

## H.264에서 대표 픽셀을 이용한 빠른 4x4 인트라 모드 결정

이탁기<sup>0\*</sup>, 김성민<sup>\*</sup>, 김기완<sup>\*\*</sup>, 정기동<sup>\*</sup>

\*부산대학교 컴퓨터공학과, \*\*육군3사관학교 전산학과

zero@melon.cs.pusan.ac.kr<sup>0</sup>, {morethanow, wan1434, kdchung}@pusan.ac.kr

### Fast Intra Prediction Mode Decision Scheme Using Sample Pixels in H.264

Takgi Lee<sup>0\*</sup>, Sungmin Kim<sup>\*</sup>, Kiwan Kim<sup>\*\*</sup>, Kidong Chung<sup>\*</sup>

\*Dept of Computer Engineering, Pusan Nat'l Univ.,

\*\*Dept of Computer Science, Korea Third Military Academy

#### 요 약

H.264는 가변 블록 크기, 다양한 방향성 예측 등과 같은 새로운 기법들을 도입하여 적은 비트율로 높은 압축효율을 가진다. 하지만 이와 같은 다양한 기법이 적용됨에 따라 계산복잡도가 크게 증가되었다. 본 논문에서는 계산복잡도를 줄이기 위해 효율적인 인트라 예측 모드 선택 기법을 제안한다. H.264의 4x4 인트라 예측을 위한 모드 선택에서는 8개의 방향성을 이용하는데 본 논문에서 제안하는 기법은 4개의 방향만을 사용하여 모드를 선택한 후, 선택한 모드의 방향성과 인접한 후보 모드를 추가하여 인트라 예측을 수행한다. 실험 결과, H.264 표준에서 제시한 4x4 인트라 모드 선택 기법과 비교하여 평균 83.7%의 정확도를 가지면서 계산복잡도는 63.3% 감소시켰다.

#### 1. 서 론

H.264는 ISO/IEC MPEG과 ITU-T VCEG가 공동으로 조직한 JVT에서 제정한 최신의 비디오 압축 표준이다 [1]. H.264는 MPEG-2, H.263, MPEG-4 Part 2와 같은 기존의 비디오 압축 표준과 비교해서 50% 이상의 높은 압축효율을 가진다[2]. H.264에서는 압축효율을 높이기 위해 다중 참조 프레임, 가변 블록 크기, 다양한 방향성 예측 기법 등과 같은 새로운 기법들을 도입하였다. 하지만, 새로운 기법의 도입은 부호화 과정에서 계산복잡도 증가라는 단점으로 이어졌다. 특히, 인트라 모드 선택을 위한 예측에서 사용된 다양한 방향성 예측 기법은 계산 복잡도가 상당히 높기 때문에 인트라 모드 선택 예측 기법에서의 계산복잡도를 줄이기 위한 연구가 필요하다.

H.264에서 수행되는 4x4 인트라 모드 선택 기법은 8가지의 방향성에 따른 9가지 모드에 따라 예측 블록과 현재 블록과의 차이 값이 가장 작은 예측 블록을 모드로

결정하는 방법을 이용한다. 9가지 모드 중 가장 작은 차이 값을 선택하여 부호화할 수 있기 때문에 압축효율을 높일 수 있으나, 9가지 모드에 따른 각각의 계산 과정이 필요하므로 계산복잡도가 높아지는 단점이 있다.

본 논문에서는 현재 블록과 참조 픽셀 중 대표 픽셀을 선정하고 대표 픽셀의 차이 값을 통해서 모드를 선택한 후, 선택된 모드와 인접한 방향의 모드를 후보 모드로 결정하여 계산복잡도를 줄이는 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 인트라 모드 선택 기법에 대한 관련 연구를 살펴보고 3장에서는 본 논문에서 제안하는 4x4 인트라 모드 선택 기법에 대해 설명한다. 4장에서는 실험 및 결과를 알아보고 5장에서는 결론과 향후 과제를 기술한다.

#### 2. 관련 연구

인트라 예측은 동일 프레임 내 상관성을 이용하여 프레임 내 참조를 수행하여 압축효율을 높이는 기법이다. 인트라 예측에서 예측 블록은 동일 프레임 내에서 먼저 부호화되는 인접 블록을 기반으로 생성되고 현재 부호화

“이 논문은 2단계 두뇌한국21사업에 의하여 지원되었음”

하는 블록과의 상관성을 이용하여 예측 모드를 선택한다. H.264에서 제공하는 예측 블록은 4x4 예측 블록, 16x16 예측 블록, H.264/AVC FRExt(Fidelity Range Extension)에서 추가된 8x8 예측 블록의 세 가지 종류가 있다[3]. 본 논문에서는 계산복잡도가 가장 높은 4x4 예측 블록을 기반으로 하고 있다. 그림 1은 4x4 예측 블록의 다양한 예측 모드를 보여준다. 예측 모드는 방향성을 이용한 8가지와 평균값을 이용한 1가지를 포함하여 총 9가지 모드를 지원한다. H.264에서는 최적의 모드를 선택하기 위해 9가지의 예측 블록을 각각 만든 후 부호화하는 현재 블록과 차이 값을 구하고, 그 차이 값이 최소가 되는 예측 블록의 모드를 4x4 인트라 예측 모드로 선택한다.

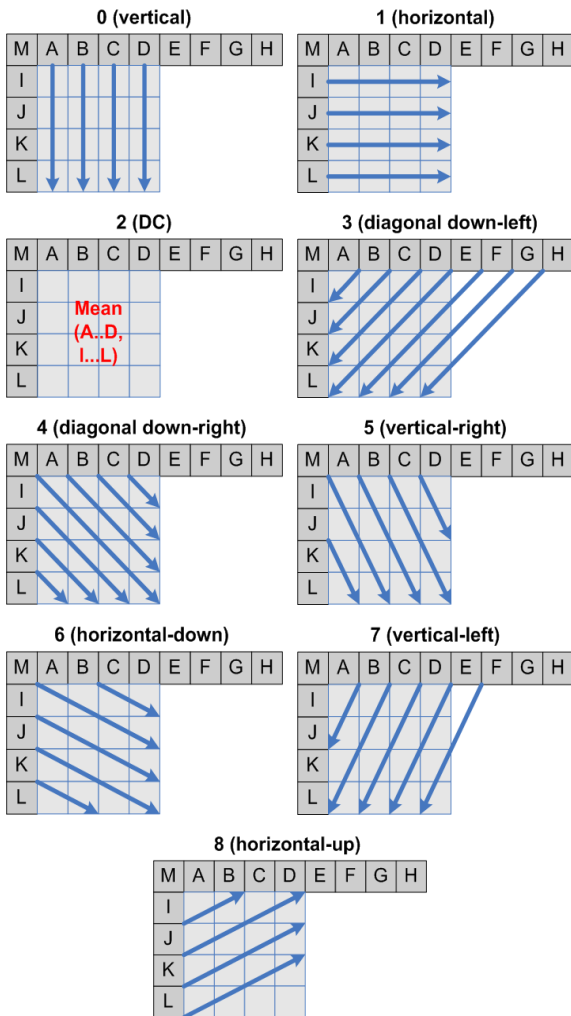


그림 1 H.264에서 4x4 인트라 예측을 위한 9가지 예측 모드

H.264는 이와 같은 방법으로 4x4 인트라 예측에서 최

적의 모드를 선택함으로써 높은 압축효율을 가지지만, 부호화 과정에서 9가지 모드를 모두 계산해야 하므로 계산복잡도가 높아지는 문제점을 가진다. 따라서, 4x4 인트라 예측의 계산복잡도를 줄이기 위한 다양한 인트라 모드 선택 기법에 관한 연구가 진행되고 있다[3-8].

대표적으로, [3]에서는 각 블록에서 모서리 부분의 특징을 분석하여 블록 타입과 모드를 빠르게 결정하는 알고리즘을 제안하고, 실험 결과 거의 동일한 PSNR을 유지하면서 약 50%의 계산복잡도 감소를 보였다.

[4]에서는 프레임 내 인접한 블록 간의 선택된 인트라 모드 사이의 높은 상관성을 이용하여 인트라 예측 시 가능성이 적은 모드를 제외시키고, 나머지 모드에 대해서만 인트라 예측을 수행하는 기법을 제안한다. 실험 결과, 계산복잡도를 약 40% 줄이면서, 표준과 거의 유사한 PSNR을 유지한다.

[5]에서는 인트라 예측 시 이용된 기존의 8개 방향 대신 4개의 방향만을 이용하여 예측 블록의 4개의 꼭지점 픽셀과 참조 픽셀과의 연산을 통하여 인트라 모드를 선택한다. 실험 결과, 표준과 비교하여 약 80%의 모드 선택 정확도를 가진다.

### 3. 효율적인 4x4 인트라 모드 선택 기법

앞 절에서 살펴본 바와 같이, H.264의 인트라 예측 과정에서는 높은 계산복잡도가 요구되기 때문에 본 논문에서는 계산복잡도를 줄일 수 있는 4x4 인트라 모드 선택 기법을 제안한다.

#### 3.1 대표 픽셀을 이용한 모드 선택

H.264에서 이용하는 8개의 방향 대신 그림 2와 같이 4개의 방향을 이용하고, 현재 블록 안의 대표 픽셀을 선정하여 인접한 블록의 참조 픽셀과 비교를 통해 빠르게 모드를 선택한다.

그림 3은 그림 2의 방향성에 따른 참조 픽셀인 A, D, F, I, L과 현재 블록의 대표 픽셀인 a, b, c, d, e, h, i, l, m, n, o, p의 차이 값을 구하는 방법을 나타낸다.

본 논문에서는 4x4 인트라 모드를 선택하기 위해서 그림 3에 나타난 4개의 방향과 Vertical, Horizontal, Diagonal 방향을 조합하여 만든 총 8가지의 비교 그룹을 제안한다.

예를 들어, 그림 3에서 Diagonal Down-Right의 비교 값은  $|A-b| + |I-e|$  과  $|A-l| + |I-o|$ 로 구해지게 되고,

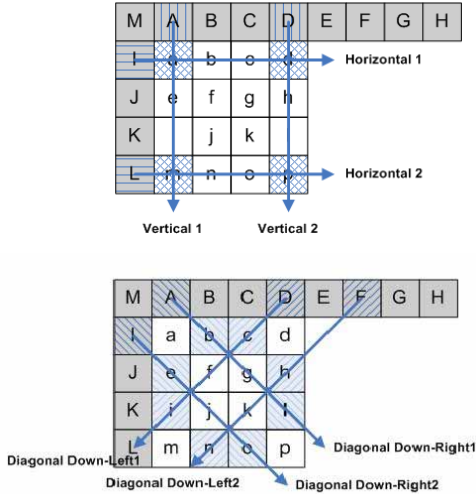


그림 2 인트라 예측을 위한 제안 모드

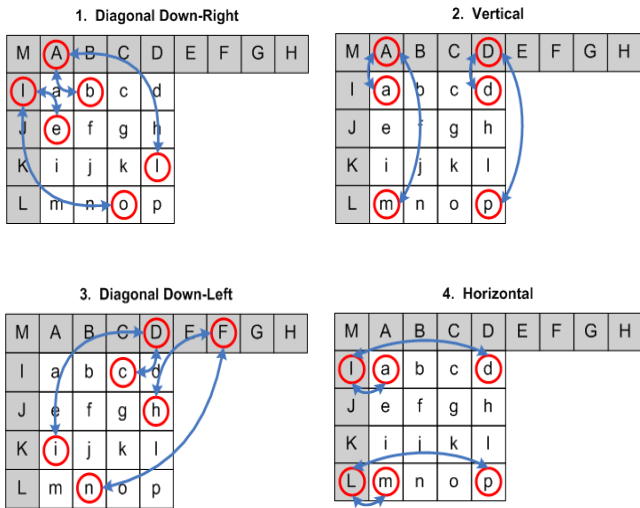


그림 3 인트라 예측 모드

이 비교 값이 다른 비교 그룹에 비해 가장 작은 값이면 Mode 4, 5, 6의 선택 가능성이 가장 높게 된다. 이 때 두 번째로 작은 비교 값에 따라 Mode 4, 5, 6 중에서 하나가 선택된다. 만약 두 번째로 작은 비교 값이 Horizontal1 또는 Horizontal2라면 Mode 6이 선택된다.

제안하는 기법에서 모드를 선택하기 위한 비교 수식은 다음과 같다.

- Diagonal Down-Right 1 :  
 $D_1 = A - b, D_2 = A - l$
- Diagonal Down-Right 2 :  
 $D_3 = I - e, D_4 = I - o$
- Vertical 1 :  
 $D_5 = A - a, D_6 = A - m$

- Vertical 2 :  
 $D_7 = D - d, D_8 = D - p$
- Diagonal Down-Left 1 :  
 $D_9 = D - c, D_{10} = D - i$
- Diagonal Down-Left 2 :  
 $D_{11} = F - h, D_{12} = F - n$
- Horizontal 1 :  
 $D_{13} = I - a, D_{14} = I - d$
- Horizontal 2 :  
 $D_{15} = L - m, D_{16} = L - p$

$$a_1 = |D_1| + |D_2|, a_2 = |D_3| + |D_4|$$

$$a_3 = |D_5| + |D_6|, a_4 = |D_7| + |D_8|$$

$$a_5 = |D_9| + |D_{10}|, a_6 = |D_{11}| + |D_{12}|$$

$$a_7 = |D_{13}| + |D_{14}|, a_8 = |D_{15}| + |D_{16}|$$

위 수식 중  $a_1 \sim a_8$ 의 값을 비교하여 모드를 선택하는 알고리즘은 다음과 같다.

- Step1 :  $a_1 \sim a_8$  중에서 가장 작은 두 개를 선택  
 선택된 두 값의 조합이
- i. ( $a_3, a_1$ ) 혹은 ( $a_3, a_2$ ) 혹은 ( $a_4, a_1$ ) 혹은 ( $a_4, a_2$ ) 이면 Mode 5 선택
  - ii. ( $a_7, a_1$ ) 혹은 ( $a_7, a_2$ )
  - iii. ( $a_3, a_5$ ) 혹은 ( $a_3, a_6$ )
  - iv. ( $a_4, a_5$ ) 혹은 ( $a_4, a_6$ ) 이면 Mode 7 선택
- iv. 선택된 조합이 i ~ iii에 해당하지 않으면 Step2로 이동

- Step2 :  $a_1 \sim a_8$ 의 값 중에서 가장 작은 값을 선택
- i.  $a_3$  또는  $a_4$  일 경우 Mode 0 선택
  - ii.  $a_7$  또는  $a_8$  일 경우 Mode 1 선택
  - iii.  $a_5$  또는  $a_6$  일 경우 Mode 3 선택
  - iv.  $a_1$  또는  $a_2$  일 경우 Mode 4 선택

### 3.2 인접 방향의 후보 모드 그룹

선택된 모드를 기반으로 인접한 2가지의 방향성을 추가하는 후보 모드를 이용하여 4x4 인트라 최종 모드를 선택한다.

선택된 모드에 따라 인접한 방향성을 포함한 3개 방향성에 대해 후보 그룹으로 정하고 현재 블록과 예측 블록을 비교하여 최종 모드를 선택한다. 예를 들어, 그림 4에서 보는 바와 같이 이전 단계에서 모드 5가 선택되었다면 모드 5에 인접한 방향성을 가지는 모드 0과 모드 4

를 후보 모드로 선택한다. 표 1에서 보는 바와 같이 인접한 모드 2개와 모드 선택 정확도를 높이기 위해 Mode 2(DC)를 후보 모드로 추가하여 후보 그룹을 만든다.

후보 그룹의 각각 모드에 대해 예측 블록을 만들고 H.264에서 이용하는 차이 값 계산 방법으로 최종 모드를 선택한다. Mode 8의 경우 이전 단계에서 선택되지 않아도 모드 1과 모드 3에 의해 인접한 후보 모드로 등록되어 모드 선택 정확도를 높인다.

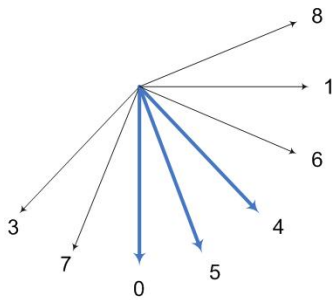


그림 4 인접한 방향을 포함한 후보 그룹

표 1 인접한 방향성을 포함한 후보 그룹

선택된 모드	후보 그룹
0	Mode 7, 0, 5, 2
1	Mode 8, 1, 6, 2
3	Mode 3, 7, 0, 8, 2
4	Mode 6, 4, 5, 2
5	Mode 0, 5, 4, 2
6	Mode 1, 6, 4, 2
7	Mode 3, 7, 0, 8, 2

#### 4. 실험 및 결과

본 논문에서 제안하는 기법의 성능을 보다 정확하게 평가하기 위해 시퀀스의 특성(시퀀스의 움직임 정도)을 고려하여 실험하였으며, 실험환경은 표 2와 같다.

표 2 실험환경

Sequence	Foreman, Carphone, Akiyo, Salesman, Clarie
Sequence type	IPPP...P
Frames	50

성능 평가를 위해 9가지 모드를 모두 예측 블록으로 해서 선택된 모드와 제안한 기법을 적용한 선택된 모드

를 비교하여 선택의 정확도를 확인하였다. 히트율은 제안한 기법의 선택된 모드가 9가지 모드를 이용하여 선택된 모드와 얼마나 일치하는지의 여부를 나타낸다. 실험 결과, 각 시퀀스별 히트율은 표 3과 같다.

표 3 시퀀스별 히트율

Foreman	Carphone	Akiyo	Salesman	Clarie	평균
78.5%	83.8%	82.8%	80.8%	92.4%	83.7%

움직임이 적은 Salesman, Clarie, Akiyo 시퀀스의 경우는 80~90%의 히트율을 보였다. 하지만, Foreman과 같이 움직임이 많은 시퀀스의 경우 히트율이 낮음을 확인할 수 있다. 표 4는 H.264에서 제공하는 9가지 모드를 모두 사용하는 것에 비해서 본 논문에서 제안하는 기법이 계산복잡도를 어느 정도 줄였는지 보여준다.

표 4 5개 시퀀스의 계산복잡도 평균 감소율

Foreman, Carphone, Akiyo, Salesman, Clarie	63.3%
--	-------

#### 5. 결론 및 향후 과제

H.264에서의 4x4 인트라 예측 기법은 새로 도입된 기법으로 높은 압축율을 보인다. 하지만 9가지 예측 모드에 대해 모두 계산 과정이 필요하기 때문에 높은 계산 복잡도를 요구한다. 본 논문에서는 참조 픽셀과 대표 픽셀들을 이용하여 모드를 선택한 후, 선택된 모드의 인접한 방향성을 가지는 후보 모드를 이용하여 계산복잡도를 줄이는 기법을 제안하였다. 실험결과, H.264의 9가지 예측 모드를 모두 이용하는 방법과 비교하여 평균 83.7%의 히트율을 보였고, 계산복잡도는 평균 63.3% 감소시켰다.

본 논문에서는 움직임이 많은 시퀀스의 경우 히트율이 낮게 나타나는데, 이를 보완하기 위해 추가적인 선택 기준을 연구하여 모드 선택의 정확성을 높여야겠다.

#### 참고문헌

- [1] ITU-T Recommendation H.264 & ISO/IEC 14496-10 (MPEG-4) AVC, "Advanced Video Coding for Generic Audiovisual Services," (version 1: 2003, version 2: 2004) version 3: 2005
- [2] S. Kwon, A. Tamhankar, K.R.Rao, "Overview of

H.264/MPEG-4 Part 10,” 2005

[3] LIU Qiong, HU Rui-min, ZHU Li, ZHANG Xin-chen, HAN Zhen, “Improved fast intra prediction algorithm of H.264/AVC,” Journal of Zhejiang University, vol. 7, Supplement 1, Jan. 2006.

[4] Jia-Wei Chen, Chun-Hao Chang, Chien-Chang Lin, Yi-Huan Ou Yang, Jiun-In Guo, and Jinn-Shyan Wang, “A Condition-based Intra Prediction Algorithm for H.264/AVC,” in Proc. IEEE Multimedia and Expo, pp. 1077-1080, 2006.

[5] 이탁기, 전성훈, 신광무, 김성민, 정기동, “H.264에서 낮은 복잡도의 인트라 4x4 모드 결정,” 한국정보처리학회 2006 추계학술대회, 제 13권 2호 pp. 1447-1450  
2006년 11월

[6] Feng Pan, Xiao Lin, Susanto Rahardja, Keng Pang Lim, Z. G. Li, Dajun Wu, and Si Wu, “Fast Mode Decision Algorithm for Intraprediction in H.264/AVC Video Coding,” IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, vol.15, no. 7, pp. 813-822, July. 2005.

[7] Chao-Hsuing Tseng, Hung-Ming Wang, and Jar-Ferr Yang, “Enhanced Intra-4x4 Mode Decision for H.264/AVC Coders,” IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 16, no. 8, Aug. 2006.

[8] Yung-Lyul Lee, Ki-Hun Han, and Gary J. Sullivan, “Improved Lossless Intra Coding for H.264/MPEG-4 AVC,” IEEE Trans. on Image Processing, vol. 15, Issue 9, pp. 2610-2615, Sept. 2006.