

# 다중 부호어를 이용한 효율적인 H.264/AVC 동적 부호화 방법

정희원 백성학\*, 문용호\*\*, 김재호\*

## An Efficient Dynamic Entropy Coding by using Multiple Codeword in H.264/AVC

Seong-hak Baek\*, Yong-hoo Moon\*\*, Jae-ho Kim\* *Regular Members*

### 요약

본 논문에서는 H.264/AVC 엔트로피 부호화 방식에서 다중 부호어를 이용한 효율적인 동적 부호화 방법을 제안한다. H.264/AVC에서 사용된 Exp-Golomb 부호어는 정적 확률 분포 특성 때문에 [7]에서 제시한 일원화 구분 요소의 심볼 분포를 충분히 반영하지 못한다. 그러나 본 논문에서 제시한 다중 부호어들은 다양한 통계적 특성을 나타낸다. 따라서 주어진 동영상에 따라 일원화 구분 요소를 부호화하기 위해 다중 부호어들을 선택적으로 사용하는 동적 부호화 방법이 제안된다. 실험 결과에서는 제안한 방식이 [7]방식에 비해 화질의 열화 없이 압축 효율의 우수성을 보여준다.

Key Words : H.264/AVC; Entropy coding; Exp-Golomb VLC; Exp-Golomb code; Syntax element.

### ABSTRACT

In this paper, we propose an efficient dynamic coding scheme by using multiple codewords in H.264/AVC entropy coding. The exponential Golomb (Exp-Golomb) codewords used in H.264/AVC do not reflect enough the symbol distributions of the combined syntax element in [7] due to their static probability distribution characteristics. However, the multiple codewords in this paper have different statistical characteristics. we propose a dynamic coding scheme by using selectively among multiple codewords to encode the combined syntax element according to given image sequences. Simulation results show that our proposed scheme outperforms the existing [7] method in compression efficiency without loss of quality.

### 1. 서론

지금까지 다양한 응용 분야에 따라 MPEG-1/2, H.261, H.263, MPEG-4와 같은 동영상 압축 표준 방식들이 적용되어 왔다. 최근에는 ITU-T VCEG와 ISO/IEC MPEG이 공동으로 새로운 H.264/AVC 동영상 압축 표준 방식이 제정되었다<sup>[1]</sup>. 이 방식의 주요 특징에는 다중 가변 블록과 다중 참조 화면에 의한 움직임 추정/보상 기법, 공간적 방향성에 따른 화면 내 예측 기법, 그리고 계층적 블록 변환 및 정

확한 정합의 역변환 기법 등이 있다. 이러한 기법들은 H.264/AVC 동영상 압축 방식이 기존의 동영상 압축 방식들에 비해 우수한 압축률 향상을 가져왔다<sup>[2]</sup>. 이에 반해, 다중 가변 블록과 참조 화면에 의한 움직임 추정/보상 기법에서는 훨씬 많은 계산량을 요구하고 있다. 그리하여 EPZS(Enhanced Predictive Zonal Search) 개념을 확장한 효율적인 고속 움직임 추정 방법<sup>[3]</sup>, 다중 가변 블록의 특성을 이용한 고속 움직임 추정 방법<sup>[4]</sup>, 그리고 움직임 벡터, 예측 오차 등의 정보들을 이용한 효율적인 다중

\* 부산대학교 전자공학과 영상통신연구실(jbaeksh, jhkim)@pusan.ac.kr, \*\* 부산외국어대학교 (yymoon5@taejo.pufs.ac.kr) 논문번호 : 030564-1217, 접수일자 : 2003년 12 17일

참조 화면 움직임 추정 방법<sup>[5]</sup> 등이 제안되어왔다. 또한 불필요한 이산 코사인 (역)변환과 (역)양자화 계산 과정을 줄이기 위한 목적으로 양자화된 변환 계수 값이 모두 영 (zero)인 블록을 미리 예측하는 기법<sup>[6]</sup>도 제시되었다.

이러한 고속 동영상 압축에 관한 연구와 더불어 부호화 효율을 개선시키려는 노력도 함께 병행되어 왔다. H.264/AVC 동영상 압축 방식에서는 부호화 할 대블록(MacroBlock)에 대하여 다양한 화면 내 (Intra) 또는 화면 간(Inter) 예측 모드들이 존재한다. 이러한 대블록 정보들은 기존의 표준안과는 달리 부가적인 두 구문 요소에 의해 개별적으로 전송된다. 따라서 이에 대한 부호화 효율은 더 이상 간과될 수 없으며, 최근에는 이들 두 구문 요소(RUN, MB\_type)를 하나의 일원화 구문 요소로 변환하여 부호화하는 기법이 제안되었다<sup>[7]</sup>. 그러나 [7]은 일원화 구문 요소를 부호화하는 과정에서 부호화할 심볼의 발생 분포를 고려하지 않고 단지 기존의 Exp-Golomb 부호어를 사용하였다. 이는 가변 길이 부호화 (VLC : Variable Length Coding) 관점에서 매우 비효율적일 수 있다.

본 논문에서는 일원화 구문 요소에 대한 효율적인 동적 부호화 방식을 제안한다. 이 기법에서는 현재 H.264/AVC VLC에서 사용된 Exp-Golomb 부호어를 일반화하여 다양한 통계적 특성을 반영할 수 있는 다중 부호어가 제시된다. 또한 일원화 구문 요소의 심볼 분포가 압축할 동영상의 움직임 정도나 복잡도에 크게 의존한다는 사실도 확인하였다. 따라서 주어진 부호화 조건에 따라 다중 부호어들로부터 가장 효과적인 부호어를 결정하는 것은 부호화 효율을 개선하는데 있어 매우 중요하다. 본 논문에서는 실험적 고찰을 통하여 부호화할 동영상 특성에 따라 적절한 부호어를 추출하였다. 그리고 이렇게 선택된 부호어들은 부호화할 현재 화면에 대한 이전 화면의 생략된 대블록(skipped MB) 정보에 의하여 동적으로 일원화 구문 요소를 부호화하는데 사용된다.

## II. 기존의 부호화 방식

### 1. 일원화 구문 요소를 이용한 부호화 기법<sup>[7]</sup>

H.264/AVC 동영상 압축 방식에서는 다중 가변 블록을 이용한 하이브리드(Hybrid) 예측 기법을 사용한다. 이 기법에는 다중 가변 블록에 종속되는 다

양한 화면 내 또는 화면 간 대블록 예측 모드들이 존재하며, 이들은 부가적인 두 구문 요소인 런 (RUN)과 대블록형(MB\_type)에 의하여 개별적으로 전송된다. 특히 런은 부호화된 대블록에 대한 이전의 생략된 대블록 (skipped MB)의 연속 개수로서 연속 길이 부호화 (RLC : Run-Length Coding)에 의하여 부호화된다. 그러므로 런 부호화는 평탄하고 움직임이 거의 없는 영상에 효과적인 반면, 움직임이 많거나 복잡한 영상에서는 런의 평균 연속 길이가 짧아져 상대적으로 평균 비트 수가 증가된다.

[7]에서는 이들 두 구문 요소를 하나의 일원화 구문 요소로 부호화하는 것을 제안하였다. 또한 일원화 구문 요소는 저 비트율에서의 낮은 부호화 효율을 개선하고자 화면 종료 신호들을 대표하는 하나의 EOF (End-Of-Frame) 심볼을 포함한다. 그림 1은 [7]에서 제안한 일원화 구문 요소를 이용한 효과적인 부호화 기법을 보여준다.

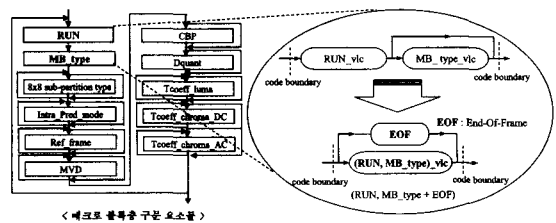


그림 1. 일원화 구문 요소에 의한 부호화 기법

특히 [7]에서는 일원화 구문 요소에 대하여 평균 정보량(Entropy) 개념을 도입하여 그 효과성을 입증하였다. 그리고 일원화 구문 요소는 H.264/AVC에서 양자화된 변환 계수를 제외한 모든 구문 요소에 적용된 Exp-Golomb 부호어를 사용하여 부호화된다.

### 2. Exp-Golomb 부호어의 특성

일반적으로 동영상 엔트로피(Entropy) 부호화에서는 통계적 중복성을 줄이기 위하여 가변 길이 부호화(VLC : Variable Length Coding)를 사용한다. 지금까지 허프만(Huffman) 부호화가 동영상 압축 방식에서 널리 사용되어 왔다. 그러나 허프만 부호표는 어떤 특정 응용 분야에만 국한되어 있으며, 부호어 자체도 다소 복잡하다. 한편 모바일(mobile)이나 인터넷(Internet) 환경에서는 여러 복원이 용이하고 단순한 구조 형태의 부호어가 요구된다. 또한 광범위한 비트율을 제공하는 환경에서는 구조 변경이 용이한 가변 길이 부호어를 사용하는 것이 바람직하다. 이러한 이유로 H.264/AVC 동영상 압축 방식

에서는 Exp-Golomb VLC가 채택되었다. 여기에 사용된 Exp-Golomb 부호어 형태는 표 1과 같이 '1' 코드를 기준으로 식별( $M$  zeros) 코드와 정보( $INFO$ ) 코드로 구성된 정규적인 대칭적 구조를 이룬다.

표 1. H.264/AVC 부호화 방식에서 사용되는 Exp-Golomb 부호어 형태

k-th 영역	부호번호( $N$ ) 범위 $N_{k,r} = N_k + 2^k (k=0 \text{ 제외})$	부호어 구조	
		식별코드	1 정보코드
0	0		1
1	[1,2]	0 1	$X_1$
2	[3,6]	00 1	$X_2 X_1$
...	$[N_b, N_{k,r}-1]$	0 ... 0 1	$X_k \dots X_1$

이때, 식별 코드는  $M$  개의 '0' 비트 길이를 가지며, 정보 코드는 실제적인 정보들을 표현하는 비트 영역으로서, 그 길이는  $M$  값에 의하여 결정된다. 실제적인 부호화 과정에서는 부호화할 심볼의 발생 확률에 따라 높은 확률 순으로 낮은 부호 번호( $N$ )가 부여되는데, 그 부호 번호의 범위 크기( $2^M$ )는 정보 코드의 비트 길이( $n$ )에 의존한다. 그리고 주어진 부호 번호에 대한 식별 코드의  $M$ 과 정보 코드의  $INFO$  값은 식 (1)과 식 (2)의 관계식에 의해 구해진다.

$$M = \text{Int}[\log_2(N + 1)] \tag{1}$$

$$INFO = N + 1 - 2^M \tag{2}$$

여기서  $\text{Int}[x]$ 는  $x$ 의 정수 값을 가진다. 이와 같은 부호화 과정에 의하여 전송된 비트 열은 복호화 과정에서 다음 순서에 의해 쉽게 복원된다.

- 단계 1. 전송된 비트열에서 '1' 코드 이전의 '0' 비트열에 해당하는  $M$  수를 읽는다.
- 단계 2. 단계 1.과정에서 읽은  $M$  수만큼  $INFO$  비트를 읽는다.
- 단계 3.  $N = 2^M + INFO - 1$  관계식에 의해 부호 번호( $N$ )를 구한다.

예를 들어  $N$ 이 5라고 가정하면, 부호화 과정에서는 식 (1)에 의해  $M = 2$  ("001")와 식 (2)에 의해  $INFO = 2(\text{십진수}) = 10(\text{이진수})$  값이 구해지게 되어 "00110" 부호어로 전송된다. 또한 복호화 과정에서는 단계 1, 2 과정을 통하여  $M(=2)$ 과  $INFO (=10(\text{이진수})=2(\text{십진수}))$  값이 얻어지고, 단계 3 과정의 관계식에 의하여  $N$ 은 5로 복원된다. 이와 같이 Exp-Golomb VLC는 별도의 룩업 테이블 없이

도 쉽게 부호화 및 복호화가 가능하고, 그 구조 특성상 가변 길이 부호표의 확장이 용이하다.

### 3. 실험적 고찰

동영상 부호화 방식에서 가변 길이 부호화 (VLC)는 자주 발생하는 심볼에는 짧은 부호어를 부여하고, 상대적으로 자주 발생하지 않은 심볼에는 긴 부호어를 부여함으로써 부호어의 평균 길이를 감소시키는 방식이다. 따라서 가변 길이 부호화의 이론적 최대 성능은 부호화할 심볼의 발생 확률과 할당된 부호어 길이에 의하여 결정된다. 그러나 일반적으로 실제적인 심볼의 발생 확률은 정확히 알 수 없다. 그러므로 가변 길이 부호화의 실제 성능은 항상 이론적 최대 성능과의 차이를 보인다. 그리고 가변 길이 부호화의 성능은 할당된 부호어의 통계적 특성이 부호화할 심볼의 분포 특성에 얼마나 근접하는가에 달려있다. 이와 같은 원리는 Exp-Golomb VLC에서도 마찬가지로 적용된다. 특히 일원화 구문 요소를 이용한 부호화 방식에서는 H.264/AVC에서 사용된 Exp-Golomb 부호어를 그대로 사용하고 있다<sup>7)</sup>. 그러므로 가변 길이 부호화 관점에서 일원화 구문 요소의 심볼 분포에 대하여 현재의 부호어가 얼마나 우수한 성능을 보여 주는지를 고찰하는 것은 매우 중요하다.

본 논문에서는 이와 같은 성능 분석을 위하여 Exp-Golomb 부호어의 구조를 좀 더 구체적으로 살펴보고자 한다. 이들 부호어가 앞서 표 1과 같이 식별 코드의 비트 길이( $M$ )에 따라  $k$ -구획별로 분류된다면, 이때의 정보 코드 비트 길이( $n$ )는  $M$  값과 같다. 따라서 부호화할 심볼을 표현하는데 필요한 부호어의 총 비트 길이( $L=M+1+n$ )는 " $2M+1$ "이 되고, 이때 부호어의  $k$ -구획별 추정 확률( $=2^{-L}$ )은 그림 2.(A)의 실선과 같다.

이와 같은 부호어의 구조적 분석을 통해 그림 2와 같이 Exp-Golomb 부호어의  $k$ -구획별 추정 확률에 대하여 일원화 구문 요소의 실제적인 심볼 분포 특성을 비교 분석한다.

여기서, 그림 2.(B)는 두 동영상(Foreman, News)에 대한 일원화 구문 요소의  $k$ -구획별 실제적인 평균 심볼 발생 확률 분포를 각각 나타낸다. 그림 2로부터 (A)와 (B)간에는 현저한 차이가 있음을 쉽게 알 수 있다. 특히, 이러한 통계적 특성의 차이가 대부분 높은 발생 확률을 보이는 구획에서 훨씬 더 크다. 이러한 현상은 가변 길이 부호화 원리에서 일원화 구문 요소 부호화의 효율을 저하하는 주된 요

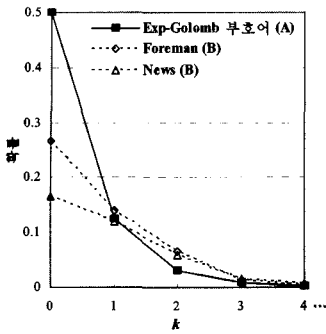


그림 2. Exp-Golomb 부호어와 일원화 구문 요소 심볼간의 k-구획별 통계적 특성 비교  
 (A) 실선 : Exp-Golomb 부호어의 k-구획별 추정확률  $2^{-(2M+1)}$  곡선  
 (B) 점선 : Forman, News (QCIF, 300frames, 10fps) 에 대한 k-구획별 일원화 구문요소 심볼 각각의 평균 확률 분포 곡선

인으로 작용한다. 또한 일원화 구문 요소의 심볼이 종속된 두 구문 요소 심볼들의 조합이므로, 일원화 구문 요소의 심볼 발생 확률은 개개의 종속된 구문 요소의 심볼 발생 확률보다는 클 수 없다. 결론적으로, 기존 Exp-Golomb 부호어의 추정 확률은 일원화 구문 요소의 심볼 분포를 충분히 반영할 수 없으므로 새로운 부호어가 요구된다.

### III. 제안 알고리즘

#### 1. 다중 부호어

H.264/AVC에서 사용된 Exp-Golomb 부호어가 일원화 구문 요소를 부호화하는데 있어 압축 효율을 저해하는 요인으로 작용될 수 있음을 이미 확인하였다. 따라서 본 논문에서는 일원화 구문 요소의 심볼 분포에 적합한 Exp-Golomb 부호어를 구한다. 이때 앞서 언급한 부호화의 장점을 최소화하기 위해 표 2와 같이 정보 코드의 비트 길이(n)에 일정

표 2. 제안하는 다중 부호어 형태

부호어 영역	식별 코드+1	정보 코드의 비트 증가량 (m)					
		m = 0 (가변)	확률	부호번호 비트길이	m = 1	확률	부호번호 비트길이
0	1		$2^{-1}$	1 (2 <sup>0</sup> )	$x_1$	$2^{-2}$	2 (2 <sup>1</sup> )
1	0 1	$x_1$	$2^{-3}$	2 (2 <sup>1</sup> )	$x_1 x_1$	$2^{-4}$	4 (2 <sup>2</sup> )
2	0 0 1	$x_1 x_1$	$2^{-5}$	4 (2 <sup>2</sup> )	$x_1 x_1 x_1$	$2^{-6}$	8 (2 <sup>3</sup> )
...	0 ... 0 1	$x_1 \dots x_1$	$2^{-(2M+1)}$	$2^{(2M-1)}$	$x_1 \dots x_1$	$2^{-(2M+2)}$	$2^{(2M)}$
L		$2^{2M+1} + m$					
부호번호 범위 크기		$2^{(2M-1)}$					

한 비트량  $m$  ( $=1,2,3...$ )만큼 증가하여 다양한 통계적 특성을 나타내는 다중 부호어들을 생성한다. 그리고 부호화할 심볼을 표현하는데 필요한  $m$  값별 다중 부호어의 총 비트 길이(L)는 “ $2M+1+m$ ”이 된다. 따라서  $m$  값별 다중 부호어의 k-구획별 추정 확률 $[=2^{-(2M+1+m)}$ ]은 그림 3과 같다.

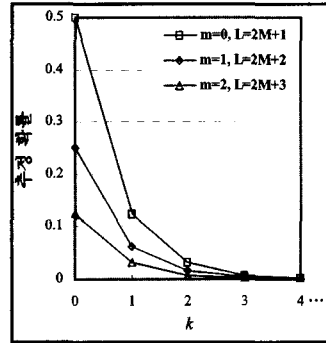


그림 3. 다중 Exp-Golomb 부호어의 k-구획별 통계적 특성

다중 부호어의 k-구획별 부호 번호의 범위 크기는  $m$  값에 따라 식 (1)의  $2^M-1$ 에서  $2^m$  배로 증가하므로 식 (3)과 같이 표현된다.

$$N = 2^m \cdot (2^M - 1) = 2^{M+m} - 2^m \quad (3)$$

이때 다중 부호어의 식별 코드  $M_G$ 과 정보 코드  $INFO_G$ 은 식 (3)에 의해 식 (1), 식 (2)이 각각 식 (4), 식 (5)과 같이 일반화된 관계식으로 유도된다.

$$M_G = \text{Int}[\log_2(N + 2^m)] - m \quad (4)$$

$$INFO_G = N + 2^m(1 - 2^M) \quad (5)$$

이와 같이 다양한 통계적 특성을 지닌 일반화된 다중 부호어들로부터 일원화 구문 요소의 심볼 발생 확률에 적합한 부호어를 구하는 것이 용이해진다. 이를 바탕으로 그림 4와 같이 앞서 주어진 동영상 (Foreman, News)에 대하여 다중 부호어와 일원화 구문 요소 심볼간의 k-구획별 통계적 특성을 재분석하였다.

앞서 가변 길이 부호화에서는 부호화할 심볼과 사용된 부호어간의 통계적 특성 차이가 압축 효율을 크게 좌우한다고 언급하였다. 이러한 관점에서 볼 때, 그림 4에서 “Foreman” 동영상에서는  $m=1$ , “News” 동영상에서는  $m=2$  일 때의 부호어가 일원화 구문 요소의 심볼 분포를 잘 반영할 것으로 보

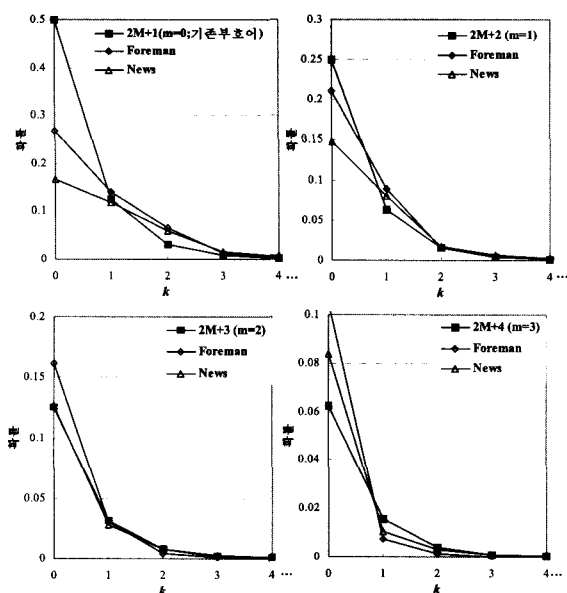


그림 4. 다중 부호어별 동영상에 따른 일원화 구문요소의 k-구획별 통계적 특성

이다. 또한 부호화할 동영상의 특성에 따라 일원화 구문 요소의 심볼 분포가 다르다는 사실도 엿볼 수 있다. 결론적으로, 주어진 동영상에 따라 제한한 다중 부호어로부터 효과적인 부호어를 어떻게 결정하여 부호화할 것인지에 대한 방안이 요구된다.

### 2. 효율적인 동적 부호화

가변 길이 부호화에서의 압축 효율 개선 여부는 사용된 부호어가 부호화할 심볼 분포 특성을 얼마나 잘 반영하는가에 달려있다. 그러므로 다중 부호어로부터 주어진 동영상에 따라 일원화 구문 요소의 k-구획별 평균 심볼 확률 분포와 가장 유사한 m 값이 구해져야 한다. 본 논문에서는 앞서 서로 다른 특성을 갖는 "Foreman"과 "News" 동영상에 대하여 실제적으로 다중 부호어로 부호화했을 때의 개개의 성능 분석을 통하여 m 값을 유추하도록 한다. 이때의 성능 분석은 식 (6)의 부호화 효율  $\xi_m$  을 이용한다.

$$\xi_m = [H(x) \div L_{avg,m}(x)] \times 100 [\%] \quad (6)$$

여기서 'x'는 일원화 구문요소,  $H(x)$ 는 'x'의 평균 정보량 (즉, 엔트로피), 그리고  $L_{avg,m}(x)$ 는 'x'를 m 값 부호어로 표현했을 때 소요되는 평균 비트수를 나타낸다. 따라서 [7]방식에서 사용한 Exp-Golomb 부호어(m=0)에 대한 부호화 효율은  $\xi_0$ 로 정의한다.

본 논문에서 제안된 다중 부호어의 부호화 효율은 식 (7)의  $\Delta\xi_{m,0}$  관계식을 이용하여 상대적인 성능 분석이 가능하도록 한다.

$$\Delta\xi_{m,0} = \xi_m - \xi_0 [\%] \text{ where, } m = 1,2,3... \quad (7)$$

그림 5는 식 (7)에 의하여 얻어진 상대적인 부호화 효율  $\Delta\xi_{m,0}$ 을 나타낸 것이다.

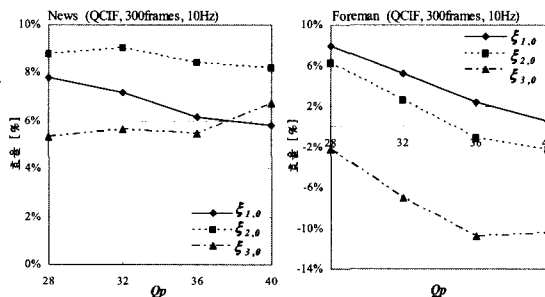


그림 5. 일원화 구문 요소에 대한 다중 부호어의 상대적 성능 분석

그림 5에서 다중 부호어의 부호화 효율 개선 정도가 "Foreman" 동영상에서는  $\xi_{1,0} \geq \xi_{2,0} \geq \xi_{3,0}$ , "News" 동영상에서는  $\xi_{2,0} \geq \xi_{1,0} \geq \xi_{3,0}$  순으로 나타낸다. 따라서 "Foreman" 동영상에서는 m 값이 1인 부호어와 "News" 동영상에서는 m 값이 2인 부호어가 가장 성능이 우수하다. 이것은 그림 6과 같은 동영상 종류에 따라 생략된 대블록의 발생 빈도수가 다르다는 사실에서 기인한다.

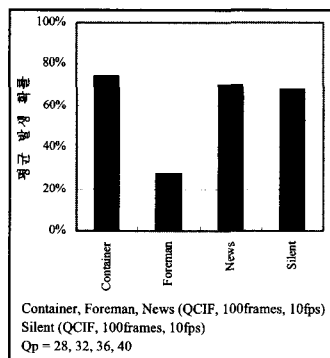


그림 6. 주어진 동영상 특성에 따른 생략된 대블록의 평균 발생 확률

이는 다소 움직임이 적거나 단순한 동영상(News)에 비해 움직임이 많거나 복잡한 동영상(Foreman)이 대체로 큰 예측 오차를 가지므로 생략된 대블록의

발생 빈도수가 매우 적다. 그러므로 일원화 구분 요소 심볼의 발생 확률이 움직임이 많거나 복잡한 동영상보다는 움직임이 적거나 단순한 동영상에서 균일한 분포 특성을 지닌다. 이러한 이유로 움직임이 적거나 단순한 동영상에서의  $m$  값이 상대적으로 클 수밖에 없다. 본 논문에서는 이러한 실험적 고찰을 통하여 두 부호어( $m=1,2$ )중에서 주어진 동영상의 특성에 따라 선택적 부호화 방법을 제시한다.

이는 앞서 그림 6에서 생략된 대블록 정보에 해당하는 런 구분 요소의 심볼 분포가 동영상의 움직임 정도나 복잡도에 따라 크게 좌우된다는 사실에서 그 방안을 찾을 수 있다. 또한 이러한 특성은 시간의 흐름에 크게 의존하지 않는다. 따라서 부호화할 현재 화면의 특성은 동영상의 화면간 시간적 상관성을 이용하여 얻어진다. 즉, 부호화할 화면에 대한 부호어의  $m$  값은 이전 화면의 런 계수 '0' 값이 이용하여 결정된다. 그림 7은 부호화 조건(동영상, QP)에 따른 런 계수 '0' 값에 대한 평균 발생 확률 분포를 나타낸 것이다.

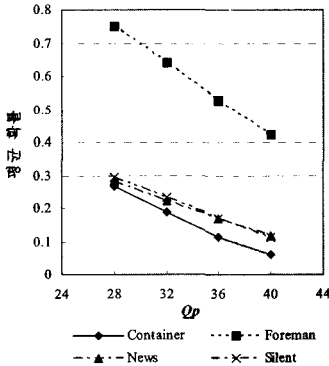


그림 7. 부호화 조건(동영상, QP)에 따른 런 계수 '0' 값의 평균 발생 확률 분포

이와 같이 부호화할 현재 화면에 대한 이전 화면의 런 계수 '0' 값의 발생 빈도수가 QP와는 관계없이 움직임 정도나 복잡도에 따라 현저한 차이를 보인다. 이것은 앞서 제시한 두 부호어를 주어진 동영상 특성에 따라 선택적으로 적용될 수 있도록 하는 매개로서 사용가능하다. 결론적으로, 본 논문에서는 그림 8과 같이 일원화 구분 요소에 대한 효율적인 동적 부호화 기법을 제안한다.

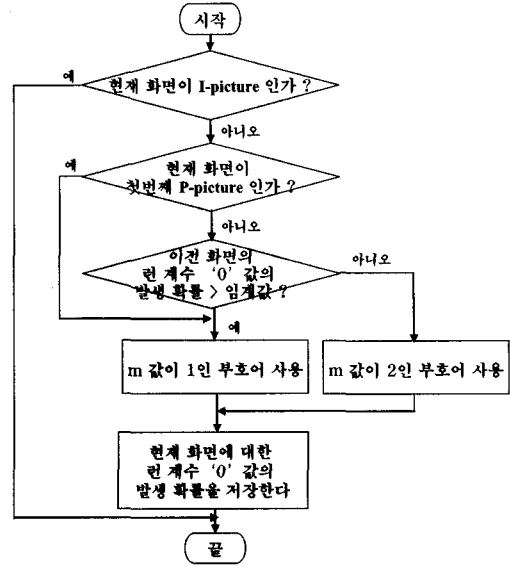


그림 8. 제안하는 일원화 구분 요소 부호화 과정

#### IV. 실험 결과 및 고찰

본 논문에서는 H.264/AVC JM6.1e 소프트웨어를 사용하여 모의실험을 수행하였다. 실험에 사용된 동영상은 QCIF(해상도: 176x144) 형식의 “Container”, “Foreman”, “News” 그리고 “Silent”이다. 사용된 총 프레임 수는 300 프레임이고, 프레임 율은 Silent 동영상에는 15fps, 나머지 동영상에는 10fps를 적용하였다. 또한 움직임 추정/보상에서 사용된 참조 화면 수는 5로 하였다. 또한 양자화 크기(QP)는 28, 32, 36, 40으로 하였다. 이와 같은 실험 조건은 JVT의 권고인<sup>[8]</sup>에 따른 것이다.

객관적인 성능 평가를 위하여 일원화 구분 요소를 이용한 부호화 기법에 대하여 각각의 식 (8)과 식 (9)을 이용한 평균 비트 감소율을 구한다.

$$Rc = \frac{L_{org} - L_{uc}}{L_{org}} \times 100 [\%] \quad (8)$$

$$Rp = \frac{L_{org} - L_{up}}{L_{org}} \times 100 [\%] \quad (9)$$

여기서,  $L_{org}$ ,  $L_{uc}$  는 H.264/AVC JM6.1e에서 런(RUN)과 대블록형(MB\_type) 구분 요소를 각각 개별적으로 부호화했을 때와 일원화 구분 요소로 부호화했을 때<sup>[7]</sup>의 각각 소요되는 평균 비트수이다. 그리고  $L_{up}$ 는 본 논문에서 제안한 방식으로 부호화했을 때의 소요되는 평균 비트수이다. 그림 9는 앞

서 식 (8)과 식 (9)에 의하여 얻어진 평균 비트 감소율을 보여준다.

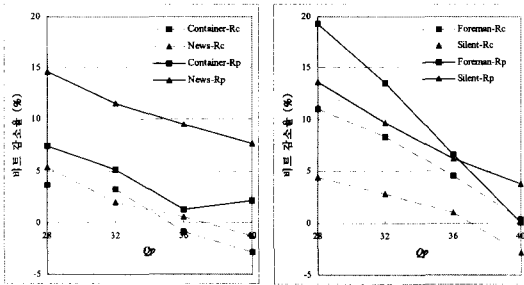


그림 9. H.264/AVC JM6.1e에서 런과 대블록형 구문 요소를 각각 부호화했을 때 소요되는 비트 수에 대한 평균 비트

여기서,  $R_c$  (점선)는 [7]방식의 평균 비트 감소율이며,  $R_p$  (실선)는 제안 방식의 평균 비트 감소율을 나타낸다. 비록 동영상 종류나 양자화 계수(QP)에 따라 다소 성능 차이는 있지만, 전반적으로 제안 방식이 [7]방식에 비해 화질의 열화 없이 성능의 우수함을 보여준다. 그리고 전체 비트 감소율에서는 평균적으로 약 1% 정도의 압축률이 향상되었다. 한편 이러한 실험적 결과는 H.264/AVC에서 사용되는 Exp-Golomb 가변 길이 부호화 효율이 부호화할 구문 요소와 할당된 부호어간의 통계적 특성에 의하여 크게 좌우된다는 사실을 입증하였다. 또한 제안 방식은 [7]방식에 비해 별도의 H/W 증가 없이도 구현이 가능하다.

### V. 결론

현재 H.264/AVC 엔트로피 부호화 방식에서 사용된 Exp-Golomb 부호어로는 [7]에서 제시한 일원화 구문 요소의 심플 분포를 충분히 반영하지 못하였다. 본 논문에서는 Exp-Golomb 부호어의 관계식을 일반화하여 다양한 통계적 특성을 반영할 수 있는 다중 부호어들을 제시하였고, 이들로부터 동영상 종류에 따라 선택적으로 부호화하는 기법을 제안하였다. 실험 결과에서는 제안 방식이 [7]방식에 비해 화질의 열화 없이 압축 효율의 우수성을 보여준다. 끝으로, 본 논문에서 제안한 방식은 일원화 구문 요소에만 국한하였으나, 모든 구문 요소에 대해서도 적용이 가능할 것으로 예상된다.

### 참고 문헌

[1] Joint Video Team of ITU-T and ISO/IEC JTC

1, "Draft ITU-T Recommendation and Final Draft International Standard of Joint Video Specification (ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10 AVC)," *JVT of ISO/IEC MPEG and ITU-T VCEG, JVT-G050*, March 2003.

[2] P. Topiwala, G. Sullivan, A. John, F. Kossentini, "Overview and Performance Evaluation of the ITU-T Draft H.26L Video Coding Standard," *Proc. SPIE, Appl. of Digital Image Processing*, August 2001.

[3] Hye-Yeon Cheong, A.M. Tourapis, "Fast motion estimation within the H.264 codec," *ICME*, Vol. 3, pp. 517 -520, July 2003.

[4] Chang, A., Au, O.C., Yeung, Y.M., "A novel approach to fast multi-block motion estimation for H.264 video coding," *ICME*, Vol. 1, pp. 105 -108, July 2003.

[5] Yu-Wen Huang, Bing-Yu Hsieh, Tu-Chih Wang, Shao-K Chien, Shyh-Yih Ma, Chun-Fu Shen, Liang-Gee Chen, "Analysis and reduction of reference frames for motion estimation in MPEG-4 AVC/JVT/H.264," *ICME*, Vol.2, pp. 809 -812, July 2003.

[6] 김규영, 문용호, 김재호, "고속 동영상 압축을 위한 개선된 DCT 및 양자화 과정 생략 방식," *한국통신학회논문지*, 제28권, 제7호, pp.696-704, 2003.

[7] 백성학, 문용호, 김재호, "새로운 구문 요소를 이용한 개선된 H.264 동영상 압축 방법," *한국통신학회논문지*, 제28권, 제11C호, pp.1123-1129, 2003.

[8] ITU-T, VCEG-N81, "Recommended Simulation Common Conditions for H.26L Coding Efficiency Experiments on Low-Resolution Progressive-Scan Source Material," Sep.2001.

백 성 학(Seong-hak Baek) 정희원  
한국통신학회논문지 Vol. 26, No. 12A 참고

문 용 호(Yong-ho Moon) 정희원  
현재: 부산외국어대학교 디지털정보공학부 전임강사  
한국통신학회논문지 Vol. 28, No.5C 참고

김 재 호(Jae-ho Kim) 정희원  
한국통신학회논문지 Vol. 26, No. 11A 참고