

스케일러블 비디오 부호화에서 CGS 화질 계위를 위한 저 복잡도 부호화 기법

이범식¹, 김문철¹, 함상진², 조인준², 박창섭²

¹한국정보통신대학교, ²한국방송공사

e-mail : bslee@icu.ac.kr, mkim@icu.ac.kr, cashy@kbs.co.kr, sylphibe@kbs.co.kr,
changseob@kbs.co.kr

A Low Complexity Encoding Scheme for Coarse Granular Scalable Video Coding

Bumshik Lee, Munchurl Kim, Sangjin Hahm, In-Joon Cho and Changseob Park

Abstract

A low complexity encoding scheme for coarse grain scalability is proposed. The proposed method exploits the statistics of residuals between current and reference blocks using the macroblock mode predicted from the previous quality layer. To test how the mode is optimal in the current layer, the statistical hypothesis testing for the variances of the residual sub-blocks is performed. The proposed method reduces the total encoding time up to 51% when three CGS scalability layers are encoded. However, the quality degradation and bit-rate increment of the each layer are negligible.

I. 서론

SVC(Scalable Video Coding)[1]은 이종 멀티미디어 환경에 대응하여 고 압축 효율의 성능을 유지하면서 압축 비트스트림을 유연하게 표현할 수 있도록 하여 다양한 단말과 가변적인 전송 대역에 적응적으로 데이터를 전송하기 위한 비디오 압축 표준이다. 시간, 공간 및 화질의 세 가지 영역에서 계층 구조를 이용한 부호화를 통하여 계위성을 구성할 수 있다. 이 중에서 CGS는 화질 계위의 한 종류이면서도 공간 계위에서 t 사용되는 예측기술을 모두 이용할 수 있으므로 공간 계위의 특별한 경우(special case)로 정의하고 있다[1]. CGS에서는 각 화질 계층의 공간 해상도가 동일하기 때문에 공간 계위에서 사용되었던 업샘플링 과정이 생략된다. 다만 각 계층에서 서로 다른 화질 계위를 갖

기 위하여 향상 계층에서는 기본 계층의 양자화 파라미터 보다 더 작은 값을 이용하여 재양자화하는 텍스처 신호의 보정과정을 거친다.

II. 제안하는 CGS를 위한 고속 부호화 알고리즘

서론에서 설명한 것처럼 CGS는 계층간 화질을 서로 다르게 하기 위하여 양자화 파라미터 QP를 서로 다른 값을 사용하여 텍스처 보정과정을 거치기 때문에 기본 계층과 향상 계층의 모드 결정의 분포는 확연히 다른 차이가 난다.

표 1. 이전 계층과 현재 계층간의 모드 분포의 상관도

	BL-EL1(%)	EL1-EL2(%)
SKIP	71.7	62.9
16x16	76.6	62.7
16x8	77.7	57.8
8x16	77.2	64.4
8x8	96.4	48.4

표 1은 *Foreman*를 사용했을 때 이전 화질 계층과 현재 계층의 모드 상관도를 보여준다. 이 때 $QP_{BL}=40$, $QP_{EL1}=34$, $QP_{EL2}=28$ 을 각각 사용하였다. 표에서 보는 것처럼 기본 계층의 한 매크로블록의 모드가 16x16일 때 향상 계층 1에서 동일 공간의 매크로블록의 모드가 16x16이 될 확률은 76.6%에 불과하다. 제안 알고리즘에서는 하위 계층의 블록 모드를 이용하되 그 상관도가 어느 정도이며 하위 계층의 블록 모드 사용여부를 판단 할 수 있도록 하기 위하여 하위 계층의 블록 모드 정보를 이용하여 현재 계층에서 움직임 예측 및 보상을 실시 한 후에 잔차 신호에 대한 통계적 가설 검

증을 실시한다. 현재 매크로블록을 $\bar{w}(c)$ 라고 하고 움직임보상된 참조 매크로블록을 $\bar{w}(r, Mode_{PL}|QP_{EL})$ 이라고 한다. 여기서 $Mode_{PL}$ 은 동일한 공간에서 하위 계층의 매크로블록 모드이다. $Mode_{PL}$ 과 QP_{EL} 을 사용하여 구한 두 신호간의 잔차 신호는 다음과 같이 표현이 가능하다.

$$\bar{R}(c, r, Mode_{PL}|QP_{EL}) = \bar{w}(r, Mode_{PL}|QP_{EL}) - \bar{w}(c) \quad (1)$$

제안 알고리즘에서는 화질 향상 계층에서 \bar{R} 에 대한 통계적 가설검증을 픽셀값의 분산에 대하여 수행함으로써 하위 블록모드의 적합성 여부를 현재 계층에서 수행하도록 한다. \bar{R} 이 포함되어 있는 매크로 블록은 다음과 같이 분할하여 각 서브블록에 대하여 다음과 같이 귀무 가설과 대립가설을 설정한다.

$$\begin{aligned} H_0 : \sigma_L^2 = \sigma_R^2, H_1 : \sigma_L^2 \neq \sigma_R^2 \\ H_2 : \sigma_T^2 = \sigma_B^2, H_3 : \sigma_T^2 \neq \sigma_B^2 \end{aligned} \quad (2)$$

여기서 H_0 는 \bar{R} 을 포함하고 있는 영역을 좌,우로 이등분하였을 때 두 영역의 분산에 대한 귀무가설이고, H_1 은 그의 대립가설이다. 마찬가지로 H_2 는 상하로 이등분하였을 때 두 영역의 분산에 대한 귀무가설이고 H_3 는 그의 대립가설이다. 각 네 영역에 대한 분산의 계산 과정의 복잡도를 줄이기 위하여 두 픽셀마다 하나의 샘플을 취하여 분산을 구한다. (2)의 가설에 대한 검증 하기 위해 F검증이 이용한다. F검증은 두 개의 독립적인 모 분산의 차이의 정도를 알아보기 위한 검증 통계량이다[2]. 만일 두 개의 독립적인 모집단이 정규 분포를 이루고 있다고 가정하면 두 개의 모집단에 대한 F검증은 다음과 같이 계산된다.

$$F_0 = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad (3)$$

여기서 S_1^2 과 S_2^2 는 다음과 같이 각 영역에서 취한 표본 픽셀의 분산을 나타내며 (2)의 가설 검증시에 각 좌/우 또는 상/하로 분할된 영역에서 취한 표본 픽셀의 분산이다. 자유도 $n_1 - 1$ 과 $n_2 - 1$ 를 갖는 검증통계량 F_0 이 다음과 다음 (4)와 같은 조건이면 가설검증은 수락된다. 그 이외 조건은 거절된다.

$$F_0 < F_{\alpha/2, n_1-1, n_2-1} \text{ or } F_0 < F_{1-\alpha/2, n_1-1, n_2-1} \quad (4)$$

여기서 (4)에서 두 개의 상,하한선은 다음과 같은 관계를 가진다.

$$F_{\alpha/2, n_1-1, n_2-1} = \frac{1}{F_{1-\alpha/2, n_1-1, n_2-1}} \quad (5)$$

가설 (2)의 결과에 따라 다음과 같은 텍스트의 특징과

모드를 도출해 낼 수 있다.

표2. 가설검증 결과에 따른 모드

No	Result	특징	모드
1	H_0, H_2	균일	SKIP, 16x16
2	H_0, H_3	수평으로 동일	16x8
3	H_1, H_2	수직으로 동일	8x16
4	H_1, H_3	균일하지 않음	8x8

제안 알고리즘에서는 표2에 따라 향상 계층에서 모드 결정을 수행한다.

III. 실험결과

제안 알고리즘을 검증하기 위하여 SVC 참조 소프트웨어 JSVM9.0을 사용하였다. 각 계층간 QP의 차이는 6으로 하였으며(각 계층에 40, 34, 28 적용) 다양한 특성을 가지는 시험영상에 대하여 실험하였다. GOP크기는 8로 하였다.

표 3. 실험 결과

시험영상	성능	향상 1	향상 2
Silent	PSNR-Y(dB)	-0.04	-0.07
	Bitrate(%)	-0.48	0.43
	TS(%)	51.7%	
Foreman	PSNR-Y(dB)	-0.07	-0.12
	Bitrate(%)	-0.57	0.75
	TS(%)	42.9%	
Football	PSNR-Y(dB)	-0.06	-0.08
	Bitrate(%)	-0.09	1.26
	TS(%)	46.8%	

표 3에서 보는 것 처럼 제안 알고리즘은 성능 저하 없이 최대 약 52%까지 전체 부호화 시간을 줄일 수 있었다. 다양한 시험 영상에 대하여 부호화 시간의 감소가 효과적으로 이루어짐을 알 수 있다.

IV. 결론

CGS 부호화에 대한 저 복잡도 알고리즘을 제안하였다. 제안 알고리즘에서는 하위 계층의 블록모드를 이용하되 양자화 파라미터로 인한 블록모드의 결정의 정확도를 높이기 위하여 잔차 신호에 대한 가설검증을 실시하였다. 제안알고리즘은 다양한 영상에 대하여 성능 저하 없이 43~52%의 복잡도 감소를 보인다.

참고문헌

- [1]H.Schwarz, D.Marpe and T.Wiegand, "Overview of the Scalable Video Coding Extension of the H.264/AVC Standard," IEEE Transaction on Circuits and Systems for Video Technology, vol.17, no.9, Sep. 2007
- [2]G.K.Kanji, "100 statistical tests," SAGE publications, new edition 1999.