개선된 H.264/AVC 16x16 인트라 예측 기술

*양희철, **양정엽, ***전병우

성균관대학교 정보통신공학부

*huicuhl2@skkku.edu, **binbak1@ece.skku.ac.kr, ***bjeon@skku.edu

Improved H.264/AVC 16x16 Intra Prediction Scheme

*Yang, Heechul, **Yang, Jungyoup, ***Jeon, Byeungwoo

Sungkyunkwan University, School of Information and Communication Engineering

요 약

최근 HDTV, 블루레이 등 고해상도, 고품질 디지털 멀티미디어 응용 기술의 보급으로 인하여, 고해상도, 고품질 비디오 부호화 기술에 대한 중요성이 증가하고 있다. 현재 고해상도 비디오 부호화에 사용되는 H.264/AVC 표준의 인트라 부호화 기술은 인터 부호화 기술의 복잡도가 크게 증가하는 고해상도 영상에서 인터 부호화 기술에 비해 낮은 복잡도를 가진 부호화기 및 복호화기의 구현이 가능하다는 장점을 가지고 있다. 그러나 인트라 부호화 기술은 인터 부호화 기술에 비하여 압축 효율이 매우 낮다는 문제점이 있다. 본 논문에서는 고해상도 영상을 위한 새로운 16x16 블록의 인트라 예측 기술을 제안한다. 실험을 통하여 제안한 새로운 16x16 인트라 예측 기술을 사용할 경우, HD급 고해상도 영상에 대해 평균 2.8%의 부호화 효율을 증가시킬 수 있음을 보여준다.

1. 서론

H.264/AVC 표준의 인트라 예측 부호화 기술은 4x4 블록과 8x8 블록에 대해 9가지 인트라 예측 모드를, 16x16 블록에 대해 4가지 인트라 예측 모드를 사용하여 공간적 중복성을 효과적으로 제거함으로써 부호화 효율을 향상시키고 있다[1]. 그러나 인트라 부호화 기술은 인터 부호화 기술에 비해 부호화 효율이 매우 낮다는 문제점이 있다. 이를 극복하기 위한 인트라 부보화기의 부호화 효율을 높이기 위한 많은 연구가 진행 되었다[2][3][4]. Shiodera[2]는 동시에 두 가지 방향의 인트라 예측 모드를 섞어서 사용하는 양쪽 방향의 예측 모드를 사용하고(Bi-directional intra prediction), Ye[3]는 여기에 방향성을 가진 변환인 (MDDT, Mode-dependent directional transform)기법을 추가하였다. Tan[4]은 템플릿 매칭(TM, Template matching)기법을 사용하여 인트라 예측을 수행하였다. 그러나 상기에 제안된 인트라 기술들은 고해상도 영상에서 중요한 역할을 하는 16x16 인트라 예측 기술에 대하여 다음의 문제점을 갖는다. 인트라 예측 기술은 이미 복원된 인접 매크로블록의 화소를 참조하기 때문에, 4x4 혹은 8x8 블록과 같이 작은 크기의 블록 내부는 인접 매크로블록의 화소와 공간적 유사도가 높지만, 16x16 블록과 같이 큰 크기를 가진 블록 내부는 공간적 유사도가 매우 낮은 화소값을 참조하게 되어 예측의 정확도가 감소하게 된다. 저해상도 영상에서는 16x16 인트라 예측의 비중이 낮지만, 고해상도 영상에서는 16x16과 같은 큰 블록의 부호화가 더욱 중요해 질것으로 예상된다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 새로운 16x16 인트라 예측 기술을 제안한다.

2. 제안한 16x16 인트라 예측 기술

전술한 바와 같이, H.264/AVC 표준의 인트라 예측 기술은 이미 복원된 인접 매크로블록의 화소를 예측값으로 사용하기 때문에 예측의 정확도가 감소한다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 공간적 유사도가 가장 높은 상위와 좌측 위치의 예측값을 현재 화소와 유사하도록 가중합(Weighted Sum)하여 현재 화소의 예측값으로 재사용한다. 또한 상위와 좌측 위치의 예측값에 곱해주는 가중치(Weighting Value)를 다양하게 변화함으로써, 보다 정확한 인트라 예측이 가능하게 한다. 제안한 16x16 인트라 예측 기술은 다음과 같이 3 단계로 동작한다.

Step 1: 해당 16x16 블록의 각각의 화소에 대한 예측값을 계산한다. 예측값은 다음과 같이 표현한다.

$$P(i,j) = H_v \cdot P(i,j-1) + H_h \cdot P(i-1,j) \quad (1)$$

식(1)의 $P(i,j)$는 각 위치에 존재하는 화소를, H_v와 H_h는 가중치 계수를 나타낸다. 예측을 수행하려는 화소의 상위와 좌측에 위치한 화소의 예측값에 각각 가중치를 곱하

"이 논문은 2010 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업 연구임(No. 20100008030)"

□□ 1. 제안한 인트라예측 모드의 과정

여 해당 화소의 예측값을 만든다.

이미 복원된 화소가 상위나 좌측에 인접해 있는 경우에는 복원된 화소를 그림 현재 화소의 예측값으로 사용하고, 그렇지 않은 경우에는 그림 1.과 같이 인접한 화소의 예측값을 현재 화소의 예측값으로 사용한다.

Step 2: 해당 16x16 블록의 모든 화소에 대해 Step 1의 과정을 반복하여 해당 16x16 블록의 모든 화소에 대한 예측값을 얻는다.

Step 3: 해당 16x16 블록의 원본 화소과 예측된 화소의 차이인 잔차 신호를 계산한다. 이때 예측 후 얻는 잔차 신호의 에너지를 가장 작게 만드는 가중치를 찾아 사용한다.

따라서 전술한 예측 방법을 이용하여 잔차 신호의 에너지를 최소화함으로써, 율-왜곡(Rate-Distortion) 측면에서 향상된 성능을 얻을 수 있다. 가중치가 더욱 정확할수록 더욱 정교한 예측이 가능해지므로 잔차 신호의 정보량은 감소하지만, 가중치값을 부호화기로 정확히 전송하는 것이 어렵다. 따라서 본 논문에서는 전송되는 가중치의 범위와 종류를 몇 가지로 단순화 하여 사용한다. 제안된 새로운 인트라 예측 방법은 기존의 4x4 인트라 예측 방법 및 16x16 인트라 예측 방법과 율-왜곡 최적화 기준에 의해 선택된다.

3. 실험 결과 및 분석

본 논문에서 제안한 방법의 성능을 검증하기 위해 JM(Joint Model) 15.1 참조 소프트웨어를 기반으로 제안 방법을 구현하였다[5]. 표 1 은 제안 방법의 성능 평가를 위한 자세한 실험 조건이다. 제안 방법의 성능은 표 2와 같이, BDPSNR(Bjøntegaard Delta Peak Signal to Noise Ratio), BDBR(Bjøntegaard Delta Bit Rate)을 측정되었다[6]. 표 2와 같이, 제안 기술은 720p의 영상보다 큰 1080p의 영상에서 더 향상된 성능을 보였다. 720P 영상의 low bitrate 조건에서 평균 2.27%의 비트량 감소 및 0.14dB의 화질개선을 보였고, 같은 조건의 1080P 에서 평균 3.42%의 비트량 감소 및 0.16dB의 화질개선 효과를 얻을 수 있다. 이는 제안 기술이 보다 고해상도의 영상에 더 적합 하다는 것을 보인다.

표 1. 부호화 조건

참조 소프트웨어	JM 15.1
프로파일	High Profile
GOP 구조	Intra only
RD 최적화	Used
엔트로피 부호화	CAVLC
양자화 계개변수	22,27,32,37,42
비교대상	- JM 15.1 w/o modification - JM 15.1 with modification

표 2. 율-왜곡 실험결과.

Sequence		(a) High Bitrate		(b) Low Bitrate	
		BDBR [%]	BDPSNR [dB]	BDBR [%]	BDPSNR [dB]
HD 720P	City	0.20	-0.02	0.07	0.00
	Jets	-3.09	0.17	-4.69	0.32
	Raven	-1.15	0.06	-1.62	0.08
	Big Ships	0.06	0.00	-0.57	0.02
Aver 720P		**-1.32**	**0.07**	**-2.27**	**0.14**
HD 1080P	Kimono	-2.52	0.10	-4.58	0.20
	Sunflower	-3.48	0.15	-3.56	0.20
	Basketball Drive	-0.72	0.02	-1.48	0.06
	Toys and Cal.	-0.12	0.01	-0.65	0.03
Aver 1080p		**-2.28**	**0.09**	**-3.42**	**0.16**

4. 결론

본 논문은 고해상도 영상에서 점차 중요해 지는 16x16 사이즈 같은 큰 블록에 대해서 기존의 H.264/AVC의 인트라 예측 기술이 가진 한계를 극복하기 위한 새로운 인트라 예측 기술에 대하여 제안하였다. 제안 기술은 1080P의 고해상도 영상에서 low bitrate 조건에서 평균 3.42%의 비트량 감소 및 0.16dB의 화질개선 효과를 얻을 수 있다.

참 고 문 헌

[1] T. Wiegand and G. Sullivan, "Overview of the AVC|H.264 Video Coding Standard," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 13, no. 7, Jul. 2003.

[2] T. Shiodera, A. Tanizawa, and T. Chujoh, "Bidirectional Intra Prediction," ITU-T SG16/Q.6 VCEG, VCEG-AE14, Marrakech, Morocco, January 2007. http://ftp3.itu.ch/av-arch/videosite/0701_Mar/VCEG-AE14.zip.

[3] Y. Ye and M. Karczewicz, "Improved intra coding," ITU-T Q.6/SG16 VCEG, VCEG-AG11, Shenzhen, China, October 2007. http://ftp3.itu.ch/av-arch/video-site/0710_She/VCEG-AG11.zip.

[4] T.K. Tan, C.S. Boon, Y. Suzuki, "Intra prediction by template matching", in Proc. ICIP'06, Oct. 2006.

[5] http://iphome.hhi.de/suehring/tml/download/old_jm/jm15.1.zip

[6] G. Bjonteggard, "Calculation of average PSNR differences between RD-curves," Doc. of ITU-T SG16,VCEG-M13, Apr. 2001