

## 와이너 지브 부호화에서의 키 픽처 선택에 따른 영향 분석

\*은현 \*\*심혁제 \*\*\*전병우

성균관대학교 정보통신공학부

\*sadsca@skku.edu \*\*waitnual@skku.edu \*\*\*bjeon@skku.edu

## Effects of Key Picture Selection in Wyner-Ziv Video Coding

\*Hyun Eun \*\*Hiuk Jae Shim \*\*\*Byeungwoo Jeon

School of Information and Communication Engineering

Sungkyunkwan University

## 요약

분산 비디오 기술의 대표적인 기술 중 하나는 와이너 지브 부호화 기술이다. 종래 와이너 지브 부호화 기술에서는 낮은 복잡도의 부호화를 얻기 위하여 일반적으로 인트라 부호화된 키 픽처를 사용한다. 하지만 인트라 부호화 방법은 공간적 중복성분만을 제거하기 때문에, 정적인 영상에서 부호화 효율이 매우 떨어지게 되어, 전체적인 윌 왜곡 성능을 저하시킨다.

본 논문에서는 움직임 벡터를 (0, 0) 으로 간주한 제로 모션 키 픽처를 이용하여 공간적 중복성분 이외에 시간적 중복성분 또한 제거하여 부호화 효율 향상을 위한 방법에 대한 종래 인트라 키 픽처 대비 윌 왜곡 성능을 비교하여 보이고, 제로 모션 키 픽처 부호화의 복잡도가 기존 인트라 부호화 방법과 유사한 것을 보였다. 실험결과 기존 방법에 비해 유사한 복잡도를 갖으면서, 정적인 영상에서 최대 56%의 비트율 이득을 얻었다.

## 1. 서론

와이너 지브(Wyner-Ziv) 부호화 기술[1]은 분산 비디오 기술(Distributed Video Coding) 중 대표적인 하나의 기술이다. 종래의 와이너 지브 부호화기에서 키 픽처(Key picture)는 H.264/AVC [6] 인트라(Intra) 부호화를 하고, 와이너 지브 픽처(WZ picture)는 여러 정정을 위한 페리티비트를 생성하기 위해 잘 알려진 채널 코딩 기법을 이용하여 부호화한다. 그리고 와이너 지브 부호화기에서 키 픽처를 인트라 부호화 후 프레임간의 시간적 상관도를 이용하여 보조정보를 생성한다. 보조정보는 잡음이 첨가된 원본으로 간주하고, 부호화기로부터 전송받은 페리티비트로 잡음을 제거하여 원본으로 복원한다.

일반적으로 와이너 지브 부호화 방법에서 키 픽처는 인트라 부호화 방법을 이용한다. 인트라 부호화 방법은 인터 부호화 방법에서 움직임 벡터(Motion vector)를 찾기 위한 움직임 예측 과정(Motion Estimation)과 같은 복잡한 연산과정을 수행하지 않지만, 공간적 중복성분(Spatial redundancy)만을 제거하기 때문에 부호화 효율이 인터 부호화 방법에 비해 낮다. 그러나 움직임 벡터를 (0, 0) 로 하여 움직임 보상 과정을 수행하는 경우 인트라 부호화 방법의 복잡도와 유사한 정도를 유지하며, 시간적 중복성분(Temporal redundancy)을 제거하여 부호화 효율을 높일 수 있다. 특히 움직임이 정적인 영상을 부호화 할 경우, 부호화 효율은 인트라 부호화 방법에 비해 매우 효과적이다. 결국, 움직임 벡터를 (0, 0) 으로 간주한 제로 모션 키 픽처를 이용한 경우 전체적인 와이너 지브 부호화 효율은 인트라 키 픽처를 이용한 경

우 보다 향상됨을 기대 할 수 있다.

본 논문에서는 제로 모션 키 픽처를 이용하여 공간적 중복성분 이외에 시간적 중복성분 또한 제거하여 부호화 할 경우 기존 인트라 키 픽처 대비 윌 왜곡 성능개선이 가능함과 인트라 부호화 방법과 유사한 복잡도를 유지하는 것을 보인다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 실험 방법 및 결과를 소개하고, 3장에서는 결론 및 향후 연구 방향에 대해 논의한다.

## 2. 실험 방법 및 결과

## 가. 실험 방법

와이너 지브 부호화 방법에서 키 픽처는 아래의 3가지 부호화 방법을 이용하였다.

- (a) Intra : 인트라 부호화 방법
- (b) ZM+Intra : 인트라 부호화 방법 + 제로 모션 방법
- (c) ZM : 인트라 부호화 없이 제로 모션 방법

(a) Intra 는 인트라 부호화 방법으로 H.264/AVC 인트라 부호화 방법과 동일하다. 하나의 매크로블럭 부호화 시, 4x4 크기의 블록에 대해 9개의 인트라 예측 모드와 16x16 크기의 블록에 대한 4개의 인트라 예측 모드가 있다. (b) ZM+Intra는 (a) 의 방법에 제로 모션 모드와 스킵 모드를 추가한 것이다. 제로 모션 모드는 움직임 벡터를 (0, 0)으

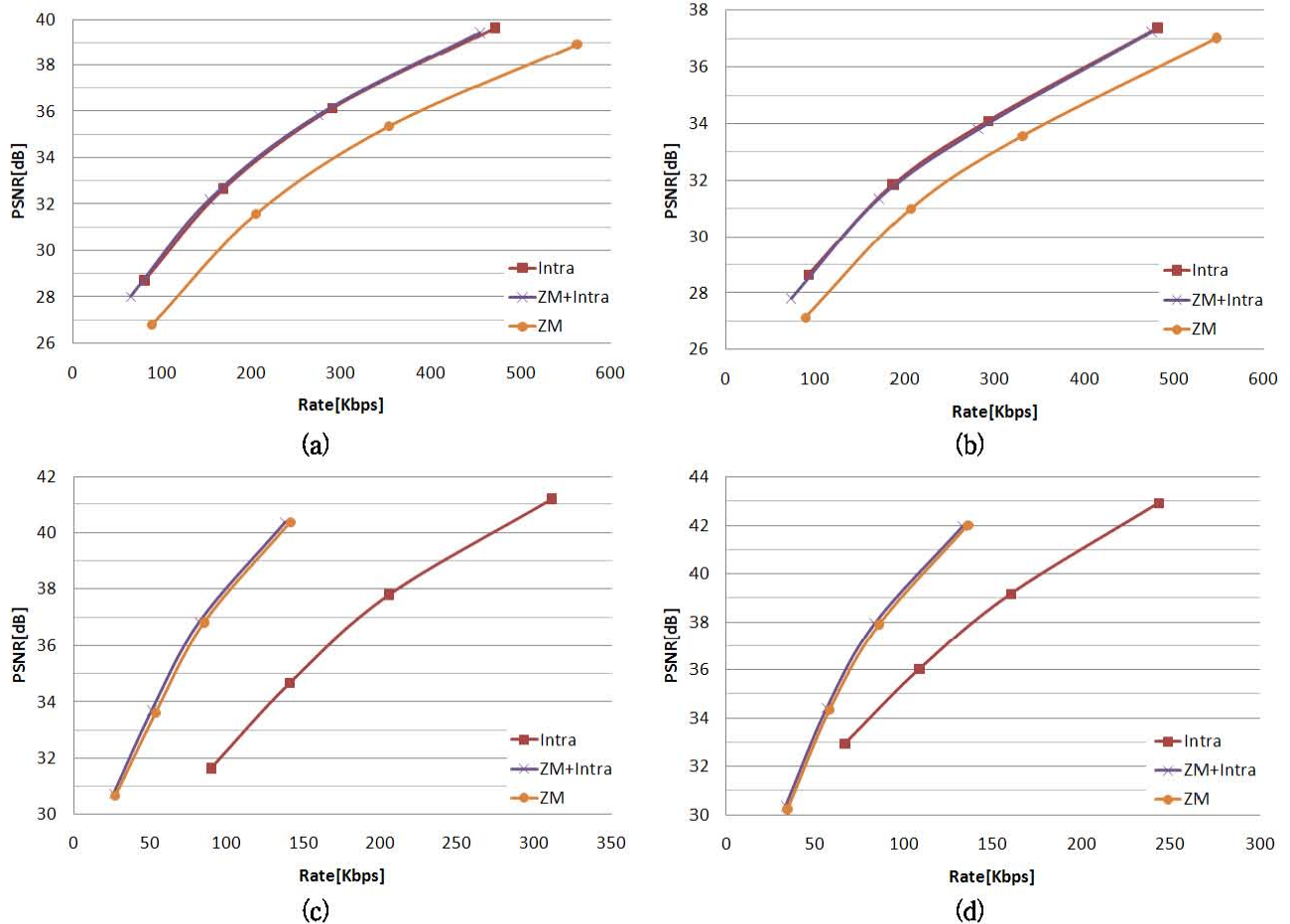


그림 1. 영상 별 키 픽처에 따른 와이너 지브 부호화 율 왜곡 성능 그래프

(a) Foreman, (b) Coastguard, (c) Hall monitor, (d) Akiyo

로 간주하여 부호화 하는 것이고, 스킵 모드는 움직임 보상 블록이 16x16, 참조영상은 바로 이전 영상, 16x 16모드의 움직임 벡터와 SKIP 모드의 움직임 벡터가 동일하며, 잔여 데이터의 비트 수가 0 (CBP=0, Coded Block Pattern) 인 경우이다. 제로 모션 모드는 16x16 블록 크기만 갖고, 참조영상은 바로 이전 영상만 사용하고, 움직임 벡터를 (0, 0)으로 간주하였으므로 16x16모드의 움직임 벡터와 SKIP 모드의 움직임 벡터가 동일하게 된다. 결국, 현재 부호화 되는 블록정보와 예측정보(Predictor)의 차의 양자화된 DCT(Discrete Cosine Transform) 계수가 모두 '0'인 경우, 그 매크로 블록은 스킵 모드로 선택 된다.

본 논문의 실험에 사용된 소프트웨어는 SKKU-TDWZ[2] 이고, 키 픽처를 부호화 하기 위해 H.264/AVC JM 12.2를 사용하였으며, RDO(Rate-Distortion Optimization) 방법[5] 을 사용하였다. 실험영상은 Foreman, Coastguard, Hall monitor, Akiyo의 QCIF(176x144 pixels)@15Hz를 사용하였다. Hall monitor는 165장, Foreman,

Coastguard, Akiyo는 150장을 부호화 하였다. [3]에서 미리 정의한 QM1, QM5, QM7, QM8을 사용하였고, 복잡도 측정을 위한 실험 환경은 WindowXP SP3, 2.4Ghz QuadCore, RAM 4GB 이고, 소프트웨어 컴파일을 위하여 Visual Studio 2008을 사용하였다.

나. 실험 결과 및 분석

본 실험에서는 키 픽처를 인트라 부호화 하는 방법(Intra)이 비교대상(anchor)이 된다. 그림 1은 영상 별 키 픽처에 대한 와이너 지브 부호화 율 왜곡 성능 그래프를 나타낸다. 표 1은 각 영상 별 키 픽처에 대한 와이너 지브 부호화 방법의 BDBR(Bjonteggard Delta BitRate)[4] 을 나타내고 있다. BDBR은 성능을 평가하기 위한 객관적 지표로, 두 방법 간의 비트율 차이의 평균을 의미한다. BDBR의 (+) 부호는 성능의 손실을 나타낸다.

표 1. 각 영상 별 키 픽처에 따른 와이너 지브 부호화 방법의 BDBR 결과

Sequence	BDBR(%)			
	Foreman	Coastguard	Hall monitor	Akiyo
ZM+Intra	-1.56	0.83	-56.43	-37.75
ZM	41.51	27.22	-54.43	-35.80

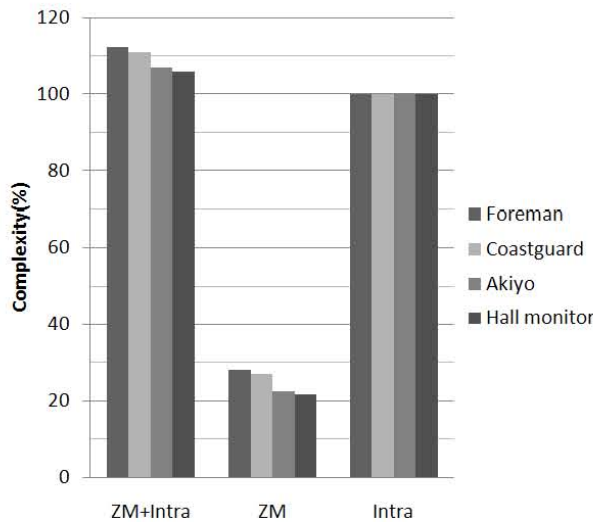


그림 2. 영상 별 키 픽처 부호화 복잡도 비교 그래프

표 1에 따르면 Foreman과 Coastguard와 같이 영상 특성이 빠른 움직임인 경우, 인트라 부호화 방법(Intra)과 제로 모션 방법을 포함한 인트라 부호화 방법(ZM+Intra)의 BDBR이 매우 작다는 것을 알 수 있다. 그 이유는 제로 모션 모드인 경우보다 인트라 모드인 경우, 왜곡이 작기 때문에 대부분 인트라 모드가 선택되기 때문이다. 이런 이유로 인트라 부호화 방법이 포함되지 않은 제로 모션 방법(ZM)으로 키 픽처를 부호화 하였을 경우 인트라 모드가 없기 때문에 왜곡이 상당히 증가하여 비트율이 약 41% 증가하였다. 반대로 Hall monitor와 Akiyo와 같이 영상 특성이 정적인 경우, 제로 모션 방법(ZM)과 제로 모션 방법을 포함한 인트라 부호화 방법(ZM+Intra)이 각각 55%, 36% BDBR 비트율 절감을 얻었다. 그 이유는 정적인 영상에서는 움직임 벡터가 대부분 (0, 0)이기 때문에 제로 모션 모드의 왜곡이 인트라 모드보다 매우 낮아 대부분 제로 모션 모드가 선택되고, 시간적 중복성분(Temporal redundancy)을 효과적으로 제거하기 때문이다.

그림 2는 영상 별 키 픽처 부호화 복잡도를 비교한 그래프이다. 인트라 부호화 방법을 100%라고 하였을 때, 제로 모션 방법을 포함한 인트라 부호화 방법(ZM+Intra)이 약 10% 증가하였다. 그 이유는 인트라 모드 복잡도에 제로 모션 모드에 대한 추가적인 복잡도가 더해지기 때문이다. 그리고 인트라 부호화 방법이 포함되지 않은 제로 모션 방법(ZM)은 인트라 부호화 방법 대비 25% 수준이다. 그 이유는 인트라 부호화 방법은 한 매크로 블록(16x16 size)에서 4x4 블록 크기에 대해 방향을 고려한 모드가 9개, 16x16에서 4개의 모드가 있기 때문이다. 결국 총 13개의 모드에서 제로 모션 모드가 추가되어도 복잡도 증가가 작고, 인트라 부호화 방법이 포함되지 않은 제로 모션 방법(ZM)은 13개에 대한 모드 결정 단계가 없어지기 때문에 많은 복잡도 감소가 발생한다. 그리고 Foreman과 Coastguard 영상에 비해 Hall monitor와 Akiyo 같은 정적인 영상에서 제로 모션 부호화 방법의 복잡도가 더 낮은 이유는 스킵(Skip) 모드 결정이 많아지기 때문이다. 그러한 경우, 역양자화와 역변환 그리고 엔트로피 부호화같은 연산을 수행하지 않기 때문에 정적인 영상에서 빠른 영상대비 복잡도 감소가 일어나게 된다.

### 3. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 종래 인트라 키 픽처 대비 제로 모션 키 픽처를 이용하여 시간적 중복성분을 제거하여 부호화 효율을 개선하는 방법의 왜곡 성능을 비교하여 보였고, 움직임 벡터 (0, 0)인 경우를 제외한 움직임 예측 과정을 하지 않아 인트라 부호화 방법과 유사한 복잡도를 유지하는 것을 보였다. 제로 모션 키 픽처를 이용한 와이너 지브 부호화 방법의 왜곡 성능은 움직임이 많은 특성을 가지는 영상에서 기존 인트라 키 픽처를 사용한 경우와 유사한 성능을 보였고, 부호화 복잡도가 약 10% 증가하였다. 하지만 정적인 영상을 부호화시, 동일 화질 대비 약 46%의 비트 절감을 얻었다. 그럼에도 불구하고, 제로 모션 키 픽처 부호화 복잡도가 증가하는 점에 착안하여 향후에는 종래 인트라 부호화 방법의 복잡도와 동일한 수준을 가지는 제로 모션 키 픽처 부호화 방법에 대하여 연구해야 할 것이다.

※ 본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가위원회의 산업융합원천 기술개발사업(정보통신)의 일환으로 수행하였음. [KI002142, 차세대 모바일 영상서비스를 위한 초정량 비디오 부호화 원천기술개발]

### 4. 참고 문헌

- [1] B. Girod, A. Aaron, S. Rane, and D. Rebollo-Monedero, "Distributed Video Coding," *Proceedings of the IEEE*, Vol. 93, No. 1, pp. 71-83, Jan. 2005.
- [2] 고봉현, 심혁재, 전병우, "공간적 유사성과 심블단위 오류정정 채널 코드를 이용한 경량화 비디오 부호화 방법," *한국 방송공학회 논문집*, 제13권 제2호, pp.188~199, 2008년 3월.
- [3] Catarina Brites, Joao Ascenso, Jose Quintas Pedro, Fernando Pereira, "Evaluating a feedback channel based transform domain Wyner-Ziv video codec," *Signal Processing; Image Communication*, Vol. 23, Issue 4, pp. 269-297, Apr. 2008.
- [4] G Bjontegaard, "Calculation of average PSNR differences between RD-curves," *ITU-T Q.6/16, Doc. VCEG-M33*, Mar, 2001.
- [5] Sullivan, G.J, Wiegand, T, "Rate-distortion optimization for video compression", *IEEE Signal Processing Magazine*, Vol. 15, Issue : 6, pp. 74-90, Nov, 1998.
- [6] Wiegand, T, GJ, Sullivan, G Bjontegaard, and A. Luthra, "Overview of the H.264/AVC Video Coding Standard," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 13, No. 7, July 2003.