

H.264 표준에서 디블록킹 필터의 사용 여부를 결정하는 방법

최정아, 허진, 호요성
광주과학기술원 정보통신공학과
e-mail : jachoi@gist.ac.kr

Fast Decision Algorithm for Skipping Deblocking Filters in H.264

Jung-Ah Choi, Jin Heo, Yo-Sung Ho
Gwangju Institute of Science and Technology

요약

H.264 표준은 블록 왜곡을 제거하는 디블록킹 필터를 사용하여 기존의 비디오 압축 표준에 비해 높은 부호화 효율을 제공하지만, 그 동작이 복잡하기 때문에 복호화하는데 많은 시간이 걸린다. 특히, 영상의 크기가 커질수록 디블록킹 필터의 연산량과 복호화 시간이 증가하므로 H.264 표준의 복호화 시간을 단축하기 위한 고속 디블록킹 방법이 필수적이다. 본 논문에서는 각 매크로블록의 모드 정보를 고려하여 조기에 디블록킹 필터의 사용 여부를 결정하는 방법을 제안한다. 이를 통해 불필요한 연산을 생략하고 복호화 시간을 단축시킬 수 있다. 제안한 알고리즘은 H.264 표준의 디블록킹 방법에 비해 평균 약 71% 디블록킹 시간을 감소시켰다.

1. 서론

H.264 동영상 압축 표준의 디블록킹 필터는 영상을 부호화할 때 발생하는 블록 왜곡을 감소시키는 필터이다. 디블록킹 필터는 블록 왜곡이 발생하기 쉬운 곳에는 강한 필터링을, 블록 왜곡이 발생하기 어려운 곳에는 약한 필터링을 적용하는 적응적인 필터로서, 필터링되지 않은 영상에 비해 5-10% 정도 화질을 향상시킨다 [1].

H.264 표준에서 디블록킹 필터는 부호기와 복호기에 모두 존재하며, 일반적인 필터보다 복잡하여 더 많은 연산량이 요구된다. 특히, 복호기에서 디블록

킹 필터가 전체 연산량에서 차지하는 비중은 약 30-35%이다 [2]. 따라서 H.264 표준에서 효율적인 디블록킹 필터의 사용이 매우 중요하다.

본 논문에서는 부호화 모드 정보를 고려하여 디블록킹 필터의 사용 여부를 결정하는 방법을 제안한다. 영상 크기가 클 경우에는 SKIP 모드나 16×16 모드의 발생 빈도가 높다. 이러한 모드의 블록들은 결국 경계 강도의 값이 0이 되어 필터링을 수행하지 않는다. 하지만 기존의 방법에서 이들의 경계 강도가 0임을 확인하기 위해 많은 연산을 수행한다. 따라서 SKIP 모드와 16×16 모드일 경우에 디블록킹 과정을 조기에 생략하면 복호화 시간을 많이 단축할 수 있다.

H.264 표준에서 디블록킹 필터의 사용 여부를 결정하는 방법

최정아, 허진, 호요성
광주과학기술원 정보통신공학과
e-mail : jachoi@gist.ac.kr

Fast Decision Algorithm for Skipping Deblocking Filters in H.264

Jung-Ah Choi, Jin Heo, Yo-Sung Ho
Gwangju Institute of Science and Technology

요약

H.264 표준은 블록 왜곡을 제거하는 디블록킹 필터를 사용하여 기존의 비디오 압축 표준에 비해 높은 부호화 효율을 제공하지만, 그 동작이 복잡하기 때문에 복호화하는데 많은 시간이 걸린다. 특히, 영상의 크기가 커질수록 디블록킹 필터의 연산량과 복호화 시간이 증가하므로 H.264 표준의 복호화 시간을 단축하기 위한 고속 디블록킹 방법이 필수적이다. 본 논문에서는 각 매크로블록의 모드 정보를 고려하여 조기에 디블록킹 필터의 사용 여부를 결정하는 방법을 제안한다. 이를 통해 불필요한 연산을 생략하고 복호화 시간을 단축시킬 수 있다. 제안한 알고리즘은 H.264 표준의 디블록킹 방법에 비해 평균 약 71% 디블록킹 시간을 감소시켰다.

1. 서론

H.264 동영상 압축 표준의 디블록킹 필터는 영상을 부호화할 때 발생하는 블록 왜곡을 감소시키는 필터이다. 디블록킹 필터는 블록 왜곡이 발생하기 쉬운 곳에는 강한 필터링을, 블록 왜곡이 발생하기 어려운 곳에는 약한 필터링을 적용하는 적응적인 필터로서, 필터링되지 않은 영상에 비해 5~10% 정도 화질을 향상시킨다 [1].

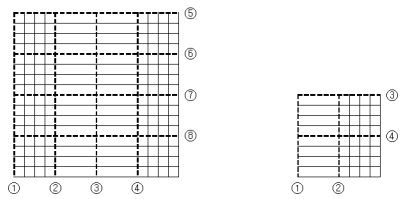
H.264 표준에서 디블록킹 필터는 부호기와 복호기에 모두 존재하며, 일반적인 필터보다 복잡하여 더 많은 연산량이 요구된다. 특히, 복호기에서 디블록

킹 필터가 전체 연산량에서 차지하는 비중은 약 30~35%이다 [2]. 따라서 H.264 표준에서 효율적인 디블록킹 필터의 사용이 매우 중요하다.

본 논문에서는 부호화 모드 정보를 고려하여 디블록킹 필터의 사용 여부를 결정하는 방법을 제안한다. 영상 크기가 클 경우에는 SKIP 모드나 16×16 모드의 발생 빈도가 높다. 이러한 모드의 블록들은 결국 경계 강도의 값이 0이 되어 필터링을 수행하지 않는다. 하지만 기존의 방법에서 이들의 경계 강도가 0임을 확인하기 위해 많은 연산을 수행한다. 따라서 SKIP 모드와 16×16 모드일 경우에 디블록킹 과정을 조기에 생략하면 복호화 시간을 많이 단축할 수 있다.

2. H.264 표준의 더블록킹 필터

H.264 표준에서 4×4 블록을 기본으로 하는 블록 기반 움직임 보상과 직교 변환은 블록 왜곡의 주요한 원인이다. H.264 표준에서는 이러한 블록 왜곡을 제거하면서 실제 경계를 보존하기 위해 더블록킹 필터를 사용한다. 필터링은 슬라이스 경계를 제외한 매크로블록 내의 모든 4×4 블록의 수직이나 수평 가장자리에 대해 그림 1과 같은 순서로 수행된다.



(a) 휘도 매크로블록 (b) 색차 블록
그림 1. H.264 표준에서의 필터링 순서

더블록킹 필터를 적용하기 전에, 인접한 4×4 블록에 대한 경계 강도를 결정한다. 경계 강도는 블록 경계가 매크로블록 경계인지 아닌지, 또는 어느 블록이 화면내 부호화를 사용하는지의 여부에 따라 결정되며, 그 결정 방법을 그림 2에 나타내었다.

산출된 경계 강도 값에 따라 적응적으로 3~5탭 유한 임펄스 응답(FIR) 필터들을 사용하여 필터링을 수행한다. 경계 강도가 0인 경우에는 필터링이 수행되지 않고, 경계 강도가 4인 경우에는 가장 강한 필터링을, 중간 값(1~3)의 경계 강도에 대해서는 일반적인 필터링이 수행된다.

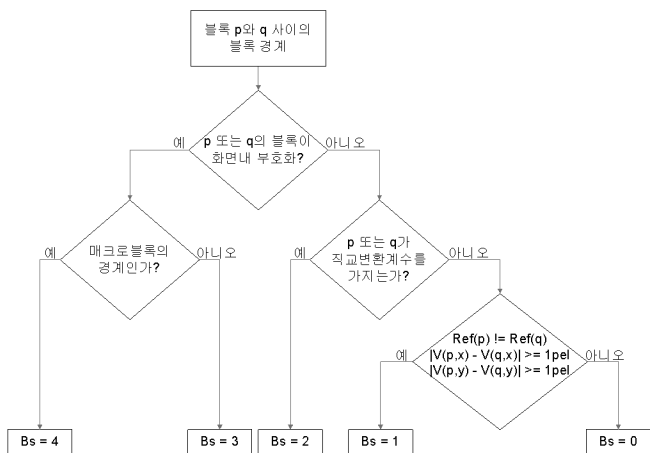


그림 2. 경계 강도(Bs) 결정과정

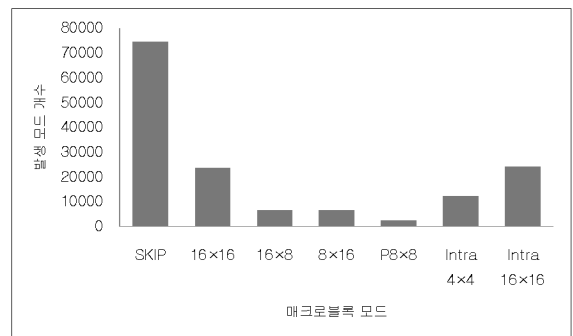
3. 제안하는 고속 더블록킹 필터

표 1은 Breakdancers 영상 (1024×768) 에서 SKIP 모드와 16×16 모드일 때, 경계 강도가 0인 경우의 발생 빈도를 나타낸다. 표 1에서 보듯이, SKIP 모드와 16×16 모드의 매크로블록들은 경계 강도 결정 조건에 의해 대부분의 경계 강도가 0으로 결정된다.

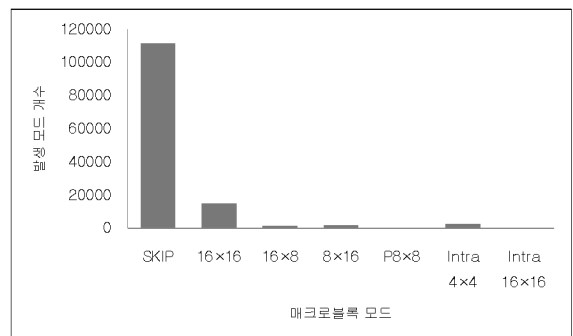
표 1. 영(0) 경계 강도의 발생 빈도

영상	QP	SKIP 모드 또는 16×16 모드 (%)
Break-dancers	28	98.239
	32	99.199
	36	99.585
	40	99.807

매크로블록의 최적 모드가 SKIP 모드이거나 16×16 모드이면 배경이나 영상의 움직임이 거의 없기 때문에, 이러한 경우에는 매크로블록의 경계에 블록 왜곡이 거의 생기지 않으며, 더블록킹 필터를 적용할 필요가 없다. 하지만 기존의 더블록킹 필터에서는 많은 연산을 수행한 후, 두 모드의 경계 강도를 0으로 결정한다. 따라서 이 논문에서는 SKIP 모드나 16×16 모드인 경우, 조기에 경계 강도를 0으로 예측하고 더블록킹 필터를 생략하는 방법을 제안한다.



(a) 양자화 계수가 28인 경우



(b) 양자화 계수가 40인 경우

그림 3. 양자화 계수에 따른 최적모드 분포

그림 3은 Breakdancers 영상 100 프레임을 양자화 계수(QP) 28과 40에서 각각 부호화했을 때의 각 매크로블록의 최적 모드의 발생 빈도수를 나타낸다. 그림 3에서 보듯이, 양자화 계수에 상관없이 SKIP 모드와 16×16 모드의 발생 빈도가 매우 높다는 사실을 알 수 있다.

따라서 디블록킹 과정에서 매크로블록의 모드가 SKIP 모드이거나 16×16 모드인 경우, 조기에 경계 강도를 0으로 예측하여 디블록킹 필터 과정을 생략하면 디블록킹 시간을 대폭 줄일 수 있다.

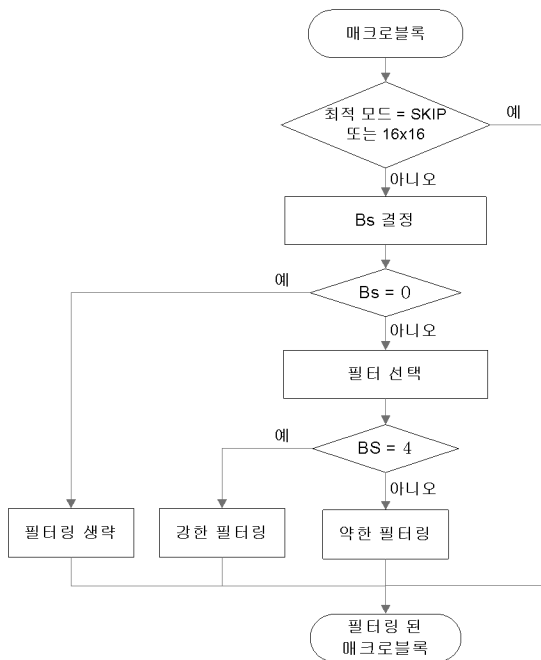


그림 4. 제안한 알고리즘의 흐름도

그림 4는 본 논문에서 제안하는 디블록킹 필터의 사용 여부를 결정하는 방법의 흐름도를 보여준다. 경계 강도를 결정하기 전에 현재 매크로블록의 최적 모드가 SKIP 모드이거나 16×16 모드인지 확인한다. 만약 매크로블록의 최적 모드가 SKIP 모드이거나 16×16 모드이면 경계 강도를 0으로 예측하고 디블록킹 필터링을 생략한다. 다른 모드들의 경우에는 기존의 디블록킹 알고리즘을 똑같이 수행한다.

4. 실험결과

이 논문에서는 JM 11.0에 제안한 알고리즘을 구현하였다. 이 실험은 2GByte 메모리의 2.01GHz 인텔

센트리노 프로세서에서 수행되었다. 이 실험에서는 1024 × 768의 크기를 가지는 2개의 시험 영상 (Breakdancers와 Ballet)을 사용했으며, 그 실험 조건은 표 2와 같다 [3].

표 2. 실험 조건

참조 소프트웨어	JM 11.0
프레임 개수	100
프로파일	Baseline Profile
엔트로피 코딩	CAVLC
양자화 계수	28, 32, 36, 40

제안한 알고리즘의 성능을 비교하기 위해 평균 PSNR과 비트율을 사용했으며[4], H.264 표준과 수행 시간을 비교하기 위해 ΔT 를 다음과 같이 정의한다.

$$\Delta T = \frac{T_{JM11.0} - T_{Proposed}}{T_{JM11.0}} \times 100\%$$

여기서 $T_{JM11.0}$ 은 JM 11.0의 디블록킹 시간을 나타내고, $T_{Proposed}$ 는 제안한 방법의 디블록킹 시간을 나타낸다.

표 3. 디블록킹 수행 시간 비교

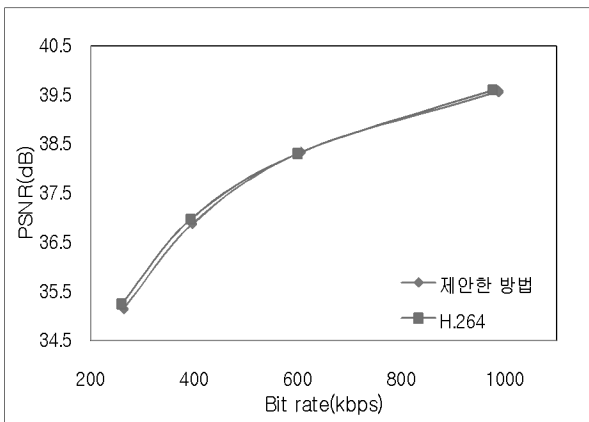
영상	QP	JM11.0	제안한 방법	ΔT (%)
Break-dancers	28	11.05	5.40	-51.06
	32	9.14	3.45	-62.22
	36	9.27	2.88	-68.97
	40	7.94	1.92	-75.79
Ballet	28	8.59	2.34	-72.72
	32	8.33	1.98	-76.18
	36	8.31	1.91	-77.06
	40	7.77	0.95	-87.74

표 4. 부호화 성능 비교

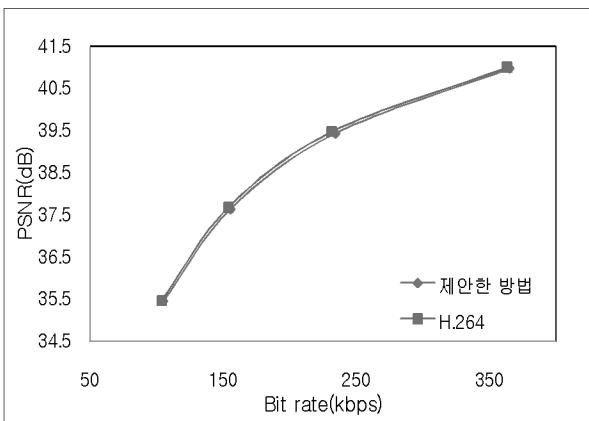
영상	QP	비트율 (%)	Δ PSNR (dB)
Break-dancers	28	+ 1.070	-0.04
	32	+ 1.095	-0.03
	36	+ 0.956	-0.09
	40	+ 1.640	-0.10
Ballet	28	+ 0.466	-0.02
	32	+ 1.080	-0.04
	36	+ 1.056	-0.04
	40	+ 1.087	-0.01

표 3과 표 4는 성능 비교를 위해 실험한 결과를 나타낸다. 표 3의 값들은 양자화 계수에 따른 디블록킹 수행 시간을 나타내고, 표 4는 비트율과 PSNR을 비교하여 나타낸다.

표 3과 표 4에서 보는 바와 같이, 제안한 알고리즘은 기존의 H.264 디블록킹 필터에 비해 평균 약 71%의 디블록킹 시간을 단축시켰다. 또한 양자화 계수가 클수록 SKIP 모드와 16×16 모드의 발생 빈도가 증가하여 제안한 알고리즘의 성능이 더욱 향상됨을 확인할 수 있었다.



(a) Breakdancers 영상



(b) Ballet 영상

그림 5. 비트율-왜곡 곡선

그림 5는 Breakdancers와 Ballet 영상에 대한 비트율-왜곡 곡선을 나타낸다. 비트율-왜곡 곡선은 양자화 계수가 각각 28, 32, 36, 40인 경우에 대해 얻은 것이다. 위 결과는 제안한 알고리즘의 효율이 기존의 H.264 표준과 비교하여 큰 차이가 없음을 나타낸다. 이를 통해 제안한 알고리즘이 우수한 성능을 보임을 알 수 있다.

5. 결론

이 논문에서는 SKIP 모드와 16×16 모드일 때 디블록킹 필터 과정이 수행되지 않는 점을 고려하여 디블록킹 필터의 사용 여부를 조기에 결정하는 방법을 제안하였다. 즉, SKIP 모드와 16×16 모드일 경우, 조기에 블록 경계를 0으로 예측하고 디블록킹 필터를 생략하는 방법을 사용하여 불필요한 연산을 줄이고 복호화 시간을 효율적으로 단축했다. 이 논문에서 제안한 방법은 기존의 방법과 비교하여 PSNR과 발생 비트율의 변화가 거의 없으면서 평균 약 71%의 디블록킹 시간을 감소시켰다. 특히, 양자화 계수가 커질수록 디블록킹 시간이 더욱 감소함을 확인했다.

감사의 글

본 연구는 광주과학기술원(GIST) 실감방송연구센터(RBRC)를 통한 정보통신대학IT연구센터(ITRC)와 교육인적자원부 두뇌한국21(BK21) 정보기술사업의 지원에 의한 것입니다.

[참고문헌]

- [1] G.J. Sullivan and T. Wiegand, "Video Compression-From Concepts to the H.264/AVC Standard," Proc. IEEE, Vol.93, No.1, pp. 18-31, Jan. 2005.
- [2] J. Lou, A. Jagmohan, D. He, L.Lu, and M.T. Sun, "Statistical Analysis Based H.264 High Profile Deblocking Speedup," Proc. IEEE International Symposium on Circuits and Systems, pp. 3143-3146, May 2007.
- [3] G.J. Sullivan and G. Bjontegaard, "Recommended Simulation Common Conditions for H.26L Coding Efficiency Experiments on Low-Resolution Progressivescan Source Material," ITU-T Q.6/16, Doc. VCEG-N81, Sept. 2001.
- [4] G. Bjontegaard, "Calculation of Average PSNR Difference between RD Curves," ITU-T Q.6/16, Doc. VCEG-M33, April 2001.