

IVC 의 색차성분 화면내 예측 모드 확장 및 시그널링 기법

양안나, 박도현, 김재곤

한국항공대학교

nayang.dh@kau.ac.kr, jgkim@kau.ac.kr

Extension of Intra Chroma Prediction Modes and Mode Signaling for Internet Video Coding

Anna Yang, Do-Hyun Park, and Jae-Gon Kim

Korea Aerospace University

요 약

본 논문에서는 정지영상에 주로 적용되어 왔던 히스토그램 등화 (histogram equalization) 기법을 실시간 동영상 화질향상에 이용할 수 있도록 확장한다. 우선, 동영상의 히스토그램 등화를 실시간으로 동작하기 위한 방안으로, 이전 프레임들의 히스토그램을 이용하여 현재 프레임의 변환 함수를 구성하는 방법을 제안한다. 또한 페이드-인 (fade-in) 등과 같이 장면 전환을 위한 특수 효과를 적용한 동영상이나 장면의 특성상 낮은 화소값이나 높은 화소값들만으로 구성된 동영상에 대해 히스토그램 등화를 적용할 경우 발생하는 문제점을 극복하기 위한 방법을 제시한다. 따라서 제안하는 알고리즘을 적용하여 동영상의 히스토그램 등화를 수행하면 실시간 동영상 처리가 가능할 뿐만 아니라, 다양한 특수 기법들을 사용한 동영상을 효과적으로 개선하여 향상된 화질의 동영상을 얻을 수 있다.

1. 서론

모바일 기기를 중심으로 인터넷 환경에서의 다양한 비디오 응용 서비스가 확산되고 있고, 여기에는 무료 라이선싱 royalty-free) 비디오 코덱이 많이 활용되고 있다. 또한 새로운 비디오 부호화 표준인 HEVC(High Efficiency Video Coding)는 기존 표준 대비 2 배의 월등히 개선된 부호화 성능을 제공하지만 H.264/AVC 이상의 막대한 로열티가 발생할 것으로 예상된다. 이러한 배경에 따라 MPEG 에서는 Royalty-Free 비디오 코덱인 Type-1 표준으로 IVC(Internet Video Coding) 표준화를 진행하고 있다. IVC 는 MPEG-1/-2 및 공지된 기술을 이용하여 Type-1 코덱 개발을 진행하고 있으며, 제 114 차 회의에서 Study of DIS[1]와 참조 SW 인 ITM 14.0[2]을 완료하였다.

IVC 에서는 휘도 성분의 화면내 부호화를 위해 다섯 가지 예측 부호화 모드(DC, VER, HOR, DOWN_LEFT, DOWN_RIGHT)를 사용하고 있고, 색차 성분의 화면내 예측 부호화를 위해서 네 가지의 예측 모드(DC, HOR, VER, PLANE)를 사용하고 있다[1].

본 논문에서는 기존의 휘도성분의 화면내 예측 모드로 정의된 DOWN_LEFT 와 DOWN_RIGHT 예측모드를 색차성분의 화면내 예측에도 사용하도록 화면내 예측모드를 확장함으로써 부호화 성능을 얻도록 한다. 또한, 부호화 모드 시그널링을 위한 예측모드 값 할당을 개선하여 HOR 과 VER 예측모드에 할당된 예측모드 값을 서로 교환 변경하여 추가적인 부호화 이득

을 얻는다. 본 논문에서는 이러한 색차성분의 화면내 예측모드 확장과 그 시그널링 기법에 대해서 제안한다[3].

2. 화면내 예측부호화

ITM 은 휘도성분의 화면내 예측을 위해서 DC, VER, HOR, DOWN_LEFT, DOWN_RIGHT 의 예측 부호화 모드를 지원하고 있다. 또 색차성분의 화면내 예측을 위해서 DC, HOR, VER, PLANE 의 예측 부호화 모드를 지원하고 표 1 와 같은 시그널링 방법을 사용하고 있다. 화면내 예측에서는 각 모드별로 예측 부호화를 수행하여 유효-왜곡 비용(R-D Cost)에 따른 최적의 모드를 결정한다. 즉, 휘도 성분의 예측 부호화 모드를 결정하기 위해 16x16, 8x8, 4x4 단위 블록에 대한 다섯 가지 예측 모드 탐색 후 최적의 예측 모드와 블록의 크기를 선택하며 색차신호의 8x8 블록에 대하여 네 가지 예측 부호화 모드를 사용하여 최적의 예측 모드를 결정한다.

표 1. 색차성분 화면내 예측 모드(ITM14.0)

intra_luma_pred_mode	Name
0	Intra_Chroma_DC
1	Intra_Chroma_Horizontal
2	Intra_Chroma_Vertical
4	Intra_Chroma_PLANE

3. 색차신호 화면내 예측 모드 확장 기법

기존의 ITM 14.0 에서 허용되는 색차신호의 부호화 방식은 표 1 과 같고 기존의 블록 예측에 표 2 와 같이 예측 모드를 추가한다. 즉 DC, VER, HOR, DOWN_LEFT, DOWN_RIGHT, PLANE 예측 부호화 모드를 사용할 수 있도록 DOWN_LEFT, DOWN_RIGHT 의 예측 부호화 모드를 추가한다. 또한 표 3 과 같이 기존에 예측모드의 시그널링 방법을 H.264/AVC 의 시그널링 방법과 유사하게 변경한다.

표 2. 화면내 예측 모드 확장

intra_chroma_pred_mode	Name
0	Intra_Chroma_DC
1	Intra_Chroma_Horizontal
2	Intra_Chroma_Vertical
3	Intra_Chroma_Down_Left
4	Intra_Chroma_Down_Right
5	Intra_Chroma_Plane

표 3. 화면내 예측모드 확장 및 시그널링

intra_chroma_pred_mode	Name
0	Intra_Chroma_DC
1	Intra_Chroma_Vertical
2	Intra_Chroma_Horizontal
3	Intra_Chroma_Down_Left
4	Intra_Chroma_Down_Right
5	Intra_Chroma_Plane

표 3 와 같이 HOR, VER 로 시그널링을 했던 색차신호의 화면 내 예측모드의 시그널링을 VER, HOR 로 변경한 후 모드를 분석한 결과로 표 4 를 얻었다. 표 4 는 시그널링 변경 후, 8x8 블록마다 최적의 모드로 선택된 부호화 모드의 백분율을 나타낸 것이다. 일반적인 경우와 달리 색차 신호에서 수직 방향의 에지가 수평 방향의 에지 성분 보다 많지만 휘도성분의 경우와 동일하게 표 3 과 같이 부호화 모드를 시그널링 할 경우 성능이 개선되는 것을 확인하였다.

표 4. 화면내 예측모드 확장 및 시그널링

	DC	VER	HOR	DOWN_L	DOWN_R	PLANE
Class 0	23.06%	15.43%	17.77%	15.24%	14.22%	14.28%
Class A	23.46%	16.30%	16.87%	14.91%	14.18%	14.27%
Class B	23.73%	16.80%	16.16%	14.92%	14.05%	14.34%
Class C	25.07%	16.32%	16.42%	14.35%	13.76%	14.09%
Class D	24.04%	16.93%	16.10%	14.62%	14.11%	14.20%
All	23.87%	16.36%	16.66%	14.81%	14.06%	14.24%

4. 실험결과

제안하는 색차신호의 화면내 예측부호화 모드의 확장과 시그널링 변경 기법을 ITM14.0 에 구현하였다. 표 5 는 실험을 하기 위한 테스트 환경을 나타낸 표이다. ALL INTRA 환경에서 실험하였고 QP 는 I 픽처에 대한 고정 QP 를 사용한다.

표 5. 테스트 환경 (Anchor: ITM 14.0)

IntraPeriod	0
Number of Frames	150~600
SearchRange	64
RDOptimization	1
RateControlEnable	0
Fixed QP assignment	QP for I

표 6 은 화면 내 예측부호화에서 기존의 예측 부호화 모드를 확장하여 DOWN_LEFT, DOWN_RIGHT 방향을 추가한 예측부호화 기법의 부호화 성능이다. 기존의 ITM 14.0 대비 0.2%의 비트율(BD-rate) 절감을 얻었다.

표 7 은 색차신호의 화면내 예측 부호화 확장 후 부호화 모드의 시그널링 변경한 부호화 기법의 부호화 성능이다. 기존 ITM14.0 대비 0.3%의 비트율(BD-rate) 절감을 얻었다. 색차신호의 부호화 성능 향상에 대한 평균 PSNR 값을 구하기 위해 식(1)을 사용하였다.

$$PSNR_{avg} = (6 \cdot PSNR_y + PSNR_u + PSNR_v) / 8.$$

표 6. 색차성분 화면내 예측 모드 확장 기법의 성능 (Anchor: ITM 14.0)

	BD-rate (%)			
	Y	U	V	Avg
Class 0	-0.2%	-0.4%	-0.3%	-0.2%
Class A	-0.2%	-0.2%	-0.3%	-0.3%
Class B	-0.3%	0.0%	-0.1%	-0.3%
Class C	-0.2%	0.0%	-0.1%	-0.1%
Class D	-0.3%	-0.1%	-0.6%	-0.3%
All	-0.2%	-0.1%	-0.3%	-0.2%

표 7. 색차성분 화면내 예측 모드 확장 및 시그널링 기법의 성능 (Anchor: ITM 14.0)

	BD-rate (%)			
	Y	U	V	Avg
Class 0	-0.2%	-0.4%	-0.4%	-0.2%
Class A	-0.2%	-0.1%	-0.3%	-0.2%
Class B	-0.3%	0.0%	-0.1%	-0.3%
Class C	-0.2%	-0.1%	-0.1%	-0.2%
Class D	-0.3%	-0.1%	-0.5%	-0.3%
All	-0.3%	-0.1%	-0.3%	-0.3%

5. 결론

본 논문은 IVC 의 부호화 성능향상을 위하여 색차신호의 화면내 예측모드를 확장한 것으로, 기존의 휘도성분의 예측에 사용되는 DOWN_LEFT 와 DOWN_RIGHT 의 방향성 예측 모드를 추가하였다. 또한, 기존의 HOR 과 VER 모드의 예측 모드 값을 교환한 개선된 예측모드 시그널링 기법을 제안하였다. 실험결과 본 논문의 제안 기법은 ITM 14.0 대비 색차성분 화면내 예측 모드 확장에서 평균 0.2%와 색차성분의 화면 내 예측모드의 시그널링 변경으로 평균 0.3%의 비트율 절감 효과가 있음을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENT

본 교육부의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업(No. 2011-0023182)의 지원으로 수행된 것임.

참고 문헌

- [1] R. Wang, S.-h. Park, T. Huang, E. S. Jang, and J.-G. Kim, "Study Text of ISO/IEC DIS 14496-33 Internet Video Coding," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N16034, San Diego, Feb. 2016.
- [2] S.-h. Park, R. Wang, and J.-G. Kim, "Internet Video Coding Test model (ITM) v 14.1," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N16035, San Diego, Feb. 2016.
- [3] A. Yang, D.-H. Park, and J.-G. Kim, "Extension of Chroma Intra Prediction Modes and their Signaling in Internet Video Coding," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 m37799, Geneva, CH, May 2016.