

# SVC에서 빠른 인트라 예측을 위한 효율적인 모드 결정 방법

## (An Efficient Mode Decision Method for Fast Intra Prediction of SVC)

조미숙<sup>†</sup>      강진미<sup>\*\*</sup>  
(Misook Cho)      (Jinmi Kang)

정기동<sup>\*\*\*</sup>  
(Kidong Chung)

**요약** H.264/AVC의 확장 표준으로 제정된 SVC(Scalable Video Coding)는 공간적 확장성의 압축 효율을 높이기 위해 기존 H.264/AVC에서 제공하는 인트라 예측과 인터 예측뿐만 아니라 계층 간 예측을 추가로 수행한다. 그로 인해 부호화 계산량이 더욱 증가되는 문제점이 있다. 본 논문에서는 공간적 향상 계층에서 인트라 예측 모드를 효율적으로 선택하는 방법을 제안한다. 제안한 방법은 실험을 통한 Intra\_BL 모드의 RD 값을 이용하여 미리 Intra\_BL 모드를 선택한 후, 나머지 모드를 다 수행하지 않고 대표적인 DC 모드만을 비교하여 빠른 인트라 예측 모드를 결정한다. 실험 결과 화질 저하는 적은 데 비해 인트라 예측 모드 부호화 시간은 약 59% 감소되었다.

**키워드**: SVC, 빠른 인트라 예측

**Abstract** To improve coding performance of scalable video coding which is an emerging video coding standard as an extension of H.264/AVC, SVC uses not only intra

· 이 논문은 제35회 추계학술대회에서 'SVC 부호화에서 빠른 인트라 예측을 위한 효율적인 모드 결정 방법'의 제목으로 발표된 논문을 확장한 것임

<sup>†</sup> 학생회원 : 부산대학교 멀티미디어협동과정  
mscho@pusan.ac.kr

<sup>\*\*</sup> 학생회원 : 부산대학교 컴퓨터공학과  
wolff98@pusan.ac.kr

<sup>\*\*\*</sup> 종신회원 : 부산대학교 컴퓨터공학과 교수  
kdchungs@melon.cs.pusan.ac.kr

논문접수 : 2008년 12월 19일

심사완료 : 2009년 2월 18일

Copyright©2009 한국정보과학회: 개인 목적이거나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지: 컴퓨팅의 실제 및 레터 제15권 제4호(2009.4)

prediction and inter prediction but inter-layer prediction. This causes a problem that computational complexity is increased. In this paper, we propose an efficient intra prediction mode decision method in spatial enhancement layer to reduce the computational complexity. The proposed method selects Intra\_BL mode using RD cost of Intra\_BL in advance. After that, intra mode is decided by only comparing DC modes. Experimental results show that the proposed method reduces 59% of the computational complexity of intra prediction coding, while the degradation in video quality is negligible.

**Key words** : SVC, Fast intra prediction

## 1. 서론

스케일러블 비디오 부호화(SVC : Scalable Video Coding)는 H.264/AVC의 확장 표준으로 ISO/IEC MPEG과 ITU-T VCEG 공동으로 구성된 JVT(joint video team)에 의해 2007년 7월 표준으로 완성되었다[1].

SVC는 멀티미디어 환경에 맞게 네트워크 환경이나 단말 성능에 따라 시간적, 공간적, 화질의 관점에서 계층적으로 부호화하여 한 번의 부호화로 다양한 환경의 네트워크와 단말기에 복호화할 수 있는 동영상 압축 방식이다[2]. SVC는 단일계층의 H.264/AVC와 비교하여 10% 이내의 유사한 압축 효율을 유지하면서 다차원의 복합 스케일러빌리티를 제공함으로써 기존의 MPEG-2, MPEG-4의 스케일러빌리티의 압축효율 저하 및 제한된 범위의 스케일러빌리티 제공 등의 문제점을 해결하였다. 따라서 SVC는 통방융합의 컨버전스 환경에 적합한 고압축 효율의 스케일러블 코덱으로 모바일 TV, 무선 스트리밍 응용 등에 널리 채택될 것으로 기대된다.

SVC는 하나의 기본 계층(base layer)과 상위의 향상 계층(enhancement layer)을 구성하여 시간, 공간 및 화질의 계위성을 갖도록 부호화할 수 있다. 기본 계층은 H.264/AVC와 상호 호환적으로 부호화할 수 있으며, 향상 계층은 기본 계층 또는 향상 계층의 하위 계층에 대해 계층적으로 부호화할 수 있다. 특히 SVC는 공간적 확장성의 압축 효율을 높이기 위해 H.264/AVC에서 제공하는 인트라 예측(intra prediction)과 인터 예측(inter prediction)뿐만 아니라 계층 간의 중복성(redundancy)을 제거하는 계층 간 예측(inter-layer prediction)을 추가로 수행한다[3]. 계층 간 예측 방법은 계층 간 텍스처 예측(inter-layer intra texture prediction), 계층 간 움직임 예측(inter-layer motion prediction), 계층 간 잔여신호 예측(inter-layer residual prediction)이 있다. 이 세 가지 예측 기술은 공간적 계층 간의 상관도를 이용하여 SVC의 압축 효율을 높이는 주요 기술 요소들이다.

SVC는 부호화 효율을 높이기 위해 H.264/AVC에서 사용하는 RD 최적화(rate-distortion optimization)방식을 사용한다. RD 최적화 방식은 각각의 매크로블록에 대해 RD 값을 최소화하는 모드를 선택하는 것이다. 즉, 모든 가능한 모드에 대해 RD 값을 계산한 후 그 중에서 가장 작은 값을 갖는 모드를 해당 매크로블록 부호화 모드로 결정하는 과정을 거치도록 하고 있다. 이렇게 함으로써 작은 비트율로 높은 화질을 얻을 수 있지만, 이로 인한 반복적인 연산과 복잡한 구조는 SVC의 실제적인 응용에 어려움을 주고 있다. 더욱이 SVC의 공간적 향상 계층에서의 인트라 예측은 H.264/AVC의 인트라 예측 모드(Intra4x4, Intra8x8 모드 각각 9가지, Intra16x16모드 4가지)를 모두 사용할 뿐만 아니라 계층 간의 상관성을 이용한 계층 간 예측 방법인 계층 간 텍스처 예측이 추가되었기 때문에 반복적인 RD 값의 연산으로 인한 많은 계산량이 요구되는 문제점이 있다. 따라서, SVC의 실제적 응용을 위해서는 RD 성능을 저하하지 않으면서 불필요한 계산을 줄이는 연구가 필요하다.

본 논문에서는 SVC 공간적 향상 계층에서 계산량을 효과적으로 감소시킬 수 있는 빠른 인트라 예측 모드 결정 방법을 제안한다. Intra\_BL 모드의 RD 값을 먼저 계산하여 Intra\_BL 모드를 미리 결정함으로써, SVC 부호화기의 복잡도를 감소시키고 부호화 시간을 단축시킨다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 SVC 표준에서 채택하고 있는 인트라 예측 과정을 살펴보고 3장에서는 본 논문에서 제안하는 빠른 인트라 예측 모드 결정 방법에 대해 알아본다. 4장에서는 제안 방법에 대한 성능을 분석 및 평가하고 5장에서는 이에 따른 결론을 맺는다.

## 2. 관련 연구

본 장에서는 SVC 표준에서 채택하고 있는 인트라 예측 과정을 살펴보고, 향상 계층에서 인트라 모드의 통계적 분석을 살펴본다.

### 2.1 SVC 인트라 예측

SVC는 공간적 확장성을 지원하기 위하여 원 영상을 여러 개의 계층으로 나누어 부호화하는 계층적 부호화 방식을 추가하였다. 기본 계층은 H.264/AVC와의 호환을 위하여 H.264/AVC 표준에 따라 부호화하며, 향상 계층은 압축 효율을 높이기 위해 계층 간 예측 방법을 추가로 이용한다. 기본 계층의 인트라 예측은 Intra4x4 모드에서 9가지, Intra8x8 모드에서 9가지, Intra16x16 모드에서 4가지를 수행하고, 향상 계층에서는 기본 계층의 인트라 예측 모드와 함께 계층 간 예측인 텍스처 예

측 모드가 추가로 수행된다.

계층 간 텍스처 예측은 현재 부호화하려는 향상 계층의 매크로블록에 대응하는 하위 계층의 블록이 인트라 예측 모드로 부호화된 경우 하위 계층의 해당 블록을 이용하는 예측 방법이다. 하위 계층의 동일 내용 지점에 위치한 블록의 화소값에 대해 디블록킹 필터링을 수행하고 매크로블록 단위의 경계 확장 후 그림 1과 같이 보간하게 된다. 보간 과정은 향상 계층과 기본 계층 간의 실제 공간 해상도 비율에 의해 결정된다. 이 비율이 dyadic일 경우, 휘도 값에 대해서는 4 taps 보간 필터가 사용되며, 색차 값에 대해서는 2-tap 필터를 이용한다 [4]. 반면에 이 비율이 non-dyadic인 경우, 확장 공간 스케일러필터에서의 필터가 이용된다[5]. 보간된 신호를 현재 블록의 예측 신호로 하여 중복된 정보를 제거하여 그 차이 값을 부호화한다. 이러한 방법을 Intra\_BL 모드라 한다. Intra\_BL 모드는 SVC 공간적 향상 계층에서 부호화 효율을 높이는 방법이지만, 그에 따른 계산량도 증가하였다. 따라서 영상의 화질을 유지하면서 Intra\_BL 모드 때문에 가중된 계산량을 감소시키는 방법이 필요하다.

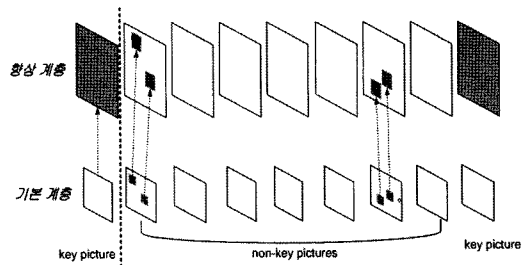


그림 1 계층 간 텍스처 예측

### 2.2 향상 계층에서 인트라 모드 분석

표 1은 SVC 공간적 향상 계층에서 QP가 16, 24, 32 일 때 인트라 모드를 통계적으로 분석한 결과이다[6]. 분석 결과를 살펴보면, SVC 공간적 향상 계층에서 인트라 매크로블록은 Intra\_BL 모드가 최적의 예측 모드로 결정될 확률이 평균 약 82%이다. 또한 QP가 커질수록 Intra\_BL 모드의 부호화 빈도는 증가하고 Intra4x4 모드는 감소하는 것을 볼 수 있다. 따라서 향상 계층에서 Intra\_BL 모드로 결정되어지는 매크로블록을 미리 결정하면 인트라 예측 모드의 계산량을 크게 줄일 수 있다.

SVC에서 인트라 예측 시 [7]에서 제안하는 방식은 Intra\_BL과 Intra4x4 두 가지의 모드만 사용함으로써 계산량은 감소했지만 Intra16x16 모드가 최적이 되는 경우에 화질의 열화가 발생한다.

표 1 공간적 향상 계층에서 인트라 모드 분포 확률

영상	QP	Intra_BL	Intra 4x4	Intra 8x8	Intra 16x16
BUS_CIF	16	62.44%	35.05%	2.26%	0.24%
	24	65.84%	30.85%	2.25%	1.06%
	32	70.33%	23.31%	4.08%	2.29%
FOOTBALL_CIF	16	85.87%	12.07%	2.01%	0.04%
	24	87.23%	10.10%	2.19%	0.47%
	32	85.27%	8.09%	3.22%	3.41%
FORMAN_CIF	16	72.88%	24.65%	1.35%	1.12%
	24	76.48%	19.88%	1.39%	2.25%
	32	78.99%	13.16%	3.06%	4.79%
MOBILE_CIF	16	63.16%	35.40%	1.19%	0.25%
	24	67.51%	30.59%	1.13%	0.77%
	32	76.38%	21.05%	1.33%	1.25%
CITY_4CIF	16	88.14%	9.92%	1.76%	0.19%
	24	90.23%	6.04%	2.87%	0.86%
	32	89.41%	5.50%	3.26%	1.72%
HARBOUR_4CIF	16	95.98%	3.67%	0.33%	0.02%
	24	95.95%	3.26%	0.58%	0.22%
	32	95.23%	2.48%	1.40%	0.89%
SOCCER_4CIF	16	88.62%	9.32%	1.77%	0.29%
	24	89.32%	6.12%	2.86%	1.69%
	32	86.47%	2.68%	3.70%	7.15%

3. 제안하는 빠른 인트라 예측 모드 결정 방법

3.1 Intra\_BL 모드 결정 방법

표 1을 보면 향상 계층에서의 매크로블록은 대부분 Intra\_BL 모드로 부호화된다. 따라서 향상 계층에서 Intra\_BL 모드로 결정되어지는 매크로블록을 미리 결정하면 인트라 예측 모드의 계산량을 크게 줄일 수 있다.

제안하는 방법에서는 향상 계층에서 Intra\_BL 모드로 부호화되는 매크로블록을 미리 결정하기 위해 Intra\_BL 모드의 RD 값이 임계값보다 작으면 최적의 Intra 예측 모드를 Intra\_BL 모드로 미리 결정한다. Intra\_BL 모드의 RD 값이 임계값 보다 작으면 최적의 모드로 Intra\_BL 을 결정하고 임계값보다 크거나 같으면 Intra4x4 9가지 모드와 Intra16x16 4가지 모드 중 각각 DC 모드만을 추가로 수행하여 최소의 RD 값을 갖는 모드를 선택한다. 그 후 Intra16x16 DC 모드가 선택되면 Intra16 x16 모드(4가지) 중 최소의 RD 값을 갖는 모드로 최종 결정을 하고 Intra4x4 DC 모드가 선택되면 Intra4x4 모드(9가지) 중 최소의 RD 값을 갖는 모드로 최종 결정, 그렇지 않으면 Intra\_BL 모드로 최종 결정을 한다.

3.2 빠른 인트라 예측 모드 결정

그림 2는 본 논문에서 제안하는 빠른 인트라 예측 모드 결정 방법을 도식화한 알고리즘이다. 먼저 현재의 매크로블록이 기본 계층이면 Intra16x16, Intra8x8, Intra4x4 모드를 수행하여 최적의 모드를 선택하고, 향상 계층이면 먼저 Intra\_BL 모드를 수행한다. Intra\_BL 모드의 RD 값이 임계값보다 작으면 현 매크로블록의 최종 모드를 Intra\_BL모드로 결정한다. Intra\_BL 모드의 RD 값이 임계값보다 크거나 같으면 Intra16x16, Intra4x4 각각의 DC 모드를 수행한 후 Intra\_BL 모드와 Intra 16x16, Intra4x4 각각의 DC 모드의 RD 값을 비교해서 최소값을 갖는 모드를 선택한다. 즉, Intra16x16 DC 모드가 선택되면 Intra16x16의 나머지 3가지 모드만을 수행하여 그 중에서 최종 모드를 결정한다.

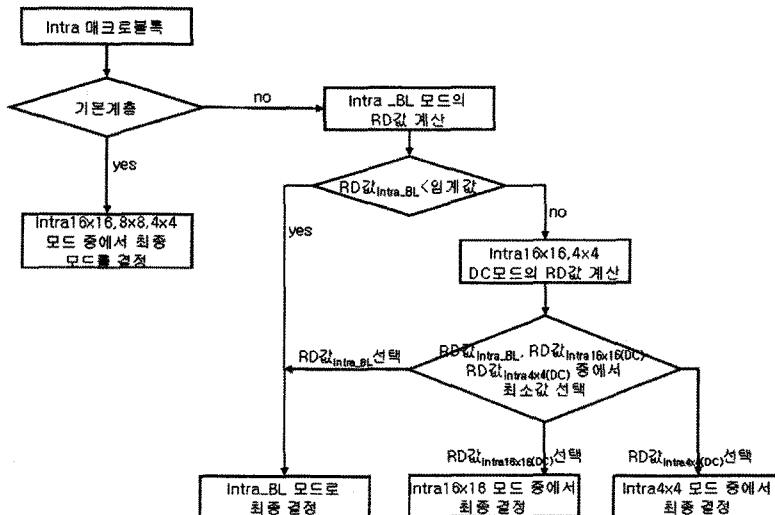


그림 2 제안하는 방법의 알고리즘

#### 4. 실험 및 성능 평가

제한한 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 JSVM 11.0에 제안한 방법을 적용하였다. QCIF와 CIF의 2단계 공간 스케일러빌리티를 제공하고 QP는 32이며 다양한 특성을 가지는 Ice, Foreman, Soccer, City의 영상을 사용하였다. 실험은 각 영상의 200프레임을 부호화하여 인트라 프레임으로 부호화된 경우의 실험 결과를 분석하였다.

표 2는 제안한 알고리즘과 JSVM 11.0의 성능을 비교한 실험 결과이다. 제안한 방법으로 인트라 예측 모드를 선택한 경우 JSVM 11.0 방법과 비교하여 PSNR의 변화량은 평균 0.09dB 내외로 미미하고 비트량의 증가는 2% 정도인 것을 볼 수 있으며, 인트라 예측 모드 수행 시간은 약 59% 감소되었음을 알 수 있다. 실험 결과, 화질의 열화와 비트량 증가는 JSVM 11.0의 성능과 비슷하게 유지하면서 인트라 부호화 시간은 크게 감소시켰다.

그림 3은 City 영상에 대한 RD 성능 그래프이다. JSVM 11.0 참조 소프트웨어와 비교했을 때 RD 성능의 차이가 거의 없음을 알 수 있다.

표 2 제안하는 방법에 대한 성능 분석

영상		PSNR (dB)	Bitrate (bits/s)	Time Saving(%)
Ice	JSVM 11.0	38.44	331.45	62.88
	Proposed	38.26	337.03	
Foreman	JSVM 11.0	35.95	451.93	57.97
	Proposed	35.81	470.61	
Soccer	JSVM 11.0	35.00	521.18	54.35
	Proposed	34.96	532.04	
City	JSVM 11.0	33.99	690.62	60.79
	Proposed	33.97	699.21	

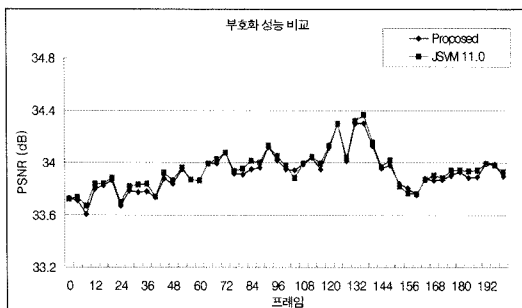


그림 3 City 영상의 RD 성능 그래프

#### 5. 결론

본 논문에서는 SVC 공간적 향상 계층에서 인트라 예

측 시 Intra\_BL 모드와 Intra4×4 모드, Intra 8×8 모드, Intra16×16 모드를 모두 조사함에 따라 생기는 복잡한 계산과정을 줄이기 위해 빠른 인트라 예측 방법을 제안하였다. 실험을 통한 Intra\_BL 모드의 RD 값을 이용하여 미리 Intra\_BL 모드를 선택한 후 나머지 모드를 다 수행하지 않고 대표적인 DC 모드만을 비교하여 빠른 인트라 예측 모드를 결정하는 방법이다.

실험 결과, JSVM 11.0과 비교하여 인트라 예측 모드 부호화 시간을 평균 59% 감소시킬 수 있었고 화질의 열화가 거의 없음을 알 수 있었다.

#### 참고 문헌

- [1] T. Wiegand, G. J. Sullivan, J. Reichel, H. Schwarz, and M. Wien, Joint Draft 11 of SVC Amendment, Joint Video Team, Doc. JVT-X201, July 2007.
- [2] H. Schwarz, D. Marpe, and T. Wiegand, "Overview of the Scalable Video Coding Extension of the H.264/AVC Standard," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., Vol.17, No.9, pp. 1103-1120, Sep. 2007.
- [3] H. Huang, W. Peng, T. Chiang, H. Hang, "Advances in the scalable amendment of H.264/AVC," IEEE Communications Magazine, Vol.45, No.1, pp. 68-76, Jan. 2007.
- [4] C. Andrew Segall, and G. J. Sullivan, "Spatial Scalability Within the H.264/AVC Scalable Video Coding Extension," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., Vol.17, No.9, pp. 1121-1135, Sep. 2007.
- [5] ITU-T document, "Joint Draft 10 of SVC Amendment," Joint Video Team JVT-W201, JVT 23rd meeting, San Jose, USA, April 2007.
- [6] L. Yang, Y. Chen, J. Zhai, F. Zhang "Low Complexity Intra Prediction for enhancement layer," JVT-Q084, Nice, France, Oct. 2005.
- [7] He Li, Z. G. Li, and C. Wen, "Fast Mode Decision Algorithm for Inter-Frame Coding in Fully Scalable Video Coding," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., Vol.16, No.7, pp. 889-895, July 2006.