

일반논문-10-15-5-07

H.264 인트라 부호화를 위한 적응적 가중치 양자화 행렬 선택방법

조재현^{a)}, 조숙희^{b)}, 정세윤^{b)}, 송병철^{a)†}

Adaptive Selection of Weighted Quantization Matrix for H.264 Intra Video Coding

Jae Hyun Cho^{a)}, Suk-hee Cho^{b)}, Seyoon Jeong^{b)}, and Byung Cheol Song^{a)†}

요약

본 논문은 H.264 동영상 부호화를 위한 적응적인 양자화 행렬 선택방법을 제안한다. 기존의 H.264 양자화 방법은 각 프레임에 동일한 양자화 행렬을 적용하기 때문에 영상의 지역적 특성을 고려하지 못해 코딩 효율이 저하될 수 있다. 이러한 문제점을 개선하고자 프레임 전체에 동일한 양자화 행렬을 적용하는 대신 매크로블록 단위로 블록이 가지는 방향성을 이용해 적응적으로 양자화 행렬을 적용하는 방법을 제안한다. 먼저, 각 블록의 방향성을 공간적으로 인접 블록의 인트라 예측모드 특성을 이용하여 결정한다. 방향성이 존재하는 블록에 대해서는 제안한 방식의 가중치 양자화 행렬을 적용하고, 방향성이 존재하지 않는 블록에 대해서는 기존의 양자화 행렬을 적용한다. 가중치 양자화 행렬은 인트라 예측모드에 따라 블록의 변환 계수의 통계적인 분포를 기반으로 설계되었기 때문에, 예측모드의 특성에 적합하게 양자화된다. 실험 결과를 통해 제안한 알고리즘이 BD rate 측면에서 기존 방법 대비 약 2% 정도의 부호화 효율이 상승됨을 확인할 수 있다.

Abstract

This paper presents an adaptive quantization matrix selection scheme for H.264 video encoding. Conventional H.264 coding standard applies the same quantization matrix to the entire video sequence without considering local characteristics in each frame. In this paper, we propose block adaptive selection of quantization matrix according to edge directivity of each block. Firstly, edge directivity of each block is determined using intra prediction modes of its spatially adjacent blocks. If the block is decided as a directional block, new weighted quantization matrix is applied to the block. Otherwise, conventional quantization matrix is used for quantization of the non-directional block. Since the proposed weighted quantization is designed based on statistical distribution of transform coefficients in accordance with intra prediction modes, we can achieve high coding efficiency. Experimental results show that the proposed scheme can improve coding efficiency by about 2% in terms of BD bit-rate.

Keywords : H.264, 양자화, 인트라 예측

a) 인하대학교 전자공학부
School of Electronic Engineering, Inha University
b) 한국전자통신연구원 방송융합미디어연구부 실감미디어연구팀
Realistic Media Research Team, ETRI

† 교신저자 : 송병철(bcsong@inha.ar.kr)
※ 본 연구는 방송통신위원회, 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 IT 원천기술개발사업의 일환으로 수행한 연구이며 [과제관리번호: 2008-F-011, 과제명: 차세대 DTV 핵심기술 개발], 지식경제부와 한국산업기술재단의 전략기술인력양성사업으로 수행된 연구결과임.
· 접수일(2010년6월25일), 수정일(2010년8월5일), 게재확정일(2010년8월9일)

1. 서론

최근 반도체 및 디지털 디스플레이 기술의 급속한 발달로 디지털 영상 처리를 위한 데이터 용량이 기하급수적으로 증가하고 있으며, 이에 따라 고성능 영상 압축 기술이 요구되고 있다. 대표적인 압축 방식으로 ITU (International

Telecommunication Union)와 ISO 산하 MPEG (Moving Picture Expert Group)이 연합되어 개발한 H.264/AVC^[1] 표준이 2003년 제정된 바 있다.

H.264/AVC의 양자화 행렬 (Quantization Matrix; 이하 QM)은 프레임 단위로 업데이트되는 방식이다^[2]. 따라서, 이러한 양자화 방법은 영상 내 지역적 특성을 고려하지 않아 압축 효율을 올리는데 한계가 있다^[3]. 이러한 단점을 극복하기 위해 여러 적응적인 양자화 기법들이 제안되어 왔으며, 그 중 대표적인 기술로는 AQMS (Adaptive Quantization Matrix Selection)^[4]와 RDO 기반 양자화^[5] 방법이 있다. 이 기술들은 ITU-T VCEG (Video Coding Expert Group)에 의해 개발 중인 KTA (Key Technical Area) 참조 소프트웨어^[6]에 채택되었다.

AQMS 알고리즘은 기존의 스칼라 양자화대신 블록 내 주파수 위치 별로 서로 다른 양자화 스텝 크기 (step-size)를 사용한다. AQMS는 미리 설계된 몇 개의 QM 인덱스를 제공하며, 각 매크로블록에 QM 인덱스 내의 적절한 QM을 적응적으로 양자화에 적용함으로써 울-왜곡 관점에서 최적의 QM을 사용하게 된다. 특히, 낮은 압축률일 때 울-왜곡 성능 측면으로 상당한 이득을 얻을 수 있다고 알려져 있다. 그러나, AQMS는 비교적 높은 압축률에서 성능이 저하되며 성능 향상에 비해 복잡도가 높다는 단점이 있다.

RDO기반 양자화 알고리즘은 변환 영역에서의 주파수 위치에 따라 울-왜곡 비용에 기반을 두어 최적의 양자화된 변환 계수를 선택하는 방식이다. 이 과정에서 연산 복잡도가 높아지는 문제가 발생하게 되는데, 이러한 문제를 해결하기 위해 새로운 울-왜곡 비용 함수를 제안하여 연산 복잡도를 감소시켰다. 그러나 이러한 접근에도 여전히 상당한 연산 복잡도가 요구된다. 이런 문제점을 개선하기 위해 우리는 4x4 모드에 대해 매크로블록 단위로 방향성이 근거하여 적합한 QM을 적용하는 방식을 제안한 바 있다^[7].

본 논문에서는 현재 블록의 주변 블록 인트라 예측모드 정보를 기반으로 간단하게 에지 방향성을 판단하고, 판단된 방향성에 따라 각 블록에 적절한 QM을 적응적으로 적용시키는 효율적인 양자화 방법을 제안한다. 방향성 판단 기준에 따라 방향성이 존재하는 블록에 대해서는 그 블록이 가지는 인트라 예측정보 방향성에 맞는 새롭게 설계된 QM을 적용하고, 방향성이 존재하지 않는 블록에 대해서는 기존의 QM을 적용하는 방식으로 방향성 유무에 따른 적응적인 양자화를 실시한다. 또한 제안한 방법은 4x4 모드 및 8x8 모드에 각각 적합한 QM을 포함하고, 작은 크기의 영상들부터 HD 영상까지 QM의 설계 과정에 사용하여 기존 방법^[7]을 일반화한다.

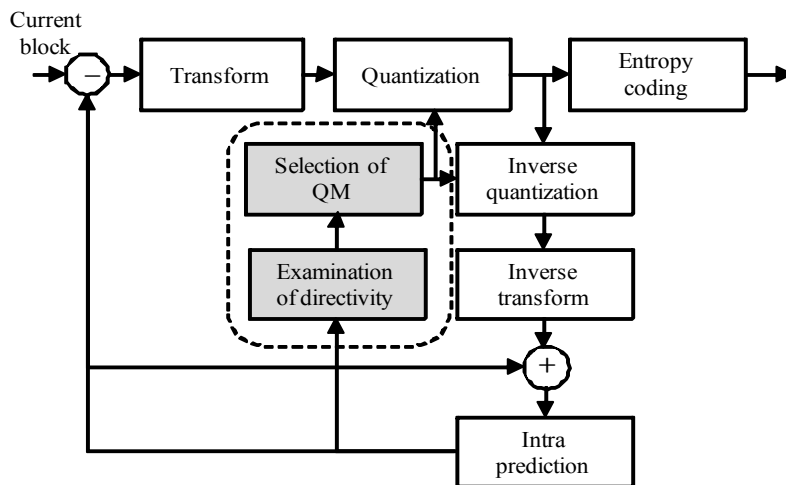


그림 1. 제안한 알고리즘이 적용된 H.264 인트라 부호화 블록 다이어그램
 Fig. 1. Block diagram for H.264 intra coding using the proposed algorithm

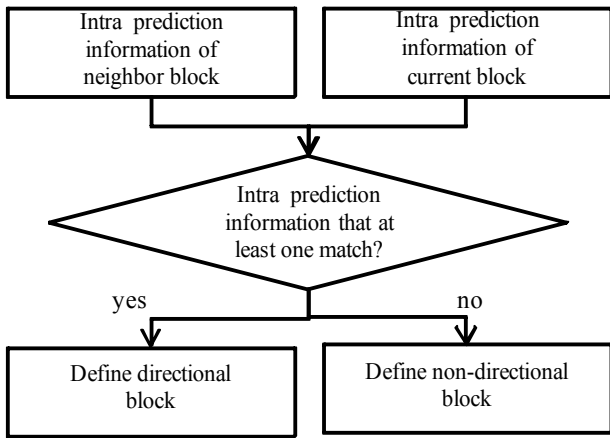


그림 2. 방향성블록 선택과정의 흐름도
Fig. 2. Flow chart for selection of direction block

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 제안한 방법에 대해 기술한다. III장에서 제안한 방법에 대한 실험 결과를 보인다. 마지막으로 IV장에서 결론을 맺는다.

II. 제안한 방법

그림 1은 제안하는 가중치 양자화 행렬 (Weighted QM; 이하 WQM) 선택 과정을 보인다. 현재 블록은 변환, 양자화, 역양자화, 역변환을 거치면서 인트라 예측이 이루어지게 된다^[8]. 먼저, 현재 블록의 인트라 예측 모드정보와 주변 블록의 인트라 예측 모드정보를 이용해 현재 블록의 방향성 유무를 판단한다. 그 후에 방향성이 존재하는 블록에 대해 제안하는 WQM을 적용하여 양자화 과정을 수행한다.

1. 인트라 모드 블록의 방향성 결정

제안한 방식은 현재 블록의 인트라 예측모드 정보와 주변 블록의 인트라 예측모드 정보를 이용하여 방향성 유무를 결정하게 되며 블록의 방향성 정의는 그림 2와 같은 순서로 이루어지게 된다. 먼저, 그림 3과 같이 현재 블록과 주변 블록의 인트라 예측 모드를 비교한다. 그림 3의 좌측 그림은 현재 블록과 현재 블록에 대한 주변블록 (A, B, C, D)을 나타낸다. 그림 3의 우측 그림은 방향성 판단의 세 가

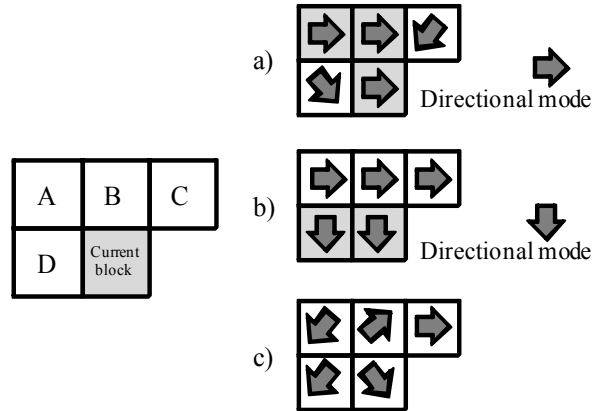


그림 3. 현재 블록과 주변 블록 (A, B, C, D)의 위치와 방향성 판단의 3가지 예시
Fig. 3. Current block and its neighbor blocks (A, B, C, D), and three examples of edge direction determination

지 예시를 보여준다. 예시 a), b)와 같이 현재 블록의 인트라 예측 정보와 주변 블록의 인트라 예측 정보가 적어도 한 개 이상 일치할 경우, 이 블록은 일치하는 인트라 예측모드 방향으로 방향성을 가진다고 정의한다. 예시 c)의 경우와 같이 현재 블록, 주변 블록의 인트라 예측모드 정보가 하나도 일치하지 않을 경우 이 블록은 방향성을 갖지 않는다고 정의한다. 이러한 방향성 선택 기준은 영상 내 연속되는 에지 혹은 물체 영역에 대한 현재 블록과 주변 블록의 인트라 예측방향이 일치하는 경우가 많다는 점에 기인한다.

2. WQM 설계

방향성 판단 결과에 따라 방향성을 갖는 블록에 대해서는 가중치 양자화 행렬 (WQM)이 선택되어 양자화 과정에 적용되게 된다. 적용되는 WQM은 현재 블록의 방향성 판단 이후 인트라 예측 모드의 특성에 따라 인트라 예측 모드 별로 나뉘게 된다. WQM 설계를 위해 식 (1)과 같은 quadratic 모델을 이용한다.^[9]

$$QM(x,y) = a(x^2 + y^2) + bxy + c(x+y) + d \quad (1)$$

여기서, (x, y)는 4x4 블록 내 좌표를 의미한다. 식 (1)의

$$QM_{4 \times 4} = \begin{bmatrix} 6 & 13 & 20 & 27 \\ 13 & 20 & 27 & 34 \\ 20 & 27 & 34 & 40 \\ 27 & 34 & 40 & 47 \end{bmatrix}$$

그림 4. Quadratic model에 따른 4x4 QM
Fig. 4. 4x4 QM based on quadratic model

모델에 따라 H.264 4x4 인트라 블록을 위한 QM에 대응하는 a, b, c, d 는 -0.033, -0.066, 7.02, 6이다. 그 결과 그림 4와 같이 H.264 QM과 유사한 4x4 QM이 얻어진다.

우리는 방향성을 갖는 블록의 인트라 예측모드 특성을 고려하여 식 (1)에 가중치를 적용하며, 가중치가 적용된 식은 아래와 같다.

$$WQM(x,y) = a((x*\alpha)^2 + (y*\beta)^2) + b((x*\alpha)(y*\beta)) + c((x*\alpha) + (y*\beta)) + d \quad (2)$$

여기서 α 은 가로 방향에 대한 가중치를 의미하며, β 은 세로 방향에 대한 가중치를 의미한다. α 와 β 를 결정하기 위해서 우리는 인트라 예측모드에 따른 계수분포 특성을 이용한다. 계수분포 특성은 그림 5와 같이 4x4 변환 블록을 크게 대각선을 중심으로 두 부분으로 나누어 대칭된 계수 성분 에너지 비를 통해 계수성분 비율과 가중치 설정 값과의 상관관계를 통해 분석되었다. 그림 5에서 4x4블록은 역양자화된 변환 계수 블록을 의미한다. 현재 블록의 주변 블록 4x4 변환계수를 이용하여 DC성분과 대각선 위치의 성분을 제외한 계수 비 (A영역과 B영역의 상대 비율)를 결과 실험에 포함되지 않는 4개 영상 *tennis*, *kimono*, *bq_terrace*, *tractor* 에 대해 구한 뒤 평균함으로써 변환계수의 분포 비와 인트라 예측 모드 별 특성 사이의 상관관계를 알아 보았다.

실험은 예측 모드 중 가장 명확한 특성을 가지는 세로 방향 인트라 예측모드 (모드0)와 가로 방향 인트라 예측모드 (모드1)에 대하여 실시되었다. 실험 결과에 따르면 세로 방향 인트라 예측모드의 경우엔 A영역의 비율이 B영역보다 높게 나타난다. 반대로 가로 방향 예측모드의 경우엔 B영역

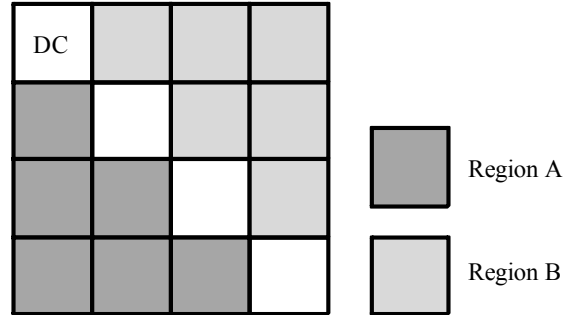


그림 5. 예측 모드에 따른 변환계수 비율 측정을 위한 두 영역
Fig. 5. Two regions for measuring transform coefficient distribution according to intra prediction modes

부분의 비율이 A영역보다 높게 나타난다. 이러한 실험 결과를 근거로 세로 방향 인트라 예측모드, 가로 방향 인트라 예측모드의 계수분포가 각각의 인트라 예측모드 특성에 기인한다는 것을 확인하였다. 이는 우리의 직관과도 일치한다. 이러한 예측모드 별 계수 분포비와 그에 따른 가중치 실험을 BD rate(%)^[10] 측면에서 부호화 효율을 측정된 결과 각각의 모드에서 1.1의 가중치 설정 값이 최적의 코딩 효율을 나타냄을 확인할 수 있었다 (표 1 참조). 즉, 실험적으로 최적 가중치 α 는 1.1이다. 유사하게 세로 방향 인트라 예측모드에 대한 최적가중치 β 도 1.1로 선택하였다.

그림 6과 같이 인트라 예측모드 5일 때 변환계수 분포는 인트라 예측모드 0과 유사한 특성을 보인다. 단, 그림에서 표시된 부분은 모드 0과 모드 5의 차이가 큰 부분을 의미하며, 모드 0에 비해 모드 5의 표시 부분의 계수 성분이 강하게 나타남을 알 수 있다. 따라서 모드 0의 WQM에서 표시 부분의 양자화 행렬 계수를 약하게 조절해주는 방식으로

표 1. 수평 및 수직 인트라에 대한 가중치에 따른 코딩 효율 (BD_Rate(%))
Table 1. Coding performance according to weights α and β

A	Vertical mode	B	Horizontal mode
1.1	-0.35%	1.1	-0.36%

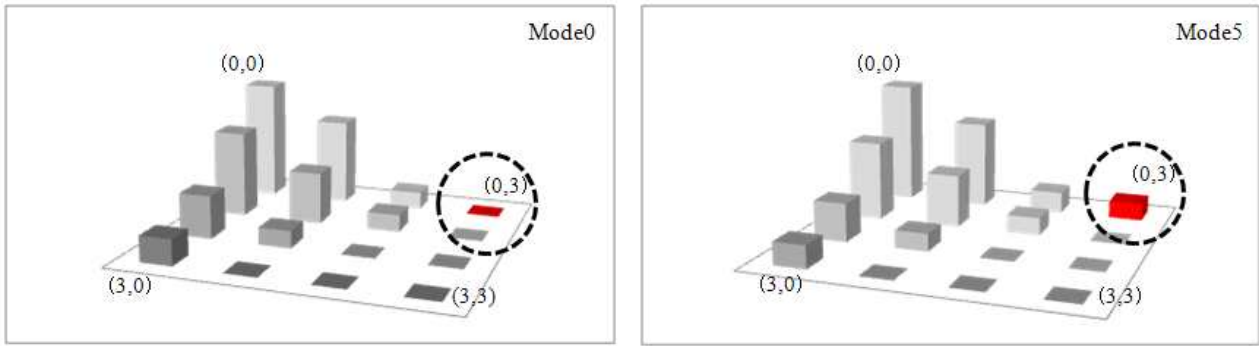


그림 6. 모드 0과 모드 5의 변환계수 분포
 Fig. 6. Distribution of 4x4 transform coefficients in case of mode 0 and mode 5

6	14	21	29
13	21	28	36
20	27	35	42
27	34	42	49

Mode 0

6	13	20	27
14	21	27	36
21	28	35	42
29	36	42	49

Mode 1

6	14	21	27
13	21	28	36
20	27	35	42
27	34	42	49

Mode 5, 7

6	13	20	27
14	21	27	36
21	28	35	42
27	36	42	49

Mode 6, 8

6	13	20	27
13	20	27	34
20	27	34	40
27	34	40	47

Mode 2, 3, 4

그림 7. 예측모드 별 제안된 4x4 WQM
 Fig. 7. Proposed 4x4 WQM according to intra prediction modes

모드 5의 양자화 행렬을 결정한다. 모드 7은 모드 5와 유사한 특성을 보이므로 모드 5와 동일한 WQM을 사용한다. 또한, 인트라 예측 모드 6과 8의 경우 모드 5, 7의 경우와 마찬가지로 가로 방향 인트라 예측 모드 1의 WQM을 이용하여 WQM을 설계한다. 나머지 모드 2, 3, 4의 경우 다른 모드에 비해 계수 분포 특징이 두드러지지 않기 때문에 그림 4와 같은 일반적인 양자화 행렬로 대신한다.

이와 같은 방식으로 설계된 방향성을 갖는 4x4 WQM은 그림 7과 같이 분류된다. 4x4 WQM과 마찬가지로 8x8 WQM의 경우 8x8 변환계수의 분포를 통한 최적 가중치를

찾아서 적용하게 된다. 이외는 별개로 방향성을 지니지 않는 블록은 예측모드의 특성이 방향성을 지니는 블록보다 강하게 나타나지 않으므로 일반적인 H.264의 8x8 QM을 이용한다.

3. WQM 적용

상기와 같이 변환 크기와 인트라 예측모드 정보를 기반으로, 현재 블록이 방향성을 가지는 블록일 경우 설계된 WQM 중 인트라 예측 모드에 해당되는 WQM이 선택된다.

WQM은 방향성 부호화 블록에 적용되어 양자화 과정을 거치게 되고 블록이 가지는 인트라 예측모드의 변환 계수의 특성에 따라 예측모드의 특성이 약하게 존재하는 영역의 계수는 강한 양자화가 진행되게 된다. 예측모드의 특성이 약하게 존재하는 영역에 대한 강한 양자화는 전체적인 부호화 압축 성능을 높여준다. 반면, 예측모드 특성이 강하게 나타나는 영역은 강한 양자화 대신 특성을 유지하는 양자화 계수를 적용함에 따라 화질 개선의 효과를 얻을 수 있다. 위의 과정을 통해 화질 개선과 부호화 효율 개선의 효과를 얻을 수 있다.

III. 실험 결과

제안한 알고리즘의 성능 평가를 위해 5개의 HD (1920 x 1080) 동영상 *traffic*, *people on street*, *crowdrun*, *parkjoy*, *rolling tomatoes*과 2개의 CIF (352 x 288) 동영상 *foreman*, *bus*을 사용하였다. 본 실험에 사용한 테스트 영상들은 앞서 WQM 설계의 학습 과정에 포함되지 않은 영상들이다. 제안한 기법을 KTA 참조 소프트웨어 (JM 14.0 KTA2.3)에 적용하였으며, 주요 설정 조건으로 RD optimization 모드는 ON, 엔트로피 코딩 방식으로 CABAC방식을 사용하였다. 제안한 알고리즘은 인트라 부호화를 위한 방법이므로 GOP 구조는 인트라 모드만을 사용했으며, 4개의 양자화 파라미터(QP) 22, 27, 32, 37일 때 부호화 결과를 측정하였다.

표 2는 각 동영상에서 방향성 블록의 비율을 보인다. 예지 성분이 많거나 전체적으로 평탄한 영상의 경우 방향성 블록이 비교적 높게 선택됨을 확인할 수 있다.

표 3에서는 제안한 WQM 적용 알고리즘을 AQMS 및 H.264와 BD_rate 측면에서 비교하였다. 제안한 알고리즘

표 2. 실험에 사용된 비디오 영상의 방향성 블록 비율(%)
Table 2. Directional block ratio in test sequence(%)

Test sequence	Directional block ratio(%)
<i>Traffic(HD)</i>	56%
<i>People on street(HD)</i>	43%
<i>Crowdrun(HD)</i>	37%
<i>Parkjoy(HD)</i>	58%
<i>Rolling tomatoes(HD)</i>	74%
<i>Foreman(CIF)</i>	45%
<i>Bus(CIF)</i>	39%

표 3. 코딩효율 비교 결과
Table 3. Comparison of coding performance

Test sequence	AQMS method BD_Rate(%)	Proposed method BD_Rate(%)
<i>Traffic(HD)</i>	-1.43%	-1.78%
<i>People on street(HD)</i>	-1.91%	-2.02%
<i>Crowdrun(HD)</i>	-1.97%	-2.08%
<i>Parkjoy(HD)</i>	-2.03%	-2.11%
<i>Rolling tomatoes(HD)</i>	-1.45%	-0.02%
<i>Foreman(CIF)</i>	-0.97%	-1.09%
<i>Bus(CIF)</i>	-0.94%	-0.91%

이 일반적인 H.264 방법에 비해 HD 영상에서 약 2% 내외, CIF 영상에서는 약 1% 내외의 부호화 성능 향상을 보임을 알 수 있다. 기존의 AQMS 방법에 비해서는 0.2% 내외의 성능 향상을 보인다. *Rolling tomatoes* 영상의 경우 기존 AQMS 방법보다 제안한 기법의 성능이 오히려 저하되는 현상이 있는데, 이는 해당 영상이 전체적으로 평탄한 영역

표 4. 에지를 포함한 블록과 에지 성분이 없는 블록 간 성능 비교
Table 4. Comparison of coding efficiency of edge block with non-edge block

	Directional blocks having	Directional blocks in flat
--	---------------------------	----------------------------

표 5. AQMS와의 SSIM 비교

Table 5. SSIM comparison

Test sequence	AQMS method SSIM	Proposed method SSIM
<i>Traffic(HD)</i>	0.924	0.931
<i>People on street(HD)</i>	0.948	0.952
<i>Crowdrun(HD)</i>	0.921	0.932
<i>Parkjoy(HD)</i>	0.934	0.941
<i>Rolling tomatoes(HD)</i>	0.953	0.942
<i>Foreman(CIF)</i>	0.952	0.959
<i>Bus(CIF)</i>	0.941	0.952

표 6. AQMS와의 PSNR 비교

Table 6. PSNR comparison with AQMS

Test sequence	AQMS method PSNR(dB)	Proposed method PSNR(dB)
<i>Traffic(HD)</i>	36.13dB	36.21dB
<i>People on street(HD)</i>	37.33dB	37.43dB
<i>Crowdrun(HD)</i>	34.25dB	34.32dB
<i>Parkjoy(HD)</i>	36.41dB	36.47dB
<i>Rolling tomatoes(HD)</i>	38.67dB	38.38dB
<i>Foreman(CIF)</i>	37.42dB	37.51dB
<i>Bus(CIF)</i>	37.63dB	37.71dB

표 7. AQMS와의 연산 시간 비교

Table 7. Encoding time comparison

Test sequence	AQMS method Encoding time(sec.)	Proposed method Encoding time(sec.)
<i>Traffic(HD)</i>	378.1	131.2
<i>People on street(HD)</i>	364.3	125.4
<i>Crowdrun(HD)</i>	434.2	185.5
<i>Parkjoy(HD)</i>	331.5	112.1
<i>Rolling tomatoes(HD)</i>	154.3	84.3
<i>Foreman(CIF)</i>	15.3	5.2
<i>Bus(CIF)</i>	14.6	5.9

이 많아 불필요한 방향성 블록의 선택 비율이 높아져 rate 감소 효과보다 distortion이 커지기 때문이다. 표 4에서 *rolling tomatoes* 영상에서 평탄한 영역 내 방향성 블록의 경우 성능이 저하됨을 실험적으로 보였다. 표 5와 6에서는 PSNR, SSIM^[11] 등 두 가지 화질 평가 척도들에 대해 QP가 27일 때 제안한 방법과 AQMS 방법을 비교하여, 제안한 방식이 PSNR은 물론 SSIM 측면에서 AQMS 보다 우수함을 확인하였다. 표 7은 연산 시간 측면에서 AQMS와의 비교 결과이다. 제안한 방법이 AQMS보다 적은 연산량을 가짐을 알 수 있다.

한편, 그림 8과 9는 QP가 37일 때 *traffic*에 대한 결과 영상들이다. 원본 영상, H.264 방식, AQMS 방식, 제안한 방식을 일부 영역을 통해 비교하였다. 제안한 방법이 다른 방법들보다 에지 부분에서 화질 개선이 있음을 확인할 수 있다.

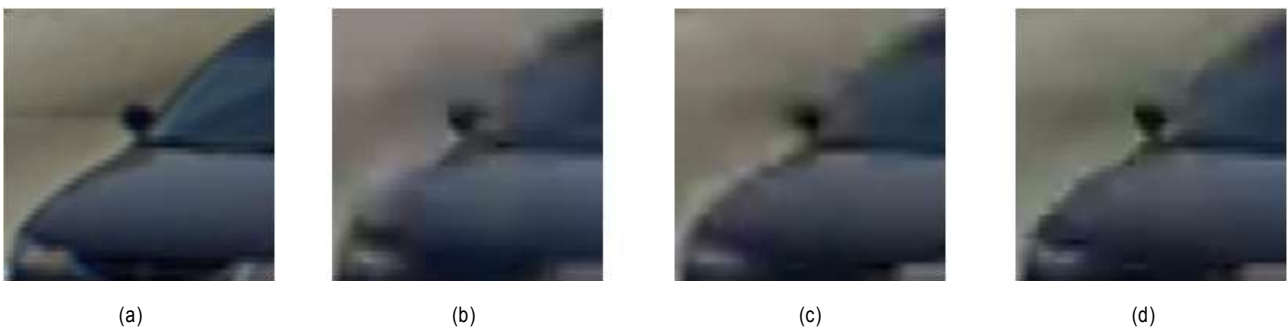


그림 8. *Traffic* 영상의 일부 영역 비교 (a) 원본 (b) H.264 방법 (c) AQMS 방법 (d) 제안한 방법
 Fig. 8. Comparison of a part of *traffic* sequence (a) original (b) H.264 (c) AQMS (d) proposed method

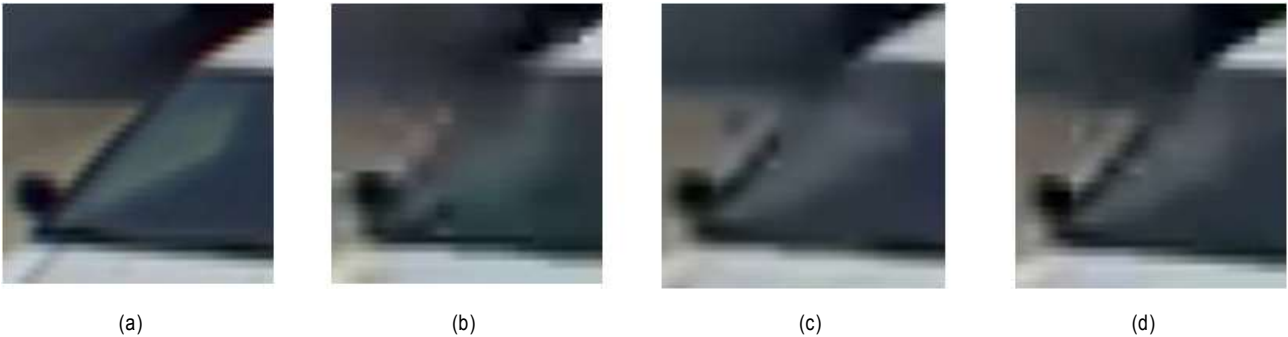


그림 9. Traffic 영상의 일부 영역 비교 (a) 원본 (b) H.264방법 (c) AQMS 방법 (d) 제안한 방법
 Fig. 9. Comparison of a part of traffic sequence (a) original (b) H.264 (c) AQMS (d) proposed method

IV. 결 론

본 논문은 주변 블록의 인트라 예측모드를 기반으로 에지 방향성을 판단하여 이에 따라 적절한 WQM을 부호화 블록에 적용하는 효율적인 양자화 방법을 제안하였다. 에지 방향성이 있는 블록에 적용할 WQM은 인트라 예측모드에 따른 변환 계수의 통계적인 분포에 의해 설계되었다. 방향성의 존재 유무는 주변 블록과 현재 블록의 인트라 예측모드 정보를 기반으로 하기 때문에 적은 연산량으로 판단이 가능하다.

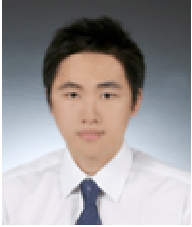
실험 결과를 통해 제안한 알고리즘이 기존 H.264 양자화 방법보다 BD rate 측면에서 약 2% 정도의 코딩효율 상승이 있음을 확인할 수 있었으며, AQMS 대비 연산시간 감소 효과와 화질개선효과를 확인할 수 있었다. 또한 H.264 방법 및 AQMS 방법과의 부호화 영상 비교에서도 연속된 에지 부분에서 화질 개선효과가 있음을 확인 하였다.

참 고 문 헌

[1] H.264/ISO/IEC 14496-10 AVC, "Draft ITU-T recommendation and fi-

nal draft international standard of joint video specification," ITU-T Rec., 2003.
 [2] VCODEX, "H.264/MPEG4 Part10: Transform & Quantization," 2007.
 [3] J. Chen, J. Zheng, and Y. He, "Macrobloc-level adaptive frequency weighting for perceptual video coding," *IEEE Trans. Consumer Electronics*, vol. 53, no. 2, pp.775-780, April 2007.
 [4] A. Tanizawa, T. Chujoh, "Adaptive quantization matrix selection on KTA Software", ITU-T SG16/Q.6 Doc. VCEG-AD06, Hangzhou, China, October 2006.
 [5] M. Karczewicz, Y. Ye, I. Cheong, "Rate distortion optimization quantization," ITU-T VCEG-AH21, Jan. 2008.
 [6] KTA reference software <http://iphome.hhi.de/suehring/tml/download/KTA>
 [7] 조재현, 조숙희, 정세운, 송병철, "인트라 모드에 기반한 가중치 양자화 행렬 선택 방법 및 동영상 부호화로의 적용," 2009 대한전자공학회 추계 학술대회, Nov. 2009.
 [8] T. Wiegand, G. Sullivan, G. Bjontegaard, A. Luthra, "Overview of the H.264/AVC video coding standard," *IEEE Trans. Circ. Syst. Video Technol.*, vol. 13, pp. 560-576, July 2003.
 [9] H. Zhang and G. Cote, "Modeling quantization matrices for perceptual image/video coding," *Proc. SPIE VCIP*, vol. 6822, pp. 682210-682210-8, Jan. 2008.
 [10] G. Bjontegaard, "Calculation of average PSNR differences between RD curves," ITU-T SC16/Q.6, VCEG-M33, April 2001.
 [11] Z. Wang, A. C. Bovik, H. R. Sheikh and E. P. Simoncelli, "Image quality assessment: From error visibility to structural similarity," *IEEE Trans. Image Processing*, vol. 13, no. 4, pp. 600-612, Apr. 2004.

저 자 소 개



조 재 현

- 2009년 2월 : 호서대학교 전자공학과 졸업 (학사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 인하대학교 전자공학부 석사과정
- 주관심분야 : 영상 신호처리



조 속 희

- 1993년 2월 : 부경대학교 전자계산학과 이학사
- 1996년 2월 : 부경대학교 전자계산학과 이학석사
- 1999년 9월 : 요코하마국립대학교 전자정보공학과 공학박사
- 2004년 11월 ~ 2005년 10월 : 캐나다 CRC 객원연구원
- 2008년 7월 ~ 2009년 12월 : 차세대방송표준포럼 3DTV분과위원회 UHDTV WG의장
- 1999년 11월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 선임연구원
- 주관심분야 : 실감미디어 부호화, 실감방송시스템



정 세 운

- 1995년 2월 : 인하대학교 전자공학과 학사
- 1997년 2월 : 인하대학교 전자공학과 석사
- 2006년 3월 ~ 현재 : KAIST 전기 및 전자공학과 박사과정
- 1996년 12월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 (ETRI) 방통융합미디어연구부 선임연구원
- 주관심분야 : 비디오 코딩, HEVC, UHDTV, 3DTV



승 병 철

- 1994년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업 (공학사)
- 1996년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업 (공학석사)
- 2001년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업 (공학박사)
- 2001년 3월 ~ 2008년 2월 : 삼성전자 디지털미디어연구소 책임연구원
- 2008년 3월 ~ 현재 : 인하대학교 전자공학부 조교수
- 주관심분야 : 영상 신호처리, 영상 시스템/SoC