

# 저복잡도 비디오 코덱을 위한 블록 내부/경계 분리형 적응적 루프필터

임 용 정광수 남정학 심동규  
광운대학교

[limwoong@kw.ac.kr](mailto:limwoong@kw.ac.kr) [icarus128@kw.ac.kr](mailto:icarus128@kw.ac.kr) [qejixfyza@kw.ac.kr](mailto:qejixfyza@kw.ac.kr) [dgsim@kw.ac.kr](mailto:dgsim@kw.ac.kr)

## Boundary Region Adaptive Loop Filter for Low Complexity Video Codec

Lim, Woong Jung, Kwang-Su Nam, Jung-Hak Sim, Dong-Gyu  
Kwangwoon University

### 요약

블록 기반의 적응적 루프 필터(BALF : Block Adaptive Loop Filter)는 압축 성능에 있어서 상당히 높은 효율을 보이는 기술 중 하나이다. BALF는 복원된 영상을 원본 영상에 최대한 유사하게 만드는 Wiener 필터계수와 해당 필터가 적용될 영역에 대한 정보를 복원된 영상에 적용함으로써 화질을 높일 수 있다. 그러나 BALF는 단위블록 전체에 대해 하나의 필터를 생성하여 적용하는 방법으로, 블록 내부에서 구분되는 신호적 특성을 따로 분류하지 않는다. 그러므로 BALF는 높은 부호화 성능을 보이는 반면, 높은 복호화 복잡도를 요구한다는 단점이 있다.

본 논문에서는 필터가 적용될 블록을 내부와 경계 영역으로 나누어 경계 영역을 위한 필터를 구분하여 생성하는 루프필터를 제안한다. 제안하는 알고리즘은 기존의 BALF에 비해 부호화 성능이 저하되지만, 필터를 적용할 영역을 선택 가능하게 함으로써 복호화 복잡도를 조절할 수 있도록 하였다. 제안한 방법의 실험결과, 기존의 방법인 BALF에 대하여 블록의 경계 영역 필터를 사용할 경우, 약 3.77%의 부호화 성능 저하에 대하여 약 33.76%의 필터링 속도 향상을 보였다.

### 1. 서론

최신 비디오 코덱인 H.264/AVC는 블록 단위 정수변환과 양자화를 수행함으로써 발생하는 열화를 최소화하기 위하여 디블록킹 필터링을 통하여 경계영역의 신호를 이웃한 블록의 경계영역과 함께 평탄화하는 과정을 거친다.[1] 그러나 디블록킹 필터링은 블록간 경계에 존재하는 디블록킹 현상의 강도에 따라 계수가 고정된 형태의 필터이다. 그렇기 때문에 디블록킹 필터링 이후의 영상에는 여전히 화질 열화가 남아있다. 이러한 열화현상을 없애기 위하여 제안된 기존의 적응형 루프 필터는 복원된 영상의 열화를 없애기 위하여 입력된 원본 영상과의 비교를 통하여 복원된 영상을 원본 영상에 최대한 근사시키는 Wiener filter를 설계하여 추가로 전송한다. 특히 블록 기반의 적응적 루프 필터(BALF : Block-based Adaptive Loop Filter)는 필터링 영역을 블록 단위로 나누어 영상에 존재하는 에러의 특성이 유사한 영역들을 모아 필터링하고, 필터가 적용될 영역에 대한 정보를 전송함으로써 압축효율을 높인다. 그러나 기존의 BALF는 영상을 블록 단위로 부호화하면서 발생하는 블록의 내부와 경계의 서로 다른 신호적 특성을 고려하지 않는다. 즉, 블록의 전체 영역을 하나의 영역으로 간주하고 블록 전체에 대한 최적 필터를 추가로 전송하는 방법이다. 또한 기존에 제안된 방법은 필터를 적용할 블록 내 모든 영역에 대하여 필터를 적용하기 때문에 복호화 과정에서 매우 높은 복잡도를 갖는다.

본 논문에서는 압축된 영상의 블록을 신호적 특성이 다른 내부와 경계 영역으로 분리하고 많은 양자화 에러가 존재하는 블록의 경계 영역에 대하여 원본 영상과 유사해지는 최적의 필터를 구하여 전송하는 방법을 제안한다. 이러한 방법을 통하여 필터링 영역을 조절함으로써 복호화 복잡도를 낮출 수 있다.

### 2. 기존의 블록 기반의 적응적 루프필터

기존의 블록 기반 적응적 루프 필터 방법은 부호화 과정에서 복호화된 영상과 원본 영상의 에러를 최소화하는 Wiener 필터를 구하여 전송하는 방법이다. 부호화 과정에서 BALF의 사용 여부를 결정하는 블록도는 그림 1과 같다.

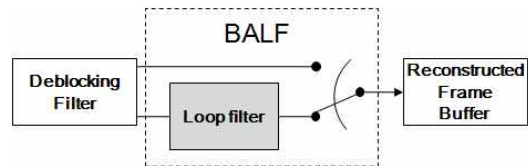


그림 1. BALF on/off 결정에 대한 블록도

그림 1과 같이 디블록킹 필터를 적용한 복원 영상을 입력으로하여 BALF를 적용할지 적용하지 않을지에 대한 결정을 울-왜곡 최적화를 통하여 수행할 수 있다. 또한, BALF를 적용할 때, 결정된 필터를 프레임 전체에 적용할지 블록 단위로 적용할지에 대한 정보 또한 울-왜곡 최적화를 수행함으로써 결정될 수 있다. 이 때, 블록 단위로 적용하는 것으로 결정된다면, 필터계수 외에 블록의 크기와 각 블록에 필터 적용 여부를 추가적으로 전송해야한다. 즉, BALF 수행 여부, 필터 계수의 개수, 블록 단위 적용 여부, 블록의 크기 및 블록 당 on/off 플래그 등의 정보가 비트스트림에 추가되어 전송된다.

### 3. 제안하는 블록 경계 영역 적응적 루프필터

기존의 블록 기반의 적응적 루프필터 방법은 높은 부호화 성능에

반해, 매우 높은 복호화 복잡도를 수반한다. 이는 모바일 장치와 같은 제한적인 리소스를 가진 환경에서 동작될 수 없거나, 제한적으로 동작될 수 있다. 이러한 환경에서는 일부 영역에 대해서만 필터를 적용함으로써 디코딩 복잡도를 낮출 수 있을 것이다.

본 논문에서 제안하는 블록 경계 영역 적응적 루프필터를 위하여 선택되는 블록의 경계 영역은 그림 2와 같다.

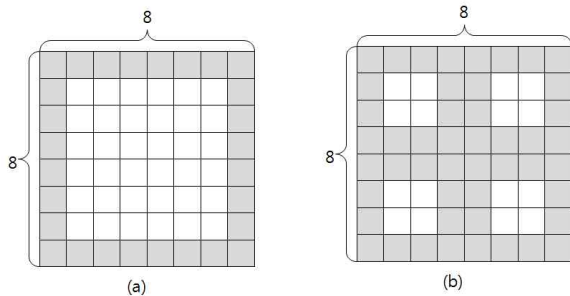


그림 2. (a) 8×8 정수변환의 경우, (b) 4×4 정수변환의 경우

그림 2의 (a)와 (b)는 각각 8×8 정수변환과 4×4 정수변환을 수행하는 블록에 따른 블록의 경계 영역을 나타낸다. 제안하는 방법은 각 블록의 트랜스폼 사이즈에 따라 경계 영역이 구분되며, 해당 경계 영역에 대한 Weiner필터와 블록 단위 필터링 영역 등에 대한 정보를 선택적으로 구할 수 있다.

#### 4. 실험 결과

본 논문에서 제안하는 블록 경계 영역 적응적 루프필터에 대한 성능을 평가하기 위하여 KTA 2.2에 제안한 방법을 적용하였다. 제안한 방법에 대한 실험 조건은 표 1과 같다.

표 1. 제안한 방법의 성능 측정을 위한 실험 조건

Profile	High profile
부호화 방법	CABAC
QP	22, 27, 32, 37
8×8 transform	사용

표 1의 실험 조건하에서 720p 해상도의 VCEG 표준 테스트 영상인 Crew와 Night 영상에 대한 BALF대비 제안한 방법의 부호화 성능은 표 2와 같다.

표 2. BLAF 대비 경계 영역 필터링 방법의 성능

Sequence	QP	BALF		BOUNDARY		BD-PSNR	BD-Bitrate
		bitrate	PSNR	bitrate	PSNR		
Crew	22	12682122	41.98	12754755	41.93	-0.12	5.05
	27	3730957	39.38	3771181	39.32		
	32	1532445	37.15	1571549	37.08		
	37	729085	34.81	740317	34.64		
Night	22	27725674	41.6	27776774	41.53	-0.09	2.49
	27	9883120	37.75	10007734	37.69		
	32	3669006	34.4	3970535	34.30		
	37	1802461	31.3	1801178	31.18		
						-0.11	3.77

경계 영역에 필터를 적용하였을 경우에는 BALF 대비 약 3.77%의

성능 저하가 발생함을 알 수 있다. 그러나 표 3를 통하여 필터링 복잡도가 BALF 대비 약 33.76% 감소함을 알 수 있다.

표 3. BLAF 대비 경계 영역 필터링 방법의 복잡도

Sequence	size	QP	BALF	BOUNDARY	ATS(%)
Crew	720P	22	8958	5905	34.08
		27	6639	4703	29.16
		32	5752	4247	26.16
		37	4214	2514	40.34
Night	720P	22	8795	6124	30.37
		27	8905	5690	36.10
		32	7810	4814	38.36
		37	5975	3855	35.48
				average	33.76

#### 5. 결론

본 논문에서는 기존의 BALF의 높은 복잡도를 유연하게 감소시킬 수 있는 블록 경계 영역 적응적 루프 필터 방법을 제안하였다. 이는 블록 내부 영역 또는 경계 영역에 대하여 선택적으로 후처리 필터링을 적용함으로써 BALF의 압축 성능을 비교적 적게 떨어뜨리고, 복호화 복잡도를 현저하게 감소시킬 수 있음을 확인하였다.

제안하는 방법의 구현을 통한 실험 결과, 제안하는 방법 중 블록의 경계 영역을 선택하여 필터를 적용함에 따라 기존의 BALF 대비 비트율을 약 3.77% 증가시키면서 필터링 복잡도는 약 33.76% 감소시킬 수 있음을 확인하였다.

#### 감사의 글

본 연구는 삼성전자주의 지원을 통하여 이루어졌음.

#### 6. 참고문헌

- [1] Thomas Wiegand, Gary J. Sullivan, Gisle Bjontegaard, and Ajay Luthra, "Overview of the H.264/AVC video coding standard," IEEE trans. on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 13, no.7, pp. 560-576, July 2003.
- [2] Takeshi Chujoh, Goki Yasuda, Naofumi Wada, Takashi Watanabe, Tomoo Yamakage, "Block-based Adaptive Loop Filter," ITU - T Q.6/SG16 VCEG, VCEG-M35, Berlin, Germany, July 2008.