

---

# H.264/AVC의 고속 인트라 예측 방법

윤홍준\* · 서영호\*\* · 최현준\* · 김동욱\*

## High-speed Intra Prediction Method for H.264/AVC

Hong-Jun Yun\* · Young-Ho Seo\*\* · Hyun-Jun Choi\* · Dong-Wook Kim\*

---

본 논문은 교육인적자원부, 산업자원부, 노동부의 출연금 및 보조금으로 수행한 최우수실험실지원사업의 연구결과입니다.

---

### 요 약

최근 ISO/IEC와 ITU-T가 공동으로 표준화한 동영상 압축기술 H.264/AVC는 다방면에서 응용분야를 확대시키고 있다. 이 표준은 기존의 MPEG에 비해 여러 가지의 발전된 요소기술들을 포함하고 있는데, 그 중 하나가 인트라 프레임의 공간예측이다. 그러나 이 기술은 많은 연산량이 필요하다는 단점을 갖고 있다. 본 논문에서는 이 단점을 보완하기 위해 화질의 열화를 0.02dB 정도로 최소화하면서 60% 정도의 연산량을 줄이는 방법을 제안하였다. 이 방법은 좌측과 상측의 이미 처리된 블록들의 예측방향을 참조하여 특별한 선 조치 없이 곧바로 예측을 위한 연산방법을 결정하는 방법이다. 기존 방법에 비해 이 방법은 비슷한 연산량 감소에도 불구하고 화질의 열화는 매우 적어 향후 많은 사용이 기대된다. 특히 전력이 제한되는 DMB 폰과 같은 무선통신 단말기에서 제안한 방법은 매우 유용하게 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

### ABSTRACT

Recently, the H.264/AVC, which was standardized jointly by ISO/IEC and ITU-T, has been expanding its applications in various areas. This standard includes many advanced component techniques compared to the existing MPEG techniques. Intra prediction which is to predict the spatial data in an intra frame in one of them. But it has a serious defect that it needs large amount of calculation. To overcome this defect, this paper proposed a method to reduce about 60% of the amount of calculation with only 0.02dB of image quality degradation. This method determines the calculation method directly without much pre-calculation process by referring the left block(s) and upper blocks(s) that were processed already. Comparing to the existing methods, its image quality degradation is so small that it is expected to be used in many areas. Especially in the wireless appliances such as DMB phone which has restricted power source, we expect it would be used efficiently.

### 키워드

H.264/AVC, Intra Prediction, MPEG, Compression

---

\* 광운대학교 전자재료공학과 디지털 설계 및 테스트 연구실 접수일자 : 2006. 2. 20

\*\* 한성대학교 정보통신공학과

## I. 서 론

19세기 말부터 멀티미디어 시대로 진입한 후 20세기 들어 가장 정보-함축적인 영상/비디오의 수요가 폭발적으로 증가하고 있다. 더욱이 정보통신 중 무선통신의 비중이 급속히 증가하고 있고, 이러한 수요에 부응하는 서비스(위성과 및 지상파 DMB 등)가 지속적으로 개발되고 있다. 영상정보는 정보-함축적일 뿐 아니라 소비자의 지각속도가 빠르고 쉽게 내용을 파악할 수 있는 등 많은 장점을 갖고 있는 미디어인 반면, 데이터양이 많다는 단점을 갖고 있다. 따라서 지난 20여년간 영상 데이터의 데이터양을 줄이는 노력이 국제적으로 꾸준히 경주되어 오고 있다.

최근 MPEG 압축기술을 표준화하던 ISO/IEC[1]와 H.26X를 표준화하던 ITU-T[2]가 결합하여 고효율의 비디오 압축기술인 H.264/AVC(MPEG-4 Part-10 AVC라고도 함)를 표준화하기에 이르렀다[3][4]. H.264/AVC는 기존의 MPEG-2보다 40% 이상, MPEG-4보다 30% 이상 압축효율이 좋은 것으로 평가되고 있으며[5], 이미 DMB의 표준기술로 채택된 바 있다.

H.264/AVC는 기존의 MPEG이나 H.26X 기술이 갖고 있지 않은 기술들을 많이 포함하고 있는데[4], 화면 내의 공간적 예측방법인 인트라 예측(intra prediction), 가변크기의 블록 움직임 예측 및 보상, 다중참조 프레임의 움직임 예측, 1/4 화소까지의 움직임 예측, 정수 DCT, 컨텍스트에 의한 엔트로피 코딩(CAVLC, CABAC) 등이 그들이다. 그 중 인트라 예측은 움직임 예측에 의하지 않는 인트라 프레임 내에서 기존 표준의 DC-DPCM (Differential Pulse Code Modulation)에 의하지 않고 주위 블록들의 화소값들로 현재블록의 화소값들을 예측하여 예측 모드와 예측에 의한 오차값을 부호화하는 기술이다. 예측모드는 휘도성분을 4×4 블록으로 예측할 경우에는 9개, 16×16 블록으로 예측할 때에는 4개가 각각 정의되어 있으며, 색차 성분 Cb와 Cr같은 예측모드로 결정되며 8×8 블록으로만 예측하고 16×16 휘도블록과 동일한 4개의 예측모드를 갖고 있다. H.264/AVC는 4:2:0의 색차형식을 사용하므로 16×16의 한 블록을 예측하는데 총 152번의 예측모드를 계산하여야 하므로 많은 연산량을 필요로 하며, 인트라 프레임 연산의 60%를 차지한다[6]. 따라서 이 연산량을 줄이는 노력의 필요성이 대두되었다.

인트라 예측의 가능한 모드 중 가장 오차가 적은 모드

는 하나이므로, 이 연구의 방향은 가장 적은 모드를 검색하여 가장 오차가 적은 모드에 최대한 근접하도록 하는 것이다. Kuo 팀은 계층적인 모드선택 방법을 제안하였다[7]. 또한 Pan[8]은 Sobel 마스크와 에지 히스토그램을 이용하고, 정제창 교수팀[9]은 특별히 고안한 미스킹 필터를 사용하여 예측모드를 선택하는 방법을 제안하였다. 그러나 이들은 모드선택을 위한 선 연산을 포함하고 있어 그 자체가 복잡성을 증가시키고 있다. 본 논문 또한 13개의 예측모드 중 일부만을 연산하는 방법을 제안하고자 하며, 이 때 모드의 선택을 위한 연산을 최소화 하고, 일부 모드만을 선택적으로 검사함으로써 인한 화질의 열화를 최소화 하고자 한다.

## II. 인트라 예측

기존 동영상 압축 방식에서 같은 화면내의 중복성 제거 방식으로 MPEG-2는 주파수로 변환된 DC 계수의 차이만을 예측하는 DC-DPCM 방식을 사용하고 MPEG-4는 DC와 첫 번째 AC계수까지 예측할 수 있는 모드를 갖고 있다. H.264/AVC에서는 기존 방식과는 달리 공간 영역에서 블록단위의 예측을 수행한다. 공간영역에서의 예측은 인트라 매크로 블록에 대한 압축 효율을 높일 수 있지만 많은 연산을 필요로 하고 하드웨어 자원의 사용율을 높여 부호화기의 복잡도를 증가시킨다.

H.264/AVC의 인트라 예측은 블록에 따라 세 가지 방식으로 구분된다. 첫 번째는 휘도 성분을 대상으로 4×4 블록 크기로 예측하는 방식으로 9가지 모드가 존재한다. 두 번째 방식은 휘도 성분의 16×16 블록 크기를 대상으로 한 4가지 모드이며, 마지막으로 색차 성분을 위한 8×8 블록 크기의 4가지 모드가 있다.

### 2.1. 휘도성분의 4×4 블록단위 예측

그림 1은 휘도 성분을 위한 4×4 인트라 예측을 위해 참조하는 주변 화소들을 나타내었다. 주변에서 영문 소문자(a~p)로 표시된 화소들은 예측될 4×4 블록의 화소들이며, 대문자(A~M)는 예측을 위해 참조할 주변 화소들이다. 이 참조화소들로 예측하는 9가지의 예측모드는 그림 2에 나타내었고, 각 예측모드에서 각 화소들의 값을 예측하는 방법은 표 1에 나타내었다. 이 표에서 Ps는 각 모드의 예측방향이 시작하는 참조화소를 나타내고, Pl,u와

Pr,d는 Ps와 인접한 좌 또는 상위 참조화소와 우 또는 하위 참조화소를 각각 나타낸다. 또한 “ $\gg x$ ”는 오른쪽 방향으로 x bit 이동(shift)하는 것을 뜻한다. 예를 들어 모드 3(좌하 대각선 방향)에서 b는  $(C+2B+2D)\gg 2$ 로 예측된다. 모드 2(DC)는 참조화소들의 평균값으로 예측되는 모드인데, 프레임의 맨 좌측과 맨 우측 블록은 참조화소들의 일부 또는 전부가 존재하지 않기 때문에 네 가지 경우로 구분된다.

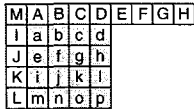


그림 1. 인트라 예측을 위한 참조 화소.  
Fig. 1. Reference pixels for intra prediction.

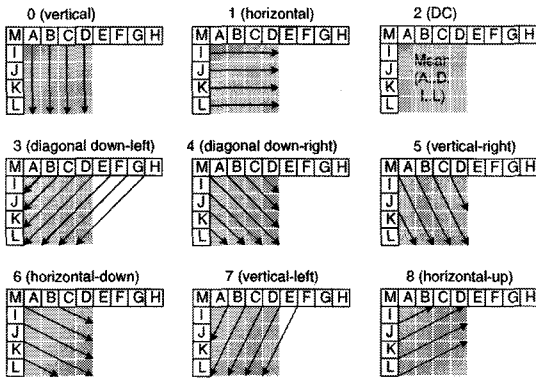


그림 2. 휘도성분의 4x4 블록 인트라 예측 모드.  
Fig. 2. 4x4 block intra prediction modes for luminance component.

표 1. 휘도성분 4x4 블록 인트라 예측 연산  
Table 1. Intra prediction calculation 4x4 luminance block

Mode	Pixels	Prediction
0	all	upper reference pixel
1	all	left reference pixel
2	all	if A~D, I~L are available, $(A+B+C+D+I+J+K+L+4)\gg 3$
	all	if only I~L are available, $(I+J+K+L+2)\gg 2$
	all	if only A~D are available, $(A+B+C+D+2)\gg 2$
	all	if none is available, $1\ll(\text{bit\_depth}-1)$

3	all	$(Pl,u+2Ps+Pr,d+2)\gg 2$
	p	$(G+3H+2)\gg 2$
4	all	$(Pl,u+2Ps+Pr,d+2)\gg 2$
5	a,b,c,d,j,k,l	$(Pl,u+Pr,d+1)\gg 1$
	e,f,g,h,i,m,n,o,p	$(Pl,u+2Ps+Pr,d+2)\gg 2$
6	a,e,g,i,k,m,o	$(Pl,u+Pr,d+1)\gg 1$
	b,c,d,f,h,j,l,n,p	$(Pl,u+2Ps+Pr,d+2)\gg 2$
7	a,b,c,d,i,j,k,l	$(Pl,u+Pr,d+1)\gg 1$
	e,f,g,h,m,n,o,p	$(Pl,u+2Ps+Pr,d+2)\gg 2$
8	a,c,e,g,i	$(Pl,u+Pr,d+1)\gg 1$
	b,d,f,h,j	$(Pl,u+2Ps+Pr,d+2)\gg 2$
	k,l,m,n,o,p	L

2.2. 휘도성분의 16x16 블록단위 예측

그림 3은 휘도성분을 16x16 블록 단위로 예측하는 예측 모드들을 나타내었다. 그림에서 음영부분이 예측될 현재 블록이며, 음영이 없는 부분이 참조화소들을 나타낸다. 4x4 블록단위의 예측과는 달리 16x16 블록단위 예측에서는 우상측의 화소들은 참조하지 않는다. 이 네 가지 예측모드 중 모드 0, 모드 1, 모드 2는 4x4 블록단위의 예측과 동일한 방법을 사용하나, 모드 3(plane)은 우상측 화소들을 참조하지 않기 때문에 4x4 블록단위의 경우와는 다르다. 또한 16x16 블록의 경우 단일 값으로 예측하기에는 블록의 크기가 너무 크므로 상측과 좌측의 참조화소들의 값을 적절히 참조하여 완전한 예측값이 나오도록 하고 있다. 모드 3의 예측방법은 다음과 같다. 여기서 그림에 표시한 좌표를 사용하며, P(x,y)는 좌표 (x,y)의 화소를 의미하고 현재 블록의 최좌상위 화소를 P(0,0)으로 한다.

$$Pred(x,y) = Clip((a + b \cdot (x - 7) + c \cdot (y - 7) + 16) \gg 5) \tag{1}$$

$$Clip(k) = \begin{cases} 0; & k < 0 \\ 255; & k > 255 \\ k; & otherwise \end{cases} \tag{2}$$

$$a = 16(P(-1,15) + P(15,-1)) \tag{3}$$

$$b = (5H + 32) \gg \gg 6 \tag{4}$$

$$c = (5V + 32) \gg \gg 6 \tag{5}$$

$$H = \sum_{x=1}^8 x \cdot (P(7+x,-1) - P(7-x,-1)) \tag{6}$$

$$V = \sum_{y=1}^8 y \cdot (P(-1,7+y) - P(-1,7-y)) \tag{7}$$

휘도성분은 16×16 블록단위로 먼저 예측하고 그 중 가장 오차가 작은 값과 4×4 블록 단위의 예측모드로 예측한 것 중 가장 오차가 작은 것을 최종예측모드로 결정한다. 예측모드가 결정되면 그 예측모드, 그리고 원 영상과 예측된 영상의 차이를 양자화해서 전송한다.

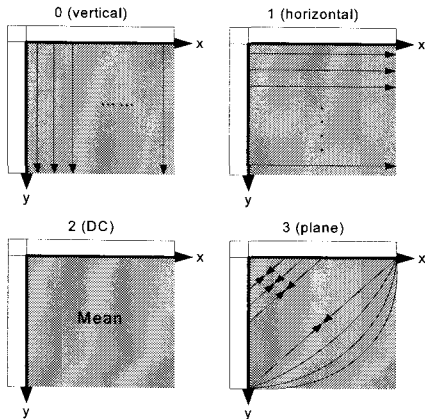


그림 3. 휘도성분의 16×16블록 인트라 예측 모드.  
Fig. 3. 4×4 block intra prediction modes for luminance component.

### 2.3. 색차성분의 8×8 블록단위 예측

H.264/AVC에서는 Y:Cb:Cr=4:2:0의 컬러형식만 사용한다. 따라서 Cb와 Cr 성분의 크기는 Y의 1/4에 해당된다. 또한 색차성분은 휘도성분에 비해 사람의 눈에 덜 민감하므로 8×8 블록단위의 예측모드만 사용한다. 색차성분에 대한 인트라 예측모드는 휘도성분의 16×16 예측모드와 같고, plane 예측의 연산식은 식 (1)부터 (7)까지의 연산식을 8×8 블록에 맞게 수정하여 사용한다. 예를 들어, 맨 우측상단의 참조화소는 P(7, -1), 맨 좌측하단의 참조화소는 P(-1, 7)이 되고, 반올림을 위해 더해지는 수는 16, 그리고 H와 V 연산의 누적덧셈의 횟수는 1부터 4까지가 된다.

색차성분은 이 네 가지 중 원 영상과 가장 작은 오차를 갖는 모드가 선택되며, 그 모드와 원영상과의 차이값을 양자화해서 전송한다.

## III. 고속 인트라 예측 알고리즘

본 장에서는 본 논문에서 제안하는 고속 인트라 예측 방법을 설명한다. 이 방법은 그림 4에 나타난 것과 같이

이미 처리된 좌측과 상측의 예측모드를 참조하여 현재 블록의 예측모드 세트를 결정하여 그 세트에 포함된 예측모드만을 연산한다. 예측순서는 먼저 휘도성분의 16×16 블록단위의 예측을 수행한 후 4×4 블록단위의 예측을 수행한다. 색차성분은 8×8 블록단위 밖에 없으므로 이 단위의 예측을 수행한다.

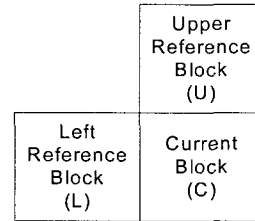


그림 4. 고속예측을 위한 참조블록  
Fig. 4. Reference blocks for high-speed prediction

### 3.1. 휘도성분 16×16 블록단위의 고속 예측

그림 4의 현재블록이 16×16 블록인 경우 좌측과 상측의 참조블록들은 16×16 또는 4×4 블록단위로 존재되어 예측되었을 수 있다. 본 논문에서는 좌측과 상측블록들의 예측방향에 대해 가중평균방향을 계산하여 예측에 사용한다. 좌측과 우측의 가중평균방향,  $K_{left}$ 와  $K_{upper}$ 는 식 (8)과 (9)로 각각 정의된다.

$$K_{left} = ABS\left(\frac{1}{16} \sum_{i=1}^4 W_{left}(i) \cdot A_{left}(i)\right) \quad (8)$$

$$K_{upper} = ABS\left(\frac{1}{16} \sum_{i=1}^4 W_{upper}(i) \cdot A_{upper}(i)\right) \quad (9)$$

이 식들에서  $W_x(i)$ (x는 left 또는 upper)는 현재 블록영역에 해당하는 좌측 또는 상측 참조블록의 크기이다. 예를 들어 좌측에 위로부터 아래로 4×4, 4×4, 16×16으로 이미 예측되어 있다면  $W_{left}(1)=4$ ,  $W_{left}(2)=4$ ,  $W_{left}(3)=8$ ,  $W_{left}(4)=0$ 를 각각 갖는다. 또한  $A_x(i)$ 는 수평방향 예측모드를 기준으로 각 참조블록의 예측방향 각도를 나타낸다. 예를들어, 수직방향 예측모드는 90°, 4×4 블록단위의 모드 4는 45°이다. 본 논문에서는 DC 모드를 180°로 계산한다.

좌측과 상측의 가중평균방향들은 식 (10)과 (11)의 차이값  $K_{diff}$ 와 평균값  $K_{avg}$ 로 예측하며, 예측방법은 표 2에 나타내었다. 표 2의 모드  $a$ 는 한 개 또는 두 개의 예측모드를 검사하고, 모드  $\beta$ 는 두 개 또는 세 개의 예측모드를 검사

하게 된다. 또한 모드  $\gamma$ ,  $\delta$ 는 세 개, 모드  $\epsilon$ 는 두 개, 그리고 모드  $\pi$ 는 한 개의 예측모드를 각각 검사한다.

$$K_{diff} = ABS(K_{left} - K_{upper}) \tag{8}$$

$$K_{avg} = \frac{K_{left} + K_{upper}}{2} \tag{9}$$

표 2. 16×16 블록의 고속 연산모드  
Table 2. High-speed calculation modes for 16×16 block

$K_{diff} (^\circ)$	$K_{avg} (^\circ)$	연산모드	연산할 예측모드
0	-	$\alpha$	$K_{left}, K_{upper}$ 근접모드
$K_{diff} \leq 45$	$K_{avg} \leq 90$	$\beta$	$K_{avg}$ 근처의 두 모드
$45 < K_{diff} \leq 90$	$K_{avg} \leq 90$	$\gamma$	모드 1, 2, 3
$K_{diff} > 90$	$K_{avg} \leq 90$	$\delta$	모드 0, 1, 2
$K_{diff} \leq 90$	$K_{avg} > 90$	$\epsilon$	모드 1, 3
$K_{diff} > 90$	$K_{avg} > 90$	$\pi$	모드 3

3.2. 휘도성분 4×4 블록단위의 고속 예측

그림 4에서 현재블록이 4×4 단위이면 좌측과 상측의 참조블록은 각각 한 개의 예측모드만을 갖게 된다. 따라서 이 경우는 16×16 블록단위의 고속 예측방법과 달리 좌측과 상측 참조블록의 예측모드를 비교하여 고속예측을 위한 연산모드를 결정한다. 표 3에 좌측(L)과 상측(U) 참조블록의 예측모드 방향의 차이각에 따른 고속연산모드를 정의하였는데, 두 예측방향의 차이각이 작을수록 주변 블록들의 동질성은 크다. 표 4에는 좌측과 상측의 각 참조블록의 예측모드에 대한 고속연산 모드를 나타내었다.

표 3. 4×4 블록의 고속연산 모드.  
Table 3. High-speed calculation mode for 4×4 block.

Angle(L, U)	Calculation mode
0°	A
22.5°	B
45°	C
67.5°	D
90° 이상 또는 DC	E

표 4. 4×4 블록의 고속연산 모드 결정.  
Table 4. decision of high-speed calculation mode for 4×4 block.

U \ L	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	A	E	E	C	C	B	D	B	D
1	E	A	E	C	C	D	B	D	B
2	E	E	E	E	E	E	E	E	E
3	C	C	E	A	E	D	D	B	B
4	C	C	E	E	A	B	B	D	D
5	B	D	E	D	B	A	C	C	E
6	D	B	E	D	B	C	A	E	C
7	B	D	E	B	D	C	E	A	C
8	D	E	E	B	D	E	C	C	A

표 5에서 각 고속연산모드에서 예측연산을 수행하는 방법을 나타내었다. 먼저 모드 A는 두 참조블록의 예측모드가 동일하므로 그 예측모드와 DC모드만을 검사한다. 모드 B는 두 참조블록의 예측모드가 비슷하므로 두 모드와 DC모드를 검사하며, 모드 C는 그 사이의 모드까지 검사한다. 모드 D의 경우 67.5°의 차이가 나므로 두 참조블록의 동질성이 많이 떨어진다. 따라서 먼저 두 참조블록의 예측모드와 DC모드를 검사하고, 여기서 DC모드가 가장 작은 오차를 보이면 DC모드로 결정한다. 만약 그렇지 않다면 두 참조블록의 예측모드 사이에 두 개의 예측모드가 존재하는데, 가장 작은 오차를 보이는 모드쪽 사이모드를 검사하여 가장 작은 오차를 보이는 모드로 결정한다. 모드 E의 경우는 매우 낮은 동질성을 보이는 경우로, 먼저 두 참조블록의 예측모드와 DC모드를 검사한다. 이때 DC모드가 가장 작은 오차를 보이면 DC로 결정하고, 그렇지 않으면 좌측 참조블록과 상측참조블록에서 상대 참조블록의 예측방향으로 겹치지 않는 범위에서 45°씩 증가하면서 검사하여 가장 오차가 작은 방향을 찾는다. 마지막으로 이 예측모드의 좌우측 인접 예측모드를 검사하여 가장 작은 오차를 보이는 예측모드로 결정한다.

표 5. 4×4 블록의 고속연산모드의 연산방법.  
Table 5. Calculation method for each high-speed calculation mode for 4×4 block.

연산모드	연산방법	연산횟수
A	U(L), DC	2
B	U, L, DC	3
C	U, L, 사이모드, DC	4
D	① U, L, DC If DC, stop. If not, ② Min(U, L)쪽 사이모드	3+(1 or 0)
E	① U, L, DC If DC, stop. If not, ② U→L:45, U→L:90, L→U:45, L→U:90 Take the minimum(T) ③ T±22.5	3+(2 or 3)+2

3.3. 색차성분 8×8 블록단위의 고속 예측

색차성분에 대한 인트라 예측은 8×8 블록단위로만 이루어진다. 따라서 그림 4의 현재, 좌측, 상측블록 모두 8×8 블록이다. 색차성분이 사람의 눈에 덜 민감하기 때문에 본 논문의 고속예측 또한 간단히 결정하였는데, 표 6에 좌측과 상측 참조블록의 각 예측모드에 대해 현재블록의 고속연산모드를 나타내었으며, 각 연산모드에 대한 연산방법은 표 7에 나타내었다. 표 7의 모드 W는 두 참조블록이 동일하게 예측된 경우이므로 그 모드를 그대로 현재모드의 예측모드로 사용한다. 모드 X는 두 참조블록의 예측모두 중 하나가 2인 경우로, 이 경우는 두 참조블록의 예측모두 중 오차가 작은 것을 택한다. 모드 Y는 두 참조블록의 예측모두가 0과 1인 경우이며, 이때는 두 예측모드와 DC를 검사한다. 마지막으로 모드 Z는 둘 중 하나가 plane 모드(모드 3)를 포함하는 경우로 이 경우는 네 가지 모드를 모두 검사하여 가장 작은 오차를 보이는 모드를 선택한다.

표 6. 8×8 블록의 고속연산 모드.

Table 6. High-speed calculation modes for 8×8 block.

L \ U	0	1	2	3
0	W	Y	X	Z
1	Y	W	X	Z
2	X	X	W	Z
3	Z	Z	Z	W

표 7. 8×8 블록 고속연산 모드의 연산방법.  
Table 7. Calculation method for each high-speed calculation modes for 8×8 block.

연산모드	연산방법	연산횟수
W	해당 모드	0
X	L, U	2
Y	L, U, 3	3
Z	0, 1, 2, 3	4

IV. 실험 및 결과

3장에서 설명한 고속 인트라 예측방법을 C++언어로 구현하여 Pentium IV 2.66 GHz CPU 환경에서 그 동작과 성능을 실험하였다. 테스트 영상은 동영상 표준 시퀀스들 (Foreman, Container, Stefan, Table, Mobile)이었으며, 500 프레임 이상을 추출하여 사용하였다. 동영상의 크기는 CIF(352×288)이고 칼라 포맷은 YUV=4:2:0이었다. 또한 손실압축을 위한 양자화 factor QP는 28을 사용하였다.

그림 5에 세 개의 대표적인 영상(Foreman, Stefan, Mobile)에 대한 실험결과 영상들을 보였다. (a), (c), (e)는 모든 예측모드를 모두 검사하는 원래의 예측방법에 의한 결과들이며, (b), (d), (f)는 본 논문에서 제안한 방법에 의한 결과들이다. 그림에서 보듯이 원 방법과 제안한 방법이 육안으로는 전혀 구별할 수 없을 정도로 제안한 방법이 화질열화를 적게 일으킨다는 것을 알 수 있다.

표 8은 실험결과를 종합하였으며, 본 논문에서 제안하는 방법과 유사한 기존의 두 방법과의 비교결과도 함께 나타내었다. 각 동영상에 대한 결과는 그 동영상들 중 일부를 인트라 프레임으로 간주하여 처리한 결과를 평균한 값들이며, 예측시간의 감소는 CPU 시간(ΔTime)을 측정하여 비교하였다. 'Original' 행은 모든 예측모드를 검사하는 방법이며, 'Proposed', 'Pan's[8]', 'Kim's[9]'는 각각 본 논문에서 제안한 방법, 참고문헌[8]과 [9]의 방법을 각각 나타낸다.

제안한 방법은 원 방법에 비해 평균 60% 정도의 연산시간을 단축하였다. 기존의 방법들 또한 60% 정도 또는 그 이상의 연산시간을 단축하고 있으나, 본 논문의 방법 보다는 더 많은 화질의 열화를 나타내고 있다. Pan의 방법과 비교하여 연산시간은 동영상의 종류에 따라 본 논문의 방법보다 많이 감소시키나 화질의 열화 면에 있어서는 본 논문에 비해 많이 떨어지는 것을 알 수 있다. 또한 Kim의 방법은 대부분 본 논문의 방법보다는 연산시간을 많이 더

표 8. 고속 인트라 예측 결과.  
Table 8. Fast intra prediction results.

Test Sequence	Original	Proposed			Pan's [8]		Kim's [9]	
	PSNR	PSNR	ΔTime	ΔPSNR	ΔTime	ΔPSNR	ΔTime	ΔPSNR
Foreman	38.32	38.30	-61.67%	-0.02	-65.38%	-0.285	-62.27%	-0.08
Container	38.84	38.81	-60.09%	-0.03	-56.35%	-0.234	-61.06%	-0.09
Stefan	37.45	37.44	-59.84%	-0.01	-	-	-	-
Table	38.64	38.62	-57.91%	-0.02	-	-	-	-
Mobile	37.95	37.93	-60.62%	-0.02	-	-	-	-

감소시키고 화질의 열화는 더 증가하는 것으로 나타났으나, 그 정도는 크지 않았다. 사실 표 8에 나타난 화질의 열화 정도는 육안으로는 감지하기 어려운 정도이다. 그럼에도 불구하고 본 논문의 방법은 가장 적은 화질의 열화를 초래하므로 본 논문의 방법은 거의 비슷한 수준의 연산량 감소를 최소의 화질열화로 얻을 수 있다는 점에서 그 가치를 찾을 수 있을 것이다.

### V. 결 론

본 논문에서는 H.264/AVC의 인트라 예측에서 예측모드의 일부분만을 예측하여 연산시간을 줄이는 반면, 연산량 감소로 인한 화질의 열화를 최소로 하는 방법을 제안하였다. 이 방법은 이미 예측에 의해 처리된 좌측과 상측의 참조블록들의 예측모드를 이용하는데, 특별한 선처리 과정을 거의 거치지 않고 참조블록들의 예측모드로 현재 블록의 예측을 위한 연산방법을 곧바로 선택하는 방법이다.

이 방법을 구현하여 여러 가지 동영상상을 대상으로 실험한 결과 60% 정도의 연산시간 감소를 가져왔으며, 이 방법에 의한 화질의 열화는 0.02dB 정도로 매우 미미하였다. 기존의 방법과의 비교에서도 제안한 방법이 거의 동등한 수준의 연산시간 감소에도 불구하고 화질의 열화가 가장 적었다. 따라서 제안한 방법은 화질의 열화가 거의 없으면서 60% 정도의 연산량을 줄일 수 있어 향후 대표적인 동영상 압축표준인 H.264에서 유용하게 사용될 것으로 기대된다.

### 감사의 글

본 논문은 교육인적자원부, 산업자원부, 노동부의 출연금 및 보조금으로 수행한 최우수실험실지원사업의 연구결과입니다.

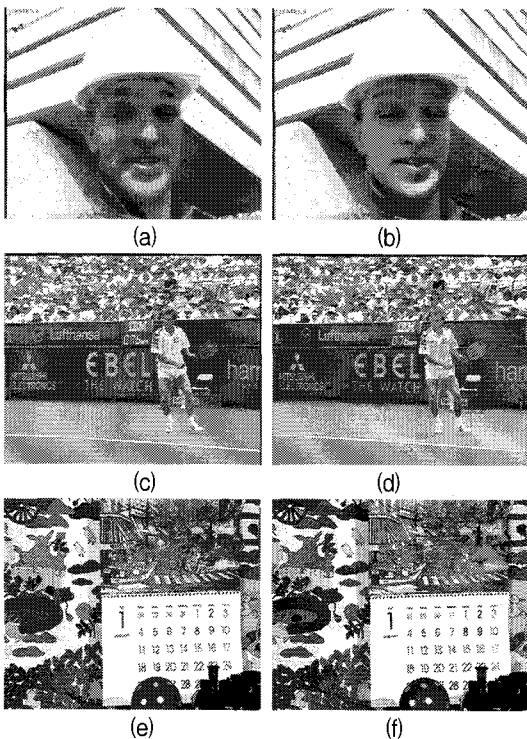


그림 5. 실험결과와 영상: (a), (c), (e) 원 방법에 의한 결과; (b), (d), (f) 제안한 방법의 의한 결과

Fig. 5. Resulting images from experiments: (a), (c), (e) results by original method; (b), (d), (f) results by the proposed method

참고문헌

- [1] ISO/IEC web site
- [2] ITU-T web site
- [3] ISO/IEC 14496-10 "Coding of Audiovisual Object-Part 10: Advance Video Coding", 2003.
- [4] ITU-T Recommendation H.264 "Advanced video coding for generic audio-visual services", 2003.
- [5] T. Wiegand, et al., "Overview of the H.264/AVC video coding standard", IEEE Trans. on Circuits and Sys. for Video Tech., Vol. 13, No. 7, pp. 560-576, July 2003.
- [6] Y. L. Liang and B. Girod, "Rate-distortion optimized low-frequency video streaming using channel-adaptive bit-streaming assembly", Proc. ICME, pp. 26-29, 2002.
- [7] C. Kim, H. H. Shih, and C. J. Kuo, "Multistage mode decision for intra prediction in H.264 codec", Proc. SPIE, VCIP 2004, pp. 355-363, 2004.
- [8] F. Pan, et. al., "Fast mode decision algorithm for intra prediction in H.264/AVC video coding," IEEE Trans. Circuits and Sys. for Video Tech., Vol. 15, No. 7, pp. 813-822, July 2005.
- [9] 김종호, 정제창, "저복잡도의 H.264/AVC를 위한 고속 인트라 모드 선택 기법", 한국통신학회논문지 Vol. 30, No. 11C, pp. 1098-1107, Nov. 2005.

저자소개

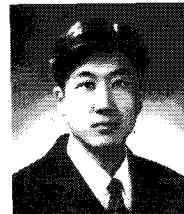
**윤 홍 준(Hong-Jun Yun)**



2004년 2월 광운대학교 전자재료 공학과 졸업(공학사).  
2006년 2월 광운대학교 대학원 졸업(공학석사).

※ 관심분야 : Image Processing/Compression, FPGA/ASIC 설계

**서 영 호(Young-Ho Seo)**



1999년 2월 광운대학교 전자재료 공학과 졸업(공학사).  
2001년 2월 광운대학교 대학원 졸업(공학석사).

2000년 3월~2001년 12월 인 티스닷컴(주) 연구원.  
2003년 6월~2004년 6월 한국전기연구원 연구원.  
2004년 8월 광운대학교 대학원 졸업(공학박사).  
2004년 9월~2004년 11월 유한대학 겸임교수.  
2004년 12월~2005년 8월 유한대학 연구교수.  
2005년 9월~현재 한성대학교 교수.

※ 관심분야 : Image Processing/Compression, 워터마킹, 암호학, FPGA/ASIC 설계

**최 현 준(Hyun-Jun Choi)**



2003년 2월 광운대학교 전자재료 공학과 졸업(공학사).  
2005년 2월 광운대학교 대학원 졸업(공학석사).

2005년 3월~현재 광운대학교 전자재료공학과 박사과정.  
※ 관심분야 : Image Processing, 암호학, FPGA/ASIC 설계

**김동욱(Dong-Wook Kim)**



1983년 2월 한양대학교 전자공학과 졸업(공학사).  
1985년 2월 한양대학교 대학원 졸업(공학석사).

1991년 9월 Georgia공과대학 전기공학과 졸업(공학박사).  
1992년 3월~현재 광운대학교 전자재료공학과 정교수.  
※ 관심분야 : 디지털 VLSI Testability, VLSI CAD, DSP 설계, Wireless Communication