의 33개에서 65개까지 더 세분화되었고, 이에 따라 색차블록의 경우 DM모드가 발생하지 않을 확률이 더욱 커졌다. 예를 들면, 색차블록의 예측 방향이 수직(Vertical) 방향이고 이에 대응하는 휘도블록의 예측 방향이 수직에 가까울 때, 만일 휘도블록의 예측 방향에 대한 구분이 밀하지 않을 경우(즉, 종래의 경우)에는 휘도블록의 예측 방향은 수직방향으로 결정될 확률이 높다. 따라서 이 경우 색차블록은 DM모드를 갖게 될 것이다. 그러나, 최근에는 휘도블록의 예측 방향에 대한 구분이 매우 세밀하게 되었기 때문에, 위의 예시에서 휘도블록의 예측 방향은 수직방향으로 결정되지 않고 이에 인접한 다른 방향의 예측모드로 결정될 것이다. 이 경우 색차블록은 DM모드를 갖지 않게 된다. 따라서, <표 1> 또는 <표 2>에 나타난 것과 같은 종래의 기술 적용시 휘도신호에 대한 세밀한 angular방향모드에 의해 DM모드 선정 확률이 낮아져 색차 신호에 대한 부호화 효율이 낮아지는 문제가 발생한다.

III. 효율적인 DM모드 선정방법

1. 간략화된 휘도블록의 화면내 예측모드 적용을 통한 DM모드선정방법

이러한 문제를 해결하기 위하여, 본 연구에서는 간략화된 휘도블록의 화면내 예측모드 적용을 통한 DM모드 선정 방법을 제시한다. 일반적으로 색차 신호의 공간해상도는 사람의 눈에 상대적으로 민감하지 않기 때문에 휘도신호의 공간해상도보다 조금 낮아도 문제가 없는 것으로 알려져 있다. 따라서, 휘도블록의 화면내 예측 방향이 특정 예측 방향과 크게 다르지 않다면, 휘도블록의 화면내 예측 방향을 상기 특정 예측 방향으로 간주하여 DM모드로 결정될 수 있도록 한다. 이를 위하여 휘도 방향의 간략화 범위를 나타내는 변수 S를 경계값으로 정하고, 휘도블록의 화면내 예측모드가 수직방향±S (마찬가지로 Horizontal 예측경우는 수평방향±S) 일 때, 색차블록의 화면내 예측모드 부호화 시 범위 내의 모드들을 수직방향(수평방향) 모드로 간주

하여 휘도블록의 화면 내 예측모드가 수직방향±S (수평방향±S) 이더라도 DM모드가 선택되도록 하였다.

예를 들어, 휘도블록의 화면 내 예측 방향을 나타내는 IntraPredModeY의 값이 49번 모드라고 하고 (<그림 1>에 표시된 화면 내 예측모드에 따른 예측 방향을 살펴보면, 49번 모드는 정확히 수직방향은 아니지만, 매우 수직방향에 가까운 방향으로 간주할 수 있다), 현재 색차블록에서 화면 내 예측 방향은 수직방향이 최선이거나 간략화 경계범위 ±S내의 화면 내 예측 방향에 대한 예측자들의 차이가 거의 없다고 하자. 이 경우, 종래의 기술을 적용한다면, 현재 색차블록의 화면 내 예측모드는 수직방향±S (수평방향±S) 모드인 49번 모드를 휘도블록의 화면 내 예측모드(DM모드)에 할당하기 때문에 현재 색차블록의 화면 내 예측모드는 DM으로 결정되지 않으며, intra_chroma_pred_mode는 소요 비트량이 더 적은 DM모드 대신, 소요 비트량이 더 많은 Vertical 모드로 부호화된다. 그러나 제안기술을 적용할 경우, 현재 휘도블록의 화면 내 예측모드가 수직방향과 근사하게 다른 방향이기 때문에, 이를 색차블록을 부호화하는 관점에서 수직방향으로 간주한다면, 현재 색차블록은 DM모드로 결정할 수 있으며 intra_chroma_pred_mode는 소요 비트량이 더 많은 Vertical 모드 대신, 이보다 더욱 효율적인 DM모드로 부호화 하는 것이 가능하다. 즉, 휘도 신호의 화면 내 예측과는 상관없이 색차블록의 화면 내 예측모드 부호화를 더욱 효율적으로 수행할 수 있게 되는 장점이 생긴다. 무엇보다 중요한 것은, 색채채널에서 인트라모드 후보 리스트를 결정할 때에 DM모드가 어떤 모드인지 결정하기 위해서 기본적으로 휘도채널의 인트라모드를 확인하는 과정이 있다. 제안방법은 위의 과정 속에서 색채채널의 화면 내 예측모드 후보리스트를 간략화 시켜 DM모드를 간략하게 유도할 수 있어 본 제안방법에 따른 추가적인 계산량은 미미하다.

즉, 색차블록의 화면 내 예측을 위하여 수직방향모드(즉 50번 모드)를, 그리고 휘도블록의 화면 내 예측을 위하여 49번 모드를 그대로 사용하면서 결과적으로 더욱 적은 비트율을 사용하면서도 화질에 영향이 없도록 하여 부호화 효율을 더 높일 수 있는 이점이 생긴다. 본 논문에서는 S의 값이 1,2인 두 경우에 대한 실험을 진행하였다.

표 3. 간략화된 휘도블록의 화면 내 예측모드에 따른 색차블록의 화면 내 예측모드 재편성

Table 3. Remapping of Chroma Intra Prediction Mode Based on Simplified Luma Intra Prediction Mode

intra_chroma_pred_mode	IntraPredModeY				
	0	50+S	18+S	1	X (0 <= X <= 66)
0	66	0	0	0	0
1	50	66	50	50	50
2	18	18	66	18	18
3	1	1	1	66	1
4	81	81	81	81	81
5	82	82	82	82	82
6	83	83	83	83	83
7	0	50	18	1	X

2. 블록의 모양과 크기를 고려한 DM모드선정

Quadtree(QT) 기반 블록분할과는 달리 최근에는 QTBT (QTBT: Quadtree-Binary Tree)의 개념을 사용하는 기술이 개발되면서, 부호화 블록은 정사각형 모양에서 더 나아가 직사각형 모양도 가질 수 있게 되었다. 따라서, 블록의 모양에 따라서 특정한 화면 내 예측모드가 더 자주 선택되거나 선택되지 않는 등의 경향성이 확연하게 생길 수 있다. 즉, 정사각형 블록만 있을 경우와 비교하여 화면 내 예측모드의 발생 경향성은 직사각형블록의 모양에 따라 달라질 수 있다. 이러한 최근 기술변화를 반영하여, <그림 2>와 같이, 본 논문에서는 간략화 된 휘도블록의 화면 내 예측모드 기술을 적용할 때 블록의 모양을 고려하도록 하였다. 즉, 블록이 아래로 긴 모양의 직사각형으로 분할되어있는 CU에 대해서는 상대적으로 참조블록과 예측되어야 할 블록 내 샘플의 거리가 짧은 수직방향에서의 예측에 대하여 DM모드의 간략화 및 재 할당 하는 방법을, 블록이 옆으로 긴 모양의 직사각형으로 분할되어있는 CU에 대해서는 상대적으로 참조블록과 예측되어야 할 블록 내 샘플의 거리가 짧은 수평방향에서의 예측에 대하여 DM모드의 간략화 및 재 할당 방법을 실험하였다.

한편, 작은 크기의 색차블록의 경우 상대적으로 큰 크기의 블록처럼 화면 내 예측 방향을 세분화할 필요가 없다. 왜냐하면 <그림 3>과 같이 블록 크기가 작기 때문에 매우 세밀한 화면 내 예측 방향을 설정하여도 인접 화면 내 예측 방향 간에 큰 차이가 없기 때문이다. 따라서, 작은 크기의

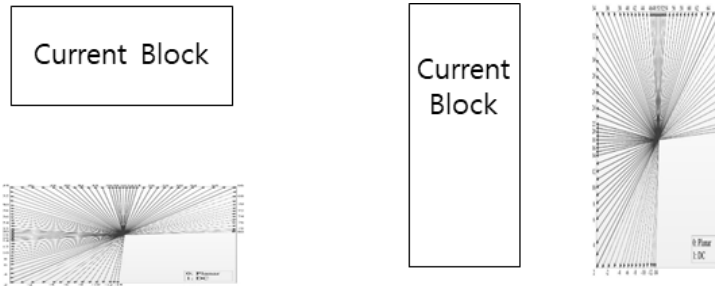


그림 2. 블록의 모양에 따른 화면 내 예측방향
Fig. 2. Intra Prediction Direction According to Block Shape

색차블록에 대하여 적용되어질 수 있는 각도를 제한하도록 적용 모드를 간략화 함으로써 보다 더 적합하게 압축 성능을 높일 수 있도록 하였다.

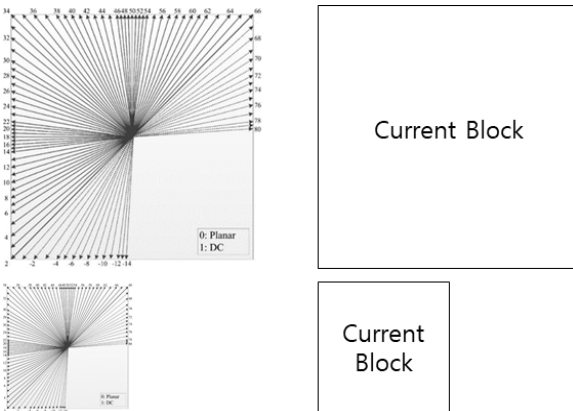


그림 3. 블록의 크기에 따른 화면 내 예측방향
Fig. 3. Intra Prediction Direction According to Block Size

IV. 실험결과 및 분석

1. 실험결과 및 분석

본 논문에서는, 색차 신호의 DM모드 적용시 간략화된 휘도블록의 화면 내 예측모드를 적용하여 보다 짧은 빈으로 화면 내 예측을 할 수 있도록 하여 색차블록의 효과적인 화면 내 예측모드 부호화 방법을 연구하였다. 제안된 방법은 테스트 모델 VTM8.0에서 구현되었으며 성능실험은 Intel Core i7-8700 @ 3.2GHz 플랫폼에서 수행되었다.

All-Intra에서 양자화 매개 변수 22, 27, 32 및 37 (모든 프레임은 I 슬라이스로 부호화 됨) 및 JVET 공통 테스트 (Common Test) 조건에 지정된 대로 권장 시퀀스를 사용하여 실험 그룹 중 Class C와 Class D를 대상으로 수행하였다^[4]. <표 4>에서는 BD-Rate (BDBR) (%)의 관점에서 제안된 방법들과 앵커 사이의 성능 비교를 확인할 수 있다. 비교 대상(anchor)은 <표 1>과 같이 색차 화면 내 모드를 부호화하는 VTM 8.0으로 구현된 종래방법이다. 음수의 BDBR은 제안된 방법이 앵커에 비해 데이터 압축 관점에서 더 우수함을 나타낸다. 또한, 모든 실험 블록을 채널별로 독립적으로 분할하여 압축하는 듀얼트리구조와 색차채널이 휘도채널에 종속적으로 속하여 하나의 분할트리를 이용하는 싱글트리의 경우에 대하여 각각 나누어 실험하였다.

Test1은 블록크기를 부분적으로 제한하여 블록의 가로, 세로 길이의 곱이 32보다 작거나 같을 경우, 화면 내 예측모드가 17,18,19 번 중 하나일 때 DM모드를 Horizontal(18)으로, 49,50,51 번 중 하나일 때는 DM모드를 Vertical(50)으로 인식하여 DM모드에 할당하는 방법에 대한 실험이다. Test2는 블록의 가로와 세로의 길이가 모두 4인 경우, 색차블록이 가질 수 있는 크기 중 가장 작은 블록에 대하여 예측모드가 17,18,19 번 중 하나일 때 DM모드를 Horizontal(18)으로, 49,50,51 번 중 하나일 때 DM모드를 Vertical(50)으로 인식하여 DM모드에 할당하는 방법의 실험이다.

Test3은 크기를 제한하여 블록의 가로 길이가 4일 때 수직방향을 수정하고, 블록의 세로길이가 4일 때 수평방향을 수정하는 것으로 제한하여 DM모드를 재 할당하는 방법에 대한 실험이다. S가 1인 경우는 대응하는 휘도블록의 화면

표 4. 실험 1,2,3,4의 실험결과
 Table 4. Experimental Results of Test 1,2,3,4

Test1	Single_Tree			Dual_Tree		
	Y	U	V	Y	U	V
BasketballDrill	0.01%	-0.21%	-0.15%	0.01%	-0.02%	-0.01%
BQMall	0.01%	-0.13%	-0.07%	0.02%	0.06%	0.12%
PartyScene	-0.01%	-0.03%	-0.17%	0.01%	0.00%	-0.12%
RaceHorses	0.0.1%	-0.02%	-0.16%	0.01%	-0.11%	-0.12%
Average	0.01%	-0.10%	-0.14%	0.01%	-0.02%	-0.03%
BasketballPass	0.07%	0.01%	-0.02%	-0.02%	-0.06%	0.02%
BQSquare	0.03%	-0.11%	-0.42%	0.01%	0.08%	0.13%
BlowingBubbles	0.00%	-0.11%	0.10%	-0.01%	0.07%	-0.17%
RaceHorses	-0.01%	0.23%	0.12%	0.01%	0.01%	-0.31%
Average	0.02%	0.00%	-0.05%	0.00%	0.02%	-0.08%

Test2	Single_Tree			Dual_Tree		
	Y	U	V	Y	U	V
BasketballDrill	0.01%	0.05%	-0.26%	0.01%	-0.02%	0.03%
BQMall	-0.01%	-0.06%	0.10%	0.00%	0.05%	-0.08%
PartyScene	-0.01%	-0.05%	-0.01%	0.01%	-0.02%	-0.02%
RaceHorses	0.02%	-0.02%	-0.12%	0.01%	-0.09%	0.00%
Average	0.00%	-0.02%	-0.07%	0.01%	-0.02%	-0.02%
BasketballPass	0.03%	0.02%	-0.15%	0.00%	-0.14%	-0.01%
BQSquare	0.01%	-0.03%	-0.20%	0.00%	-0.02%	-0.02%
BlowingBubbles	0.03%	-0.27%	0.01%	-0.02%	0.10%	-0.06%
RaceHorses	-0.04%	0.03%	-0.04%	0.00%	-0.04%	-0.03%
Average	0.01	-0.06%	-0.10%	-0.01%	-0.03%	-0.03%

Test3 S=1	Single_Tree			Dual_Tree		
	Y	U	V	Y	U	V
BasketballDrill	0.02%	-0.05%	-0.16%	0.02%	-0.15%	-0.10%
BQMall	0.00%	-0.12%	-0.06%	-0.01%	-0.04%	-0.08%
PartyScene	-0.02%	0.12%	0.00%	0.00%	0.01%	-0.09%
RaceHorses	-0.02%	0.03%	-0.15%	0.00%	-0.12%	0.00%
Average	0.00%	0.00%	-0.09%	0.00%	-0.08%	-0.02%
BasketballPass	0.06%	-0.23%	-0.02%	0.01%	-0.16%	0.03%
BQSquare	0.01%	-0.01%	-0.18%	0.01%	0.00%	0.05%
BlowingBubbles	0.02%	-0.20%	0.00%	0.01%	-0.10%	-0.04%
RaceHorses	-0.01%	-0.02%	-0.06%	0.00%	0.03%	-0.03%
Average	0.02%	-0.12%	-0.06%	0.00%	-0.06%	0.00%

Test3 S=2	Single_Tree			Dual_Tree		
	Y	U	V	Y	U	V
BasketballDrill	0.01%	0.05%	-0.26%	0.05%	-0.15%	0.06%
BQMall	0.02%	-0.31%	-0.02%	0.01%	-0.02%	0.04%
PartyScene	-0.01%	0.05%	-0.14%	0.00%	0.00%	-0.17%
RaceHorses	0.02%	0.02%	0.03%	-0.01%	-0.12%	0.07%
Average	0.01%	-0.05%	-0.10%	0.01%	-0.07%	0.00%
BasketballPass	0.07%	-0.27%	0.16%	-0.02%	-0.16%	0.16%
BQSquare	0.01%	0.07%	-0.19%	0.00%	0.01%	0.22%
BlowingBubbles	0.02%	-0.12%	0.05%	0.01%	-0.19%	-0.14%
RaceHorses	0.00%	0.04%	-0.05%	-0.02%	0.06%	0.02%
Average	0.03%	-0.07%	-0.01%	-0.01%	-0.07%	0.07%

Test4 S=1	Single_Tree			Dual_Tree		
	Y	U	V	Y	U	V
BasketballDrill	-0.01%	0.02%	-0.08%	0.02%	-0.15%	0.14%
BQMall	-0.03%	0.05%	0.04%	0.00%	0.07%	-0.01%
PartyScene	-0.01%	0.07%	-0.03%	0.00%	-0.04%	-0.08%
RaceHorses	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	-0.07%	-0.04%
Average	-0.01%	0.04%	-0.02%	0.01%	-0.05%	0.00%
BasketballPass	0.04%	-0.18%	-0.06%	0.00%	-0.10%	0.03%
BQSquare	0.01%	-0.03%	0.04%	0.00%	-0.02%	0.05%
BlowingBubbles	0.01%	-0.08%	0.04%	-0.01%	-0.13%	0.07%
RaceHorses	0.00%	-0.04%	-0.11%	0.00%	0.08%	-0.12%
Average	0.01%	-0.08%	-0.03%	0.00%	-0.04%	0.01%

Test4 S=2	Single_Tree			Dual_Tree		
	Y	U	V	Y	U	V
BasketballDrill	-0.01%	0.02%	-0.08%	0.02%	-0.06%	0.12%
BQMall	-0.03%	0.05%	0.04%	0.01%	0.05%	-0.03%
PartyScene	-0.01%	0.07%	-0.03%	0.00%	-0.01%	-0.14%
RaceHorses	0.02%	0.00%	0.01%	0.00%	-0.11%	0.09%
Average	-0.01%	0.03%	-0.02%	0.01%	-0.03%	0.01%
BasketballPass	0.04%	-0.18%	-0.06%	-0.02%	-0.18%	0.13%
BQSquare	0.01%	-0.03%	0.04%	-0.01%	0.10%	0.10%
BlowingBubbles	0.01%	-0.08%	0.04%	0.00%	-0.10%	-0.02%
RaceHorses	0.00%	-0.04%	-0.11%	0.00%	0.02%	0.07%
Average	0.01%	-0.08%	-0.03%	-0.01%	-0.04%	0.07%

내 예측모드가 17,18,19 번 중 하나일 때 DM모드를 Horizontal(18)으로, 49,50,51 번 중 하나일 때 DM모드를

Vertical(50)으로 인식하여 DM모드에 할당하는 것이고, S가 2인 경우는 대응하는 휘도블록의 화면 내 예측모드가

16,17,18,19,20번 중 하나일 때 DM모드를 Horizontal(18)으로, 48,49,50,51,52번 중 하나일 때 DM모드를 Vertical(50)으로 인식하여 DM모드에 할당한다.

Test4는 Test1과 동일하게 크기를 제한한 상태에서 색차블록의 중횡비를 추가로 고려한 실험이다. 색차블록의 가로가 세로 보다 긴 경우, 즉 가로로 긴 블록모양이면서 동시에 세로의 길이가 4인 경우에 대하여, 49,50,51 번 중 하나일 때 DM모드를 Vertical(50)으로 인식하여 DM모드를 재 할당하였고, 색차블록의 세로가 가로보다 긴 경우, 즉 아래로 긴 블록이면서 동시에 가로의 길이가 4인 경우에 대하여 17, 18,19 번 중 하나일 때 DM모드를 Horizontal(18)으로 인식하여 DM모드를 재 할당하였다.

본 실험을 통하여 전반적으로 색차 신호 압축 방법에서 제안방법의 효과를 확인할 수 있었다. 주로 색차블록이 작은 경우는, 화면내 예측모드의 수를 제한하지만 그에 따른 큰 차이 없이 압축성능 향상을 확인할 수 있었다. 무엇보다

휘도블록에 영향을 주지 않고 색차블록에 대한 성능을 확인할 수 있었다. 또한 색차블록의 중횡 비 역시 예측되는 방향의 간략화에 영향을 주는 주요인임을 알 수 있었다. 모든 실험에서 듀얼트리보다는 색차블록이 휘도블록의 블록구조에 종속되어있는 싱글트리에서 더 효과를 보였다.

<그림 4>는 위의 6가지 기술에 대해 8가지 영상에서의 DM모드 변화율을 나타낸 그래프이다. RaceHorses영상의 경우 같은 이름이지만 크기에 따라 다른 영상이므로 사이즈가 RaceHorses_416x 240인 영상을 RaceHorses_S, RaceHorses_832x480인 영상을 RaceHorses_L로 구분하여 통계를 구했다. 실험결과, 비디오시퀀스 종류에 따라 그 성능이 다르게 나타남을 확인할 수 있었는데, PartyScene의 경우 영상자체의 특성에서 알고리즘의 영향을 가장 많이 받은 영상으로써 DM모드의 선택빈도 변화량이 가장 컸고, 제안된 알고리즘의 구체적인 방법은 달랐으나, 색차채널이 사용하는 인트라모드의 종류를 간략화 함으로써 전반적으

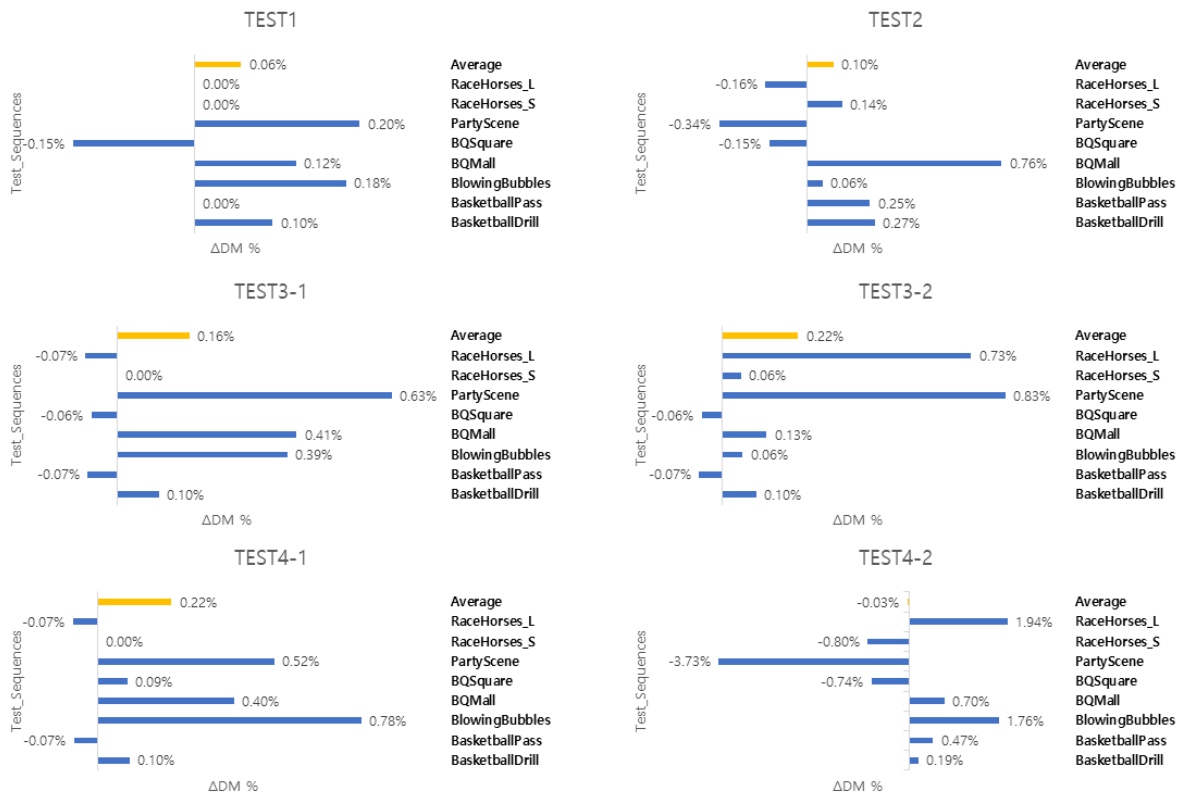


그림 4. 제안된 기술 적용시 영상에 따른 DM모드 선택빈도 변화
 Fig. 4. Changes in DM Mode Selection by the Proposed Method with Respect to Video Sequence

로 DM모드가 늘었음을 확인할 수 있었다. 무엇보다도 제안된 방법에 따라서 그 분포도 상이하게 나타났고, 이에 따라 본 논문에서 제안된 기술의 효과가 차이가 있음을 알 수 있었다.

V. 결론

본 논문에서는 색차블록의 화면 내 예측모드에서 DM모드 결정시 세분화된 휘도블록의 모든 모드들을 사용하는 것이 아닌, 간략화된 화면 내 예측모드로 예측함으로써 작은 비트 소모량으로 동일한 효과의 예측부호화 정보를 보낼 수 있도록 DM를 결정하는 방법에 대한 연구를 진행하였다. 블록의 크기와 모양에 따라서 실험을 나누어 진행하였고 블록의 크기만 제한한 Test1에서는 All Intra configuration Class C와 Class D에서 각각 (0.01, -0.02, -0.03), (0.00, 0.02, -0.08)를, Test2에서는 (0.01, -0.02, -0.02), (-0.01, -0.03, -0.03)를 얻었고, Test3에서 S가1일 때 (0.00,

-0.08, -0.02),(0.00, -0.06, 0.00), S가 2일 때 (0.01, -0.07, 0.00), (-0.01, -0.07, 0.07)을 얻었다. 마지막으로 블록의 모양도 함께 고려한 Test4에서는 S가1일 때 (0.01, -0.05, 0.00), (0.00, -0.04, 0.01), S가 2일 때 (0.01, -0.03, 0.01), (-0.01, -0.04, 0.07)을 얻었다.

참고 문헌 (References)

- [1] G. J. Sullivan, W. J. Ohm, and T. Wiegand, "Overview of the High Efficiency Video Coding (HEVC) standard," IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technol., vol. 22, no. 12, 2012.
- [2] B. Bross, J. Chen, and S. Liu, "Versatile Video Coding (Draft 8)," JVET-Q2001, 17th Meeting, Brussels. BE, 7 - 17 Jan. 2020.
- [3] J. Park and B. Jeon, "CE3-related: Modified Chroma Intra Mode Coding," JVET-M0324, 13th Meeting, Marrakech, MA, 9 - 18 Jan. 2019.
- [4] B. Bross, J. Boyce, K. Suehring, X. Li, and V. Seregin, "JVET common test conditions and software reference configurations for SDR video," JVET-L1010, Oct. 2018.
- [5] G. J. Sullivan, V. Sze, and M. Budagavi, High Efficiency Video Coding Algorithms and Architectures, Springer, 2014.

저 자 소 개



박 지 윤

- 2016년 : 국민대학교 정보통신대학 컴퓨터공학부 졸업 (학사)
- 2017년 ~ 현재 : 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 석박사통합과정
- ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-1554-5551>
- 주관심분야 : 멀티미디어, 영상압축



전 병 우

- 1985년 : 서울대학교 전자공학과 졸업 (학사)
- 1987년 : 서울대학교 전자공학과 졸업 (석사)
- 1992년 : Purdue Univ. School of Elec. 졸업 (공학박사)
- 1993년 ~ 1997년 : 삼성전자 신호처리연구소 선임/수석연구원
- 1997년 ~ 현재 : 성균관대학교 전자전기공학부 교수
- ORCID : <http://orcid.org/0000-0002-5650-2881>
- 주관심분야 : 멀티미디어, 영상압축, 영상인식, 신호처리