

Large Block 을 적용한 SVC 부호화기의 복잡도 감소 기법

박운기, 김재곤, 정대권

한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학
{pukbest, jgkim, dgjeong}@kau.ac.kr

Complexity Reduction Method for SVC Encoder Adopting Large Block

Un-Ki Park, Jae-Gon Kim, Dae-Gwon Jeong
Korea Aerospace University

요 약

본 논문에서는 기존에 제시된 LB 기법을 이용할 경우 발생하는 증가한 복잡도를 감소 시키는 기법을 다룬다. LB(Large Block)는 HEVC(High Efficiency Video Coding)의 대표적인 부호화 톨로 H.264/SVC(Scalable Video Coding)에 적용한 경우에도 상당한 부호화 효율의 개선을 보인다. 그러나, LB 를 적용하면 매크로블록 레벨에서 추가적인 부호화 과정이 요구되므로, 부호화기의 복잡도가 증가하는 문제점이 발생한다. 따라서, 본 논문에서는 LB 를 적용한 SVC 의 부호화기 복잡도를 감소시키는 기법을 제시하고 모의실험을 통해 제안된 부호화 기법의 RD 성능과 부호화기 복잡도를 확인한다. 실험결과 제안된 기법을 사용한 부호화 기법이 기존의 부호화 방법에 비해, RD 측면에서 평균 1.8%의 미미한 손실이 있으나, 복잡도 측면에서 평균 12%의 이득이 있음을 확인 하였다.

1. 서론

고해상도(HD) 비디오 서비스가 보편화됨에 따라 HD 보다 4 배 또는 16 배 높은 해상도를 갖는 초고해상도(UHD) 비디오가 새로운 서비스로 부각되고 있으며 이를 위한 연구개발이 국내외적으로 활발히 진행 중이다[1]. UHD 급의 초고해상도 비디오를 부호화하기 위하여 기존 H.264/AVC 보다 2 배의 부호화 효율을 갖는 코덱 개발을 위한 HEVC 표준화가 JCT-VC 에서 진행 중이다[2].

또한 디지털방송 등 융합환경에서의 UHD 의 성공적인 도입을 위해서는 기존의 HD 비디오와 새롭게 도입될 UHD 비디오 서비스가 동시에 효율적으로 제공되는 것이 요구된다. 이를 위해서는 스케일러블 비디오 코덱이 활용될 것으로 예상되며, JCT-VC 에서는 HEVC 의 스케일러블 확장 코덱의 표준화도 계획하고 있다[3]. 또 다른 접근 방법은 기존의 H.264/AVC 의 스케일러블 확장 코덱인 SVC 를 UHD/HD 부호화를 위하여 확장하는 것이다. 기존에 HEVC 의 대표적인 부호화 톨인 Large Block(LB) 구조를 SVC 에 도입하는 확장 기법이 제시되었다[4]. LB 를 적용한 SVC 는 기존의 SVC 에 비해 상당히 향상된 윌 왜곡(RD) 부호화 성능을 보이지만, 매크로블록(MB) 레벨에서 확장된 크기의 움직임 예측 및 변환부호화 등의 추가적인 부호화 과정으로 인해 부호화기에서 약 50%의 증가된 복잡도를 발생하게 된다.

본 논문에서는 UHD/HD 부호화를 위하여 LB 를 적용한 SVC 부호화기의 복잡도를 줄이기 위해 모든 블록마다

적용되던 기존의 LB 방법을 개선하여 부호화하고자 하는 현재블록의 정보와 주변블록의 정보를 이용하여, 적극적으로 LB 를 적용하는 부호화 기법을 제시하고 그 성능을 분석한다. 구현 및 성능분석을 위하여 LB 가 구현된 JSVM 9.18[5]을 이용하고 그 성능을 분석하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 LB 를 이용한 SVC 의 부호화 기법을 기술하고, 3 장에서는 제안된 LB 적용에 따른 증가된 부호화기의 복잡도를 감소시키는 기법에 대해 기술한다. 4 장에서는 제안된 기법에 대한 실험결과를 보이고, 그 결과를 분석한다. 마지막으로 5 장에서 결론을 맺는다.

2. LB를 이용한 SVC 부호화

UHD 와 같은 초고해상도 비디오 부호화에서는 기본 부호화 단위를 16x16 화소 크기의 매크로블록(MB) 보다 큰 LB 를 사용함으로써 부호화 효율을 향상시킬 수 있다[6,7]. 또한, 현재 H.264/AVC 대비 40% 이상의 부호화 효율을 보이는 HEVC 에서도 LB 구조의 도입이 부호화 성능에 필수적임이 확인되었다.

이러한 LB 의 적용을 통하여 SVC 관점에서 두 가지의 성능향상 효과를 기대할 수 있다. 첫째는, BL(Base Layer)에 LB 를 사용할 경우 보다 우수한 BL 의 부호화 성능을 얻을 수 있다[6,7]. 부호화 성능이 개선된 BL 은 계층간 예측(inter-layer prediction)시 EL(Enhancement Layer)에서의

성능향상도 가져 올 수 있다. 둘째는 BL 에서 기존과 동일한 MB 크기를 사용하면, 그림 1 과 같이 계층간 예측 시 상향표본화(upsampling)된 BL 의 MB 이 EL 의 LB 와 일치하게 된다. 이는 그림 2 와 같이 BL 의 MB 이 EL 의 4 개의 MB 으로 나누어져 매칭되는 기존의 계층간 예측보다 전송되는 부호화 정보를 줄일 수 있으므로, 더 우수한 부호화 성능향상을 가져 올 수 있다.

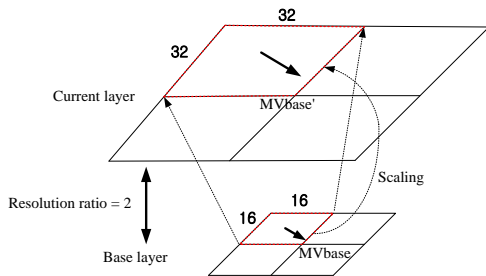


그림 1. LB 를 적용한 계층간 예측

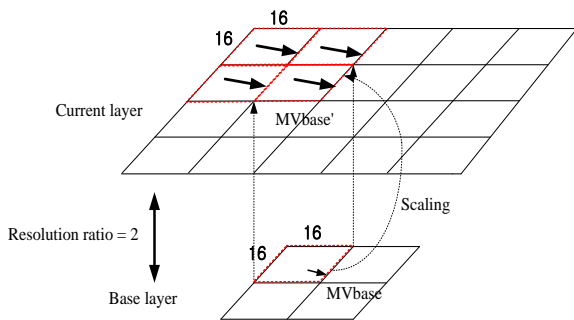


그림 2. 기존 방식의 계층간 예측

3. 복잡도 감소를 위한 LB 적용 기법

H.264/SVC 에 LB 를 적용하면 부호화 성능 이득을 얻을 수 있는 반면 복잡도는 증가하게 된다. 따라서 부호화 성능은 최대한 유지하면서 LB 적용으로 인한 복잡도를 줄이기 위한 부호화 기법을 기술한다.

그림 3 은 MB 단위의 부호화 과정을 나타낸 것으로, 제안된 부호화기 복잡도 감소 기법은 부호화기 내에서 새롭게 정의된 noLBflag 를 통해 이루어진다. LB 를 포함한 SVC 의 부호화기는 기존과 동일한 방식을 이용하는 no-LB 모드와 32x32 모드를 포함하는 LB 모드로 구성된다. LB 모드를 수행할 경우, UseLBflag 를 '1'로 설정한다. 따라서, 이 값이 1 이고, 화면간(Inter) 예측모드일 경우에는 MB 단위의 부호화가 LB 모드를 통해 이루어 지게 된다. LB 모드를 수행하게 되는 모든 블록들은 기존과 동일하게 16x16 모드를 수행하게 되고, 다음의 조건을 만족하는 경우에만 32x32 모드를 수행하게 된다.

- 1) 현재의 블록이 16x16 블록 4 개로 구성된 경우
- 2) noLBflag 가 0 으로 선택된 경우

위의 두 조건을 모두 만족을 하게 되면, 32x32 모드를 수행하게 되고, 이를 통해 해결된 윌 왜곡 비용(RD-cost)과 앞서 수행한 4 개의 16x16 블록에 대한 RD-cost 의 합과 비교하여 최적(best) 모드를 선택한다.

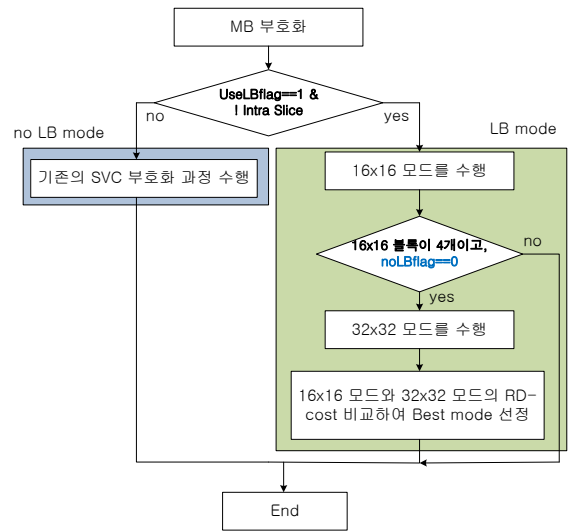


그림 3. LB 를 적용한 SVC 부호화기 구조

본 논문에서 제안한 noLBflag 는 기존에는 모든 32x32 의 크기를 가지는 블록에 적용되던 32x32 모드를 32x32 모드로 최적모드가 선택될 확률이 높은 곳에서만 적용되도록 하는 것이다. noLBflag 가 0 으로 선택되는 조건은 다음의 두 조건을 만족하는 경우이다.

- 3) 32x32 블록을 구성하는 4 개의 16x16 블록의 Best 모드들이 하나라도 화면내(Intra) 예측 모드이거나 서브모드를 가지지 않는 경우
- 4) 좌측과 상단의 32x32 블록의 noLBflag 가 모두 0 으로 결정 되어 있는 경우

그러나, 프레임 내의 가장 상단과 좌측에 위치한 블록들은 위의 조건을 따지지 않고, noLBflag 가 1 로 선택되어 32x32 모드를 수행한다.

4. 실험 및 성능분석

본 4 장에서는 제안된 부호화 기법과 기존의 LB 를 적용한 SVC 부호화 기법의 성능을 R-D 와 복잡도 측면에서 비교한다.

표 1 실험에 사용한 파라미터

Encoding parameters	Setting
GOP Size	1
intra period	-1 (only first)
NumberReferenceFrame	4
BaseLayer Mode	1
Search Mode	4 (Fast Mode)
Search Range	64
Symbol Mode	1 (CABAC)
InterLayerPred	EL : variable value
Quantization Parameter	BL : 27 (fix) EL : 22, 27, 32, 37

실험에서는 LB 를 구현한 JSVM 9.18 을 사용하였고, 테스트 시퀀스는 HEVC 의 CfP[8]에서 제시된 고해상도 클래스에 해당되는 PeopleOnStree(1600p, 30fps)와 Traffic(1600p, 30fps)을 사용하였으며, 부호화 길이는 5 초로

설정하였다. PC 플랫폼은 Quadcore 3.07 GHz(Intel Core i7-950), 24GB RAM 이다. 표 1 에서 실험에 사용된 파라미터를 나타내었다. 실험 조건은 KTA 의 공통 실험조건 중 IPPP 구조를 이용하였다[9].

실험은 다음의 4 가지의 경우에 대한 비교 실험을 통하여 제안된 기법 즉, Restricted_LB 의 성능을 확인하였다.

- A. BL: no-LB, EL: LB → (0,1)
- B. BL: no-LB, EL: Restricted_LB → R_(0,1)
- C. BL, EL: LB → (1,1)
- D. BL, EL: Restricted_LB → R_(1,1)

제안된 기법의 성능을 확인하기 위해, 기존의 LB 와 BD-PSNR, BD-Rate[10]의 비교를 통해 RD 의 성능을 측정하였다. 또한, 부호화 시간 변화량 측정은 다음 식을 이용하였다.

$$\Delta T(\%) = \frac{T_{LB} - T_{Proposed}}{T_{LB}} \times 100$$

여기서, T_{LB} 는 기존의 LB 를 이용하였을 때의 부호화 시간을 나타내고, $T_{Proposed}$ 는 제안된 기법을 이용하였을 때의 부호화 시간을 나타낸다.

표 2 는 EL 에만 LB 를 사용한 (0,1)에 대한 기존 LB 와 제안방법의 비교 실험결과를 보여주는 것이고, 표 3 은 BL 과 EL 모두에 LB 를 사용한 (1,1)에 대한 실험결과를 보여 주는 것이다. 본 논문의 제안 방법을 사용하였을 경우, 모든 블록마다 32x32 모드를 적용할 경우에 비해 RD 측면에서의 미미한 성능감소는 존재하지만 부호화기 복잡도의 감소는 더 확연함을 확인하였다. 이는, 평균적으로 LB 의 선택 비율이 전체 부호화 모드 수의 30% 미만이므로[4], LB 가 부호화 모드로 선택되지 않을 확률이 높은 블록들에 대해서는 32x32 모드 수행을 막아주고, 기존과 동일하게 16x16 모드로만 부호화를 수행하는 것에 따른 것이다. 또한, (1,1)에서 (0,1)보다 제안 기법의 효과가 더 크게 나타난다.

표 2. (0,1)에 대한 제안방법과 기존 LB 의 실험결과

Sequence (Resolution)	(0,1) v.s. R_(0,1)		
	BD-PSNR	BD-Rate	Δ T(%)
Traffic (1600p)	-0.07	1.70	10.25
PeopleOnSteet (1600p)	-0.09	1.44	11.75
Average	-0.08	1.57	11

표 3 (1,1)에 대한 제안방법과 기존 LB 의 실험결과

Sequence Resolution)	(1,1) v.s. R_(1,1)		
	BD-PSNR	BD-Rate	Δ T(%)
Traffic (1600p)	-0.09	2.20	11.50
PeopleOnSteet (1600p)	-0.10	1.82	13.10
Average	-0.10	2.01	12.3

5. 결론

본 논문에서는 SVC 에 LB 의 적용으로 인한 복잡도 증가를 줄일 수 있는 LB 적용 기법을 제시하였다. 즉, 현재블록과 주변블록의 정보를 이용하여 적응적으로 32x32 모드를 수행하도록 하였다. 실험결과 제안된 기법이 기존의 LB 적용 기법에 비해 RD 성능은 평균 1.8%의 미미한 손실이 있는

반면, 부호화 시간은 평균 12% 정도 줄일 수 있음을 확인하였다. 따라서, 제안한 기법은 복잡도 증가를 줄이면서 부호화 이득을 얻을 수 있는 LB 적용 기법이라고 할 수 있다. 이러한 LB 적용 기법은 기본계층의 HD 는 H.264/AVC 와 호환성을 유지하고 향상계층의 UHD 는 LB 를 적용하여 부호화 이득을 얻을 수 있는 효율적인 HD/UHD 스케일러블 부호화에 적용할 수 있을 것이다. 또한 LB 를 이용한 복잡도 감소 알고리즘 이외에도 LT(Large Transform)을 포함한 다양한 기술에 대한 복잡도 감소 알고리즘도 고려할 수 있으며, 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

감사의 글

이 논문은 2011 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(No. 2011-0023182).

참고문헌

- [1] SMPTE 2036-1 UHDTV- Image Parameter Values for Program Production, 2007.
- [2] JCT-VC, "WD4: Working Draft 4 of High-efficiency video coding," JCTVC-F803, JCT-VC 6th meeting, Torino, July 2011.
- [3] JCT-VC, "Requirements for Scalable extension of HEVC," JCTVC-F488, JCT-VC 6th meeting, Torino, July 2011.
- [4] 박운기, 김재곤, 강정원, 신일홍, 박상택, "Large Block을 이용한 SVC 부호화 및 성능분석", 한국방송공학회 학술대회, 2010년 11월.
- [5] Joint Scalable Video Model, Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG, Doc. JVT-X202, Jul. 2007.
- [6] P. Chen, Y. Ye and M. Karczewicz, "Video Coding Using Extended Block Sizes," ITU-T SG16/Q6, VCEG-AJ23, San Diego, USA, October 2008.
- [7] S. Ma and C.-C. Kuo, "High-Definition Video Coding with Super-Macroblocks," in Proc. SPIE VCIP, vol. 6508, pp. 650816-1-650816-12, Jan. 2007.
- [8] "Joint Call for Proposals on Video Compression Technology," ITU-T Q6/16, VCEG-AM91, Kyoto, Japan, Jan 2010.
- [9] T.K. Tan, G. Sullivan, and T. Wedi, "Recommended Simulation Common Conditions for Coding Efficiency Experiments Revision 4," ITU-T SG16/Q.6, VCEG-AJ10r1, July 2008.
- [10] Gisle Bjontegaard, "Improvements of the BD-PSNR Model," ITU-T SG16/Q6, VCEG-AI11, Berlin, Germany, July 2008.