

저비트율 실시간 비디오 압축에서의 모드구분에 기반한 블록킹 효과 제거 기법

이 옹 호, *정 동 석
인하대학교 공과대학 전자공학과

Deblocking Method Based on Mode Classification in the Low Bit-Rate Real-Time Video Coding

Woong-Ho Lee, *Dong-Seok Jeong

Department of Electronic Engineering, Inha University

E-mail : g9611101@inhavision.inha.ac.kr, *dsjeong@dragon.inha.ac.kr

요 약

일반적으로 블록기반의 동영상 압축방식은 블록킹효과를 필연적으로 수반한다. 특히 저비트율의 동영상에서는 블록킹 효과가 다른 어떤 영상의 왜곡보다 많이 발생한다. 본 논문에서는 이러한 블록킹효과를 효율적으로 인간 시각체계에 적합하게 실시간으로 제거하는 후처리 알고리즘을 제안한다. 우선 복원된 영상에서 인간의 시각체계와 동영상의 특성에 따라 3가지의 모드로 분리하여 QP(Quantization Parameter)에 따라 임계치를 변화함으로써 각 모드의 필터링 범위를 가변시켰다. 이후에 각 모드에 알맞은 일차원 및 적응형 필터링을 적용한다. 적용된 모드별 필터링은 과도한 블러링 현상을 방지하고 영상내의 실제 에지성분을 보호하면서 효과적으로 블록킹효과를 제거한다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘을 실험 영상에 적용하였을 경우에 주관적 화질 및 객관적 화질인 PSNR로 0.5dB 정도 향상되었다.

I. 서 론

일반적인 영상압축표준[H.261, H.263, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4]은 하이브리드 압축방식을 취하고 있다.[1][2] 이러한 하이브리드 압축방식은 이산여현변환(DCT:Discret Cosine Transform)이나 영상 블록단위의 움직임 추정(ME:Motion Estimation) 및 움직임 보상(MC:Motion Compensation)을 통하여 압축효율 증대를 가져 왔다. 그러나 블록단위의 압축방식은 위영상에 대한 일종의 노이즈라 볼 수 있는 블록킹 효과를 필연적으로 수반한다. 이는 8×8 블록단위의 DCT 및 양자

화로 인한 블록경계에서 나타나는 격자무늬 현상이다. 이는 특히 H.263과 같은 저비트율 영상압축에서 심하게 일어난다. 이와 같은 블록킹효과를 없애는 후처리 기법은 영상압축표준에는 들지 않지만 화질 개선측면에서 많은 연구들이 수행되어져 왔다.

대표적인 알고리즘들은 LOT(Lapped Orthogonal Transform), Wavelet-Transform을 이용한 방법, POC(Projection on Convex Set)에 기반을 둔 iteration 방법들이 있다.[3][4] 그러나 이러한 방법들은 반복적인 처리 과정을 거치기때문에 높은 계산량과 과도한 처리시간으로 인해 실시간 처리에 적합하지 못하였다. 또 OBMC(Overlapped Block Motion Compensation)이 동영상의 압축표준인 H.263에 채택되어 부호화 과정 중 블록킹 효과의 전파를 효과적으로 방지하였다.[1] 그러나 예측오차가 움직임 벡터정보에 따라 전송되는 일반적인 동영상의 압축방법에서는 OBMC만으로는 완전한 블록킹효과를 제거할 수 없으므로 효과적인 영상화질의 개선을 위해서는 후처리 기법이 요구되어진다.

특히 동영상의 경우에 있어서는 블록킹효과의 발생위치에 주목할 필요가 있다. 정지영상에는 언제나 블록의 경계만을 따라서 블록킹효과가 발생하나 동영상에서는 이전 프레임의 블록경계의 블록킹효과가 움직임에측에 의하여 다음 프레임에서 블록의 내부로 전파될수 있다. 이러한 현상을 제거하기위하여 필터링 처리의 범위를 블록의 경계로 고정하는 것이 아니라 블록의 내부에도 필터링처리를 할수 있게 가변 시켜야 한다.

모드를 구분하여 처리하는 방법은 블록 경계의 화소차를 이용하여 모드를 2가지로 구분하여 처리하였으나, 이는 단순한 모드 결정으로 인한 과도한 블러링을 초래

하여 효과적으로 블록킹효과를 제거하지 못하였다.[5] 본 논문에서 제안한 방법은 3가지로 모드를 구분하고 구분된 모드에 따라 일차원 또는 적응형 필터링을 사용하여 효과적으로 블록킹효과를 제거한다.

II. 제안 알고리즘

1. 모드 분리

모드구분은 그림1과 같이 정의된 8×8 블록의 경계주변의 화소들을 평탄도측정 함수를 이용하여 복잡영역모드, 중간영역모드, 평탄영역모드로 각각 구분한다.

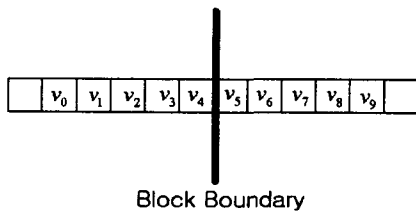


그림 1. 수직 블록경계의 모드분리를 위한 화소들

수직방향에 대해서 먼저 처리한 후 다시 수평방향으로 처리한다. 이는 영상내의 실제의 에지성분을 보호하면서 구분된 각 모드에 따라 적절한 필터링 처리를 함으로써 모드 구분이 없이 단순히 적용되는 필터링에서 나타나는 블록킹효과의 부작용인 과도한 이미지 블러링을 방지한다. 평탄도를 측정하는 함수는 다음과 같다.

$$F(v) = \sum_{i=0}^8 \phi(|v_i - v_{i+1}|) \quad (1)$$

여기서 $\phi(x)$ 는 $|x| \geq S$ 일 경우만 1의 값을 가지고 그 외는 0의 값을 가진다. S는 인접한 화소값의 차의 임계값이다. 화소값의 차에 따라 $F(v)$ 의 범위가 변화하므로 임계값 S를 변화하여 모드의 범위를 변화시킬 수 있다. QP가 클수록 S의 값도 증가 시켜주어 영상내에서 3가지 모드의 범위가 가변하도록 한다. $F(v)$ 의 값의 범위는 0부터 9까지 이므로 이를 다시 모드 구분을 위한 임계치 T_1 과 T_2 에 따라 그림2에서와 같이 3개의 모드로 구분한다.

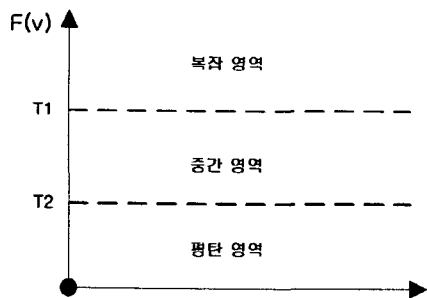


그림 2. 평탄도에 따른 분리한 3개의 모드

그림3에서 임계치 S에 따른 영역분리 결과 예를 제시하였다.

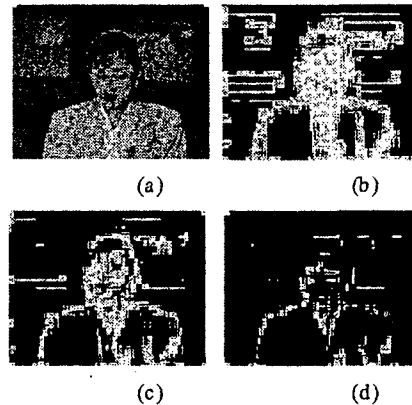


그림 3. 임계치S에 따른 영역의 분리결과

Y=0(검은색) 평탄영역 모드

Y=128(회색) 기본영역 모드

Y=255(흰색) 복잡영역 모드

(a).원영상 Akiyo QP=13 (b).S=3(c).S=7 (d).S=12

2. 평탄영역모드에서의 필터링 처리

인간의 시각체계(HVS:Human Visual System)에서는 평탄한 영역에서의 블록킹효과에 더욱 민감하게 반응한다. 그러므로 평탄영역에서는 블록킹 효과를 강한 필터링을 취하여 완전히 제거 해야 한다. 또한 필터링의 범위도 블록경계뿐만이 아니라 블록의 내부에도 적용시켜 이전 프레임에서 전파되었을 블록킹효과도 제거시켜야 한다.이를 위해 1차원 9탭 평탄화 필터링을 화소 v_1 부터 v_8 까지의 범위에 적용한다. 필터 계수는 다음과 같다.

$$h(n) = \frac{1}{16} \{1, 1, 2, 2, 4, 2, 2, 1, 1\} \quad (2)$$

필터링은 먼저 수직방향으로 하고 다음에 수평방향으로 모두다 적용한다. 수직방향 필터링으로 바뀐 화소값은 그대로 수평방향의 필터링에 반영한다. 이때 주의할 점은 블럭내에 존재하는 영상내의 실제 에지성분이다. 실제 에지성분을 보호하기 위하여 화소값들의 최대값과 최소값을 구하여 이들이 차가 QP값의 2배보다 크다면 필터링의 범위에서 제한한다. 이는 일반적으로 양자화로 인한 블록킹효과는 평탄영역에서 2*QP의 값을 넘지 못하기 때문이다.

3. 기본영역모드에서의 필터링 처리

기본모드에서는 영상내의 실제 에지를 보호하면서도 블록킹효과를 적절히 없앨 수 있는 적응형 필터를 사용한다. 이때도 영상내의 실제 에지성분을 보호하기 위하

여 화소들의 최대값과 최소값을 비교하여 그 차가 QP 값의 2배보다 크다면 필터링을 취하지 않는다.

필터링의 범위는 블록경계의 좌우 4개의 화소부터 2개까지 가변적으로 선택한다.

예를 들어 그림4와 같은 경계값을 갖는 블록이 기본 모드로 결정되면 v_3 와 v_5 값의 차이가 임계치 S보다 클 때 이를 필터링 대상으로 정하고 다시 바깥화소에 대하여 검사하여 범위에 넣는다. 필터링 범위가 정해지면 블록경계값의 차의 $\frac{1}{5}$ 을 v_3 에 1배를 더하고 v_4 에 2배를 더한다. 마찬가지로 v_5 에 2배, v_6 에 1배를 빼준다.

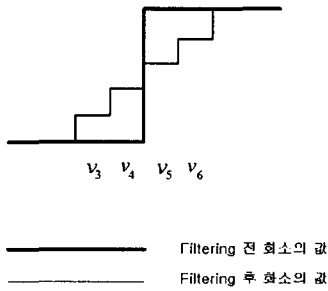


그림 4. 기본모드의 필터링 처리

$$d = \frac{1}{5} (v_4 - v_5) \quad (3)$$

$$v'_3 = v_3 + \text{sign}(d) \times |d| \quad (4)$$

$$v'_4 = v_4 + 2 \times \text{sign}(d) \times |d| \quad (5)$$

$$v'_5 = v_5 - 2 \times \text{sign}(d) \times |d| \quad (6)$$

$$v'_6 = v_6 + \text{sign}(d) \times |d| \quad (7)$$

4. 복잡영역모드에서의 필터링 처리

복잡영역에서는 기존의 에지성분이 많이 존재한다고 생각되므로 필터링의 범위와 세기를 실제 에지성분이 블러링되지 않게 주의 깊게 처리하여야한다. 그러므로 필터링의 범위는 경계의 두 픽셀내로 제한한다. H.263에서 쓰인 Deblocking Mode의 화소값 조정함수를 사용하여 블럭경계의 화소값을 조정한다. 필터링처리의 결과로 블럭경계의 화소값의 세밀한 조절이 될 수 있다.

$$d = \frac{1}{16} (3v_4 - 8v_5 + 8v_6 - 3v_7) \quad (8)$$

$$d' = \text{sign}(d) * \text{Max}[0, |d| - \text{Max}(0, 2 * (|d| - QP))] \quad (9)$$

$$v'_5 = v_5 + d' \quad (10)$$

$$v'_6 = v_6 + d' \quad (11)$$

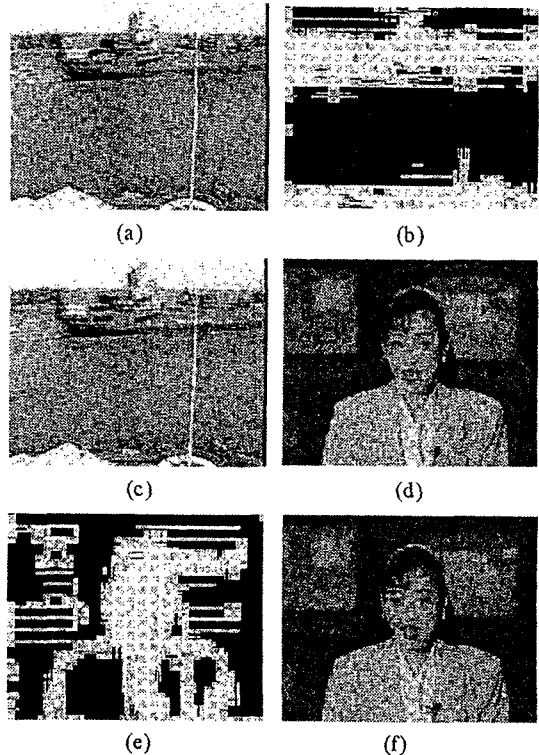
III. 실험 결과

표 1. 각 모드별 필터링 처리 범위 및 방법

구분	필터링 범위	필터링 방법
평탄영역	경계주변 좌우 각 4 화소	일차원 9-탭 필터링
기본영역	경계주변 좌우 각 2 화소	적응형 필터링
복잡영역	경계주변 각 1화소	Deblocking Filter 함수처리

본 논문의 실험은 저 비트율 동영상의 압축표준중 하나인 H.263+ baseline 으로 압축된 동영상을 사용했다. QP를 3, 13, 25, 31로 변화시키면서 압축하였다. 인접 화소차의 임계치인 S는 QP=13이하까지는 3으로 정하고 QP가 증가함에 따라 7과 12로 높였다. 모드구분에 쓰이는 임계치 T_1 과 T_2 를 각각 3과 6으로 정하였다.

실험에 쓰인 동영상은 그림5에서 보듯이 비교적 블러킹효과가 많은 container와 hall 그리고 일반적인 akiyo 영상을 사용하였다. 제한한 알고리즘을 적용한 영상은 주관적 측면에서 개선되었고 객관적 화질인 PSNR 또한 일반적으로 복원된 영상보다 표2에서 보듯이 약 0.5 dB 개선되었다.



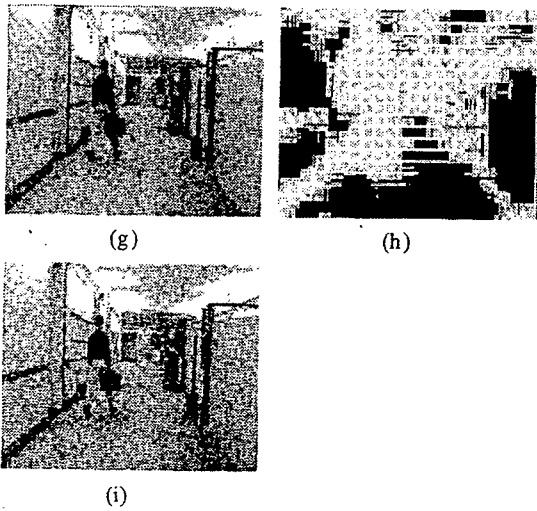


그림 5. 실험 결과
 (a) container QP=13 (d) akiyo QP=13 (g) hall QP=13
 (b),(e),(h) 모드 구분된 필터링 범위
 (c),(f),(i) 알고리즘 적용된 영상

표 II. PSNR

영상	Quantization Parameter	S	PSNR(dB)	
			H.263	제안알고리즘
container	QP=3	3	47.53	41.79
	QP=13	3	30.95	31.03
	QP=25	7	29.25	29.30
	QP=31	12	28.33	28.85
hall	QP=3	3	46.23	45.78
	QP=13	3	31.54	31.91
	QP=25	7	29.11	29.40
	QP=31	12	28.28	28.73
akiyo	QP=3	3	45.11	45.00
	QP=13	3	29.23	30.12
	QP=25	7	28.01	28.33
	QP=31	12	28.33	28.52

IV 결론

본 논문은 블록킹효과를 제거하고자 모드를 구분하고 각 모드에 적절한 필터링을 하여 블록킹효과를 제거하였다. 특히 동영상에서 처리를 위해 필터링의 범위를 영상내에까지 가변시켰으며 실시간 처리를 위하여 일차원 필터를 사용하였다. 그림6에서 제시하였듯이 이후에는 압축 및 복호화 과정 중 후처리를 통해 MC 및 ME의 정밀성을 높여 화질을 개선하는 연구가 이어져야 할 것으로 생각한다.

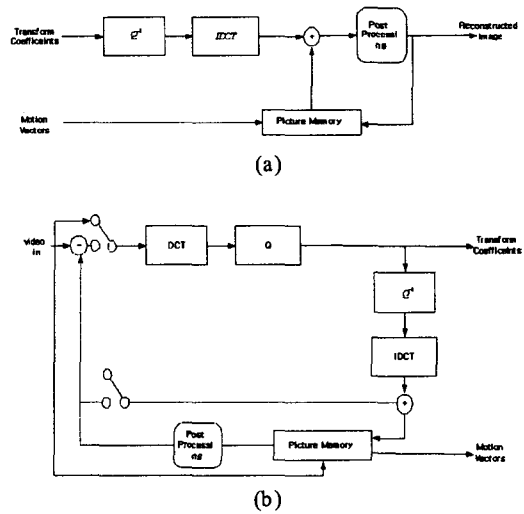


그림 6. 압축 및 복원시 후처리과정
 (a) 복호화 과정 중 후처리 (b) 부호화 과정 중 후처리

참고문헌

1. ITU-T Recommendation H.263 "Video Coding For Low Bit Rate Communication", 27 January 1998
2. "MPEG-4 video verification model V.5.0", ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG11/N1469, November 1996.
3. H. S. Malvar and D. H. Staelin, "LOT: Transform coding without blocking effect", *IEEE Trans. Acoust. Speech Signal Processing*, vol. 37, pp. 553-559. April 1989.
4. 장익훈, 김대호, 이동준, 김남철, "웨이블렛변환을 이용한 블록부호화 영상에서의 블록화 현상 제거", *전자공학회지*, B편, 제5호, 제33권, 5월 1996.
5. Hyun Wook Park and Yung Lyul Lee "A Postprocessing Method for Reducing Quantization Effects in Low Bit-Rate Moving Picture Coding" *IEEE Trans. on Circuit and Systems for Video Technology*, vol. 9, no. 1, pp. 161-171 February 1999
6. S. D Kim, J. Yi, H and M. Kim "A Deblocking Filter with Two Separate Modes in Block-Based Video Coding", *IEEE Trans. on Circuit and Systems for Video Technology*, vol 9, no 1, pp. 156-160 February 1999.
7. H. C. Reeves III and J. S. Lim, "Reduction of Blocking Effects in Image Coding", *Optical Engineering*, vol. 23, no. 1, pp. 34-37, January/February 1984