

## H.264 MB(Macro Block)Layer 비트율 제어를 위한 장면 전환 검출과 적응적인 MAD예측

한찬희\*, 이시웅\*, 최상규\*\*  
 \* 한밭대학교 정보통신전문대학원  
 \*\* 한밭대학교 정보통신컴퓨터공학부

### Scene change detection and adaptive MAD prediction for H.264 MB Layer rate control

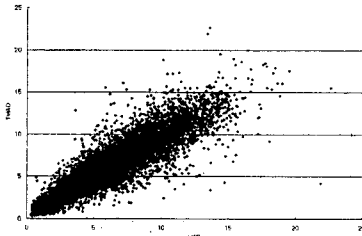
Chan-Hee Han, Si-Woong Lee, Sang-Gyu Choi

**Abstract** - 본 논문은 H.264 MB Layer 비트율 제어를 위한 적응적인 MAD 예측 방법을 제안한다.

첫째, 공간 인접 MB 들 간의 유사도를 기반으로 공간예측 MAD를 구하고 둘째, 프레임의 픽셀 평균값의 차이로 장면 전환을 검출한다. 셋째, 공간예측 MAD와 시간예측 MAD에 MB의 예측 움직임 벡터를 이용한 가중치를 주어 적응적으로 MAD를 예측한다. 실험 결과를 통해 제안한 MAD 예측 방법이 JM11.0의 방법보다 더욱 우수한 예측 성능을 보임을 살펴본다.

#### 1. 서론

영상의 실시간 처리나 용량에 제한이 있는 응용분야에서는 비트율 제어가 매우 중요하다. 대부분의 영상코덱들은 영상의 시간적인 상관도를 고려한 모델을 이용한다. H.264의 참조 소프트웨어인 JM에서도 현재 부호화할 영상의 왜곡을 이전 영상의 왜곡으로부터 예측한다. 다음은 JM에서 사용되는 MAD예측 모델이다.



<그림 1> foreman\_cif sequence의 MAD와 TMAD

$$TPMAD_{k,l} = a \times TMAD_{k-1,l} + b$$

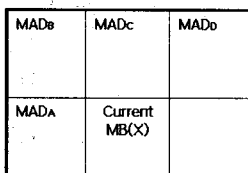
여기서 TPMAD(Temporal Prediction MAD)는 현재 MB의 예측 MAD이며 TMAD는 이전 프레임에서의 동일 위치 MB의 실제 MAD이다. k는 프레임 번호이며 l은 MB 번호이다. a와 b는 모델 파라미터이다.

이 모델은 시간적인 상관성이 많을 때에는 뛰어난 예측성능을 가지지만 장면 전환이나 빠른 움직임을 포함하는 영역에서는 이전 영상과의 상관도가 적으므로 효과적인 예측 예측을 할 수 없게 된다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법을 제안한다.

#### 2. 본론

##### 2.1. 공간예측 MAD선택

영상의 인접 MB들 간에는 공간적 상관도가 존재하므로 MB의 MAD 값들도 높은 상관도를 갖게 된다. 따라서 빠른 움직임으로 인해 시간적 상관도가 떨어지는 MB들의 MAD 예측에서는 공간 상관도를 동시에 이용하여 MAD를 예측하는 것이 효과적이라고 할 수 있다. Raster-scan부호화 순서에 따라 현재 MB의 주위에는 <그림 2>와 같이 4개의 인접 MB 들이 실제 MAD를 갖게 되며, 이 값들 중에서 현재 MB 와의 유사도가 가장 높은 MB의 MAD 값으로부터 현재 MB의 공간 예측치를 추정한다. 본 논문에서는 MB 들간의 유사도를 측정하는 방법으로 아래식과 같이 MB의 픽셀 평균값과 표준편차를 이용한다.



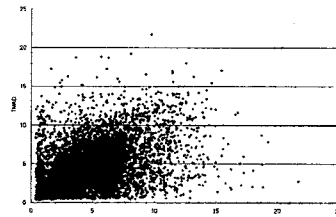
<그림 2> 현재 MB과 주변 MB의 MAD

$$d_i = \sqrt{(Mean_i - Mean_x)^2 + (Std_i - Std_x)^2}, i \in A, B, C, D, P$$

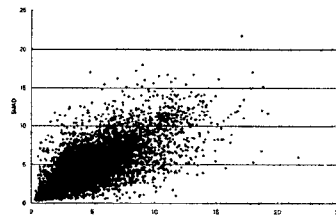
$$d_{min} = \text{MIN}(d_A, \text{MIN}(d_B, \text{MIN}(d_C, d_D)))$$

if ( $d_{min} = d_A$ ) SPMAD = MAD<sub>A</sub>  
 else if ( $d_{min} = d_B$ ) SPMAD = MAD<sub>B</sub>  
 else if ( $d_{min} = d_C$ ) SPMAD = MAD<sub>C</sub>  
 else SPMAD = MAD<sub>D</sub>

여기서 Mean, Std는 각각 MB내 픽셀들의 평균, 표준편차를 나타내고 SPMAD는 spatial prediction MAD이다. P는 이전 프레임에서의 동일 MB 위치이다.



<그림 3> 5-skip foreman\_cif의 MAD와 TPMAD



<그림 4> 5-skip foreman\_cif의 MAD와 SPMAD

<그림 3>과 <그림 4>은 원래의 foreman sequence를 빠른 움직임을 가정하기 위해 5프레임씩 skip해가면서 코딩했을 때의 MAD와 TPMAD, SPMAD간의 상관관계를 나타낸다. 빠른 움직임 영역에서는 시간예측 MAD의 분산이 공간예측 MAD의 분산보다 커져서 시간 MAD 예측 성능이 공간 MAD 예측 성능보다 부정확함을 알 수 있다.

##### 2.2. 장면 전환 검출

영상에서 장면 전환이 발생하게 되면 이전 영상과의 상관도는 거의 없다. 이 경우 이전 영상과 현재 영상의 픽셀 평균값차이는 상관도를 가지는 영상들의 그것과는 차이가 클 것이다.

$$FrameMean_k = \frac{1}{j} \left( \sum_{i=0}^j Mean_{k,i} \right)$$

$$FrameMeanDifference = |FrameMean_k - FrameMean_{k-1}|$$

if ( $FrameMeanDifference > Threshold$ ) SceneChangeFlag = true  
 else SceneChangeFlag = false

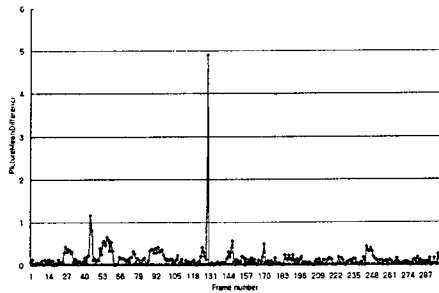
여기서 j는 프레임내 MB의 수이다.

<그림 5>는 table sequence에서 장면 전환이 일어나는 프레임에서 FrameMeanDifference의 값이 다른 프레임들의 그것과 큰 차이가 있음을 보여준다.

<그림 5>table\_cif sequence의 FrameMeanDifference

##### 2.3. 적응적 MAD예측

장면 전환이 발생했을 경우 이전의 영상으로부터 MAD를 예측하는 것은 무의미 하게 된다. 이러한 경우에는 SPMAD를 현재 MB의 예측 MAD로 이용한다. 장면 전환 이외의 경우에는 MB의 움직임을 판단하여 움직임이



많은 적응에 따라 SPAD와 TPMAD에 가중치를 주어 합한다. 하지만 코딩순서상 실제 움직임 벡터 추정은 양자화 파라미터가 결정된 후에 이뤄지기 때문에 비트율 제어단계에서 MB의 실제 움직임 벡터를 미리 알 수 없다. 따라서 현재 MB의 움직임 정도를 측정하는 과정에서 실제 움직임 벡터 대신 움직임 벡터 예측치를 이용한다. 다음은 예측된 x와 y축 움직임 벡터로부터 예측 움직임 벡터양을 구하고 이를 이용하여 적응적으로 MAD를 예측하는 방법이다.

$$pmvq = |pmvx| + |pmvy|$$

```

if (SceneChangeFlag = true) AMAD = SPAD
else
  if ( $d_p > d_{min}$ )
    if ( $pmvq > 16$ )  $\alpha = 0.8$ 
    else if ( $pmvq > 3$ )  $\alpha = 0.5$ 
    else  $\alpha = 0$ 
    AMAD = SPAD  $\times \alpha +$  TPMAD  $\times (1 - \alpha)$ 
  else AMAD = TPMAD

```

여기서 pmvx와 pmvy는 각각 x와 y축 예측 움직임 벡터이며 pmvq(Prediction Motion Vector Quantity)는 예측 움직임 벡터양이다. AMAD(Adaptive MAD)는 최종적으로 예측되는 MAD이다.

#### 2.4. 실험 결과

실험은 본 논문에서 제안하는 방법과 JM11.0의 MB Layer 비트율 제어 방법을 비교하였다. 실험 결과를 통해 제안하는 방법이 JM11.0의 방법 보다 MAD의 예측오차가 줄어들었음을 알 수 있다.

〈표 1〉 실험 결과

		PSNR	MAD PREDICTION ERROR	OUTPUT RATE
coastguard_cif no-skip. 50~150	JM11.0	26.09	0.784002	120.59
	Proposed	26.15	0.735191	120.46
Foreman_cif no-skip. 170~270	JM11.0	27.89	1.494679	120.32
	Proposed	27.88	1.360775	120.32
stefan_sif no-skip. 190~290	JM11.0	23.72	2.597634	240.28
	Proposed	23.72	2.379428	240.28
coastguard_cif 2-skip. 1~300	JM11.0	28.34	0.96734	123.01
	Proposed	28.34	0.953054	123.01
Foreman_cif 2-skip. 1~300	JM11.0	32.05	1.331287	121.28
	Proposed	32.07	1.180954	120.31
hall_cif 2-skip. 1~300	JM11.0	36.94	0.403919	121.06
	Proposed	36.98	0.396037	121.06
news_cif 2-skip. 1~300	JM11.0	36.43	0.477336	121.56
	Proposed	36.44	0.446766	121.61
silent_cif 2-skip. 1~300	JM11.0	34.46	0.46255	121.46
	Proposed	34.50	0.455499	121.46
stefan_sif 2-skip. 1~300	JM11.0	23.82	2.795168	253.02
	Proposed	23.82	2.399943	253.10
table_cif 2-skip. 1~300	JM11.0	35.40	0.825598	251.83
	Proposed	35.40	0.801898	251.83
table_cif (scene change detection)		35.49	0.768888	251.90

### 3. 결론

H.264 참조모델 JM11.0의 움직임 알고리즘에서는 비트율 제어의 chicken-and-egg 딜레마를 풀기 위해 시간적 MAD 예측모델을 이용하여 현재 MB의 MAD를 추정한다. 그리고 추정된 MAD를 R-D 모델에 적용하여 현재 MB의 양자화 파라미터를 결정한다. 따라서 이러한 모델 기반의 움직임 알고리즘이 성공적으로 동작하기 위해서는 MAD 예측 성능의 정확도가 필수적이다. 그러나 현재 이용되고 있는 시간 MAD 예측 모델은 시간적인 상관도가 적은 장면 전환이나 움직임이 많은 부분에서는 정확한 예측 성능을 보장할 수 없다.

본 논문에서는 이런 단점을 보완하여 보다 효과적으로 MAD를 예측하기

위해 시간적인 상관도가 적다고 판단될 때에는 공간방향으로 MAD를 예측하고 이를 시간방향으로 예측된 MAD와의 가중치 합을 구함으로써 적응적으로 MAD를 예측하는 구조를 제시하였다.

#### 〈참고 문헌〉

- [1] Hung-Ju Lee, Ya-Qin Zhang, "Scalable Rate Control for MPEG-4 Video", IEEE Trans. Circuit Syst. Video Technology, 10: 878-894, 2000.
- [2] Anthony Vetro, "MPEG-4 rate control for multiple video objects". IEEE Trans. Circuit Syst. Video Technology, 9: 186-199, 1999.
- [3] Siwei Ma, "Proposed draft description of rate control on JVT standard", JVT-F086, 6th meeting, Awaji, 5-13, December, 2002.
- [4] Zhengguo Li, "Adaptive basic unit layer rate control for JVT", JVT-G012, 7th meeting, Pattaya II, Thailand, 7-14, March, 2003.
- [5] Zhengguo Li, "Adaptive Rate Control with HRD Consideration", JVT-H014, JVT-H017 8th Meeting: Geneva, May 20-26, 2003