

정규논문 (Regular Paper)

방송공학회논문지 제17권 제3호, 2012년 5월 (JBE Vol. 17, No. 3, May 2012)

<http://dx.doi.org/10.5909/JBE.2012.17.3.471>

## H.264/AVC 화면 내 예측을 위한 서브 샘플링 된 화소 기반 고속 모드 선택 기법

김영준<sup>a)</sup>, 김원균<sup>a)</sup>, 정동진<sup>a)</sup>, 정제창<sup>a)†</sup>

### Sub-Sampled Pixels based Fast Mode Selection Algorithm for Intra Prediction in H.264/AVC

Youngjoon Kim<sup>a)</sup>, Wonkyun Kim<sup>a)</sup>, Dongjin Jung<sup>a)</sup>, and Jechang Jeong<sup>a)†</sup>

#### 요 약

화면 내 예측 (intra prediction)은 H.264/AVC 참조 소프트웨어의 중요한 기술들 중의 하나이지만, 커다란 부호화 복잡도를 가지고 있다. 이 문제를 해결하기 위하여 많은 고속 알고리즘이 제안되어 왔다. 본 논문에서는 H.264/AVC 부호화기의 높은 복잡도를 줄이기 위하여 서브 샘플링 (sub-sampling)된 화소들을 이용해 현재 블록의 에지 방향을 예측하는 고속 화면 내 예측 모드 선택 알고리즘을 제안한다. 제안한 알고리즘은 이전 알고리즘에 비해 H.264/AVC 부호화기의 복잡도를 줄일 뿐 아니라 부호화 성능을 향상 시키는 것을 보여준다. 실험결과는 제안한 알고리즘이 미미한 화질 열화와 비트 증가율을 가지면서 평균적으로 75.93% 만큼 부호화 시간을 줄이는 것을 보여준다.

#### Abstract

Intra prediction is one of the significant techniques in H.264/AVC reference software; however, it has heavy computational complexity. In order to solve this problem, many fast algorithms have been proposed. In this paper, we propose a fast intra mode decision algorithm which predicts the edge direction of the current block using sub-sampled pixels to reduce high computational complexity of the H.264/AVC encoder. The proposed algorithm shows that it not only improves the coding performance but also reduces the computational complexity of the H.264/AVC encoder compared to previous algorithms. The experimental results show that the proposed algorithm achieves the encoding time reduction of 75.93% on an average with slight peak signal-to-noise ratio (PSNR) drop and bit-rate increment.

Keyword : intra prediction, fast mode selection, mode decision, H.264/AVC

a) 한양대학교 융합전자공학부 (Dept. of Electronic Engineering, Hanyang University)

† 교신저자 : 정제창 (Jechang Jeong)

E-mail: hyecekyj@naver.com

Tel: +82-2-2030-3022, Fax: +82-2-2030-2505

※ 이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2012-0001584)

· 접수일(2011년11월14일), 수정일(2012년5월7일), 게재확정일(2012년5월9일)

## I. 서론

H.264/AVC 은 MPEG-4와 같은 이전 비디오 표준에 비해 다양한 고 성능 기술들을 사용하여 보다 효율적으로 비디오 데이터를 압축하기 위한 목적으로 ISO/IEC MPEG과 ITU-T VCEG이 공동으로 제정한 새로운 국제 표준이다. H.264/AVC 에는 움직임 예측을 위한 가변 블록크기, 다중 참조 프레임, 인트라/인터 예측, 윌-왜곡 최적화 (Rate-Distortion Optimization, RDO) 기법과 같은 최신 기술들이 적용되어 있다. 하지만 이러한 진보된 기술들로 인해 H.264/AVC 부호화기의 복잡도는 더 많이 증가하게 되었다. 그 중에서 RDO 기법은 최적의 예측 모드를 결정하기 위해 모든 인트라/인터 예측을 전역으로 탐색한다. 이 때문에 부호화기의 복잡도는 크게 증가하여 저 복잡도를 가지는 응용분야에는 적용하기 어려운 단점이 있다.

현재에도 H.264/AVC 부호화기의 복잡도를 줄이고자 다양한 연구들이 진행되고 있으며, 그 중에 하나가 고속 인트라 모드 선택 기법이다. 고속 인트라 모드 선택 알고리즘은 필터에 기반 한 방법과 필터에 기반 하지 않은 두 가지 방식으로 분류할 수 있다. 먼저 필터에 기반 하지 않은 모드 선택 방식은 매칭 연산의 이용해 윌-왜곡 값 (RD cost)을 줄이는 방식을 사용한다. 예를 들어, Huang<sup>[1]</sup>은 부 적당한 예측 모드들을 콘텍스트 (context)에 기반 해 제거 하여 부호화 복잡도를 줄였다. 이와 반대로 인트라 예측 모드들은 방향성을 가지고 있으며, 현재 블록과 주변 블록 들이 가지고 있는 방향성의 상관관계는 예측 모드 결정의 중요한 척도이기 때문에 현재 예측할 블록의 지배적인 방향성을 찾기 위해 필터를 사용하는 알고리즘이 있다. Pan<sup>[2]</sup>은 지배적인 에지 방향을 찾기 위해 Sobel 마스크와 에지 히스토그램을 이용했다. Wang<sup>[3]</sup>은 현재 예측 할 블록을 4개의 서브 블록으로 나눈 후에 5개의 2x2 필터들을 통하여 유력한 에지 방향을 찾는 알고리즘을 제안했다. Tsai<sup>[4]</sup>는 텍스처 (texture)의 에지 흐름을 분석하기 위해 필터를 사용하여 픽셀 값의 변화량을 계산해서 이미지의 기울기 (gradient)를 구한다. 또한 Tsai는 또 다른 논문에서 현재 블록 안에 있는 전체 화소들을 이용한 방향 검출 알고리즘을 제안하였는데 4x4블록을 기준으로 horizontal,

vertical, diagonal down left, 그리고 diagonal down right 방향에서 방향성에 따른 모든 인접한 화소들 간의 차이 값을 이용해 간단한 연산만을 가지고 후보 예측 방향을 찾아내는 방식을 택했다<sup>[5]</sup>. 그러나 주로 나오는 방향들을 제외한 나머지 방향과 평균치 예측 모드의 우선순위는 크게 고려하지 않으므로 향상된 속도에 비해 정확한 예측이 비교적 떨어지는 단점을 가지고 있다.

본 논문에선 먼저 서브 샘플링 된 화소들을 이용하여 현재 블록의 주 방향성을 예측하고 그것을 통해 예측 후보모드를 선택하여 전체 예측 모드의 수를 줄이고, 또한 분산을 이용해 4x4 화소 단위의 예측 단계 전체를 스킵할지 여부를 결정하는 알고리즘을 제안하였다. 그리하여 미미한 정도의 화질 열화와 비트 손실을 가지면서 H.264/AVC 부호화기의 복잡도를 크게 줄이도록 하였다.

본 논문은 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 H.264/AVC의 인트라 예측 부호화 방법을 기술한다. 3장에서는 제안하는 고속 인트라 모드 선택 방법에 대해 자세히 설명한다. 4장에서는 실험한 결과 및 기존 알고리즘과 비교하며 5장에서는 결론을 기술한다.

## II. H.264/AVC에서 화면 내 예측 부호화

화면 내 예측 부호화 기술은 기존 부호화 표준에서 이미 도입된 기술이지만, H.264/AVC 에서 수행하는 방식과는 다르다. 기존 부호화 표준에서는 예측을 수행할 때 변환된 계수의 DC성분과 저주파수의 AC성분만을 사용하는데 반해, H.264/AVC 에서는 모든 화소 값과 블록 간의 화소 상관도를 사용하여 부호화 효율을 증가시키는 방식을 사용한다. 예측 블록의 단위는 블록의 특성에 따라 휘도 신호일 경우 4x4, 16x16 화소 단위의 블록으로 나뉘며 평탄한 영역일 경우 16x16 예측 블록이 주로 사용되고, 복잡한 영역일 경우 주로 4x4 예측 블록을 사용한다. 반면에 색차 신호에 대해서는 8x8 화소 단위만이 사용된다. 화면 내 예측 부호화에서는 또한 정밀도를 향상시키기 위해 좌측, 상단, 우측 상단, 좌측상단에 있는 블록들을 예측하려는 블록의 참조 블록으로 이용한다. 그리고 각 예측할 블록마다 후보 모드

별로 RDO 계산을 이용하여 가장 최적의 예측 모드를 선택하여 부호화하기 때문에 기존 부호화 표준에 비해 복잡하지만 더 적응적이고 효율적으로 부호화 할 수 있게 된다.

### 1. H.264/AVC에서 화면 내 예측 모드 결정

H.264/AVC에서는 주변에 복원된 참조 블록과 예측하려는 블록의 방향성을 고려하여 화면 내 예측 부호화를 수행한다. 4x4 휘도 블록에 경우 총 9가지의 예측 방향을 가지고 있으며, 작은 예측 블록의 크기로 인해 큰 화소 단위를 가진 예측 블록보다 좀 더 복잡한 영상에서 정밀하게 예측할 수 있다.

그림 1은 4x4 휘도 블록의 9가지 예측 방향을 나타내고 있으며 예측 모드 0 부터 8까지는 각 방향에 따라서 예측 블록을 만든다. 예를 들어 모드 0으로 예측 할 경우 모드 0은 수직 방향으로 예측 하는 모드이기 때문에  $a, e, i, m$  화소들은 모두  $A$ 로 예측된다. 마찬가지로 모드 1로 예측 할 경우 수평 방향 예측 모드이기 때문에  $a, b, c, d$  화소들은 모두  $I$ 로 예측된다. 모드 3부터 8까지는 각각 이용하는 참조 화소에 가중치를 주어 예측 블록을 만들어 낸다. 예를 들어 모드 3의  $c$  화소는  $\text{round}(C + 2D + E + 2)/\sqrt{2}$  예측한다. 그리고 예측 모드 2는 방향성을 가지지 않은 평균치 예측 모드이기 때문에 좌측 블록 4화소 ( $I, J, K, L$ )와 상단 블록 4화소 ( $A, B, C, D$ )의 평균치를 구해 예측한다.

16x16 휘도 블록은 큰 화소 단위를 가진 예측블록이므로 복잡한 영상보다는 평탄한 영상에서 부호화 효율을 높일 수 있는 예측 방법이다. 16x16 휘도 블록은 0부터 3까지

총 4가지의 예측 모드를 가지고 있다. 모드 0은 수직 예측, 모드 1은 수평 예측, 모드 2는 평균치 예측, 모드 3은 평면 예측으로 4가지 중 최적의 모드를 찾아 부호화한다. 16x16 휘도 블록의 평균치 예측의 경우 4x4 블록과 비슷하게 좌측과 상단에 있는 16화소들의 평균치를 예측 값으로 사용한다. 색차 신호의 경우 8x8 화소 단위로만 예측이 이루어 지는데, 16x16과 마찬가지로 4가지 예측 모드를 가지고 있다. 모드 0은 평균치 예측, 모드 1은 수평 예측, 모드 2는 수직 예측, 모드 3은 평면 예측으로 4 가지 중 최적의 모드를 선택해서 부호화 한다.

H.264/AVC의 화면 내 예측은 RDO 기술로 최적의 부호화 성능을 가진 모드를 선택한다. 색차 블록 예측은 휘도 블록 예측과 분리되어 있기 때문에 하나의 색차 블록 예측마다 전체 휘도 블록 예측을 수행해야 한다. 그러므로 하나의 매크로블록 (MB)에 대해 4개의 8x8 색차 블록 예측, 9개의 4x4 휘도 블록 예측, 그리고 4개의 16x16 휘도 블록 예측이 수행되며, 총  $4 \times (9 \times 16 + 4) = 592$  번의 RDO 연산을 수행하게 된다. 이런 이유로 H.264/AVC 부호화기의 복잡도는 크게 증가하게 된다.

### III. 제안하는 알고리즘

H.264/AVC 부호화기의 화면 내 예측은 주변 블록들을 이용하여 현재 블록의 화소를 예측하고 최적의 예측 모드를 선택하기 위해서 RDO 기법을 이용한다. 그러나 이 기법은 상당히 복잡한 계산 구조를 가지며 전체 예측 모드를

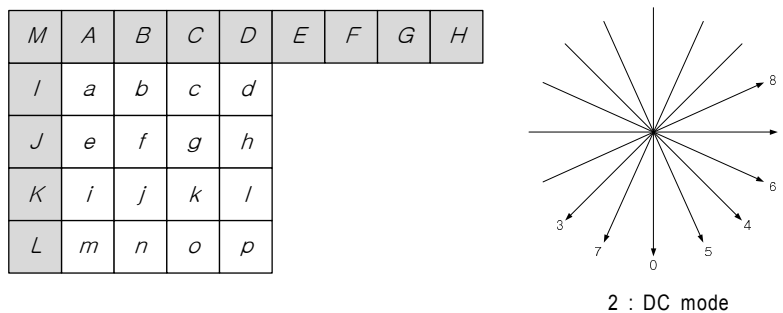


그림 1. 4x4 휘도 블록의 참조 블록 및 예측 방향  
 Fig. 1. Reference pixels and prediction directions of the 4x4 luma block

수행해야 하는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 RDO 기법을 수행하기 전에 예측이 가능한 방향을 미리 선택하여 예측 모드의 수를 줄이는 방식을 통해 전체 부호화기의 복잡도를 줄이고자 하였다. 먼저 현재 블록의 의사 블록의 분산을 구해 4x4 화소 단위의 예측을 할 것인지에 대한 결정을 하여 불필요한 연산을 하지 않도록 하는 방식으로 예측 모드의 수를 줄이고, 그 이후에 현재 블록의 서브 샘플링된 화소들을 이용하여 각 방향에 따른 기울기를 구해 그것을 이용하여 후보로 나올 수 있는 몇 개의 예측 모드를 미리 선택하여 각 화소 단위 예측마다 RDO 연산을 줄이는 알고리즘을 제안한다.

1. 분산 기반의 예측 방법 선택

일반적으로 이미지에서 고주파를 많이 포함한 복잡한 영역은 그렇지 않은 영역에 비해 높은 분산 값을 가지고 있다. 그렇기 때문에 분산은 이미지의 복잡도를 분석하는데 유용한 측정 도구로 사용될 수 있다. 다시 말해, 보다 평탄한 영역이라 판단되면 4x4 화소 단위의 예측보다 16x16 화소 단위의 예측만 수행하는 것이 효율적이라는 것이다. 이런 이유로 본 논문에서는 현재 매크로블록의 분산 값을 통해 복잡도를 파악하여 4x4 화소 단위 예측을 수행 할 것인지 아닌지에 대해 결정하는 알고리즘을 제안한다. 현재 매크로블록의 분산 값을 사용하는 이유는 실제 4x4 화소 단위 예측을 하지 않고 16x16 화소 단위만으로 예측을 하는 경우, 특히 배경과 같은 부분에선 주변 화소들과의 상관도가 높기 때문에 현재 매크로블록의 분산 값과 예측이 될 매크

로블록의 분산 값에는 큰 차이가 없기 때문이다. 현재 매크로블록의 분산 값은 그 블록을 의사 4x4 블록으로 만들어 의사 4x4 블록의 분산 값을 계산하는 것으로 얻어진다. 현재 매크로블록을 의사 4x4 블록으로 만드는 방법은 그림 2와 같이 한다. 각 화소 자리의 값은 각각 4x4 크기의 서브 블록들이 가진 화소 값의 평균으로 이루어져 있다. 예를 들

어, 의사 블록의 화소  $l_{16}$  은  $l_{16} = (\sum_{x=0}^{15} L_x) \gg 4$  으로 구할 수 있다.

의사 4x4 블록의 분산 값을 구해서 그 값이 정해진 문턱 값보다 더 적을 경우 현재 매크로블록에 한해서 4x4 화소 단위의 예측을 수행하지 않고 16x16 화소 단위의 예측만 수행한다. 문턱 값은 각 매크로블록마다 다르게 적용되는데, 매 프레임에 첫 번째 매크로블록에 대한 문턱 값은 현재 프레임의 양자화 파라미터 (quantization parameter)와 같은 값으로 설정한다. 두 번째부터 마지막 매크로블록에 대한 문턱 값은 적용적으로 얻어지는데, 한 프레임 내에서 이전까지의 매크로블록 중 최종 예측 모드가 16x16 화소 단위의 예측으로 선택된 매크로블록들이 가진 분산 값들의 평균으로 문턱 값을 적용한다. 단, 부적절한 예측을 막기 위해 평균에 포함 시키는 분산 값의 상한선은  $T_{upper} = \max\{(QP \times 10) - 200, 10\}$  으로 결정한다. 현재 매크로블록의 분산 값이  $T_{upper}$  보다 크다면 이 블록이 최종적으로 16x16 화소 단위로 예측이 됐다 할지라도 다음 매크로블록의 문턱 값을 계산할 때 현재 매크로블록의 분산 값은 포함되지 않게 된다. 이럴 경우에 다음 매크로블록의 문턱 값은 현재 매크로블록의 문턱 값과 같아지게 된다.

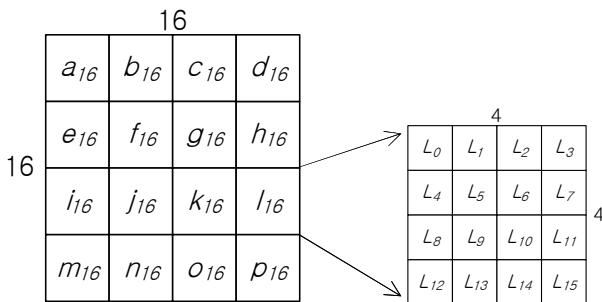


그림 2. 16x16 휘도 블록에 대한 의사 4x4 휘도 블록  
Fig. 2. A 4x4 pseudo-block for a 16x16 luma block

2. 4x4 휘도 블록의 서브 샘플링 화소 기반 예측 모드 선택

H.264/AVC의 4x4 화소 단위 화면 내 예측은 평균치 예측을 제외한 총 8개의 예측 방향을 가지고 있으며 그것은 현재 블록의 에지 방향에 가장 가까운 예측 방향을 선택하여 최적화 된 예측 모드를 가지고 부호화 할 수 있도록 한다. 그렇기 때문에 현재 블록에서 가장 적합한 예측 방향을

미리 찾을 수 있다면 불필요한 연산을 줄이고 좀 더 효율적인 부호화를 할 수 있게 된다. 본 논문에서는 가장 적합한 예측 방향을 찾기 위해 현재 블록의 서브 샘플링 된 화소를 이용한다. 각 예측 모드 방향에 따라 결정된 위치에 있는 서브 샘플링 된 화소를 이용해 각각의 기울기를 구한 후에 그 값에 따라 가장 효율적인 예측 방향 후보군을 설정하고 그 후보 예측 방향에 대해서만 RDO 연산을 해서 복잡도를 줄이는 방식을 사용한다.

각 방향마다 서브 샘플링 된 화소는 8개로 결정되고 이것은 더 많은 화소를 사용했을 때 생길 수 있는 곱셈 연산과 같은 복잡한 연산을 시프트로 간단히 해결 할 수 있다는 장점이 있다. 서브 샘플링 될 화소의 선택은 기존 H.264/AVC의 예측 부호화 방식의 각 모드 별 방향성을 고려하여 결정하게 된다. 4x4 휘도 블록에서 서브 샘플링 된 화소의 위치는 그림 3과 같다. 그림 3의 (a)~(h)는 H.264/AVC의 평균치 예측 모드를 제외한 나머지 방향에 대해 결정된 화소의 위치이다. 식 (1)~(8)을 이용하여 각 모드에 대해 기울기를 계산한다.

$$Gradient = (|a - i| + |f - n| + |c - k| + |h - p|) \gg 2, \quad (1) \text{ for Mode 0}$$

$$Gradient = (|a - c| + |f - h| + |i - k| + |n - p|) \gg 2, \quad (2) \text{ for Mode 1}$$

$$Gradient = (|b - e| + |d - g| + |j - m| + |l - o|) \gg 2, \quad (3) \text{ for Mode 3}$$

$$Gradient = (|c - h| + |a - f| + |k - p| + |i - n|) \gg 2, \quad (4) \text{ for Mode 4}$$

$$Gradient = (|a - j| + |e - n| + |c - l| + |g - p|) \gg 2, \quad (5) \text{ for Mode 5}$$

$$Gradient = (|a - g| + |b - h| + |i - o| + |j - p|) \gg 2, \quad (6) \text{ for Mode 6}$$

$$Gradient = (|b - i| + |f - m| + |d - k| + |h - o|) \gg 2, \quad (7) \text{ for Mode 7}$$

$$Gradient = (|e - c| + |f - d| + |m - k| + |n - l|) \gg 2, \quad (8) \text{ for Mode 8}$$

평균치 예측 모드는 방향성을 가지고 있지 않으나 경계 부근의 블록이나 평탄한 영역에서 좋은 부호화 효율을 보여 왔으므로 기존의 많은 알고리즘에서 후보 예측 모드 중에 하나로 항상 선택을 해왔다. 그러나 그런 경우가 아닐 때에는 부호화 효율이 떨어지므로 본 논문에서는 평균치 예측 모드도 선택될 수 있는 하나의 모드로 결정하고 식 (9)와 같이 기울기를 계산한다.

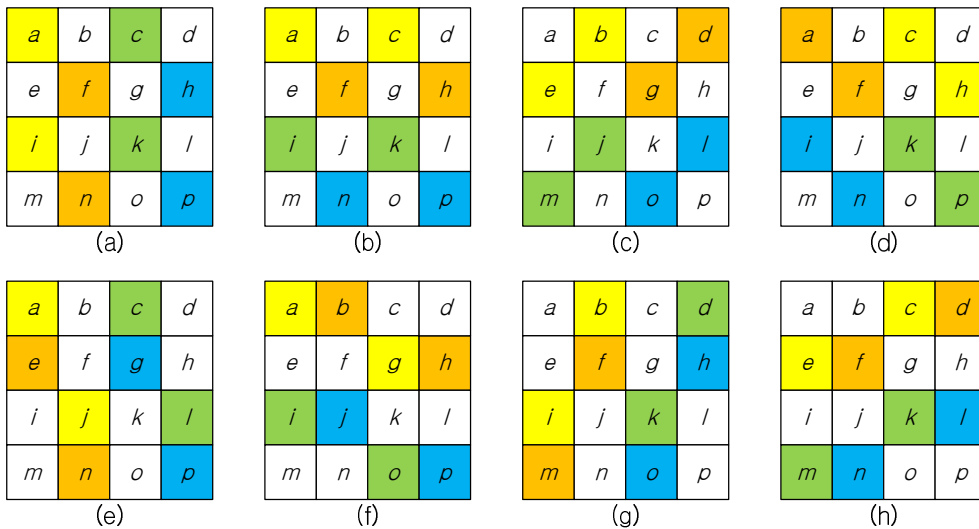


그림 3. 4x4 휘도 블록의 인트라 모드 예측을 위해 서브 샘플링 된 블록 (a) vertical 방향 (b) horizontal 방향 (c) diagonal down left 방향 (d) diagonal down right 방향 (e) vertical right 방향 (f) horizontal down 방향 (g) vertical left 방향 (h) horizontal up 방향  
 Fig. 3. Sub-sampled blocks for 4x4 intra prediction (a) vertical (b) horizontal (c) diagonal down left (d) diagonal down right (e) vertical right (f) horizontal down (g) vertical left (h) horizontal up

$$Gradient = (|a - \mu| + |c - \mu| + |f - \mu| + |h - \mu| + |i - \mu| + |k - \mu| + |n - \mu| + |p - \mu|) \gg 3, \quad (9)$$

for Mode 2

여기서  $\mu$  는 서브 샘플링 된 화소  $a, c, f, \dots, p$ 의 평균값이다.

방향성을 검출하는 방식은 식 (1)~(9)중 최소의 기울기를 갖는 3가지 모드를 선택하여 예측 후보 모드로 결정하게 된다. 그리고 4x4 휘도 블록 예측의 경우 더욱 정밀한 예측을 위하여 Most Probable Mode (MPM)를 하나의 후보 모드로 선택한다. 기존 H.264/AVC 화면 내 예측도 주변 블록과의 상관관계 (correlation)를 생각하여 주변 블록과 현재 예측

할 블록 간에 방향성 관계를 고려하기 때문에 MPM을 사용하는 것은 현재 블록에서 선택된 예측 후보 모드들로부터 예측할 때에 잘못된 예측이 발생할 확률을 줄여줄 수 있다는 장점이 있다. 만약 위에서 기울기로 구한 3가지 예측 모드 중에 MPM이 속해있다면 4번째로 작은 기울기 크기를 가진 모드도 예측 후보 모드로 선택하게 된다.

### 3. 16x16 휘도 블록과 8x8 색차 블록의 서브 샘플링 화소 기반 예측 모드 선택

16x16 휘도 블록과 8x8 색차 블록의 화면 내 예측 모드

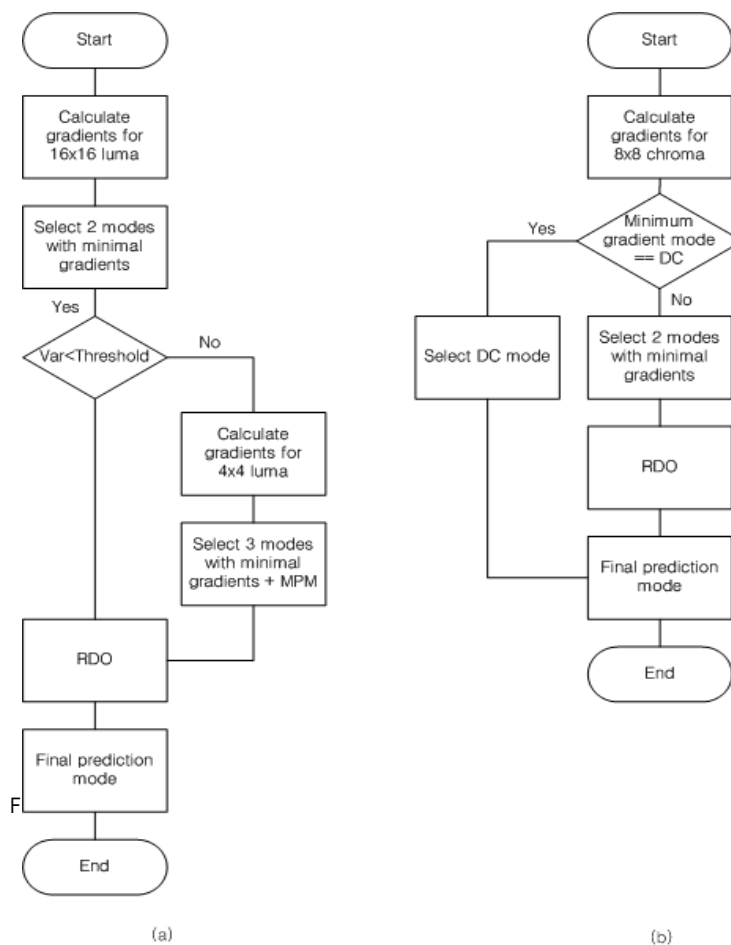


그림 4. 휘도 블록과 색차 블록 예측에 대한 순서도 (a) 휘도 블록 예측 (b) 색차 블록 예측  
 Fig. 4. Flowchart of the prediction for luma and chroma block (a) luma block prediction (b) chroma block prediction

선택 방법은 4x4 휘도 블록 예측과 같은 방식을 사용한다. 먼저 그림 2의 분산 기반의 예측 방법에서 사용한 것과 같이 의사 4x4 블록을 만들고, 서브 샘플링 된 화소를 이용하여 각 모드별로 기울기를 구해 4x4 휘도 블록과 같은 방식으로 가장 적합한 후보 모드들을 선택하게 된다. 의사 4x4 블록의 각 화소 값은 각각의 서브 블록들의 평균으로 이루어져 있으며, 16x16 휘도 블록의 경우 각 서브 블록들의 크기는 4x4 화소 단위로 이루어져 있고 8x8 색차 블록의 경우 2x2 화소 단위로 이루어져 있다. 16x16 휘도 블록과 8x8 색차 블록의 예측은 4가지 모드로 이루어져 있기 때문에 식 (1)~(3)과 식 (9)만이 기울기를 계산하는데 이용된다. 이 두 예측의 경우 MPM을 가지고 있지 않으므로, 기울기를 계산하여 나온 값이 가장 작은 2개의 모드만을 선택하여 예측 후보 모드로 결정한다. 만약 8x8 색차 블록의 경우 평균치 예측 모드가 가장 작은 기울기를 가지는 모드로 결정되었다면, 평균치 예측 모드만 예측 후보 모드로 결정한다. 그림 4는 휘도 블록과 색차 블록의 예측 모드 선택 방법에 대한 전체 순서도를 나타낸다.

#### IV. 실험 결과

제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 H.264/AVC 참조 소프트웨어<sup>[6]</sup> (JM 17.2)를 사용하여 실험하였으며 PSNR과 Bit-rate 및 부호화 시간에 대하여 기존 알고리즘

과 비교하였다. 실험 환경은 Intel 3.07 GHz i3-540 processor와 2GB 메모리를 가진 PC를 이용하였고, 사용한 테스트 영상의 크기는 QCIF(176x144), CIF(352x288)와 HD(1280x720)이며, I-프레임만으로 총 300 프레임이 부호화 되었다. 다양한 결과를 위해 베이스라인과 메인 프로파일을 사용하였으며, 엔트로피 부호화 도구로 각각 CAVLC와 CABAC를 사용하였다. 또한 양자화 파라미터는 28, 32, 36, 40로 설정 하였다. 성능 측정은 비디오 압축 분야에서 널리 사용되고 있는 BD-PSNR과 BD-Bitrate로 평가하였다<sup>[7]</sup>.

표 1은 베이스라인 프로파일을 사용할 때 제안한 알고리즘과 JM 17.2 소프트웨어에 대한 성능 비교이며, 표 2은 메인 프로파일을 사용할 때 제안한 알고리즘과 기존의 알고리즘의 성능을 비교한 것이다. 표 2의 각 알고리즘 부호화 성능은 JM 17.2를 기준으로 평가되었다. 먼저 베이스라인 프로파일을 사용했을 때, 표 1에서 나타난 결과와 같이 제안한 알고리즘은 기존 H.264/AVC의 부호화 시간을 약 70% 단축하였다. 그리고 메인 프로파일을 사용한 표 2를 통해 제안한 알고리즘은 JM 17.2 소프트웨어에 비해 미비한 화질 열화와 비트 손실을 보이고 있지만, 75.93% 만큼 부호화 시간을 줄이면서 그만큼 H.264/AVC 부호화의 복잡도를 줄이는 것을 알 수 있다. 또한 [3]의 방법과 비교했을 때, 0.031 dB의 화질 개선과 0.543%의 비트 절약을 하였고 15.25%만큼 부호화 시간을 줄였으며, [5]의 방법과 비교해서 0.02 dB의 화질 개선과 0.349%의 비트 절약을 하였고 10.03%만큼 부호화 시간을 줄이고 있다.

표 1. 베이스라인 프로파일일 때 제안한 알고리즘과 JM 17.2의 부호화 성능 비교 결과

Table 1. Comparison results for encoding performance of the proposed algorithm and JM 17.2 in Baseline profile

실험영상		Δ BR(%)	Δ PSNR(dB)	Δ Time(%)
QCIF	News	4.353	-0.372	-66.58
	Grandma	4.568	-0.233	-69.18
	Silent	4.652	-0.286	-65.94
CIF	Foreman	4.491	-0.247	-69.04
	Coastguard	3.558	-0.201	-70.31
	Table	4.211	-0.232	-72.75
HD	Mobcal	4.371	-0.264	-71.58
	Parkrun	3.44	-0.239	-72.57
	Bigships	4.939	-0.247	-71.25
Average		4.287	-0.258	-69.91

표 2. 메인 프로파일일 때 제안한 알고리즘과 기존 알고리즘의 부호화 성능 비교 결과

Table 2. Comparison results for encoding performance of the proposed algorithm and previous algorithms in Main profile

실험영상		[3]의 방법			[5]의 방법			제안한 알고리즘		
		$\Delta$ BR(%)	$\Delta$ PSNR (dB)	$\Delta$ Time (%)	$\Delta$ BR(%)	$\Delta$ PSNR (dB)	$\Delta$ Time (%)	$\Delta$ BR(%)	$\Delta$ PSNR (dB)	$\Delta$ Time (%)
QCIF	News	4.87	-0.395	-60.39	3.948	-0.321	-65.32	3.968	-0.323	-72.5
	Grandma	3.424	-0.166	-59.93	4.046	-0.197	-64.78	3.665	-0.178	-76.46
	Silent	4.245	-0.239	-60.21	4.944	-0.278	-64.33	3.476	-0.197	-73
CIF	Foreman	3.928	-0.203	-60.45	5.059	-0.261	-65.42	3.761	-0.195	-75.43
	Coastguard	4.829	-0.25	-61.67	2.669	-0.139	-66.75	2.841	-0.147	-76.95
	Table	3.729	-0.198	-60.1	3.668	-0.195	-66.08	3.675	-0.195	-79.46
HD	Mobcal	4.227	-0.238	-60.49	4.117	-0.23	-67.04	3.874	-0.217	-76.07
	Parkrun	2.923	-0.195	-62.09	3.576	-0.237	-67.72	3.171	-0.21	-76.45
	Bigships	5.847	-0.268	-60.79	4.248	-0.196	-65.72	4.702	-0.216	-77.09
Average		4.224	-0.239	-60.68	4.03	-0.228	-65.9	3.681	-0.208	-75.93

## V. 결론

본 논문에서는 분산 기반의 예측 방법 선택과 서브 샘플링 된 화소를 이용한 후보 모드 결정 방법을 통해 H.264/AVC 화면 내 예측 부호화의 복잡도를 줄이는 고속 모드 선택 알고리즘을 제안하였다. H.264/AVC는 현재 가장 널리 이용되고 있는 국제 압축 표준 중에 하나로 복잡도 감소 및 최적화는 매우 중요한 문제이다. 그 중에서 화면 내 예측은 RDO 기술을 사용하기 때문에 그 복잡도가 상당히 높다. 제안한 고속 모드 선택 기법은 서브 샘플링 된 화소와 분산을 이용하여 간단한 시프트 연산만을 통해 추가적인 곱셈 계산이 필요 없이 현재 블록의 특성 및 예지 방향을 예측하여 RDO 계산량을 크게 감소시킨다. 실험 결과를 통해 제안한 알고리즘은 약간의 PSNR 감소와 Bit-rate 증가를 보이면서 부호화 시간은 75% 이상 감소시키는 향상된 성능을 보이고 있다.

## 참고 문헌

- [1] Y. W. Huang, B. Y. Hsieh, T. C. Chen, and L. G. Chen, "Analysis, fast algorithm, and VLSI architecture design for H.264/AVC intra-frame coder," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 15, no. 3, pp. 378-401, Mar. 2005.
- [2] F. Pan, X. Lin, S. Rahardja, K. P. Lim, Z. G. Li, D. Wu, and S. Wu, "Fast mode decision algorithm for intra-prediction in H.264/AVC video coding," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 15, no. 7, pp. 813-822, Jul. 2005.
- [3] J. C. Wang, J. F. Wang, J. F. Yang, and J. T. Chen, "A fast mode decision algorithm and its VLSI design for H.264/AVC intra-prediction," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 17, no. 10, pp. 1414-1422, Oct. 2007.
- [4] A. C. Tsai, A. Paul, J. C. Wang, and J. F. Wang, "Intensity gradient technique for efficient intra-prediction in H.264/AVC," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 18, no. 5, pp. 694-698, May 2008.
- [5] A. C. Tsai, J. F. Wang, J. F. Yang, and W. G. Lin, "Effective sub-block-based and pixel-based fast direction detections for H.264 intra prediction," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 18, no. 7, pp. 975-982, Jul. 2008.
- [6] Joint Video Team Reference Software JM 17.2. [Online]. Available: <http://iphome.hhi.de/suehring/tml/download/>
- [7] G. Bjontegaard, "Calculation of average PSNR differences between RD-curves (VCEG-M33)," in the 13th VCEG Meeting (ITU-T SG16 Q.6), Austin, TX, USA, Apr. 2001.



---

저 자 소 개



김 영 준

- 2010년 2월 : 한양대학교 전자통신컴퓨터공학부 졸업
- 2012년 2월 : 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 석사
- 2012년 1월 ~ 현재 : 팬택계열 중앙연구소 연구원
- 주관심분야 : 영상압축, 멀티미디어 시스템



김 원 군

- 2005년 2월 : 한양대학교 전자전기컴퓨터공학부 졸업
- 2007년 2월 : 한양대학교 대학원 전자통신컴퓨터공학과 석사
- 2007년 3월 ~ 현재 : 한양대학교 대학원 전자통신컴퓨터공학과 박사과정
- 주관심분야 : 영상처리 및 영상압축



정 등 진

- 2010년 2월 : 광운대학교 전자공학과 졸업
- 2012년 2월 : 한양대학교 대학원 전자통신컴퓨터공학과 석사
- 2012년 3월 ~ 현재 : 한양대학교 대학원 전자통신컴퓨터공학과 박사과정
- 주관심분야 : 영상처리 및 영상압축



정 제 창

- 1980년 2월 : 서울대학교 전자공학과 졸업
- 1982년 2월 : KAIST 전기전자공학과 석사
- 1990년 : 미국 미시간대학 전기공학과 공학박사
- 1980년 ~ 1986년 : KBS 기술연구소 연구원(디지털 및 뉴미디어 연구)
- 1990년 ~ 1991년 : 미국 미시간대학 전기공학과 연구교수(영상 및 신호처리 연구)
- 1991년 ~ 1995년 : 삼성전자 멀티미디어 연구소(MPEG, HDTV, 멀티미디어 연구)
- 1995년 ~ 현재 : 한양대학교 전자통신컴퓨터공학과 교수(영상통신 및 신호처리 연구실)
- 1998년 11월 : 과학기술자상 수상
- 1998년 12월 : 정보통신부장관상 표창
- 2007년 : IEEE Chester Sall Award 수상
- 2008년 : ETRI Journal Paper Award 수상
- 2011년 5월 : 제46회 발명의 날 녹조근정훈장
- 2012년 : 한국방송공학회 회장
- 주관심분야 : 영상처리 및 영상압축, 3DTV