

# 양자화 복원 레벨 개수 증대로 발생되는 부가정보 감소방법

Ya-Lin Wu<sup>†</sup>, 권순각<sup>††</sup>, 권오준<sup>†††</sup>

## 요 약

스칼라 양자화기는 구현이 간단하기 때문에 각종 영상부호화기법에서 많이 사용되고 있다. 스칼라 양자화기는 큰 양자화 계단크기를 사용하여 데이터양을 많이 줄일 수 있으나, 반대로 복원된 영상화질이 많이 나빠지는 단점이 있다. 본 논문에서는 양자화 계단크기를 그대로 유지하면서 양자화 복원 레벨 개수를 증대시킴으로 인해 부호화 성능이 개선될 수 있는 방법을 제안한다. 동시에 양자화 복원 레벨 개수가 증대됨에 따라 복원 레벨 영역에 해당되는 심볼 정보를 추가적으로 전송해 주어야 하는 문제점이 발생하며, 이를 해결하기 위하여 부가 심볼 정보를 감소시키는 방법도 제안한다. H.264 동영상 부호화에서 화면내 부호화 화면에는 4X4(수평방향 4화소, 수직방향 4화소) 블록단위로 복원 영역의 심볼 정보에 허프만 부호화를 적용하고, 화면간 부호화 화면에는 매크로블록내의 8X8블록과 4X4블록에 대해 복원 영역의 심볼 정보를 허프만 부호화한다. 이를 통하여 양자화 복원 레벨 개수 증대로 발생되는 부가정보를 줄임으로써 같은 부호화율에서 부호화성능이 개선됨을 보인다.

## Reduction Method of Added Information Generated by Increasing the Number of Quantizer Reconstruction Levels

Ya-Lin Wu<sup>†</sup>, Soon-Kak Kwon<sup>††</sup>, Oh-Jun Kwon<sup>†††</sup>

## ABSTRACT

Because it is easy to implement the scalar quantizer, it is used in various video coding systems. Although the scalar quantizer with a large quantization stepsize can reduce the amount of data, it has disadvantage that the reconstructed picture quality is poor. In this paper, we propose an efficient method which improves the coding performance by maintaining original quantization stepsize and increasing the number of quantization reconstruction levels. Simultaneously, for the purpose of solving the problem of transmitting the added symbol informations which is used to indicate the region of quantizer reconstruction level as the number of quantizer reconstruction level is increased, we also suggest the method to reduce the added informations. Therefore, for the intra-coded picture of H.264 video coding system, we generate the huffman codes for the symbol informations of quantization reconstruction regions by 4X4(horizontal 4 pixels, vertical pixels) block unit. Furthermore, for the inter-coded picture, we also generate the huffman codes for the symbol informations of quantization reconstruction regions by 8X8 blocks and 4X4 blocks within a macroblock. Adopting this method of reducing the added information by increasing the number of quantization reconstruction region, It is shown that the coding performance can be improved at the same bitrate.

**Key words:** H.264 Video Coding(H.264 동영상 부호화), Quantization(양자화), Additional Information (부가정보)

\* 교신저자(Corresponding Author): 권순각, 주소 : 부산광역시 부산진구 엄광로 995번지 컴퓨터소프트웨어공학과 (614-714), 전화 : 051)890-1727, FAX : 051)890-2629, E-mail: skkwon@deu.ac.kr

접수일 : 2010년 3월 9일, 수정일 : 2010년 5월 12일

완료일 : 2010년 5월 18일

<sup>†</sup> 준희원, 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 석사과정 (E-mail : yalin@deu.ac.kr)

<sup>††</sup> 종신희원, 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 교수

<sup>†††</sup> 종신희원, 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 교수 (E-mail : ojkwon@deu.ac.kr)

## 1. 서 론

컴퓨터의 보급 및 인터넷의 확산에 따라 디지털 통신망이 발달하여 왔다. 이러한 발달은 인터넷을 기반으로 VOD(Video On Demand), 디지털 TV, 스트리밍 비디오, 영상회의 등의 응용분야를 가능하게 해준다. 다양한 영상 응용분야를 위해서는 전송될 매체의 대역폭이나 저장될 매체의 용량을 고려하여 영상 데이터를 전송하거나 저장해야 한다. 이를 위해서 영상신호 내에 시간적으로 중복된 데이터와 공간적으로 중복된 데이터를 제거하는 기술을 바탕으로 영상 데이터를 압축하여 방대한 영상데이터 용량을 줄일 수 있다.

국제 표준화기구(ISO/IEC JTC, ITU-T)는 MPEG-1, MPEG-2[1], H.264[2-4] 등과 같은 동영상 부호화 기법 국제 표준을 완성하였다. 각 부호화기법은 복잡도와 적용되는 부호화율이 다르지만 모두 이산여현변환, 양자화, 가변길이 부호화를 포함한다. 이러한 동영상 부호화 기법에서 부호화율을 제어하기 위하여 양자화 알고리즘이 사용되고 있으며, 양자화 계단크기를 사용하여 소수점을 가지는 수를 가장 가까운 정수로 반올림하는 스칼라 양자화기를 사용한다. 여기서 반올림된 정수는 원래의 정확한 소수를 알 수 없으므로 손실이 유발하게 된다. 따라서 특정한 값으로 동영상 부호화율을 맞추기 위해서는 적절한 양자화 계단크기를 사용하여 제어해주어야만 한다. 그러나 양자화 계단크기의 변화는 부호화 성능에 직접적으로 영향을 미치므로 양자화기 특성에 대한 분석을 통하여 효율적인 양자화기 사용 방법이 모색되어야 한다.

양자화기와 관련된 기존 연구로는 복잡도를 감소시켜 구현을 간단하게 하는 방법과 부호화성능을 증대시키는 방법으로 크게 분류할 수 있다. 간단한 구현을 위한 방법으로는 전력을 더 절약하고 구조를 더 쉽게 구현하도록 하드웨어를 설계하는 것으로서 덧셈연산과 시프트 연산자로 곱셈 연산자를 대체하는 방법[5-7]이 제안되어져 왔다.

부호화성능을 증대시키는 방법으로는 부호화율과 왜곡사이의 관계를 고려하여 부호화성능을 최적화시키도록 양자화 계단크기를 결정하는 방법[8,9]이 제안되어져 왔다. 이러한 방법은 부호화성능은 개선되지만 최적화를 위한 계산량이 아주 많아지는 단

점이 있다.

본 논문에서는 기존방식에 비하여 계산량이 많지 않으면서 부호화성능을 증대시키는 방법을 제안한다. 제안한 방법은 기존 스칼라 양자화기의 계단크기를 그대로 유지하면서 특정 위치의 이산여현변환 계수에 양자화 복원 레벨 개수를 증가시켜 양자화 계단크기를 감소시키는 효과를 가져온다. 그러나 복원 레벨 개수가 증가됨에 따라 계수의 위치를 나타내는 부가정보가 필요하게 된다. 부가정보는 양자화 복원 레벨 개수가 증대되는 계수의 위치 수가 증가될수록 기하급수적으로 증대될 수 있다. 따라서 증대되는 부가정보를 줄이기 위한 방법이 필요하게 되며, 이를 위하여 4X4블록 또는 8X8블록 단위로 발생되는 위치정보의 분포특징에 따라 위치정보를 가변길이 부호 방식에 따라 부호화함으로써 부가정보 증대를 줄일 수 있다.

## 2. H.264 스칼라 양자화기

H.264에서는 스칼라 양자화기를 사용한다. 양자화 과정은 소수점을 가지는 수를 가장 가까운 정수로 반올림하는 것이다. 여기서 반올림된 정수는 원래의 정확한 소수를 알 수 없으므로 손실이 유발하게 된다. 양자화 기본적인 동작은 다음과 같다[10].

$$FQ = \left\lceil \frac{X}{Qstep} \right\rceil \quad (1)$$

$$Y = FQ \cdot Qstep \quad (2)$$

여기서  $X$ 는 입력 계수이고,  $Qstep$ 는 양자화 계단크기이다.  $\lceil \rceil$ 는 반올림 연산자이다. 그리고  $FQ$ 는 부호화기에서의 순방향 양자화기를 통한 양자화된 신호 값을 의미하며,  $Y$ 는 역 양자화를 통하여 복호화된 신호이다.

H.264의 스칼라 양자화기는 총52개의 양자화 계단크기를 표준안에서 지원하고 있고 계단크기는 양자화 변수에 의해 인덱스되어 사용된다. 양자화 변수는 6씩 증가할 때 마다 두배가 되며, 넓은 범위의 양자화 계단크기로 인하여 부호화기가 부호화율과 화질 사이의 균형을 정확하고 유연하게 제어할 수 있다. 표 1은 양자화 변수와 인덱스된 양자화 계단크기를 나타낸다.

표 1. 양자화 변수와 인덱스된 양자화 계단크기

$QP$	0	...	6	...	12	...	18	...	24	...
$Qstep$	0.625	...	1.25	...	2.5	...	5	...	10	...
$QP$	...	30	...	36	...	42	...	48	...	51
$Qstep$	...	20	...	40	...	80	...	160	...	224

### 3. 양자화기 복원 레벨 개수 증대방법

스칼라 양자화기에 입력되는 계수는 양자화 계단크기가 더 커질수록 원래 값과 복원 값의 오차가 더 많이 발생하게 된다. 따라서 양자화 계단크기를 줄일 수록 원래 값과 복원 값의 오차를 줄여 영상화질을 증대시킬 수 있다. 만약 특정 양자화 계단크기  $Q_{step}$ 으로 양자화를 수행하면 그림 1(a)와 같이 유한개의 복원 레벨( $\dots d_{i-1}, d_i, d_{i+1}, \dots$ )과 복원 레벨로 매핑되는 복원 영역이 존재한다. 그림 1(b)는 그림 1(a)의 원래 양자화 계단크기  $Q_{step}$ 에 비하여 복원 레벨 개수가 2배로 증가된 것을 보이며, 편의상 각 복원 레벨을 위한 복원 영역에 대한 기호로서  $Q_{step}$ 과 같은 복원 레벨의 영역에는 '0'으로 표시하고, 새롭게 증가된 복원 레벨에 대하여 기존 복원 레벨의 위 영역에는 '+', 아래 영역에는 '-'로 표시한다.

원래 양자화 계단크기  $Q_{step}$ 를 유지하고, 입력되는 신호  $X$ 와 세가지 양자화 복원 레벨에 대한  $Y$ 값을 비교하여 원신호  $X$ 값과 가까운 복원 레벨의 값으로 양자화된 후의 신호로 결정한다. 세가지 복원 영역과

각 복원 영역에 대한 복원 레벨 값은 다음 식(3)~(5)와 같다.

$$\begin{aligned} '+' \text{ 복원영역} : Y &= (d_{i+1} - d_i)/2 + d_i, \text{ if} \\ X &\geq (d_{i+1} - d_i)/4 + d_i \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} '0' \text{ 복원영역} : Y &= d_i, \text{ if} \\ d_i - (d_i - d_{i-1})/4 &\leq X < (d_{i+1} - d_i)/4 + d_i \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} '-' \text{ 복원영역} : Y &= d_i - (d_i - d_{i-1})/2, \text{ if} \\ X &< d_i - (d_i - d_{i-1})/4 \end{aligned} \quad (5)$$

이렇게 증가된 복원 영역을 바탕으로 복호화기에서 복원하기 위해서는 부호화단에서 증가된 복원 영역이 포함된 '+', '0', '-' 중의 하나를 반드시 부가적으로 전송해주어야 한다. 만약 '+' 영역을 나타내는 정보가 부가적으로 전송된다면, 복원시에는 원래 양자화 계단크기  $Q_{step}$ 를 사용하여 신호를 복원한 값보다 한 단계 위에 있는 복원 레벨로서 양자화 계단크기  $Q_{step}/2$ 를 사용하여 신호를 복원한다. '-' 영역에 대해서는  $Q_{step}$ 를 사용하여 신호를 복원한 값보다 한 단계 아래에 있는 것으로서  $Q_{step}/2$ 를 사용하여 신호를 복원하며, '0' 영역에 대해서는 원래의  $Q_{step}$ 를 사용하여 신호를 복원한다.

실질적으로 그림 1(b)는 그림 1(a)에 비하여 양자화 계단크기가 반으로 줄어든 것과 같은 효과이다. 양자화 계단크기가 반으로 줄어들면 부호화 비트량이 많이 발생하게 되기 때문에, 본 논문에서는 양자화 계단크기를 반으로 줄이지 않고 양자화 계단크기를 반으로 줄이는 효과를 유지하면서, 부호화 비트량이 많이 발생하지 않도록 하기 위한 것이다. 하지만, 세가지 복원 영역에 대해 정보가 추가되면 전체 부호화 비트량이 커질 수 있는데, 다음 장에서 추가되는 정보량을 줄이는 방법이 제시된다.

이처럼 복원 레벨의 수가 2배로 증가된 경우에 화질과 관련된 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 H.264 부호화 모의 실험을 수행하였다. 실험을 위해 H.264의 JM17.0

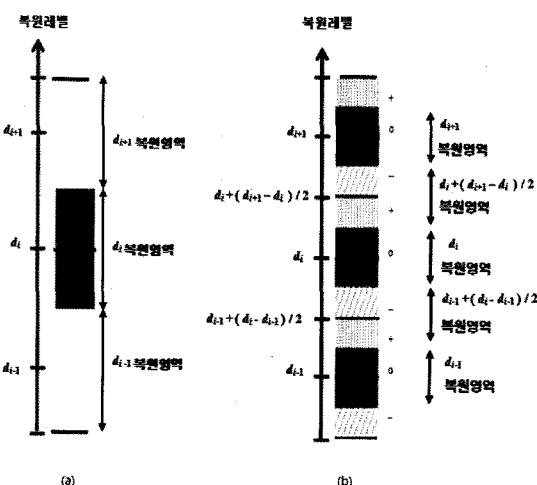


그림 1. 스칼라 양자화기 복원 레벨 개수 증대, (a) 기존 양자화, (b) 2배 양자화 복원 레벨 개수가 증대된 양자화

[11]을 사용하였으며, 실험영상으로는 수평 352화소, 수직 288화소를 갖는 Bus, Waterfall, Foreman, Flower Garden을 사용하였다. H.264 Baseline Profile을 사용하여 양방향 움직임 추정 부호화 화면이 포함되지 않는다. 각 영상은 30화면으로 구성되며 15개의 화면마다 화면내 부호화 화면이 삽입된다. 한 화면 당 18개의 슬라이스를 가지며, 각각의 슬라이스 내에는 22개의 매크로블록으로 구성된다.

H.264 부호화에서는 최소 4X4(수평방향 4화소, 수직방향 4화소) 블록단위로 이산여현변환과 양자화가 수행된다. 그림 2는 이산여현변환(DCT)된 후의 신호에 대한 4X4블록의 한 예를 나타내며, 가변길이 부호를 위해서 지그재그 주사에 의해 1차원 신호로 배열한다.

그림 3은 Waterfall 영상에 대하여 1Mbps의 고정 부호화율로 부호화하고 DCT계수의 재배열 순서에서 특정 위치까지 양자화기 복원 레벨 개수를 증대한 경우에 대한 PSNR을 나타난다. 계수1은 DCT계수에서 첫 번째 위치인 DC성분만 양자화기 복원 레벨 개수를 증대한 것으로서 계수0(양자화 복원 레벨이 증대되지 않는 기존 방법)에 비하여 약 1.5dB정도 PSNR이 증가하였다. 계수2(DC성분과 첫 번째 AC 성분)까지 양자화 복원 레벨 개수를 증대하면 약 2.2dB정도 PSNR이 증가함을 알 수 있다. 계수16

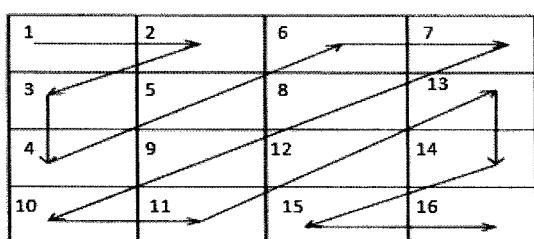


그림 2. 4X4 블록 내의 DCT 계수의 재배열순서

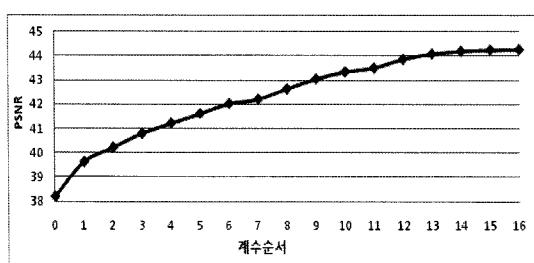


그림 3. 4X4블록 DCT계수 위치까지 제안방법 적용한 경우 PSNR

(4X4블록의 모든 DCT계수)까지 양자화 복원 레벨 개수를 증가시키면 약 6dB정도 PSNR이 증가됨을 알 수 있다.

#### 4. 양자화 복원 레벨 개수 증대에 의한 부가정보 감소 방법

제안된 양자화 복원 레벨 개수 증대 방법이 적용되기 위해서는 기존방법과 같은 복원영역인 '0' 영역, 추가적으로 발생한 복원영역인 '+' 및 '-' 영역의 심볼 정보를 각 DCT 계수별로 나타내주어야 한다. 즉, 제안된 방법을 적용시킬 DCT 계수의 개수가 1이면, '+', '0', '-'의 세 개의 심볼이 필요하며, DCT 계수의 개수가 2이면, (첫번째 계수, 두 번째 계수) = {(0,0), (0,+), (0,-), (+,0), (-,0), (+,-), (-,+), (+,+), (-,-)} 9개의 심볼이 필요하다. 이와 같이 각 DCT 계수별로 복원 영역(+, -, 0)을 위해 추가되는 심볼 정보는 DCT 계수 개수가 증가될수록 더욱더 증가하게 된다.

4X4블록에서 전체 DCT 계수의 개수는 16개이며, 하나의 4X4블록에 대하여 제안된 방법을 적용시킬 DCT 계수 개수에 따른 부가 심볼 정보의 최대 수(PMAX)는 다음 식과 같다.

$$P_{MAX} = 3^k, \quad k = 1, 2, \dots, 16 \quad (6)$$

식(6)과 같이 DCT 계수의 개수가 증가될수록 기하급수적으로 심볼 정보의 수가 증가됨을 알 수 있다. 따라서 모든 계수에 대하여 심볼 정보를 보내면 많은 부가정보로 인해 발생 비트수 증가를 초래하게 된다. 그림 3에서 살펴본 계수와 PSNR을 고려하여 적절한 계수 선정으로 부가정보를 감소시킬 필요가 있다.

##### 4.1 4X4블록 단위로 부가정보 감소방법

(식)6으로부터 4X4블록에서 제안된 방법을 적용 시킬 DCT 계수가 2이면, 심볼이 9개 필요하고, 계수가 3이면 심볼이 27개 필요한 것을 알 수 있다. 심볼 개수가 27개이면, 고정길이부호로 나타낼 경우에 2진수로 5개 비트가 필요하다. 이러한 비트수가 4X4 블록단위로 추가된다면 전체 비트수가 크게 증가하게 된다. 또한, 그림 3으로부터 계수가 3이상이 되면 제안된 방법으로 적용되는 계수의 개수가 증가하더

라도 PSNR의 증가가 크지 않음을 알 수 있다. 따라서, 제안된 방법을 적용시킬 DCT 계수를 2번째까지 고정한다.

먼저, 2번째 계수까지 양자화 복원 레벨 개수를 증가시키고, 심볼 정보의 발생빈도를 조사해본다. 실험조건은 앞의 3장과 같으며, H.264 Baseline Profile로 1Mbps의 고정 부호화율이 발생되도록 부호화하였으며, 표 2는 화면내 부호화 화면과 화면간 부호화 화면에 대하여 양자화 복원 영역에 해당되는 심볼의 전체 분포의 특징을 나타낸다. Bus, Waterfall, Foreman, Flower Garden의 서로 다른 4가지 영상에 대한 부호화에서 각 심볼이 발생되는 빈도수를 모두 합하여 나타낸다.

첫 번째 및 두 번째 계수가 모두 '0' 영역으로 분포하는 것이 가장 많았으며, 첫 번째 또는 두 번째 계수 중의 한 곳에서 '+', 또는 '-' 영역으로 분포하는 경우가 다음으로 많았다. 첫 번째 및 두 번째 계수가 모두 '0' 영역 이외의 다른 영역으로 분포하는 경우는 상대적으로 많지 않음을 알 수 있다. 따라서, 9개의 심볼을 2진수 고정길이부호로 나타낸다면 최소 4비트가 필요하므로 심볼을 보내는데 필요되는 부가 비트수를 줄이기 위하여 비교적 분포가 많은 5개의 심볼만을 사용하여 가변길이 부호로 만드는 것이 바람직할 것이다.

가변길이부호에는 여러 가지 방식이 있으나, 구현의 간편성을 위하여 헤프만 부호를 사용하며, 표 3은 표 2에서 나타낸 I-화면과 P-화면에 대한 심볼의 발생 빈도수를 고려하여 9개 심볼중에서 발생빈도가 많은 5개 심볼만을 선택하고 헤프만 부호로 만든 것이다. 발생빈도가 많은 '00' 심볼에는 1비트로 발생빈

표 2. 화면내 부호화 화면(I-화면)과 화면간 부호화 화면(P-화면)에 대한 심볼 분포

심 볼		빈 도 수	
계수 1	계수 2	I-화면	P-화면
0	0	16714	265887
-	0	1799	28087
+	0	1485	12167
0	-	843	10091
0	+	879	10186
-	+	206	1264
+	-	135	891
-	-	154	1341
+	+	99	784

표 3. I-화면과 P-화면에 대한 복원 영역 심볼의 가변길이부호

심 볼		헤프만 부호			활당 비트수
계수1	계수2				
0	0	0			1
-	0	1	0		2
+	0	1	1	0	3
0	-	1	1	1	4
0	+	1	1	1	4

도가 많지 않는 '0+' 심볼에는 4비트가 활당된다.

#### 4.2 매크로블록 단위로 부가정보 감소방법

H.264 부호화에서는 매크로블록(4X4블록이 수평 방향으로 4개, 수직방향으로 4개로 구성) 단위로 부호화가 수행된다. 4X4블록이 16개 존재하기 때문에 이웃한 4X4블록간의 심볼 정보를 고려하여 부가정보를 줄일 수 있다. 만약 그림 4와 같이 매크로블록 내의 심볼 정보가 존재하면, 표 3에 따라 20비트('00' 심볼 14개를 위한 14비트, '0+' 심볼을 위한 4비트, '-0' 심볼을 위한 2비트)가 필요하다.

이처럼 4X4블록 단위로 심볼 정보를 보내게 되면 부가되는 심볼 정보에 의한 비트수 추가가 증가하게 된다. 이웃한 4X4블록 4개로 구성된 8X8 서브매크로블록 단위로 심볼 정보에 대한 플래그 비트를 고려하게 되면 부가정보는 더욱더 줄일 수 있을 것이다. 매크로블록 중에 각 8X8 서브매크로블록의 배열순서

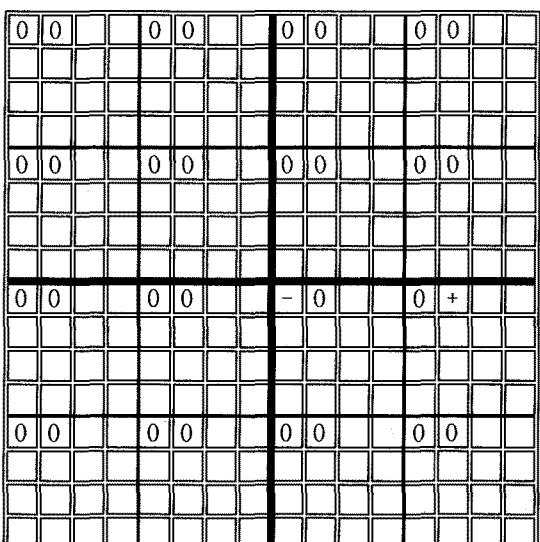


그림 4. 매크로블록 내의 패턴정보의 예제

에 따라서 매크로블록 헤드정보에 플래그 정보를 추가하여 넣는다. 복호화단에서는 매크로블록 헤드내의 이 플래그 정보에 의해서 심볼 정보가 추가되는 상황을 알 수 있다. 그림 5는 매크로블록에서 각 8X8 서브매크로블록의 배열순서이다.

그림 4의 경우를 고려하면 1번, 2번, 3번의 8X8 서브매크로블록에는 4X4블록 단위로 심볼 정보를 추가할 필요가 없다는 것을 알리는 '0'인 플래그로 표시하고 4번 8X8 서브매크로블록에는 4X4블록 단위로 심볼 정보를 추가할 필요가 있다는 것을 알리는 '1'인 플래그로 표시한다. 이렇게 되면, 8X8 서브매크로블록에 대해 '0001'인 플래그 정보가 나온다. 서브매크로블록 단위로 플래그 정보에 해당되는 심볼은

8X8 서브매크로블록 1		8X8 서브매크로블록 2	
4X4 블록1	4X4 블록2	4X4 블록1	4X4 블록2
4X4 블록3	4X4 블록4	4X4 블록3	4X4 블록4
8X8 서브매크로블록 3		8X8 서브매크로블록 4	
4X4 블록1	4X4 블록2	4X4 블록1	4X4 블록2
4X4 블록3	4X4 블록4	4X4 블록3	4X4 블록4

그림 5. 매크로블록 내에 존재한 8X8 서브매크로블록의 배열 순서

'0000'부터 '1111'까지 총 16개가 존재한다.

이러한 플래그 정보를 매크로블록 헤드내에 고정길이 부호로 추가하는 것보다 플래그 심볼의 발생빈도를 고려하여 가변길이 부호로 추가하는 것이 바람직할 것이다. 가변길이 부호의 한 종류인 허프만 부호를 만들기 위해서 각 플래그 심볼의 발생빈도를 조사하였다.

서브매크로블록 단위로 발생되는 플래그 심볼의 분포 형태는 부호화율, 즉 양자화 계단크기에 따라 많은 차이를 보일 수 있다. 양자화 계단크기가 커질수록 플래그 심볼 '0'으로 되는 경우가 많아지며, 반대로 양자화 계단크기가 작을수록 플래그 심볼 '1'로 되는 경우가 많아질 것이다. 따라서, 양자화 계단크기에 따라서 플래그 심볼의 발생빈도를 조사하고 이로부터 허프만 부호를 만드는 것이 필요하다.

모의실험 조건은 3장에서와 같으면, Foreman, Bus, Waterfall, Flower Garden의 4가지 서로 다른 특징을 갖는 영상에 대해 양자화 변수를 달리하면서 부호화를 수행하고 플래그 심볼의 발생빈도에 따라 허프만 부호를 만들고 할당되는 비트수를 표 4에 나타낸다. 표 4는 양자화 변수가 클수록(즉, 양자화 계단크기가 커질수록) 패턴 '1111'의 발생빈도가 작아지고 패턴 '0000'의 발생빈도가 많아진다. 따라서 큰 양자화 변수에는 패턴 '1111'에 많은 비트수의 허프만 부호를 할당하고 패턴 '0000'에는 작은 비트수의

표 4. 양자화 변수에 따른 플래그 심볼에 대한 허프만 부호의 할당 비트수

플래그 심볼	Qp당 할당 비트수														
	51- 49	48- 46	45- 43	42- 40	39- 37	36- 34	33- 31	30- 28	27- 25	24- 22	21- 19	18- 16	15- 13	12- 10	9- 7
1 1 1 1	8	8	7	7	6	5	4	3	3	2	1	1	1	1	1
1 1 1 0	7	8	7	6	6	6	5	5	4	4	5	4	4	4	4
1 1 0 1	8	7	7	7	6	6	5	5	4	4	5	4	5	5	4
1 0 1 1	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	6	6	5	5	5
0 1 1 1	7	7	6	6	6	6	5	5	4	4	5	4	4	4	4
1 1 0 0	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5
1 0 1 0	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	6	6	6	6	6
1 0 0 1	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5
0 1 1 0	7	7	6	6	6	6	5	5	4	4	5	4	4	4	4
0 1 0 1	6	6	6	6	5	6	6	5	5	5	6	6	6	6	6
0 0 1 1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1 0 0 0	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	6	5	6	6
0 1 0 0	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	6	5	5	5
0 0 1 0	3	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	6	6	6	6
0 0 0 1	4	3	3	4	4	4	4	5	4	5	5	6	6	6	6
0 0 0 0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5

허프만 부호를 할당한다.

또한, 표 5는 표 4의 하나의 예를 나타내며, 양자화 변수를 30으로 고정하고 부호화한 경우에 대한 것으로서 각 플래그 심볼에 대한 구체적인 허프만 부호를 보인다.

그림 4의 경우를 고려하고 양자화 변수를 30으로 가정하면, 4X4블록의 심볼 정보만을 고려하면 앞에서 살펴본 것과 같이 20비트가 필요하지만, 8X8 서브 매크로블록단위로 플래그 정보를 추가하면 12비트 ('0001' 플래그 심볼을 위한 4비트, 4번째 서브매크로 블록내의 4X4블록에 대한 '-0' 심볼을 위한 2비트, '00' 심볼 2개를 위한 2비트, '0+' 심볼을 위한 4비트)로 부가정보 비트수를 줄일 수 있음을 알 수 있다.

이러한 매크로블록 단위 부가정보 감소방법은 화면간 부호화 화면에만 적용하고, 화면내 부호화 화면에서는 8X8 서브매크로블록의 대부분이 플래그 심볼 '1111'로 발생되기 때문에 매크로블록 단위 감소 방법을 적용하지 않고, 4X4블록 단위 감소방법만 적용한다.

또한, 화면내 특정 슬라이스내의 매크로블록에 대해서만 제안된 방법을 적용할 수 있다. 이렇게 슬라이스를 구분하여 방법을 적용하면, 특정 슬라이스내의 매크로블록에 대해서만 부가정보를 추가해주면 된다.

표 5. 양자화 변수가 30인 경우에 대한 플래그 심볼의 허프만 부호

플래그 심볼				Qp=30		
블록1	블록2	블록3	블록4	허프만 부호	할당 비트수	
1	1	1	1	0 0 0	3	
1	1	1	0	0 1 1 1 0	5	
1	1	0	1	0 1 1 1 1	5	
1	0	1	1	1 1 1 0 0	5	
0	1	1	1	1 1 1 1 0	5	
1	1	0	0	0 0 1 0	4	
1	0	1	0	1 1 0 1 0	5	
1	0	0	1	0 1 0 0 0	4	
0	1	1	0	1 1 1 0 1	5	
0	1	0	1	1 1 0 1 1	5	
0	0	1	1	1 1 1 1 1	5	
1	0	0	0	0 1 0 0 1	4	
0	1	0	0	0 0 1 1 1	4	
0	0	1	0	1 1 0 0 0	4	
0	0	0	1	0 1 1 0 0	4	
0	0	0	0	1 0	2	

## 5. 모의실험

모의실험 결과를 바탕으로 양자화 복원 레벨 개수 증가에 따른 제안된 방법의 부호화성능을 살펴본다. 기존 방법과의 객관적인 평가를 위해 양자화 복원 레벨 개수를 증가시킨 제안방법을 사용할 때 추가적인 정보(즉, 양자화 복원 영역 심볼 정보)에 해당되는 비트수를 모두 계산하였다. 심볼 정보에 대한 추가적인 비트수를 계산하기 위하여 표 3에서 제시한 4X4 블록에 대한 허프만 부호와 표 4에서 제시한 8X8 서브매크로블록에 대한 허프만 부호의 할당비트수를 적용하였다.

모의실험의 조건은 앞 3장과 같으며, 기존 방법은 H.264의 Baseline Profile로 0.4Mb/s 0.6Mb/s, 0.8 Mb/s, 1.0Mb/s, 1.2Mb/s의 고정부호화율로 부호화 비트열이 발생되도록 하였다. 그림 6은 Waterfall 영상에 대하여 기존방법(Conventional)과 I-화면에는 4X4블록 단위로 부가 정보를 감소하는 방식을 적용하고 P-화면에는 8X8 서브매크로블록 및 4X4블록 단위로 부가 정보를 감소하는 방식을 동시에 적용한 제안방법(Proposed)의 PSNR을 비교하여 나타낸다. 제안된 방법에 의한 비트열의 부호화율은 0.48Mb/s, 0.70Mb/s, 0.90Mb/s, 1.10Mb/s, 1.40Mb/s로 각각 발생하였다. 제안된 방법이 기존방법보다 같은 부호화율에서 평균적으로 약0.5dB에서 1.0dB까지 PSNR이 증가됨을 알 수 있다.

그림 7, 8은 Flower Garden, Bus 영상에 대한 결과를 나타내고 있으며, 제안된 방법이 기존방법보다 PSNR이 증가됨을 알 수 있다.

또한, 표 4, 5의 허프만 부호를 얻기 위해 실험영상으로 사용되지 않는 영상에 대한 부호화성능을 살펴보기 위하여 Race Horses영상에 대한 결과를 그림 9에 나타낸다. 마찬가지로 제안된 방법에 의한 PSNR

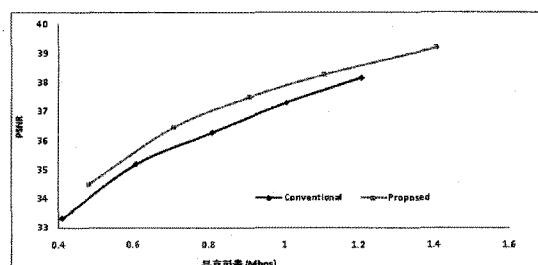


그림 6. Waterfall 영상의 결과

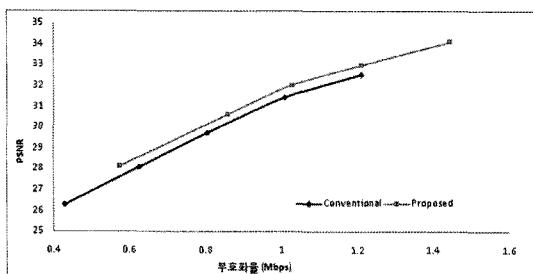


그림 7. Flower Garden 영상의 결과

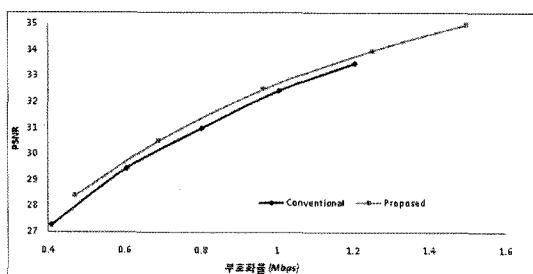


그림 8. Bus 영상의 결과

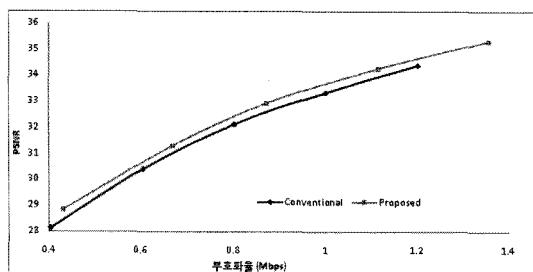


그림 9. Race Horses 영상의 결과

이 기존 방법에 비하여 증가됨을 알 수 있다.

## 6. 결 론

본 논문에서는 스칼라 양자화기에서 양자화 복원 레벨 개수를 증대시키기 위하여 복원영역 심볼의 발생빈도를 조사하고, 이를 바탕으로 각 심볼에 대한 허프만 부호를 구하였다. H.264 동영상 부호화를 통하여 양자화 복원 레벨 개수가 증대된 경우에 심볼 정보가 추가되어야 되며, 이러한 심볼 정보를 감소시키기 위한 두가지 방법을 제안하였다. 4X4블록 단위 뿐만 아니라 8X8블록 단위까지 중복되는 심볼 정보를 줄여줌으로써 같은 부호화율에서 기존방법에 비하여 제안된 방법의 부호화성능이 우수함을 확인하였다.

이러한 스칼라 양자화 복원 레벨 개수 증대방법과 부가 정보 감소방법은 H.264 부호화 방식뿐만 아니라 다양한 동영상 부호화 기법에도 적용이 가능하며, 본 논문에서는 가변길이 부호로 허프만 부호를 적용하였는데, H.264의 가변길이 부호인 CAVLC, CABAC 등에도 적용이 가능하다.

## 참 고 문 헌

- [1] MPEG-2: ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T, ISO/IEC 13818-2, Information Technology—Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information: Video, *ISO/IEC and ITU-T International Standard Draft*, 1994.
- [2] ITU-T Rec. H.264 / ISO/IEC 11496-10, Advanced Video Coding, *Final Committee Draft, Document JVT-F100*, 2002.
- [3] T. Wiegand, G. J. Sullivan, G. Bjontegaard, and A. Luthra, "Overview of the H.264/AVC Video Coding," *IEEE Transaction on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol.13, No.7, pp. 560-576, 2003.
- [4] S. K. Kwon, A. Tamhankar, and K. R. Rao, "Overview of H.264/MPEG-4 Part 10," *Journal of Visual Communication and Image Representation*, Vol. 17, pp. 186-216, 2006.
- [5] H. S. Malvar, A. Hallapuro, M. Karczewicz, and L. Kerofsky, "Low-Complexity Transform and Quantization in H.264/AVC," *IEEE Transaction on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol.13, No.7, pp. 598-603, 2003.
- [6] Y. Zhang, G. Jiang, W. Yi, M. Yu, F. Li, Z. Jiang, and W. Liu, "An Improved Design of Quantization for H.264 Video Coding Standard," The 8<sup>th</sup> International Conf. on Signal Processing, 2:16-20, 2006.
- [7] M. N. Michael and K. W. Hsu, "A Low-Power Design of Quantization for H.264 Video Coding Standard," IEEE International Conference on SOC, pp. 201-204, 2008.

- [8] W. Jiang, J. Wang, and J. Sun, "Rate-Distortion Based Quantisation Level Adjustment for H.264," *Electronics Letters*, Vol. 41, No. 16, pp. 29-30, Aug 2005.
- [9] W. Jiang, J. Sun, J. Wang, and X. K. Yang, "A Rate-Distortion Based Quantization Level Adjustment Algorithm in Block-Base Video Compression," IEEE International Conference on Multimedia and Expo, pp. 1343-1346, 2007.
- [10] 양영현, 권순각, "H.264 부호화시스템에서 간단한 비트열 변환 기법," *Journal of Korean Multimedia Society*, Vol.9, No.7, pp. 818-826, 2006.
- [11] JM Reference Software Version 17.0, <http://iphome.hhi.de/suehring/tm1/download>.



Ya-Lin Wu

2003년 2월 Department of Computer Media from Tian Jin University Of Technology 졸업  
2008년 8월 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 졸업  
2008년 9월~현재 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 석사과정

관심분야: 영상신호처리, 영상통신



권 순 각

1990년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업  
1992년 2월 KAIST 전기및전자공학과 석사  
1998년 2월 KAIST 전기및전자공학과 박사  
1997년 3월~1998년 8월 한국전 자통신연구원 연구원  
1998년 9월~2001년 2월 기술신용보증기금 기술평가센터 팀장  
2003년 9월~2004년 8월 Univ. of Texas at Arlington 교환 교수  
2001년 3월~현재 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 교수  
관심분야: 멀티미디어신호처리, 영상통신



권 오 준

1986년 경북대학교 전자공학과 학사  
1986년~2000년 한국전자통신연 구원 선임연구원  
1992년 충남대학교 전자계산학과 석사  
1998년 포항공과대학교 전자계 산학과 박사  
2000년~현재 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 교수  
관심분야: 인공지능, 컴퓨터 네트워크, 정보보호, 패턴인식