

HEVC에서 화면 간 예측 모드들 간의 율-왜곡 파라미터 분석

*백승용 *이재용 *조혜정 *정광수 *오승준

광운대학교 방통융합 플랫폼 센터

*sybaek@media.kw.ac.kr

Analysis of the rate-distortion parameters between inter prediction modes in HEVC

*Baek, Seung-Yong *Lee, Jae-Yong *Cho, Hye-Jeong *Chung, Kwang-Sue *Oh, Seoung-Jun

BnC Convergence Platform Center, Kwangwoon University

요약

최근 표준화가 진행되고 있는 HEVC는 H.264/AVC의 기본 구조를 유지하면서 각 부호화기의 성능을 향상시키는 방향으로 진행되고 있다. 기존의 H.264/AVC는 화면 간 예측에서 예측 정보를 보내지 않고 복호화가 가능한 SKIP 모드와 예측 정보를 보내주는 화면 간 예측 모드들을 사용한다. 그런데 SKIP 모드는 율-왜곡 측면에서 극단적인 특성을 갖기 때문에 SKIP 모드와 다른 화면 간 예측 모드들 사이에 넓은 율-왜곡 파라미터 간격이 존재하며, 이는 화질 저하의 원인이 된다. 본 논문에서는 HEVC에서도 동일한 문제점이 존재하는지 분석하기 위해 SKIP 모드와 화면 간 예측 모드들의 율-왜곡 파라미터에 대한 분석을 수행하였다. 분석 결과를 바탕으로 HEVC에서도 부호화 효율을 향상시키기 위하여 새로운 화면 간 예측 모드가 필요함을 보였다.

1. 서론

최근 MPEG과 VCEG이 설립한 JCT-VC(Joint Collaborative Team on Video Coding)에서 차세대 비디오 코덱인 HEVC(High Efficiency Video Coding)의 표준화 작업이 진행되고 있다. HEVC는 기존 H.264/AVC에서의 잔여 신호에 대한 변환 및 양자화 등의 기본 구조는 그대로 유지하면서 각 부호화기의 성능을 향상시키기 위한 새로운 기술들을 사용하고 있다[1]. H.264/AVC에서는 화면 간 예측 모드로 SKIP, 16x16, 16x8, 8x16, 8x8모드를 사용한다[2]. SKIP 모드는 비트율에서의 이득을 극대화하기 때문에 화면 간 예측 모드 중에서 높은 선택률을 유지한다[3]. 그러나 잔여신호를 보내지 않기 때문에 화질 저하의 원인이 된다. 율-왜곡 파라미터의 측면에서 기존의 H.264/AVC는 SKIP 모드와 다른 화면 간 예측 모드들 사이에 넓은 간격이 존재하며, 이를 보완하기 위해 기존 H.264/AVC에서의 화면 간 16x16 모드의 움직임 정보와 16x16 잔여 신호에 대한 평균 에너지만을 보내주는 새로운 화면 간 예측 모드가 제안되었다[4].

HEVC는 화면 간 예측 모드로 2N=64, 32, 또는 16인 경우에 SKIP, 2Nx2N, 2NxN, 그리고 Nx2N을 허용하며, 2N=8인 경우에 추가적으로 NxN 모드를 사용한다[5]. HEVC의 SKIP 모드는 H.264/AVC와 같이 적은 비트를 사용하기 때문에 다른 화면 간 예측 모드들에 비해 큰 왜곡을 가질 가능성이 있다. 그러므로 HEVC에서 H.264/AVC와 같이 율-왜곡 파라미터 측면에서 SKIP 모드와 다른 화면 간 예측 모드들 사이에 간격이 존재하는지에 대한 분석이 필요하다. 본 논문에서는 HEVC에서 화면 간 예측 모드들의 율-왜곡 파라미터와 화면 간 예측 모드들의 선택률을 분석하여 SKIP 모드를 보완할 수 있는 새로운 모드의 필요성을 제시한다.

2. 본론

2.1 H.264/AVC의 화면 간 예측 모드

H.264/AVC는 16x16 MB(Macroblock)단위로 부호화하며, 화면 간 예측은 변환과 양자화 과정을 거친 잔여 신호와 MVD(Motion Vector Difference)를 보내는 16x16, 16x8, 8x16, 8x8 모드와 예측 정보를 보내지 않는 SKIP 모드를 사용한다. SKIP 모드는 정보량 측면에서의 이득으로 인해 화면 간 예측 모드 중에서 높은 선택률을 유지한다. 하지만 SKIP 모드의 부호화 방법은 율-왜곡 측면에서 극단적인 특성을 갖는다. 즉, SKIP 모드는 다른 화면 간 예측 모드들에 비해 비트소요량 측면에서는 이득을 얻지만 원영상과의 왜곡 정도가 크기 때문에 화질 측면에서 손해를 본다.

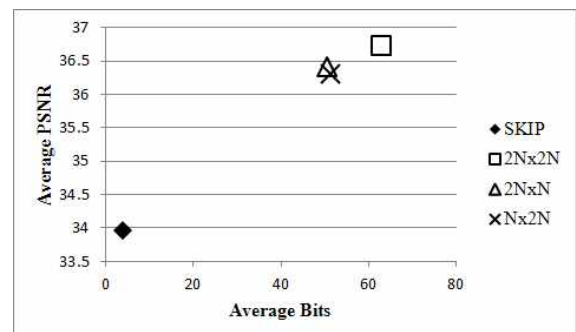


그림 1. H.264/AVC에서 Foreman(CIF, QP 27)영상의 화면 간 예측 모드들의 율-왜곡 파라미터의 분포

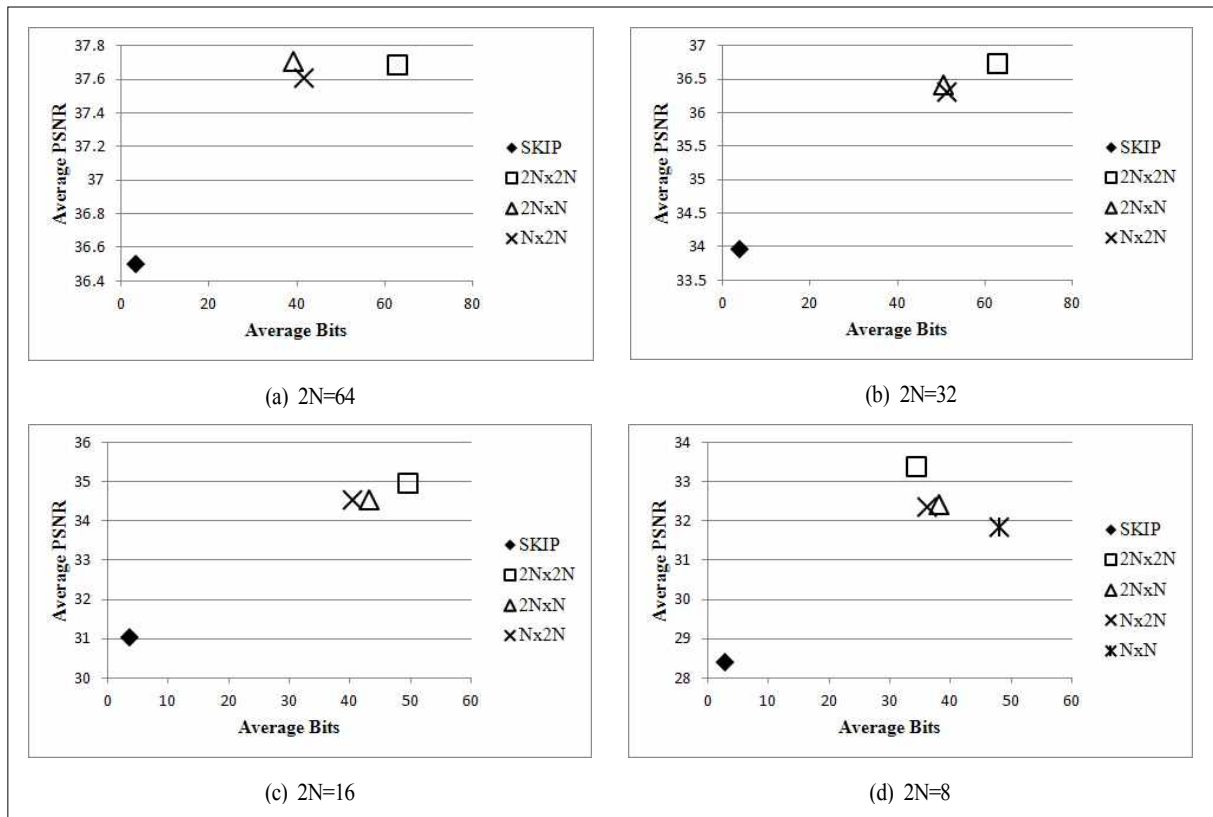


그림 2. HEVC에서 Basketball Drive(QP 27)영상의 2N에 따른 화면 간 예측 모드들의 울-왜곡 파라미터의 분포

그림 1은 H.264/AVC에서 Foreman 영상 100프레임에 대한 화면 간 예측 모드들의 울-왜곡 파라미터를 도시한 것이다. x축은 각 예측 모드를 표현하는데 필요한 평균 비트를 나타내고 y축은 각 예측 모드들에 대한 평균 PSNR을 나타낸다. 그림 1을 통해 H.264/AVC에서는 SKIP 모드와 다른 화면 간 예측 모드들 사이에 넓은 간격이 존재함을 알 수 있으며, 이는 화질 저하의 원인이 된다. 이러한 문제점을 보완하기 위해 울-왜곡 측면에서 SKIP 모드와 다른 화면 간 예측 모드들 사이의 성격을 갖는 새로운 예측 모드가 제안되었다[4].

2.2 HEVC의 화면 간 예측 모드

HEVC는 64x64 LCU(Largest Coding Unit)를 기본 부호화 단위로 사용하며 LCU는 계층적 구조의 CU(Coding Unit)로 구성된다. CU는 64x64, 32x32, 16x16, 8x8을 사용한다. CU에서 예측을 위한 블록인 PU(Prediction Unit)는 2Nx2N, 2NxN, Nx2N을 사용하며 CU의 크기가 8x8인 경우에 한해 NxN을 추가적으로 사용한다. 여기에서 2N은 CU의 크기이다. PU에서의 화면 간 예측 모드는 SKIP, 2Nx2N, 화면 간 2Nx2N, 2NxN, Nx2N, 그리고 8x8 CU에 한해 화면 간 NxN 모드가 적용된다. SKIP 모드는 다른 화면 간 예측 모드들에 비해 적은 비트를 사용하며, 플래그 비트를 통해 다른 화면 간 예측 모드들과 구분된다[7].

3. 실험 결과 및 분석

HEVC는 CU에 따라 적용되는 화면 간 예측 모드가 다르므로

울-왜곡 파라미터는 2N의 크기 별로 분석을 한다. 또한 전체 화면 간 예측 모드들 중에서 SKIP 모드의 비중을 확인하기 위해 QP 22, 27, 32, 37의 네 대역에서 2N에 따른 각 화면 간 예측 모드들의 선택률에 대한 조사를 수행한다.

HEVC에서 2N에 따른 화면 간 예측 모드들의 울-왜곡 파라미터의 분석을 위한 소프트웨어는 HM 3.0[6]이 사용되었다. 실험 환경은 HEVC의 공통 실험 조건 중 SKIP 모드가 큰 비중을 차지하는 Low delay, low complexity에서 실시했다. Low delay, low complexity는 순방향으로 두 장의 참조 프레임을 사용하는 GPB(Generalized P and B)를 P-Slice 대신 사용한다. 실험 영상은 1080P의 해상도를 갖는 Basketball Drive 영상이다[8].

그림 2는 HEVC에서 Basketball Drive 영상의 2N에 따른 화면 간 예측 모드들의 울-왜곡 파라미터의 분포를 도시한 것이다. x축은 각 예측 모드를 표현하는데 필요한 평균 비트를 나타내고 y축은 각 예측 모드들에 대한 평균 PSNR을 나타내며, (a), (b), (c), (d)는 각각 2N이 64, 32, 16, 8인 경우이다. 그림 2에 따르면 SKIP 모드와 다른 화면 간 예측 모드들은 울-왜곡 파라미터의 측면에서 다른 특성을 보인다. SKIP 모드는 모든 크기의 CU에 대해서 다른 화면 간 예측 모드들에 비해 적은 비트를 사용하며, 이로 인해 발생하는 왜곡의 정도가 다른 예측 모드들에 비해 상대적으로 크기 때문에 평균 PSNR은 가장 낮게 나타난다. SKIP 모드의 극단적인 특성으로 인해 SKIP 모드와 다른 화면 간 예측 모드들 사이에 넓은 간격이 나타나며, 화질 저하의 원인이 된다. 하지만 현재 HEVC는 이러한 문제점을 보완해 주는 예측 모드나 예측 도구가 존재하지 않는다.

표 1. QP 22에서 Basketball Drive영상의 2N에 따른 화면 간 예측 모드들의 선택률

2N	Inter Prediction Modes				
	SKIP	2Nx2N	2NxN	Nx2N	NxN
64	0.72	0.74	0.36	0.25	-
32	3.28	4.99	1.36	1.39	-
16	8.76	16.47	2.88	3.34	-
8	15.12	27.95	4.80	5.01	2.59

표 2. QP 27에서 Basketball Drive영상의 2N에 따른 화면 간 예측 모드들의 선택률

2N	Inter Prediction Modes				
	SKIP	2Nx2N	2NxN	Nx2N	NxN
64	3.14	1.53	0.66	0.50	-
32	5.49	6.74	1.47	1.67	-
16	12.09	14.17	2.44	3.35	-
8	21.65	16.91	2.95	3.65	1.60

표 3. QP 32에서 Basketball Drive영상의 2N에 따른 화면 간 예측 모드들의 선택률

2N	Inter Prediction Modes				
	SKIP	2Nx2N	2NxN	Nx2N	NxN
64	7.21	2.10	0.72	0.65	-
32	7.23	6.75	1.41	1.92	-
16	17.89	10.93	2.12	3.34	-
8	23.29	9.54	1.71	2.39	0.79

표 4. QP 37에서 Basketball Drive영상의 2N에 따른 화면 간 예측 모드들의 선택률

2N	Inter Prediction Modes				
	SKIP	2Nx2N	2NxN	Nx2N	NxN
64	12.79	2.38	0.77	0.83	-
32	10.66	6.22	1.45	2.16	-
16	21.24	8.03	1.71	2.95	-
8	21.67	4.74	0.79	1.29	0.31

표 1~4는 Basketball Drive 영상에서의 QP 대역 별 화면 간 예측 모드의 선택률을 나타낸다. 표에 따르면 QP가 22인 경우 모든 2N에 대해서 SKIP 모드가 화면 간 2Nx2N 예측 모드 다음으로 선택률이 높고, QP가 27인 경우 SKIP 모드가 가장 높거나 화면 간 2Nx2N 예측 모드와 비슷한 선택률을 갖는다. QP가 32 이상이면 모든 2N에 대해서 SKIP 모드가 가장 높은 선택률을 나타낸다. 즉, 일반적으로 SKIP 모드가 다른 화면 간 예측 모드들에 비해 큰 비중을 차지하고 있음을 알 수 있다. 그러므로 울-왜곡 최적화 측면에서 SKIP 모드와 다른 화면 간 예측 모드들 사이에 존재하는 문제점을 보완하여 성능을 향상시킬 수 있는 새로운 예측 모드 또는 새로운 도구가 필요할 것으로 예상된다.

4. 결론

본 논문에서는 HEVC에서 SKIP 모드와 다른 화면 간 예측 모드들 사이의 울-왜곡 파라미터를 분석하였다. 분석 결과 HEVC는 SKIP

모드와 다른 화면 간 예측 모드들 사이에 울-왜곡 파라미터의 간격이 넓은 특징이 존재하며, 이는 화질 저하의 원인이 된다. 그리고 화면 간 예측 모드들의 선택률에 따르면 SKIP 모드는 다른 화면 간 예측 모드들에 비해 상당히 높은 비중을 차지하였다. 그러므로 부호화기에서 부호화기 성능을 향상시키기 위하여 적용하는 울-왜곡 최적화 측면에서 SKIP 모드와 다른 화면 간 예측 모드들 사이에 존재하는 문제점을 보완할 수 있는 새로운 부호화 도구 또는 새로운 예측 모드를 연구할 필요가 있다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부, 한국산업기술진흥원의 전략 기술인력양성사업으로 수행된 결과임.

참고문헌

- [1] 한우진, "HEVC 표준화 동향과 Test-Model Version 1의 구성 및 성능", 방송공학회지 제15권 제4호, pp. 9-22, 2010년 12월.
- [2] T.Wiegand, G.J.Sullivan, and A.Luthra, "Overview of the H264/AVC Video Coding Standard", *IEEE Trans. on CSVT*, vol.13, no.7 pp.560-576, July, 2003.
- [3] Christos Grecos and Ming Yuan Yang, "Fast Inter Prediction for P Slices in the H264 Video Coding Standard", *IEEE Trans on Broadcasting*, vol.51, no.2, June 2005.
- [4] 김지연, 조계규, 오승준, "영상 부호화 효율 향상을 위한 새로운 화면간 부호화 방법", 2010년도 한국방송공학회 추계 학술대회, pp.252~253, 2010년 11월.
- [5] Shan Liu, Yu-Wen Huang, and Shawmin Lei, "Remove Partition Size NxN", JCTVC-D432, January, 2011.
- [6] https://hevc.hhi.fraunhofer.de/svn/svn_HEVCSoftware/ for HM-3.0 software
- [7] Thomas Wiegand, "WD3: Working Draft 3 of High-efficiency Video Coding", JCTVC-E603, March, 2011.
- [8] Frank Bossen, "Common test conditions and software reference configurations", JCTVC-E700, January, 2011.