論文2002-39SP-2-7

고정 재배정 테이블 기반 동적 UVLC 부호화 방법

(Dynamic Universal Variable Length Coding with Fixed Re-Association Table)

崔 雄 一 **, 全 炳 宇 *, 劉 國 烈 ***, 千 罡 旭 ****

(Woong Il Choi, Byeung Woo Jeon, Kook Yeol Yoo, and Kang Wook Chun)

요 약

최근 표준화가 진행중인 H.26L에서 사용되는 Universal Variable Length Coding(UVLC) 부호화 기법은 오류에 강인하며 역방향으로 복호가 가능하다는 장점 등으로 인해 H.26L의 모든 심볼 부호화에 사용되고 있으나, 이 방법은 기존 Huffman 부호화 기법에 비해 부호화 효율이 떨어지는 단점을 가지고 있다. 본 논문은 UVLC의 장점을 모두 살리면서 부호화 효율을 높이기 위해 부호화 요소의 통계적 특성에 따라 부호화 요소와 부호어간의 관계를 동적으로 재배정하는 새로운 UVLC 방법을 제안한다. 고정된 재배정 테이블을 사용하므로 부호어 재배정 관계에 대한 부가 정보를 보내지 않아도 되는 장점이 있다. 실험 결과, 제안된 방법을 사용할 경우 저 비트율에서 매우 효율적이라고 알려진 H.26L 부호화 방법을 최소한으로 변형하며 inter 프레임에서 최대 8%, intra 프레임에서 최대 5%의 비트 감소율을 추가로 얻을 수 있음을 확인하였다.

Abstract

The Universal Variable Length Coding(UVLC) scheme in H.26L has nice features such as error resiliency and two-way decodability. However, it has lower coding efficiency than the conventional Huffman coding. To improve the coding efficiency of UVLC, we propose to use a dynamic codeword mapping that changes association between symbols and codewords in order to utilize the statistical characteristics of symbols as much as possible but without losing any features of the UVLC. Both encoder and decoder use the same re-association table, and hence the encoder need not send additional overhead for the re-mapping relationship to the decoder. Simulation results show that without significant change of the current H.26L coding scheme, the proposed method additionally attains up to about 8% and about 5% bit reductions respectively in intra and inter frames over the current H.26L encoding method.

Key Word : variable length coding, entropy coding, H. 26L

* 正會員, 成均館大學敎 電氣電子컴퓨터工學部
(School of ECE, Sung Kyun Kwan Univ.)
** 學生會員, 成均館大學敎 電氣電子컴퓨터工學部
(School of ECE, Sung Kyun Kwan Univ.)
*** 正會員, 嶺南大學校 電子情報工學部
(School of EECS, Yeungnam Univ.)
**** 正會員, 삼성전자㈜ DM연구소
(Digital Media RCD Center, Samsung Electronics)
接受日字:2001年5月22日, 수정완료일:2002年1月10日

Ⅰ. 서 론

기존의 H.261, H.263, H.263+로 이어지는 일련의 영상전화 관련 영상 부호화 방법이 ITU-T Q.6 SG16에서 국제표준으로 확정되고, 그 이후, H.263++ Revision과 MPEG-4와 같은 기술이 추가로 만들어졌다. 그러나, 초저속의 실시간 응용들을 위한 더욱 향상된 부호화 효율과 짧은 단대단 지연 달성, 이동망에서의 오류내성 및 강인성, 그리고 범용화에 유리하도록 소프트웨어만으로도 부호화/복호화 할 수 있을 정도의 복잡도 제한 등의 새로운 요구사항을 충족시키기 위하여, H.26L이라는 차세대 부호화 방식 표준화 작업이 진행되고 있다[1]. H.26L의 향후 예상되는 주요 활용 영역은 영상 전화류의 실시간 대화형 응용, 이동망에서의 오디오/비디오 통신, 인터넷상의 비디오 응용서비스, 실시간 수화(sign language) 및 독순(lip-reading) 통신용 비디오 전송, 주문형 비디오 서비스를 위한 비디오 저장 및 추출(Retrieval), 비디오 메일을 위한 비디오 저장 및 전송(Forwarding) 응용, 또는 이종망(heterogeneous network) 상의 다지점 통신 등을 생각할 수 있다.

H.26L은 오류에 강인하며, 부호화기, 복호화기의 복잡도를 낮출 수 있도록 H.26L의 모든 부호화 요소(Coding element)에 동일한 부호어 테이블을 적용하는 UVLC(Universal Variable Length Coding)부호화 방법을 사용하고 있다. UVLC는 (1) 부호기 / 복호기 사이에 look-up 테이블이 필요하지 않다는 점, (2) 복호가 간단하다는 점, (3) 오류에 강인하다는 점, (4) 일정한 규칙성에 의해 쉽게 VLC 테이블을 확장할 수 있다는 점, (5) 양방향 복호화가 가능하다는 점등의 특징을 갖고 있다[2]. 그러나 UVLC는 이러한 여러 확연한 장점들에도 불구하고 부호화 요소의 발생확률에 따른 디자인 모델에 근거한 것이 아니기 때문에 표 1에 있는 것처럼 기존 엔트로피 부호화에 비해 부호화 효율이 떨어지는 것을 볼 수 있다. 표 1은 'Mobile and Calender' 영상에 대해 H.26L 부호화 요소 중 하나인 MB_type의 발생확률을 양자화 계수(QP)에 대하여 조사한 것이다.

표 1의 codeword number는 H.26L의 UVLC를 사용했을 경우 해당 부호어를 나타내는 것으로, 이 값이 커질수록, 코드 길이가 길어진다. 표 1에서 볼 수 있듯이, QP에 따라 부호화 요소의 실제 발생 빈도는 서로 상이한 것을 알 수 있다. 예를 들어 QP가 5인 경우 실제로는 두번째로 많이 발생하는 4×4 모드를, 기존의 UVLC는 7bit의 부호어로 부호화 하게되어 부호화 효율이 상당히 떨어지게 된다. 객관적 지표에 의해 부호화 효율을 비교하기 위해 부호화 요소 MB_type에 대해서 엔트로피 H(MB_type)와 UVLC를 사용하였을 경우 평균 부호 길이 Lavg(MB_type)를 계산한 결과가 표 1에 역시 나타나 있으며 그 계산식은 다음과 같다.

표 1. 부호화 요소 "MB_type"에 대한 실제 발생확률의 일부분

Table 1. Partial list of real probabilities of symbol "MB_type".

(Mobile and Calendar Sequence in CIF)

codeword number	MB_type	Quantization Parameter (QP)					
		5	10	15	20	25	30
0	Skip	0.002	0.006	0.013	0.023	0.053	0.146
1	16x16	0.362	0.370	0.424	0.451	0.493	0.505
2	16x8	0.028	0.040	0.064	0.091	0.112	0.113
3	8x16	0.045	0.057	0.089	0.123	0.154	0.162
4	8x8	0.046	0.056	0.072	0.077	0.055	0.024
5	8x4	0.131	0.138	0.122	0.093	0.055	0.020
6	4x8	0.113	0.119	0.114	0.093	0.061	0.026
7	4x4	0.273	0.213	0.102	0.048	0.016	0.002
8	Intra	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002
H(MB_type)		2.356	2.474	2.515	2.473	2.311	2.098
L_{avg}*(MB_type)*		4.761	4.584	4.180	3.925	3.613	3.187
Eff(MB_type)		0.495	0.540	0.602	0.630	0.640	0.658

$$H(MB_type)=\sum_{i=0}^{M-1}p(i)\log\left(\frac{1}{p(i)}\right)\text{[bits/sample]} \quad (1)$$

$$L_{avg}(MB_type)=\sum_{i=0}^{M-1}b(i)p(i)\ \text{[bits]} \quad (2)$$

여기서 M은 가능한 부호화 요소의 총 개수를 의미하며 b(i), p(i)는 각각 i번째 부호화 요소의 부호어 길이와 발생확률을 의미한다. 표 1에서 보면 각 양자화 계수에 대해 평균 부호 길이 Lavg(MB_type)는 엔트로피 H(MB_type)에 비해 1.5~2배 가까이 더 많은 비트수를 사용하고 있음을 알 수 있다. 여기서 부호화 효율 Efficiency(MB_type)는 식 (3)과 같으며, 표 1에서 볼 수 있듯이 50%~65%의 저조한 효율을 나타내고 있다.

$$Efficiency(MB_type) = \frac{H(MB_type)}{L_{avg}(MB_type)} \quad (3)$$

만일 FLC(Fixed Length Coding)를 사용하여 부호화 할 때, MB_type 부호화 요소에 대한 평균 부호 길이는 4bit이므로 양자화 계수가 5, 10, 15인 경우에는 UVLC를 사용하는 것이 FLC를 사용하는 것보다 오히려 비효율적이라는 것을 확인할 수 있다.

그러므로 본 논문에서는 앞에서 언급한 UVLC가 갖는 모든 장점들을 그대로 가지면서도 부호화 효율을 높일 수 있는 방안을 모색한다. 이를 위하여, 기정의된 UVLC 테이블을 이용하되 발생하는 데이터의 실제 통계적 성질에 최대한 적응하도록 가변장 부호어와 데이터 부호화 요소간의 매핑을 동적으로 바꾸어[3,4] 부호화 효율을 향상시키는, 동적 부호어 재배정(Dynamic Codeword Re-Association)의 새로운 방법을 제안한다. 이를 위해 H.26L에서의 양자화 계수(QP)에 따른 각종 부호화 요소 데이터의 통계적 성질을 관찰하고, 동적 부호어 재배정에 따른 부호화 효율의 향상 가능한 범위를 파악한 후, 양자화 계수(QP)에 따라 사전 최적화된 재배정표를 이용하여 부호화 효율을 향상할 수 있는 방안을 도출한다.

II. H.26L 에서의 UVLC

현재 표준화 고려중인 H.26L 부호화 방식은 다음과 같다[1]. 먼저 기존의 H.263과 같이 16×16의 매크로블록으로 영상을 분할하고, 부호화 모드에 의해 이 매크로블록을 다양한 크기의 블록으로 추가 분할한다. 부호화 모드에 해당하는 부호화 요소인 MB_type은 16×16의 크기부터 4×4의 크기까지 움직임 보상단위 및 형태에 따라 총 7가지로 분류되는 Inter 부호화 모드와 16×16, 4×4 두 가지로 분류되는 Intra 부호화 모드로 구성된다. 만일 현재 매크로블록이 Intra 블록으로 부호화 되는 경우에는, 이웃한 블록들과 공간상의 에지 방향성을 고려하여 설정된 예측 방향에 따라 공간 예측 부호화하여 압축 효율을 좀 더 향상 시킨다. 또한 Inter 블록으로 부호화 되는 경우에는 최대 이전 5 프레임 내에서 7가지 다양한 블록 크기에 대해, SAD (Sum of Absolute Difference)가 가장 적은 블록을 찾아 움직임 보상을 한다[6]. 움직임 보상에 있어 기존의 8×8 고정 블록 사이즈가 아닌 다양한 블록 사이즈를 제공하는 것은 객체에 따른 움직임 예측을 통해 물체의 움직임을 좀 더 정확하게 찾을 수 있도록 하기 위함이다. 또한 H.26L의 움직임 추정은[1] 현재 1/8 화소 단위의 정확도로 이루어지며 움직임 벡터 부호화를 위해 인접블록들의 움직임 벡터 중간치(median)와의 차분에 대한 부호화(DPCM: Differential Pulse Coded Modulation)를 취한다.

매크로 블록의 모드 정보가 결정된 다음에는 8×8 단위의 블록에 대하여 변환계수가 부호화 되는지 여부를 알리는 CBP(Coded Block Pattern) 정보가 전송된다. Intra 16×16 모드의 경우, CBP 정보가 매크로 블록의 모드 정보를 담고 있는 부호화 요소 MB_type에 이미 포함되어 있기 때문에 CBP 정보를 따로 부호화 하지 않는다. CBP에 의해 부호화 할 블록이 정해지면 그림 1에 나타난 순서대로 휘도신호와 색차신호에 대해 변환 부호화를 하게 된다. 이때, 기존의 8×8 DCT(Discrete Cosine Transform) 대신에 4x4 블록 단위로 이와 유사한 부호화 특성을 갖는 정수 변환을 행한다. 그림 1에 나타난 것처럼 색차신호의 DC성분만은 예외적으로 2×2 블록 단위의 정수 변환을 하게 된다. 정수 변환을 사용하면 기존의 DCT를 사용할 때 발생할 수 있는 IDCT 불일치의 문제가 자연히 해결된다. 4×4 단위의 변환 계수들은 기존의 zig-zag 주사패턴(simple scan)이나 새로운 방식의 양방향 주사패턴(double scan)을 이용하여 주사된 다음, (Run, Level)로 이루어지는 2차원 부호화 요소로 변환된다. 양방향 주사패턴은 QP가 24보다 작은 휘도신호에 대해서만 적용된다.

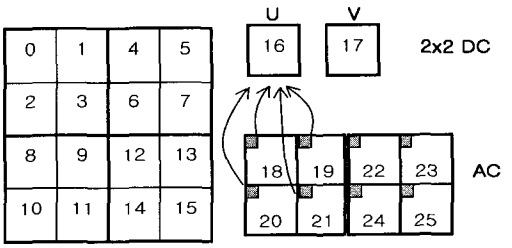


그림 1. 휘도신호와 색차신호의 4×4 Integer 변환 부호화

Fig. 1. 4×4 Integer transform coding of luminance and chrominance.

현재의 H.26L 기술이 다른 표준들과 크게 상이한 특징 가운데 하나는 Huffman VLC 대신 UVLC (Universal Variable Length Coding)를 사용한다는 것

이다. 기존에 사용되던 Huffman 부호화는 부호화 요소들의 통계적 특징을 이용하여 만들어진 테이블을 가지고 부호화 요소와 부호어를 매핑 시켜줌으로서 비교적 높은 부호화 효율을 가져올 수 있기 때문에 보편적으로 사용되고 있다. 그러나 Huffman 부호화의 경우 오류에 민감하고 복호가 복잡하다는 단점을 가지고 있기 때문에 이런 단점을 극복하기 위해 현 H.26L에서는 UVLC 라는 새로운 부호화 기법을 도입하였다.

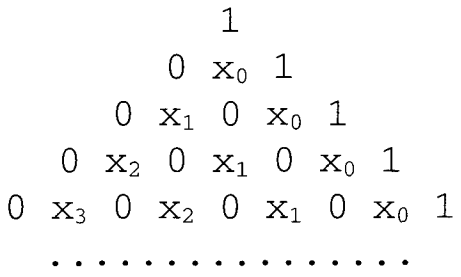


그림 2. UVLC 가변장 부호어 발생 규칙
Fig. 2. Generation rule of UVLC codewords.

Code number	Codewords in explicit form	MB_type
0	1	Skip
1	0 0 1	16x16
2	0 1 1	16x8
3	0 0 0 0 1	8x16
4	0 0 0 1 1	8x8
5	0 1 0 0 1	8x4
6	0 1 0 1 1	4x8
7	0 0 0 0 0 0 1	4x4
8	0 0 0 0 0 1 1	Intra
9	0 0 0 1 0 0 1	
10	0 0 0 1 0 1 1	
11	0 1 0 1 0 0 1	
.....	. . . . .	

그림 3. UVLC 테이블의 codeword number와 부호어 간의 관계(부호화 요소 "MB_type"의 예)
Fig. 3. Relationship between codeword number and codeword in UVLC table(example of symbol "MB_type")

UVLC는 모든 부호화 요소에 대해 그림 2와 같은 규칙을 이용해 형성된 UVLC 테이블을 이용하여 가변장 부호화한다. 여기에서 xn은 0 또는 1의 값을 갖는다. 부호화 할 정보를 INFO라고 하고, INFO = $x_n...x_1 x_0$로 표현하였을 때, 이 INFO 데이터를 이용하여, 제일 끝자리가 아닌 홀수위치에는 반드시 0의 값이 오고, 제일 끝자리는 반드시 1이 되도록 하는 규칙하에, 그림 2와 같은 부호어(codeword)를 만든다. 이렇게 만들어진 부호어들에 대해 그 길이가 증가하는 방향으로 번호(codeword number)를 부여할 수 있는데, 부호화 요소 MB_type에 적용한 예가 그림 3에 나타나 있다. 이때, codeword number와 삽입할 INFO와의 관계를 다음과 같은 간단한 수학식으로 표시할 수 있다.

$$codeword\ number = 2^{\frac{L}{2}} + INFO - 1 \quad (4)$$

여기서 L은 부호어의 길이이며 INFO의 길이의 두 배의 값에 1을 더한 수이다.(단, codeword number가 0일 때는 예외이다.) 한 예로, INFO가 2진수 '10'으로 주어지면, L은 5가 되며, 이때의 codeword number는 5가 된다. UVLC가 이러한 일정한 규칙성을 갖음으로 인하여 복호 과정도 매우 간단해진다. 즉, 모든 부호어들이 홀수번째 위치에서 '1'로 끝나기 때문에 홀수번째 비트가 '1'을 만날 때까지 비트열을 읽은 후, 짝수 위치에 있는 정보만을 추출하면 전송정보인 INFO가 되어, 복잡한 구조의 Huffman 복호화기가 없어도 된다. 또한 마지막 비트를 제외하고는 홀수위치에 반드시 0이 오는 규칙성으로 인해 오류 검출도 매우 용이하게 된다.

Ⅲ. 재배정 테이블 기반 UVLC 부호화

먼저 UVLC가 가정하고 있는 확률분포와 실제 H.26L 부호화 요소들의 발생 확률 분포가 어떻게 차이가 나는 지를 알아보기 위하여 'Mobile and Calendar' 영상(CIF, 300frames)에 대하여 양자화 계수(QP)가 1인 경우 총 부호화 요소들의 발생 확률 분포를 그림 4에 나타내었다. 그림 4에서 $p(uvlc)$는 $uvlc$로 표시되는 해당 UVLC 부호어의 길이를 $l(uvlc)$ 라고 할 때, 식(5)와 같이 계산된 것을 그린 것이다.

$$p(uvlc) = 2^{-l(uvlc)} \quad (5)$$

일정한 발생규칙을 갖는 UVLC 부호기법은 그 확률 분포가 근사적 기하분포임을 가정하고 있으나, 그림 4에서 보는 바와 같이, 실제 확률분포와는 차이가 있다. 이러한 차이를 극복하여 실제 부호화 요소의 엔트로피에 최대한 접근하기 위해서는 UVLC 부호어를 실제 발생 확률에 맞게 새로 디자인할 수 있다. 그러나 앞에서 언급한 바 있는 UVLC 부호어가 갖는 장점들을 그대로 살리기 위해 UVLC의 발생 규칙은 기존의 방식을 그대로 사용하면서 부호화 효율을 높이는 방안을 모색하고자 한다.

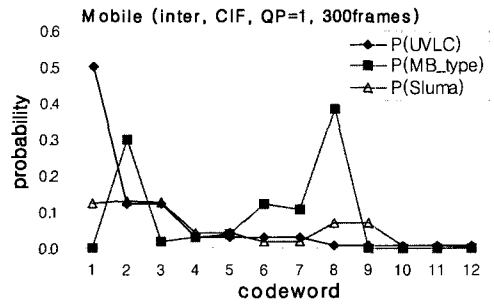
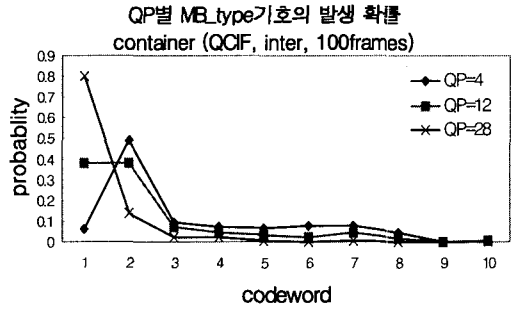
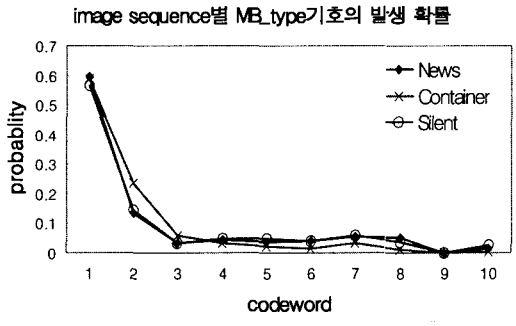


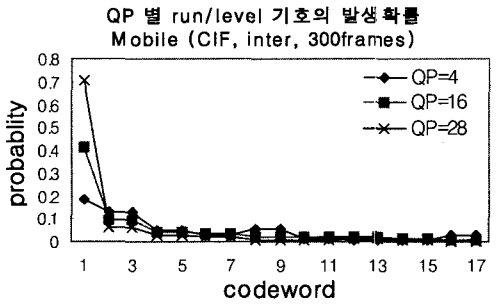
그림 4. UVLC와 실제 영상의 발생 확률 분포 비교
Fig. 4. The probability distribution comparison between UVLC and actual image sequence.



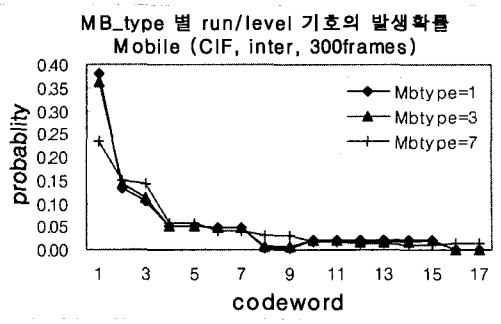
(a) QP



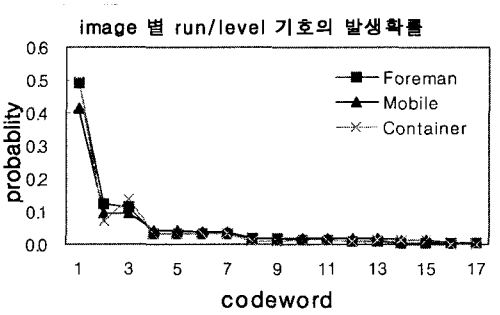
(b) image sequence



(c) QP



(d) 부호화 모드



(e) image sequence

그림 5. 각 요소별 발생 확률 분포 비교
Fig. 5. The probability distribution according to each factor.

본 논문에서는 UVLC의 부호어를 그대로 사용하면서도 부호화 요소의 발생확률에 따른 가변장 부호화를 위해 부호화 요소와 부호어간의 관계를 통계적 특성에 따라 재배정하는 기법을 제안한다. 즉, 부호화 요소의 통계적 특성에 따라 적응적으로 부호어를 재배정함으로서 부호화 효율을 높이도록 한다. 하드웨어 구현을 간단하게 하고 오류 전파 내성을 높이기 위해 재배정 관계를 나타내는 고정된 테이블을 이용하며, 본 논문에서는 이러한 테이블을 고정 재배정 테이블(FRAT: Fixed Re-Association Table)이라 칭한다. 부호기와 복호기에서 동일한 테이블을 갖고 있기만 하면 되기 때문에 어떤 부가 정보를 전달할 필요없이 테이블을 위한 약간의 메모리 공간만을 추가로 필요로 할 뿐이고, 하드웨어 구현도 매우 간단하다고 할 수 있다.

부호화 요소의 발생확률을 동적으로 반영하는 기법에 있어서 기존의 동적 Huffman 부호화 방식에서는 이전 프레임 또는 이웃한 매크로 블록의 부호화 요소들의 통계를 이용하여 매핑 테이블을 추정하였다[3]. 즉,

현재 블록(또는 프레임)의 부호화 요소를 부호화 하는 데 현재 부호화 요소의 발생확률을 이용할 수 없기 때문에 시·공간적 상관도를 이용하여 이전 블록(또는 프레임)의 부호화 요소 발생확률을 참조하여 부호화 요소와 부호어를 재배정 하도록 한 것이다. 그러나 H.26L 부호화 방식은 앞에서 언급한 것처럼, (1) 다양한 크기의 움직임 보상모드 제공, (2) 4x4 단위의 정수변환, (3) Intra 블록의 경우 이웃한 블록들과의 공간 예측 부호화 등의 기법으로 기존의 H.263, MPEG-1/2/4와 같은 영상압축 부호화 방식에 비해 시·공간적 상관도를 더욱 제거하였기 때문에 통계적 특성을 파악하기 위해 이전 블록(또는 프레임)을 이용하는 것은 효율이 적을 것으로 예상되며, 실제 실험 결과로도 확인되었다 (이전 프레임의 발생확률을 이용한 실험의 결과가 그림 9에 나타나 있다). 그러므로 본 논문에서는 시·공간적 상관관계에 의한 동적 재배정 대신, 부호화 요소의 발생확률을 변화시키는 주요 요소를 찾아 그 요소에 따라 사전에 정의된 고정 재배정 테이블(FRAT)을 적용하는 방법을 제안한다. 또한 시·공간적 상관관계에 의한 동적 재배정 기법의 경우 저비트율 무선 전송에서 문제가 되는 오류전파에 민감하지만[3], 고정된 재배정 테이블에 기반한 제안방법은 부호기와 복호기에 모두 테이블이 고정되어 있으므로 이러한 문제가 발생하지 않는다.

부호화 요소들의 발생확률을 변화시키는 요인들로는 양자화 계수(QP), 부호화 모드(MB_type), 영상 데이터 자체의 특성등 많은 요소들이 있다. 그림 5(a), (b)는 양자화 계수(QP)와 영상데이터에 따른 MB_type 부호화 요소의 발생 확률 분포를 각각 도시한 것이다. 그림 5(a)에서 보는 바와 같이 MB_type 부호화 요소들의 발생확률 변화를 가장 크게 결정하는 요소는 QP임을 알 수 있다. 동일한 실험에 대해 그림 5(c), (d), (e)는 휘도신호에 대한 변환계수를 run/level화한 부호화 요소의 통계분포를 QP, 부호화모드(MB_type), 그리고 영상별로 그린 것이다. 이 경우에도 QP에 따라 분포가 주로 좌우되는 것을 볼 수 있으며, 이때 특히 낮은 QP에 따른 변화가 큰 것을 알 수 있다. 한편, 부호화모드(MB_type)나 영상에 따라서는 그림 5(d)와 5(e)에 보인 것과 같이 변화가 크지 않음을 볼 수 있다. 이는 Run-length 부호화된 변환 계수값들이 특히 양자화 계수에 따라 그 발생 확률 분포가 좌우된다는 것을 관찰한 기존 연구와도[5] 일치한다. 따라서 본 논문에서는 부호화 요소의 통계적 특성을 좌우하는 주요 요소로 양자화 계수(QP)를 정하고 이에 따라 서로 다른 FRAT를 적용하는 기법을 제안한다. 표 2는 표 1의 부호화 요소 MB_type에 대하여 양자화 계수에 따른 FRAT를 적용한 예이다. 예를 들어 부호화 요소 MB_type이 4×4인 경우 기존의 UVLC 부호화에서는 codeword number가 항상 7이지만(그림 3 참조), 표 2의 FRAT를 이용하게 되면 QP가 10인 경우 codeword number가 1이 되고, QP가 15와 20일 때, codeword number가 각각 3, 6이 된다.

표 2. 부호화 요소 "MB_type"에 대한 FRAT
Table 2. The FRAT of symbol "MB_type".

(Mobile and Calendar Sequence in CIF)

codeword number	Quantization Parameter (QP)					
	5	10	15	20	25	30
0	7	7	7	7	6	2
1	0	0	0	0	0	0
2	6	6	6	4	2	3
3	5	4	4	1	1	1
4	4	5	5	5	4	5
5	2	2	1	2	5	6
6	3	3	2	3	3	4
7	1	1	3	6	7	7
8	8	8	8	8	8	8

H.26L에서는 모든 부호화 요소들에 대해 UVLC를 적용하기 때문에 모든 부호화 요소들에 대해 발생 확률을 조사하여 각각 별도의 FRAT를 적용할 수가 있다. 그러나 1에서 31까지 변하는 양자화 계수(QP) 각각에 대해 모든 부호화 요소를 대상으로 FRAT를 적용할 경우 많은 메모리 공간을 요구하게 되는 문제점이 발생한다. 그러므로 다음의 두가지 기법을 통해 FRAT의 개수를 줄이도록 한다.

(1) 양자화 계수 영역 분할: 부호화 요소의 통계적 발생확률이 비슷한 QP들을 구분하여 동일 군에 대해 1개의 FRAT를 제작한다.

(2) FRAT 적용 대상 부호화 요소 선정: H.26L 부호화 요소들의 상대적 발생 비트량 분석과 가능한 최대 압축 효율 분석을 통해 비교적 많은 발생 비트량을 갖으며 FRAT를 적용하였을 경우 부호화 효율이 높

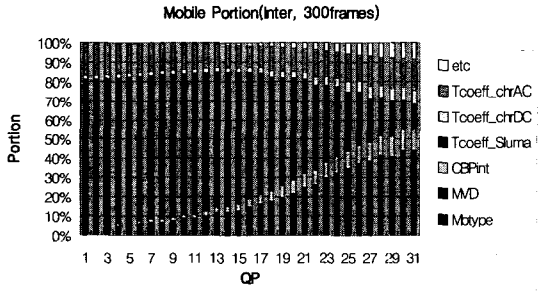
아질 가능성이 있는 부호화 요소를 선정한 후, 선정된 부호화 요소들에 대해서만 FRAT를 적용한다.

(1)의 경우 인접 QP와는 부호화 요소의 발생확률 차이가 크지 않기 때문에 QP의 범위를 나누어 동일 영역에 대하여 단일한 FRAT를 적용하는 것이다. 본 논문에서는 인접 QP에 대한 부호화 요소의 발생확률 변화폭을 분석하는 실험을 통해 QP의 범위를 세 영역(1~10; 11~20; 21~31)으로 나누어 세 개의 FRAT를 정의하였다. (2)의 경우에는 다음의 두 가지 실험을 통해 FRAT의 대상 부호화 요소를 제한하였다.

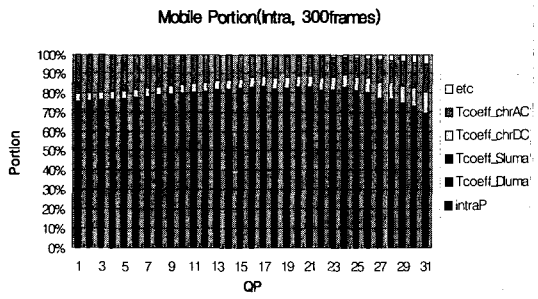
Ⅳ. FRAT 적용 대상 부호화 요소 선정

1. 부호화 요소들의 발생 비트량 분석

첫번째 실험은 QP에 따르는 부호화 요소들의 상대적 발생 비트량을 파악하기 위한 목적으로, 주요 발생 비트량을 가지는 부호화 요소들이 어떤 것인가를 알아보는 실험이다. QP를 1에서 31까지 증가시키며 전체 발생비트수에 대한 각 부호화 요소들이 차지하는 비율(bit-portion)을 조사하였다. Intra 프레임과 Inter 프레임에 따라 각각 부호화 요소 및 통계적 성질이 상이하기 때문에 두 경우를 나누어 실험하였으며, 그 결과가 그림 6에 나와있다.



(a) Inter 프레임



(b) Intra 프레임

그림 6. 각 부호화 요소의 상대적 발생 비트량(Mobile and Calendar; CIF) (각 심볼의 의미는 [1]참조.)
Fig. 6. Bit portion comparison of H.26L coding elements (Mobile and Calendar; CIF) (for meaning of each symbol, refer to [1].)

그림 6을 보면 QP에 따라 부호화 요소들의 발생 비트량이 변화하는 것을 볼 수 있다. 그림 6(a)의 inter 프레임의 경우, 영역 1(QP=1~10)에서는 휘도 신호의 변환계수를 지그재그 주사한 Tcoeff_SLuma가 66~80%로 가장 많은 비율을 차지하였고 그 다음으로는 MVD(Motion Vector Data), 색차신호의 AC 변환계수인 Tcoeff_Chroma_AC 순서이며 그 외의 부호화 요소들은 5% 미만의 미미한 비율을 차지하였다. 영역 2(QP=11~20)에서도 앞의 경우와 유사하나 MB_type, CBP_inter(Coded Block Pattern_inter)와 같은 부호화 요소들에 대한 비율이 차츰 증가하는 것을 볼 수 있다. 마지막으로 영역 3(QP=21~30)에서는 Tcoeff_SLuma와 MVD가 각각 20~30%의 주요 비율을 차지하며 MB_type, CBP_inter와 같은 부호화 요소들이 10~20%를 차지하고 있다. 결론적으로 Inter 프레임의 경우 낮은 QP에서는 휘도 신호에 대한 변환계수인 Tcoeff_Luma가 주요 비율을 차지하며, QP가 증가함에 따라 MB_type이나 CBP, MVD와 같은 부호화 요소들의 비율이 증가하는 것을 볼 수 있었다. 그 이유는 QP가 증가함에 따라 변환 계수값들의 크기가 줄어들면서 상대적으로 거의 일정한 발생 비트량을 갖는 MB_type이나 CBP와 같은 부호화 요소들이 차지하는 비율이 증가하게 되기 때문이다. 그림 6(b)를 보면 intra 프레임의 경우에도 inter 프레임과 유사한 것을 알 수 있다.

2. 부호화 요소들의 최대효율 분석

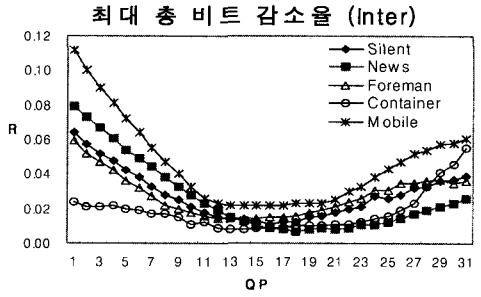
두번째 실험은 각 부호화 요소들에 있어서 부호어 재배정 방법을 적용하였을 경우 최대 압축 효율 향상의 한계를 알아보는 실험이다. 많은 발생 비트량을 갖는 부호화 요소라고 하더라도 그 부호화 요소에 대한 UVLC의 부호화 효율이 부호화 요소가 갖는 엔트로피에 거의 접근하였을 경우, UVLC 부호어가 거의 최적이라고 볼 수 있다. 그러므로 이 사전 실험을 통해서, 부호어 재배정을 하였을 경우 최대 비트 감소 가능량을 측정함으로서 FRAT를 사용하였을 때 이득을 얻을 가능성이 있는 대상 부호화 요소들을 최종적으로 정하고자 하였다. 실험 결과의 평가 분석에는 엔트로피, 비

트감소율, 그리고 부호화효율의 세가지 지표를 사용하였다. 주어진 부호화 요소의 내재적인 정보량을 추정하는 엔트로피는 각 부호화 요소에 대해 식 (2)와 같이 계산한다. 비트감소율 R은 부호어 재배정을 통해 얻어진 압축효율 향상도를 나타낸 것으로 식 (6)과 같이 계산된다.

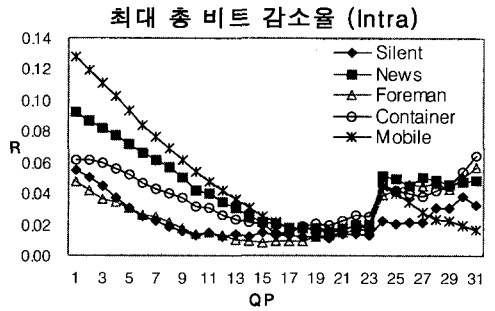
$$R(\text{부호화요소}) = \frac{S1 - S2}{S1} \quad (6)$$

여기서 S1, S2는 주어진 부호화 요소가 사용하는 총 비트량을 측정한 것으로서, 각각 UVLC테이블을 그대로 사용하였을 경우와(S1) 부호어 재배정을 하였을 경우의 값(S2)이다. 부호화 효율은 부호어 재배정을 통해 얻어진 압축효율을 엔트로피(H)에 대비하여 백분율로 나타낸 것으로 식 (7), (8)과 같이 계산된다. 여기서, N은 해당 부호화요소의 총 발생 횟수를 나타낸다.

$$Eff_1(\text{부호화요소}) = \frac{N \times H}{S1} \times 100\ [\%] \quad (7)$$



(a) Inter 프레임



(b) Intra 프레임

그림 7. 5개 실험 영상에 있어서 최대 가능 총 비트 감소율

Fig. 7. The maximum bit reduction ratio of 5 test sequences

$$Eff_2(\text{부호화요소}) = \frac{N \times H}{S2} \times 100\ [\%] \quad (8)$$

그림 7은 5개의 실험 영상 container, foreman, mobile and calendar, news, silent voice에 대해 가능한 최대 총 비트 감소율을 실험한 결과이다. 그림 7(a)의 Intra 프레임에 대해서 먼저 살펴보면 영역 1(QP=1~10)에서는 13~5%의 비트 감소가 있고, 영역 2(QP=11~20)에서는 2%미만의 비트 감소가, 영역 3(QP=21~31)에서는 6~2%의 비트 감소가 있다. 그림 7(b)의 Inter 프레임의 경우에도 비슷한 양상을 갖는 것을 볼 수 있다. 비트 감소율 R의 그래프 결과에서 볼 때 3개의 QP 영역 가운데 영역 1과 영역 3에서 제안방법을 적용할 경우 상당한 효율 상승이 있을 수 있음을 알 수 있다. 영역 2에서 최대 효율 곡선이 2% 미만의 비트 감소율을 보이는 것은 H.26L의 UVLC 테이블이 QP가 13~23인 영역에 최적화 되어 있기 때문이다.

앞의 두 실험을 통해 각 부호화 요소별로 최대 효율을 분석한 결과, 주요 발생 비트량을 가지면서 어느 정도의 비트 감소율이 있는 부호화 요소들로서 Inter 프레임에 있어서는 MB_type, CBP_inter, Tcoeff_SLuma를, 그리고 Intra 프레임의 경우에는 CBP_intra, Tcoeff_DLuma, Tcoeff_SLuma, Tcoeff_Chroma_AC를 FRAT 적용 대상 부호화 요소들로 선정하였다. 위의 대상에서 제외된 부호화 요소들에 대해서는 기존의 UVLC 부호화 기법을 그대로 사용한다.

V. 실험 및 분석

제안한 방식의 성능 평가를 위한 실험 조건은 표 3에 나타난 것과 같으며 TML-1.0 부호기를 사용하였다[1]. FRAT를 정하는 방법은 다음과 같다. 앞의 실험을 통해 선정된 FRAT 적용 대상 부호화 요소들의 발생빈도수를 1~31까지의 QP 및 5개의 시험 영상 데이터에 대하여 측정한다. 이때, 각 영상에 있어서 부호화 요소의 총 발생 빈도수가 서로 다르므로 부호화 요소의 발생 빈도수를 총 발생 빈도수로 나누어 발생 확률을 구하여 정규화 시킨 다음, 각 영상에 있어서의 발생 확률을 모두 더해 각 QP에 대한 FRAT(31-QP FRAT)를 구한다. 그 다음으로는 QP를 지정된 세 영역(1~10; 11~20; 21~31)으로 나누어 각 영역 내에서 부호화 요소들의 발생 빈도수를 모두 합하여 3-QP FRAT를 제

표 3. 제안 방법의 실험조건
Table 3. Experiment condition of the proposed method.

Test Data	News	Container	Foreman	Silent Voice	Mobile and Calendar
Size	QCIF	QCIF	QCIF	QCIF	CIF
#frame Skip	2	2	2	1	0
Frame rate(HZ)	10	10	10	15	30
Total #Frame	100	100	100	150	300
QP	1~31				

표 4. 각 대상 심볼에 따른 3-QP FRAT
Table 4. 3-QP FRAT for each target symbol.

(a) Inter 프레임

3-QP FRAT - INTER 프레임											
CBP intra				Tcoeff_Luma				MB_type			
CN	QP(1)	QP(2)	QP(3)	CN	QP(1)	QP(2)	QP(3)	CN	QP(1)	QP(2)	QP(3)
0	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
1	2	15	6	1	2	2	2	1	0	1	1
2	24	5	4	2	1	1	1	2	7	5	3
3	15	4	5	3	4	4	5	3	6	2	2
4	14	3	3	4	3	3	6	4	5	7	5
5	13	2	2	5	8	5	4	5	4	4	7
6	8	7	1	6	7	6	3	6	3	3	6
7	16	9	10	7	6	8	11	7	1	6	8
8	21	11	9	8	5	7	9	8	9	9	9
9	11	8	8	9	11	10	8	9	8	8	4
10	18	10	7	10	12	9	7				
11	1	6	15	11	16	12	14				
12	0	1	27	12	15	11	13				
13	20	14	19	13	20	14	17				
14	17	12	18	14	19	13	18				
15	22	16	17	15	10	17	15				
16	19	13	16	16	9	18	16				
17	28	22	11	17	14	15	27				
18	27	20	12	18	13	16	20				
19	3	25	37	19	22	22	10				
20	25	29	28	20	21	21	12				
21	23	27	20	21	25	20	21				
22	12	21	25	22	26	19	19				
23	10	17	23	23	30	23	25				
24	36	30	21	24	29	24	28				
25	35	31	24	25	31	25	23				
26	29	28	14	26	34	26	31				
27	26	26	13	27	38	32	30				
28	9	24	38	28	37	31	37				
29	7	23	32	29	17	27	32				
30	6	19	35	30	18	28	41				
31	5	18	34	31	24	39	50				
32	45	44	30	32	23	40	45				
33	44	45	29	33	28	33	29				
34	40	39	26	34	27	34	24				
35	41	35	22	35	46	43	26				
36	39	43	39	36	45	44	22				
37	37	38	36	37	36	29	39				
38	34	36	33	38	35	30	34				
39	35	32	31	39	43	36	59				
40	31	41	42	40	44	35	49				
41	32	42	43	41	50	38	38				
42	33	37	45	42	49	37	40				
43	30	40	44	43	66	52	51				
44	46	47	47	44	68	51	42				
45	47	46	46	45	77	60	60				
46	43	34	41	...	...	...	...				
47	42	33	40	255	83	65	48				

(b) Intra 프레임

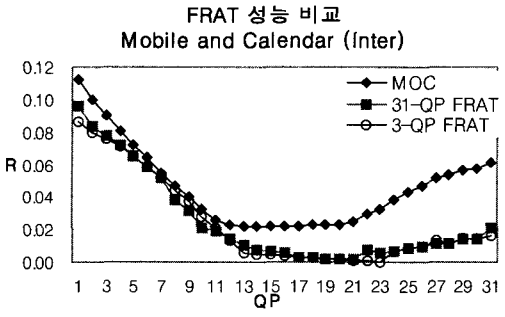
3-QP FRAT - INTRA 프레임											
CBP intra				Tcoeff_Luma				Tcoeff_Chroma_AC			
CN	QP(1)	QP(2)	QP(3)	CN	QP(1)	QP(2)	QP(3)	CN	QP(1)	QP(2)	QP(3)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	2
2	2	2	3	2	2	1	1	2	2	2	1
3	17	6	1	3	9	6	3	3	4	4	3
4	9	13	21	4	10	5	4	4	3	3	4
5	16	9	10	5	4	4	8	5	10	9	11
6	7	10	11	6	3	3	7	6	9	8	9
7	15	5	12	7	21	14	6	7	5	5	5
8	39	12	32	8	22	13	5	8	6	6	6
9	34	15	9	9	5	7	9	9	11	7	7
10	23	19	23	10	6	8	10	10	12	10	8
11	24	17	18	11	8	9	14	11	17	16	15
12	5	8	7	12	7	10	16	12	21	15	13
13	6	11	24	13	12	15	17	13	20	20	10
14	4	4	5	14	11	16	18	14	22	17	18
15	3	3	6	15	33	20	15	15	7	13	16
16	13	14	4	16	34	19	13	16	8	14	17
17	35	37	16	17	53	31	11	17	15	11	12
18	36	24	31	18	54	33	12	18	14	12	14
19	40	35	13	19	16	12	22	19	30	32	35
20	28	27	8	20	15	11	19	20	37	27	26
21	22	18	17	21	30	24	27	21	27	25	19
22	11	21	33	22	27	23	24	22	35	26	29
23	32	28	22	23	13	18	32	23	59	45	39
24	14	20	29	24	14	17	30	24	52	43	44
25	21	25	34	25	17	21	42	25	62	46	51
26	12	16	26	26	18	22	33	26	63	48	50
27	8	26	28	27	19	26	38	27	86	77	47
28	10	7	15	28	20	27	43	28	76	78	48
29	41	36	27	29	23	30	21	29	13	18	25
30	42	29	19	30	24	29	20	30	16	19	20
31	29	22	20	31	25	36	31	31	18	23	34
32	37	31	14	32	26	35	29	32	19	24	23
33	18	23	25	33	43	34	28	33	25	21	21
34	20	33	37	34	39	32	25	34	24	22	27
35	19	30	38	35	44	28	46	35	53	58	49
36	33	32	35	36	42	25	34	36	58	47	46
37	38	34	36	37	70	42	23	37	36	31	38
38	43	40	30	38	69	41	26	38	38	34	28
39	30	39	40	39	83	67	36	39	61	39	43
40	27	41	39	40	88	65	37	40	51	50	42
41	44	43	41	41	81	57	39	41	50	40	52
42	45	46	45	42	80	56	35	42	49	54	53
43	46	42	44	43	97	81	53	43	80	51	54
44	47	47	42	44	94	97	64	44	66	69	55
45	31	38	43	45	121	108	67	45	121	95	56
46	26	45	47	...	...	...	...	...	...	...	...
47	25	44	46	255	255	255	255	255	255	255	255

작한다. Inter, Intra 프레임의 경우 부호화 요소 및 확률 분포가 서로 다르므로 Inter, Intra 프레임 각각에 대하여 별도의 FRAT를 적용시킨다.

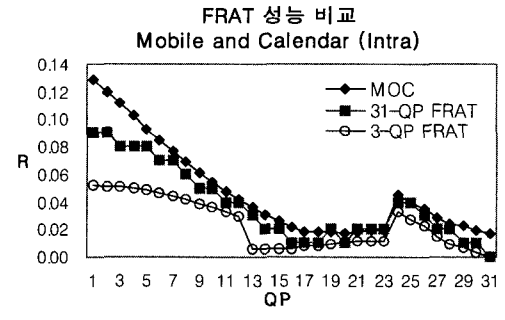
표 3의 실험 조건을 가지고 각 대상 부호화 요소에 대하여 제작한 3-QP FRAT가 표 4에 나타나 있다. 여기서 QP(x)는 앞에서 지정한 세 영역을 가리킨다. 현 H.26L 부호기에서 휘도 계수값 Tcoeff_Luma는 QP에 따라 주사 방향이 다른데, QP가 24보다 작은 경우에는 양방향 주사(double scan)를 하게 되며, QP가 24보다 큰 경우에는 단방향 주사(simple scan), 즉 지그재그 주사(zig-zag scan)를 하게 된다. 단방향 주사된 휘도 계수값이 Tcoeff_SLuma이고 양방향 주사된 휘도 계수값이 Tcoeff_DLuma이므로 표 4(b)에서 Intra 프레임의 경우 QP<24인 경우에 Tcoeff_Luma에 해당되는 테이블은 Tcoeff_DLuma에 적용되며, 그 외의 경우에는 모두 Tcoeff_SLuma에 적용된다. 참고로 모의 실험에서

codeword number가 0~255인 부호화 요소에 대해서만 FRAT를 적용하였는데 그 이유는 codeword number가 255를 넘는 부호화 요소의 경우 그 발생빈도수가 총 1% 미만이어서 FRAT를 적용하지 않아도 전체 효율에 미미한 영향을 주는 반면, FRAT의 길이는 그만큼 짧아지기 때문이다. 본 실험에서는 표 4의 FRAT를 가지고 각 대상 부호화 요소에 적용했을 때 총 비트 감소율을 분석하였다.

먼저 1~31까지의 QP 범위를 세 영역으로 나누어, 각 영역에 하나의 FRAT를 사용했을 경우 얻을 수 있는 최적 결과를 알기 위해 주어진 300 프레임에 대한 각 부호화 요소의 통계를 모두 얻는다. 그리고 이를 바탕으로 최적의 FRAT를 구하고 이를 이용해 부호화 했을 경우 얻은 부호화 결과를 MOC(Maximally Optimized Case)로 표시하여 그림 8에 표시하였다. MOC 그래프는 주어진 영상의 실제 확률분포를 동일 영상에 그대로 적용하는 것으로 이에 소요되는 지연을 감수하지 않고는 실현될 수 없는 방법이다. 따라서, 현실성이 떨어지지만, 이것이 FRAT로서 도달할 수 있는 최적 성능의 상한선을 알려주므로, 비교의 목적으로 그림 8에 삽입하였다. 또한 3개의 QP 영역 대신, 각 QP별 FRAT를 별도로 사용했을 경우도 그림 8에 표시하였다.



(a) Inter 프레임



(b) Intra 프레임

그림 8. 3-QP FRAT와 최적화된 경우와의 비교
Fig. 8. Comparison of the 3-QP FRAT with MOC (Maximally Optimized Case).

그림 8에서 FRAT의 성능을 비교해 보았을 때 QP가 감소함에 따라 FRAT의 효율이 MOC 곡선에 접근하는 것을 볼 수가 있다. QP가 높은 저비트율 영역에서 FRAT 성능이 떨어지는 이유는 MOC 실험에서 총 비트 감소율에 큰 기여를 하던 부호화 요소 MB_type의 비트 감소율이 FRAT 적용 후 1% 미만으로 떨어졌기 때문이다. 각 영상별로 QP에 따른 MB_type의 발생확률의 변화를 비교해 본 결과 QP가 큰 영역에서는, QP 외에도 영상에 따라 확률분포가 다소 다르게 나타나고 있음을 발견하였다. 그러므로 영상의 특성에 따라 변화하는 발생확률의 결정요소를 파악하고 이를 고려하여 MB_type에 대한 FRAT를 영상의 특성에 따라서도 다르게 적용할 수 있다면 부호화 효율을 좀 더 높일 수 있을 것이다. 따라서 이것은 본 논문의 FRAT방법을 좀 더 개선할 수 있는 차후 연구방향의 하나이다. 또한 각 QP별로 FRAT를 적용한 경우(31-QP FRAT)와 QP를 세 영역으로 나누어 FRAT를 적용한 경우(3-QP FRAT)와의 성능을 비교해 보면, Intra 프레임의 경우에는 3-QP FRAT가 31-QP FRAT에 비해 낮은 QP에서는 대략 4~5% 정도 성능이 떨어졌으나 QP가 증가함에 따라 그 성능 차가 조금씩 줄어들고 있음을 볼 수 있다. 또한 Inter 프레임의 경우에는 3-QP FRAT를 적용할 때 31-QP FRAT에 비해 1% 미만의 미미한 감소밖에 없는 것을 볼 수 있다. 즉, QP에 따른 발생확률

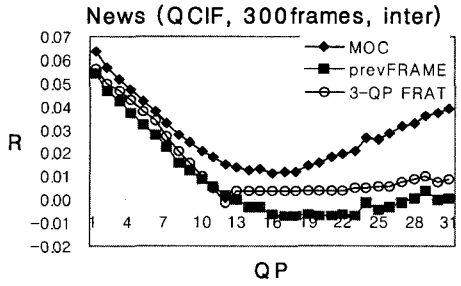
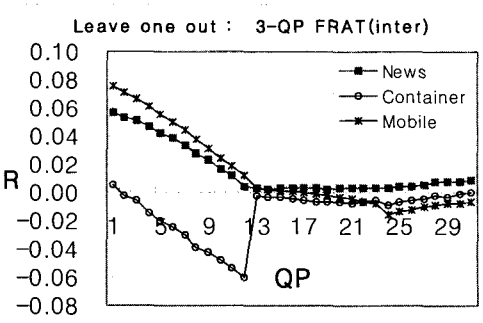


그림 9. 제안방법과 이전 프레임을 이용한 재배정 방법의 비교
Fig. 9. Comparison of the proposed method with the re-mapping method based on previous frame.

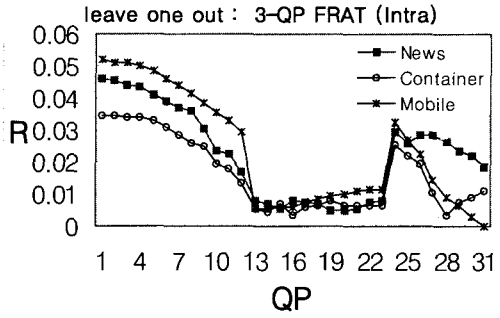
의 변화율이 일정하면서도 그 폭이 작기 때문에 일정 QP 영역으로 나누어 FRAT를 적용해도 그 성능 차가 크지 않은 것이다. 결과적으로 Mobile and Calendar 영상에서 3-QP를 사용하였을 때 낮은 QP에서 Intra 프레임의 경우 최대 5%, Inter 프레임의 경우 최대 약 8%의 비트 감소율을 보였다.

그림 9는 기존의 방법처럼 이전 프레임의 부호화 요소 통계를 이용하여 재배정 테이블을 적용한 경우와 FRAT와의 성능을 비교해 놓은 것이다. 그림 9에서 보는 바와 같이 대부분의 경우, 제안한 FRAT의 성능이 더 우수함을 볼 수 있으며 특히 QP가 증가함에 따라 성능차가 두드러지게 나타나고 있다. QP가 증가함에 따라 run/revel 부호화 요소의 경우, 프레임에 따라 그 발생 확률의 변화가 크기 때문에 이전 프레임의 부호화 요소 통계를 이용한 방법의 비트 감소율이 오히려 마이너스가 된다. 즉, QP가 커짐에 따라 영이 아닌 값으로 양자화되는 계수의 수가 줄어들고 이에 따라 부호화 되는 run/level 부호화 요소의 절대적인 수가 작아지므로, 이전 프레임에서 발생한 부호화 요소들을 모아 얻은 부호화 요소에 대한 발생 통계의 안정성이 떨어지게 되어, 결국 현재 프레임의 부호화 요소발생 확률을 잘 예측할 수 없게 되는 것이다. 따라서, 좀 더 안정된 통계를 얻기 위해 이전 N개의 프레임의 발생확률을 모으거나 프레임마다 통계의 가중치를 두어 통계치를 축적해 나가는 방법을 사용하여 좀더 부호화 효율을 개선할 수도 있을 것이다.

지금까지의 FRAT 실험에서는 5개의 시퀀스에 대한 통계적 특성을 모두 조사해서 FRAT를 생성하기 때문에 부호화 효율 평가시 사용할 시퀀스에 대한 통계도 FRAT에 반영되었다. 예를 들어 container 영상의 부호화에 사용되는 FRAT에는 container 영상 자신에 대한 통계적 특성도 함께 포함되기 때문에 통계적으로 바이어스된 결과를 보일 것으로 예상된다. 그러므로 이번에는, 실험할 대상 시퀀스에 대한 통계를 제외한 나머지 시퀀스의 통계만을 가지고 FRAT를 구성한 다음 동일한 실험을 하는 Leave-one-out방법을 사용하였다. 즉 container에 대해 실험할 경우 container를 제외한 나머지 4개의 시퀀스만으로 FRAT를 구성하는 것이다. 위의 FRAT 실험 중 QP를 세 영역으로 나눈 3-QP FRAT에 대해서 Leave-one-out 실험을 하였다. Intra, Inter 프레임에 대하여 News, Container, Mobile and Calendar 영상의 결과는 그림 10과 같다.



(a) Inter 프레임



(b) Intra 프레임

그림 10. 3-QP FRAT leave-one-out 실험
Fig. 10. 3-QP FRAT leave-one-out experiment.

그림 10의 Inter 프레임의 경우 container영상은 비트 감소율 곡선이 오히려 마이너스가 되는 것을 볼 수 있는데 이것은 container영상의 데이타가 다른 영상과 비교해 보았을 때 이질적인 통계를 갖고 있기 때문이다. container영상의 경우 영상 전체적으로 움직임이 거의 없으나 다른 영상들의 경우 카메라에 의해서, 또는 물체에 의해서 발생하는 움직임이 비교적 크기 때문에 서로 다른 통계적 성질을 가지게 된다. 이를 좀더 자세히 분석하기 위해 부호화 요소별로 QP에 따른 발생확률의 변화와 비트 감소율을 다른 영상과 비교해본 결과 움직임이 작은 영상의 경우 QP에 관계없이 UVLC의 발생 확률 분포에 매우 근접해 있기 때문에 재배정 테이블을 이용하는 방법으로 부호화 효율을 높이기 어려운 것으로 나타났다. 결과적으로 그림 8과 10을 비교해 볼 때 leave-one-out실험의 결과가 부호화 효율의 측면에서 1% 미만의 미미한 감소만이 있음을 알 수 있다. 표 5는 각각 Inter와 Intra 프레임에서 FRAT 기법을 이용하여 부호화한 경우의 총 비트율을 TML-1.0과

비교해 놓은 것이다. 그림 10에서 FRAT 기법이 어느 정도 효율을 보인 영역은 Inter, Intra 프레임 모두 QP가 대략 12이하인 고비트율 영역이었다. 이것을 표 5에서 보면 QP가 12이하에 대하여, Inter 프레임의 경우 QCIF 영상에서는 프레임율 10Hz, 15Hz에서 평균 90Kbps, CIF 영상에서는 프레임율이 30Hz에서 1.2Mbps 이상을 의미하고 Intra 프레임의 경우에는 각각 40Kbits, 360Kbits 이상을 의미한다. 한편 현재의 H.26L이 이미 여러 부호화 측면에서 최적화 된 상태이므로, 제안 방법의 5~8% 정도의 부호화 효율 증가는 비록 절대적인 그 크기는 작으나 의미 있는 것이다. 특히 별도의 계산량이나 전송 오버헤드 없이 제안방법의 적용이 가능하며 현재의 UVLC의 기본 구조를 그대로 유지하면서 추가의 비트 감소를 얻을 수 있어 유용할 것으로 생각된다.

표 5. 각 영상에 따른 TML-1.0과 FRAT의 QP별 총 비트율 비교

Table 5. Bitrate companison of FRAT with TML-1.0 in each test sequence.

(a) Inter 프레임

QP별 각 영상의 총 비트율 - Inter 프레임 (Kbps)												
Image	QCIF										CIF	
	Silent		News		Foreman		Container		Average		Mobile	
QP	TM.1.0	FRAT	TM.1.0	FRAT	TM.1.0	FRAT	TM.1.0	FRAT	TM.1.0	FRAT	TM.1.0	FRAT
1	277	262	295	278	569	551	314	313	366	361	4094	3784
3	219	209	239	227	464	446	238	240	290	281	3369	3145
5	169	163	191	183	360	349	175	179	224	219	2721	2569
8	116	114	136	132	247	243	108	112	152	150	1942	1869
12	71	71	96	95	149	149	67	69	91	92	1199	1181
18	33	33	42	42	69	69	22	22	42	42	515	516
25	15	14	19	19	33	33	10	10	19	19	177	180
31	8	8	11	11	19	18	7	7	11	11	93	93

(b) Intra 프레임

QP별 각 영상의 총 비트율 - Intra 프레임 (Kbps)												
Image	QCIF										CIF	
	Silent		News		Foreman		Container		Average		Mobile	
QP	TM.1.0	FRAT	TM.1.0	FRAT	TM.1.0	FRAT	TM.1.0	FRAT	TM.1.0	FRAT	TM.1.0	FRAT
1	124	119	105	100	98	95	98	94	105	102	769	729
3	105	103	91	87	83	81	90	87	92	90	678	644
5	89	87	78	75	69	68	76	73	78	76	594	566
8	67	67	62	60	53	52	58	57	60	59	482	462
12	46	46	45	45	36	37	41	40	42	42	357	347
18	23	23	27	27	20	20	24	24	24	24	217	215
25	10	10	14	14	10	9	12	12	12	11	113	110
31	5	5	7	7	5	5	6	6	6	6	51	51

VI. 결 론

H.26L의 UVLC를 사용하되 부호화 조건에 따른 부호화 요소의 통계적 특성에 맞도록 적응적으로 부호화 요소와 부호어간의 관계를 재배정하는 FRAT기법을 통해 부호화 효율을 높이는 알고리즘을 제안하였다. 본 알고리즘은 부호기와 복호기내에 동일한 고정된 테이블만으로 구현이 가능하기 때문에 기존의 동적 Huffman 기법에 비해 복잡도를 크게 줄였으며, UVLC방법이 제공하는 바람직한 특성들도 그대로 지닐 수 있는 장점이 있다. 제안한 FRAT방법을 5개의 실험 영상 시퀀스에 적용한 결과, 기존 H.26L방법보다 Inter 프레임에서 최대 8%, Intra프레임에서 최대 5%의 비트 감소율을 추가로 얻을 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] Gisle Bjontegaard, "H.26L Test Model Long Term Number 1(TML-2) draft 0, Q15-I-57d0," Red Bank, New Jersey, 1999.

[2] Yuji Itoh, "Bi-directional motion vector coding using universal VLC," Signal Processing: Image Communication 14, pp. 541~557, 1999.

[3] B. Jeon, J. Park, and J. Jeong, "Huffman coding of DCT coefficients using dynamic codeword assignment and adaptive codebook selection," Signal Processing: Image Communications, pp. 253~262, 1998.

[4] 이진학, 김재균, "비디오 압축을 위한 영상간 차분 DCT 계수의 문맥값 기반 부호화 방법," 제13회 신호처리합동학술대회, pp. 281~286, 2000

[5] Fan Ling, Weiping Li, and Hongqiao Sun, "Bitplane Coding of DCT Coefficients for Image and Video Compression," SPIE Conference on Visual Communications and Image Processing'99, SPIE Vol. 3653, January 1999.

[6] T. Wiegand, X. Zhau, and B. Girod, "Long-term Memory Motion-Compensated Prediction," IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology, vol.9, no.1, pp. 70~84, Feb. 1999.

저 자 소 개

崔 雄 一(學生會員)

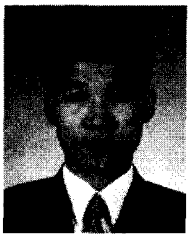
2000년 2월 : 성균관대학교 전기전자 컴퓨터 공학부 졸업(공학사). 2000년 11월~현재 : 성균관대학교 전기전자 컴퓨터 공학부 석사과정. <주관심분야 : 영상압축, 멀티미디어 응용>

劉 國 烈(正會員)

1991년 2월 : 경북대학교 전자공학과(공학사). 1993년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과(공학석사). 1998년 8월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과(공학박사). 1998년 3월~2001년 3월 : 삼성전자 중앙연구소 책임연구원. 2001년 4월~현재 : 영남대학교 전자정보공학부 전임강사. <주관심분야 : 멀티미디어통신, 영상처리 및 동영상 압축 부호화>

全 炳 宇(正會員)

1985년 2월 : 서울대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1987년 2월 : 서울대학교 전자 공학과 졸업(공학석사). 1992년 12월 : Purdue Univ, School of Elec. 졸업(공학박사). 1993년~1997년 8월 : 삼성전자 신호처리연구소 수석연구원. 1997년 9월~현재 : 성균관대학교 전기전자 컴퓨터 공학부 부교수. <주관심분야 : 멀티미디어, 영상압축, 영상인식, 신호처리>



千 罡 旭(正會員)

1988년 2월 : 부산대학교 전자공학과(공학사). 1990년 2월 : KAIST 전기 및 전자공학과(공학석사). 1995년 2월 : KAIST 전기 및 전자공학과(공학박사). 1995년 3월~현재 : 삼성전자㈜ DM연구소 책임연구원. <주관심분야 : image processing, video coding, VLSI architecture for multimedia processing, video streaming>