

방향성 기울기를 이용한 H.264를 위한 고속 화면내 예측 모드 결정 알고리즘

Fast Intra Prediction Mode Decision Algorithm Using Directional Gradients For H.264

한화정, 전영일, 한찬희, 이시웅
한밭대학교 정보통신 전문대학원 멀티미디어 공학과

Hwa-Jeong Han(hwa0702@nate.com), Yeong-Il Jeon(yijeon@hanbat.ac.kr),
Chan-Hee Han(chani@hanbat.ac.kr), Si-Woong Lee(swlee69@hanbat.ac.kr)

요약

H.264/AVC 표준은 부호화 효율을 향상시키기 위해 각 매크로블록의 최적 부호화 모드를 결정하는 윌-왜곡 최적화 기법을 사용한다. 윌-왜곡 최적화 기법은 기존의 비디오 압축 표준보다 부호화 효율을 향상시키지만 매크로블록의 최적 부호화 모드를 결정하기 위해서 전체 모드에 대해 윌-왜곡 최적화 과정을 수행해야하므로 부호화기의 복잡도가 매우 증가하게 된다. 본 논문에서는 부호화기의 복잡도 감소를 위해서 방향성 기울기를 이용한 고속 화면내 예측 모드 결정 방법을 제안한다. 제안된 알고리즘은 2-경로 구조로 구성되었다. 첫 번째 경로는 방향성 기울기를 계산하여 제안된 예측 모드 결정 방법에 따라 16x16 화면내 예측 모드를 결정한다. 두 번째 경로는 4x4 화면내 예측의 최적 모드를 결정한다. 4x4 화면내 예측에서 지원되는 9가지 예측 모드 중 3가지 예측 모드에 RDO 과정이 수행된다. 각 경로에서 결정된 두 가지 모드의 비용을 비교하여 최적 모드를 결정한다. 모의실험을 통해 제안 방식이 참조 소프트웨어와 비교하여 무시할 수 있는 화질 손실과 평균적으로 77%의 계산량을 감소시킬 수 있음을 확인하였다.

■ 중심어 : | H.264/AVC 부호화 | 화면내 예측 | 모드 결정 |

Abstract

H.264/AVC video coding standard uses the rate distortion optimization method which determines the best coding mode for macroblock(MB) to improve coding efficiency. Whereas RDO selects the best coding mode, it causes the heavy computational burden comparing with previous standards. To reduce the complexity, in this paper, a fast intra prediction mode decision algorithm using directional gradients is proposed. The proposed algorithm is composed of 2-path structure. In the first path, 16x16 intra prediction mode is determined using directional gradients. In the second path, 3 modes instead of 9 modes are chosen for RDO to decide the best mode for 4x4 block. Finally, the two modes determined in the two-path decision process are compared to decide the final block mode. Experimental results show that the computation time of the proposed method is decreased to about 77% of the exhaustive mode decision method with negligible quality loss.

■ keyword : | H.264/AVC | Intra Prediction | Mode Decision |

I. 서론

H.264/AVC 비디오 부호화 방식은 새로운 부호화 도구들을 채택함으로써 이전의 비디오 부호화 표준들에 비해 높은 압축 효율을 갖게 되었다[1][2]. 새롭게 추가된 부호화 도구들에는 4x4단위의 정수변환(Integer Transform), CAVAL(Context-based Adaptive Variable Length Coding), CABAC(Context-based Adaptive Binary Arithmetic Coding)을 통한 엔트로피 부호화, 가변 블록 크기에 따른 화면내 예측(Intra-Prediction), 화면간 예측(Inter-Prediction), 다중 참조 영상(Multiple-Reference frame)의 사용, 적응적 프레임/필드 부호화(Adaptive Frame/Field Coding), RDO(Rate-Distortion Optimization) 방법 등이 있다. 이러한 도구들 중, 가변 블록 크기에 따른 화면내, 화면간 예측과 RDO 방법은 부호화 효율을 최대화 하고 발생하는 비트량은 최소화하는 부호화기의 압축 성능을 향상시키는 가장 핵심적인 기법이다. H.264/AVC 표준은 가변 블록 크기에 따라 다양한 예측 모드를 지원하는데, 지원되는 모든 모드에 대해 율-왜곡 최적화 과정을 적용하여 최적 모드를 결정하게 된다. 하지만 각 매크로블록의 최적 모드를 결정하기 위해 모든 모드에 대해서 율-왜곡 최적화 과정이 적용되어야 하기 때문에 압축 성능을 향상시킬 수 있지만 연산량이 증가하여 부호화 시간이 매우 증가하는 단점이 존재한다. 이러한 문제를 극복하고 부호화기의 복잡도를 줄이기 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 그 중 화면내 예측 모드 결정을 위한 고속화 알고리즘이 대표적이다. H.264/AVC 비디오 부호화 방식에서는 화면내 예측을 위해서 16x16 화면내 예측 모드와 4x4 화면내 예측 모드를 지원한다. 각 매크로블록의 화면내 예측의 최적 모드를 결정하기 위해 율-왜곡 최적화 방식이 16x16 화면내 예측 모드 수행 시 4가지의 예측 모드에 대해 적용되어야 하고, 4x4 화면내 예측 모드 수행 시 총 9가지의 예측 모드에 적용되어야 한다. 표준에서 지원하는 모든 모드에 대해 율-왜곡 최적화 과정을 수행해야 하기 때문에 상당한 계산 시간이 소비된다. 따라서 예측 모드의 수를 제한하여 고속 모드 결정을 성취할 수 있

는 많은 알고리즘이 제안되었다. Sobel 에지 연산자를 이용하여 에지 방향을 결정하고 선택된 후보 모드에 대해서만 율-왜곡 최적화 과정을 수행하는 방법[3][4]과 DCT(Discrete Cosine Transform)을 근사화 하여 DED(Dominant Edge Direction)을 계산한 후 선택된 3개의 후보 모드에 대해서 율-왜곡 최적화 과정을 수행하는 방법[5], 각 블록에 대해 수평, 수직, 대각선 방향에 대한 필터를 적용하여 에지의 강도를 계산한 후 후보 예측 모드를 결정하는 방법[6], Intensity Gradient 기법을 적용하여 후보 예측 모드를 선택하는 방법[7]이 제안되었다. 위의 방식들은 부호화기의 복잡도를 상당히 감소시키지만 후보 모드 선정을 위해 전체 화소에 대해 각각의 측정 도구를 적용해야 한다. 이는 고속화 알고리즘에도 불구하고 상당한 계산량을 필요로 하며, 성능을 개선하기 위해 영상 내 특징을 각 모드별로 대표할 수 있는 화소만을 이용하여 계산할 수 있는 방법에 대한 추가적인 연구가 필요하다. 따라서 본 논문에서는 방향성 기울기를 이용한 고속화 알고리즘을 제안되었다. 제안된 알고리즘은 2-경로 구조로 구성되어 있다. 첫 번째 경로에서 제안된 기울기 기반 알고리즘에 따라 순차적으로 16x16 화면내 예측 모드가 결정된다. 두 번째 경로에서는 4x4 예측 모드의 방향성을 고려하여 9가지 예측 모드 대신에 3가지 예측 모드가 율-왜곡 최적화 과정을 수행하기 위해 선택된다. 마지막으로, 각 경로에서 결정된 두 가지 예측 모드의 비용을 비교함으로써 현재 매크로블록의 최적모드를 결정한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 우선 2장에서 H.264/AVC 비디오 부호화 방식에서의 화면내 예측 모드 결정 방법에 대해 살펴본다. 3장에서 제안하는 고속 모드 결정 알고리즘에 대해 설명하고, 4장에서 실험결과를 통해 제안 방식의 성능을 분석하기로 한다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. H.264/AVC 화면내 예측 모드 결정 방법

기존의 부호화 표준은 변환영역에서 DC 계수 혹은 일부 AC 계수의 예측 부호화만을 수행함으로써 화면

간 예측 부호화에 비해 화면내 예측 부호화의 발생 비트량이 지나치게 많아지는 단점을 가지고 있다. 영상은 변환영역의 계수보다는 공간영역의 화소간의 상관도가 높기 때문에 H.264/AVC의 화면내 예측 부호화에서는 공간영역에서 화소간 상관성을 최대한 제거하여 부호화 효율을 높이는 방법을 도입하였다. H.264/AVC 표준의 화면내 예측 부호화는 이미 부호화된 화소의 정보를 이용하여 다양한 예측 모드에 따라 예측 신호를 생성하고, 윌-왜곡 최적화 방법에서 계산된 비용을 최소화하는 예측 모드를 최적 모드로 선택한다. 휘도 신호의 경우에는 4x4 블록과 16x16 매크로블록 단위로 각각 9가지, 4가지의 화면내 예측 부호화를 수행한다. 색차 신호의 경우, 8x8 블록은 4가지 예측모드를 사용하여 부호화한다.

1. 4x4 화면내 예측

4x4 화면내 예측은 하나의 매크로블록을 4x4 블록 크기로 분할하여, 이미 부호화된 인접 블록들의 화소들을 참조하여 총 9가지의 예측 모드를 통해 최적 모드를 결정하는 방식이다. [그림 1-(a)]는 H.264/AVC가 지원하는 8가지의 예측 방향 모드와 DC 모드를 보인다. 화살표의 번호 0,1,3,...,8은 각각 Vertical, Horizontal, Diagonal Down-Left, Diagonal Down-Right, Vertical-Right, Horizontal-Down, Vertical-left, Horizontal-Up 예측 모드를 나타낸다. 번호 2는 DC 모드이다. 각 예측 모드의 방향에 따라 [그림 (b)]의 주변 화소(A~M)를 이용하여 예측신호(a~p)를 생성하고 윌-왜곡 최적화 기법을 적용하여 현재 블록의 최적 모드를 선택한다.

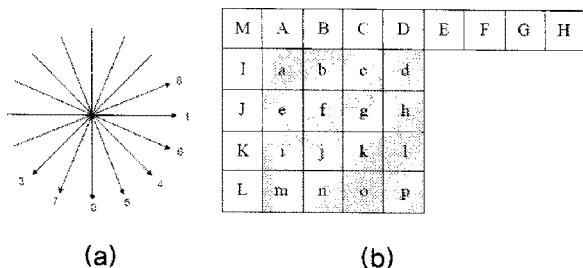


그림 1. 4x4 화면내 예측 : (a)각 방향 모드(8가지), (b) 사용되는 주변화소와 예측화소

윌-왜곡 최적화 기법을 사용하여 발생하는 각 예측 모드의 비용은 식 (1)과 같이 정의된다.

$$J(s,c, Mode|QP, \lambda_{mode}) = SSD(s,c, Mode|QP) + \lambda_{mode} R(s,c, Mode|QP) \quad (1)$$

SSD(·)(Sum of Squared Differences)은 원본 블록(s)과 각 Mode에 따라 예측된 블록(c)간의 왜곡을 나타내기 위한 도구이고, R(·)은 Mode 정보와 양자화 계수, 잔여신호를 부호화하기 위해 필요한 비트량을 의미한다. QP는 양자화 파라미터, λ_{mode} 는 라그랑지안 파라미터이다. J(비용)는 화면내 예측의 전체 예측 모드에 대해 계산되고, 가장 작은 비용을 가지는 예측 모드를 해당 블록의 최적모드로 결정한다. 따라서, 전체 모드의 비용을 계산하기 위해 변환 부호화, 양자화, 엔트로피 부호화가 반복적으로 수행되어야 하기 때문에 부호화기의 복잡도가 매우 증가하게 된다.

2. 16x16 화면내 예측

16x16 화면내 예측 모드에는 [그림 2]와 같이 4가지 모드를 지원한다. 현재 매크로블록의 주변에 복원된 화소가 존재하지 않으면 DC모드가 16x16 화면내 예측의 최적 모드가 되고, 주변화소가 복원되어 있다면 4가지의 모드에 윌-왜곡 최적화 기법을 적용하여 비용이 가장 작은 모드를 최적 모드로 선택한다.

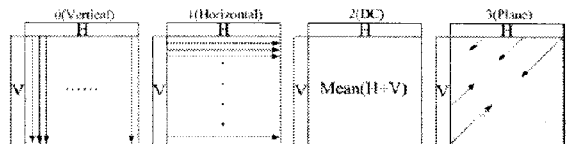


그림 2. 16x16 화면내 예측

III. 제안된 고속 화면내 예측 알고리즘

H.264/AVC 부호화 방식에서 사용되고 있는 화면내 예측 모드 결정 방식은 전체 모드들에 대한 비용함수를 계산한 후, 각 모드의 부호화 비용을 비교함으로써 최적의 모드를 결정하는 방식이다. 이와 같은 전역 탐색

방법은 부호화기의 복잡도를 상당히 증가시키기 때문에 본 논문에서는 각 화면내 예측 모드의 특성을 분석하여 후보 모드의 개수를 감소시킴으로써 고속 모드 결정을 성취할 수 있는 알고리즘을 제안한다.

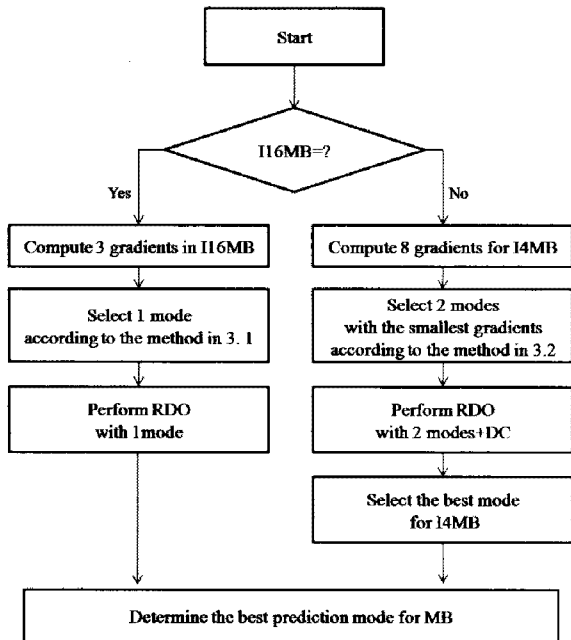


그림 3. 제안된 고속 화면내 예측의 흐름도

H.264의 화면내 예측은 이미 부호화 된 인접 화소의 값을 화소의 밝기가 균일한 방향으로 예측함으로써 예측 오차를 최소화 하는 방식이다. 따라서 현재 블록 내의 신호변화에 대한 방향성을 적절히 추정할 수 있다면 이를 통해 최적 예측 모드를 위한 후보 모드의 개수를 좁혀 RDO 과정을 수행하더라도 충분한 부호화 효율을 성취할 수 있다. 즉, 신호의 기울기가 크게 나타나는 방향으로의 예측 모드들은 최종적인 예측 모드로 선택될 가능성이 매우 낮으며, 따라서 RDO 과정에서 이런 방향의 예측 모드들을 후보 모드에서 제외함으로써 부호화 성능 저하 없이 모드 결정의 고속화가 가능해진다. 본 논문에서는 이러한 관측을 기반으로 하여, 블록내의 신호의 방향성 기울기를 계산하고 이로부터 최적 예측 모드를 위한 후보 모드를 선택하여 선택된 후보 모드에 대해서만 RDO를 수행함으로써 화면내 예측 모드 결정을 고속화 하는 방안을 제시한다.

[그림 3]은 제안된 화면내 고속 모드 결정 알고리즘

의 전체적인 흐름도를 나타낸다. 흐름도에 나타난 것처럼 전체적인 모드 결정 알고리즘은 2-경로 구조로 구성된다. 첫 번째 경로에서는 16x16 화면내 예측을 위한 최적 예측 모드가 결정되며, 두 번째 경로에서는 4x4 화면내 예측을 위한 최적 예측 모드가 결정된다. 마지막으로, 각 경로에서 결정된 2가지 모드를 비교함으로써 현재 블록의 최적 모드를 결정한다.

1. 16x16 화면내 예측의 모드 결정

16x16 화면내 예측은 매크로블록 내에서 수직, 수평 및 45도의 대각 방향 중 한 방향으로 균일한 신호가 분포하는 경우에 적절한 예측 모드이다. 따라서 16x16 화면내 예측을 위해서 수평, 수직, 및 대각 방향의 신호 기울기를 간단한 차분 연산의 평균치를 이용하여 계산하고 이 값들의 비교를 통해 예측 모드를 결정하는 고속화 알고리즘이 제안되었다. 구체적인 알고리즘은 다음과 같다.

- ① 3가지 모드의 평균 방향성 기울기를 식 (2)와 같이 계산한다.

$$\begin{aligned}
 G_V &= \frac{1}{(M/2)(M/2)} \sum_{i=0}^{M/2-1} \sum_{j=0}^{M/2-1} |p_{2i,2j} - p_{2i,2j+1}| \\
 G_H &= \frac{1}{(M/2)(M/2)} \sum_{i=0}^{M/2-1} \sum_{j=0}^{M/2-1} |p_{2i,2j} - p_{2i+1,2j}| \\
 G_D &= \frac{1}{(M/2)(M/2)} \sum_{i=0}^{M/2-1} \sum_{j=0}^{M/2-1} |p_{(M-1)-2i,2j} - p_{(M-1)-2i-1,2j+1}|
 \end{aligned} \quad (2)$$

위 식에서, G_H , G_V 및 G_D 는 각각 수평, 수직, 대각 예측 방향의 평균 기울기를 나타낸다. $p_{i,j}$ 는 매크로블록의 (i,j) 위치의 휘도 값이고, M 은 매크로 블록의 크기, 즉 16이다.

- ② $G_V < \Delta_{th}$ 및 $G_H > \Delta_{th}$ 인 조건을 만족하면 현재 매크로블록은 수직방향으로는 신호 변화가 낮으며, 수평 방향으로는 신호 변화가 크게 나타나는 것이므로 현재 매크로블록의 예측모드를 Vertical 모드로 결정한다. 만족하지 않을 경우 조건 ③으로 이동한다. Δ_{th} 는 1~10의 값 중에 부

호화 효율을 가장 감소시키지 않는 실험적으로 결정된 임계치이다. 본 논문에서는 $\Delta_{th} = 2$ 로 정한다.

- ③ $G_H < \Delta_{th}$ 및 $G_V > \Delta_{th}$ 인 조건을 만족하면 현재 매크로블록은 수평 방향으로는 신호 변화가 낮으며, 수직 방향으로는 신호 변화가 크게 나타나는 것이므로 현재 매크로블록의 예측 모드를 Horizontal 모드로 결정한다. 만족하지 않을 경우 조건 ④로 이동한다.
- ④ $G_p < \Delta_{th}$ 인 조건을 만족하면 대각 방향으로 인접 화소간의 상관도가 높은 것이므로 최적모드를 Plane 모드로 결정한다. 만족하지 않을 경우 조건 ⑤로 이동한다.
- ⑤ ②~④의 조건을 모두 만족하지 않을 경우 DC 모드를 최적 모드로 선택한다.

2. 4x4 화면내 예측의 모드 결정

방향성 기울기의 비교를 통해 최적 예측 모드를 결정하는 16x16 예측 모드 결정 방식과는 달리 4x4 예측 모드 결정은 9가지 예측 방향 중 최적 예측 모드로 선택될 확률이 높은 3가지 방향을 먼저 선택한 후 이들 후보 예측 모드에 대해 RDO를 수행하여 최적 예측 모드를 결정하는 구조로 구성된다. 4x4 화면내 예측 역시 한가지 예측 모드로 최적의 부호화 효율을 발생시키는 방법이 고속 모드 결정을 위한 최선의 방법이다. 하지만 4x4 화면내 예측 모드 9가지 중에서 RDO를 수행하지 않고 한가지 예측 모드로 부호화를 수행하는 방법은 예측 모드가 오검출 되었을 경우 현재 부호화 블록의 심각한 성능저하 뿐만 아니라 다음 부호화 블록들에 오류 전파를 발생시켜 전체 부호화 성능에 심각한 저하를 유발한다. 적은 예측 모드의 개수를 사용하는 것은 앞서 설명한대로 부호화의 화질 저하를 유발할 수 있으며 많은 예측 모드를 사용하는 것은 고속화 알고리즘의 성능 저하를 유발하기 때문에 본 논문에서는 예측 모드의 개수를 3가지로 제한하였다.

예측 모드 선택을 위해 제안된 방식에 따라 8가지 예측 모드(DC모드 제외)의 방향성 기울기를 계산하고 최소값을 가지는 예측 모드 2가지를 선택하는 방식을 제

안하였다. 선택된 2가지 예측 모드와 DC 모드가 현재 부호화 블록의 최적 모드 결정을 위한 후보 모드로써 사용된다. 4x4 예측을 순차적으로 결정하는 방식은 고속화 방안임에도 불구하고 9가지 예측 모드에 대해 지나치게 많은 비교 연산을 수행해야 하기 때문에 16x16 예측 모드 결정 방식과는 달리 기울기가 최소값을 가지는 예측 모드를 선택하는 방법을 제안하였다.

효율적인 4x4 블록의 기울기 계산을 위하여 우선적으로 8가지 방향 모드와 연관된 화소의 분포를 분석하였다. [그림 4]에서 볼 수 있듯이, 8가지 모드로부터 예측되는 화소들은 각 예측 방향에 따라 특정한 일관성을 가진다. 예를 들어 Vertical 모드는 수직 방향의 예측 화소가 동일하고 Horizontal 모드는 수평 방향의 예측 화소가 동일하다. 나머지 모드들도 각 방향에 따라 같은 예측 화소 값을 갖는 위치가 일정하다. 따라서 4x4 블록의 화소 분포에 따라 방향성 기울기를 적절하게 추정하여 방향성 기울기가 작은 일부 모드에 대해서만 RDO 과정을 수행함으로써 최적 모드가 결정된다.

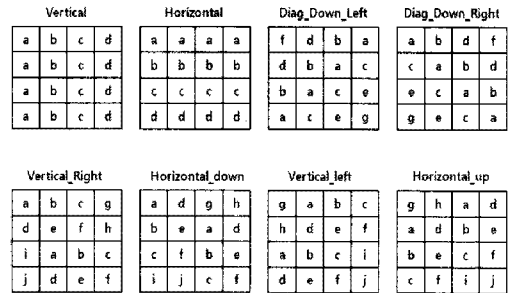


그림 4. 4x4 화면내 예측 모드의 화소 분포

본 논문에서는 8가지 모드의 방향성 기울기를 계산하고 가장 작은 기울기를 가지는 두 가지 모드를 후보 모드로써 선택한다. 선택된 두 가지 모드와 DC모드에 대해서 RDO 과정을 수행한다. 방향성 기울기 계산을 위해서 간단한 차분 연산자가 사용되었다. 구체적인 과정은 다음과 같다.

- ① 8가지 모드의 평균 방향성 기울기를 식 (3)과 같이 계산한다.

$$\begin{aligned}
 g_V &= \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=0}^{V-1} \sum_{j=0}^{V-2} |p_{i,j} - p_{i,j+1}| \\
 g_H &= \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=0}^{V-2} \sum_{j=0}^{V-1} |p_{i,j} - p_{i+1,j}| \\
 g_{DL} &= \frac{1}{(N-1)(N-2)} \sum_{j=0}^{V-2} \sum_{i=0}^{V-2(V-1)-j} |p_{i,j} - p_{i-1,j+1}| \\
 g_{DR} &= \frac{1}{(N-1)(N-2)} \sum_{j=0}^{V-2} \sum_{i=j}^{V-2V-2} |p_{i,j} - p_{i+1,j+1}| \\
 g_{VR} &= \frac{1}{(N-1)(N-2)} \sum_{i=0}^{V-2} \sum_{j=0}^{V-3} |p_{i,j} - p_{i+1,j+2}| \\
 g_{HD} &= \frac{1}{(N-1)(N-2)} \sum_{i=1}^{V-3} \sum_{j=0}^{V-2} |p_{i,j} - p_{i+2,j+1}| \\
 g_{VL} &= \frac{1}{(N-1)(N-2)} \sum_{i=1}^{V-1} \sum_{j=0}^{V-3} |p_{i,j} - p_{i-1,j+2}| \\
 g_{HV} &= \frac{1}{(N-1)(N-2)} \sum_{i=0}^{V-3} \sum_{j=1}^{V-1} |p_{i,j} - p_{i+2,j-1}|
 \end{aligned} \tag{3}$$

식 (3)에서 g_V, g_H, \dots, g_{HV} 은 각각 vertical, horizontal, diagonal down_left, diagonal down_right, vertical_right, horizontal_down, vertical_left, horizontal_up 예측 모드의 평균 방향성 기울기를 의미한다. N 은 블록의 크기, 즉 4이다.

- ② 8가지의 4x4 예측모드의 평균 방향성 기울기 중에 최소값을 가지는 모드 2가지를 선택한다.
- ③ 선택된 2가지 모드와 DC 모드에 대해 4x4 화면내 예측을 수행한다.
- ④ 16x16 화면내 최적 모드와 4x4 화면내 최적 모드 RD cost를 비교하여 작은 비용을 가지는 모드를 최적 모드로 선택한다.

3. 8x8 화면내 예측의 모드 결정

H.264에서 Chroma성분의 화면내 예측을 위해 8x8 블록 단위의 예측이 수행된다. Chroma 화면내 예측을 위해 전체 4가지 DC, vertical, horizontal, plane 모드가 지원된다. Chroma 블록의 모드 결정 방법은 16x16 화면내 예측의 모드 결정 방법과 유사하다. 우선 식 (2)와 같이 U, V의 기울기를 얻고 최적 모드를 결정한다. 최적 모드가 DC 모드로 결정되면, DC 모드만이 RDO 수행을 위해 선택된다. 최적모드가 DC 모드가 아니면, 최적모드와 DC 모드에 대해 RDO 과정을 수행한다. DC 모드는 부호화 성능을 유지하기 위해 수행되어진다.

4. 복잡도(Complexity) 분석

H.264의 RDO 과정에서는 luma와 chroma 성분이 RDO 계산을 위해 함께 사용된다. 하나의 매크로블록을 위해 계산되는 RDO 과정의 개수는 $4 \times (16 \times 9 + 4) = 592$ 이다. [표 1]은 RDO 과정이 수행되는 전체 후보 모드의 수와 제안된 방법으로 결정되는 후보 모드의 수를 보인다. 제안된 고속 모드 결정 알고리즘은 $2 \times (16 \times 3 + 1) = 98$ 또는 $1 \times (16 \times 3 + 1) = 49$ RDO 과정을 수행한다. 따라서 기존의 H.264 화면내 예측 방법과 비교하여, 제안된 알고리즘은 부호화기의 복잡도를 상당히 감소시킨다.

표 1. 후보 예측 모드의 수

Components	Block size	Total # of modes	# of modes selected
Luma(Y)	16x16	4	1
Luma(Y)	4x4	9	3
Chroma(U,V)	8x8	4	2 or 1

IV. 실험결과

본 논문에서 제안된 알고리즘은 H.264/AVC의 참조 소프트웨어인 JM13.2에서 수행되었다. 또한 제안된 알고리즘의 성능비교를 위해 기존의 고속 화면내 모드 결정 방법인 Pan[3]의 방법을 사용하였다. 실험환경은 Pentium 4-2.4GHz CPU와 2GBytes 메모리 사양을 갖는 PC를 사용하였다. 부호화 효율을 평가하기 위해 $\Delta time, \Delta PSNR, \Delta bitrate$ 을 측정하였다. $\Delta time$ 은 식 (4)에 정의되었고, $\Delta PSNR$ 과 $\Delta bitrate$ 은 [8]에 정의된 RD-curves 조절 방법에 따라 계산되었다. [표 2]는 실험에 사용된 영상과 부호화기 설정 파라미터를 나타낸다.

$$\Delta time = \frac{T(Proposed) - T(JM)}{T(JM)} \times 100\% \tag{4}$$

표 2. 부호화기 설정 파라미터

Sequence	QCIF	Foreman, News, Container, Silent, Coastguard
	CIF	Paris, Mobile, Tempete, Bus, Stefan
Profile	Main Profile	
The number of frames	300	
QP	28, 32, 36, 40	
Coding Structure	Only I frame	
RD Optimization	ON	
Frame rate	30	
Entropy coding	CABAC	

[표 3]과 [표 4]는 각각 QCIF와 CIF 영상의 실험 결과를 보인다. QCIF 영상에서 제안된 알고리즘은 평균 4.831%의 비트율 증가와 평균 0.148dB의 PSNR 감소에 비하여 약 74%의 계산량을 감소시킨다. CIF 영상에서 제안된 알고리즘은 평균 3.624%의 비트율 증가와 평균 0.148dB의 PSNR 감소에 비하여 약 81%의 계산량을 감소시킨다. 따라서 제안된 알고리즘이 Pan의 방법과 비교하여 유사한 비트량 증가와 PSNR 감소와 함께 상당한 계산시간의 감소를 유발함을 실험결과를 통해 입증되었다.

표 3. 성능비교 1

Sequence (QCIF)	Method	Δ PSNR (dB)	Δ BR (%)	Δ Time (%)
Foreman	Pan	-0.285	4.437	-65.378
	Proposed	-0.073	6.172	-76.109
News	Pan	-0.294	3.902	-55.339
	Proposed	-0.065	5.512	-73.510
Container	Pan	-0.234	3.695	-56.357
	Proposed	-0.108	4.852	-72.112
Silent	Pan	-0.183	3.540	-65.170
	Proposed	-0.100	5.311	-79.575
Coastguard	Pan	-0.106	2.361	-55.206
	Proposed	-0.100	2.306	-68.216
Average	Pan	-0.220	3.587	-59.454
	Proposed	-0.148	4.831	-73.904

표 4. 성능비교 2

Sequence (CIF)	Method	Δ PSNR (dB)	Δ BR (%)	Δ Time (%)
Paris	Pan	-0.230	3.210	-57.779
	Proposed	-0.065	4.799	-80.156
Mobile	Pan	-0.255	3.168	-59.086
	Proposed	-0.172	3.110	-84.743
Tempete	Pan	-0.299	3.514	-57.697
	Proposed	-0.177	3.689	-83.663
Bus	Pan	-0.218	3.849	-58.118
	Proposed	-0.100	2.697	-74.569
Stefan	Pan	-0.242	3.717	-57.972
	Proposed	-0.223	3.554	-79.911
Average	Pan	-0.236	3.492	-58.130
	Proposed	-0.148	3.624	-80.608

V. 결론

본 논문은 H.264/AVC 비디오 부호화의 화면내 예측을 위해 방향성 기울기를 이용한 고속 모드 결정 알고리즘을 제안하였다. 2-경로 구조에 의해 결정된 방법에 따라 화면내 예측 모드의 일부 모드가 RDO 계산을 위해 선택된다. 첫 번째 경로에서는, 매크로블록의 방향성 기울기를 계산하여 제안된 결정 방법에 따라 16x16 화면내 예측 모드를 결정하고, 두 번째 경로에서는 4x4 블록의 가장 작은 기울기를 가지는 모드 2가지와 DC를 이용하여 4x4 블록의 최적 모드를 결정한다. 마지막으로, 각 경로에서 결정된 두 가지 모드의 비용을 비교함으로써 최적 모드를 결정한다. RDO 과정을 수행하는 예측 모드를 제한함으로써 제안된 알고리즘은 부호화의 복잡도를 상당히 감소시킨다. 모의실험을 통해 제안된 알고리즘이 참조 소프트웨어의 모드 결정 방법에 비해서 무시할 수 있는 화질 손실과 함께 평균적으로 77%의 계산량 감소를 발생시킴을 확인하였다.

참고문헌

- [1] Information Technology-Coding of Audio-Visual Objects-Part 10 : Advanced Video

Coding, Final Draft International Standard, ISO/IEC FDIS 14496-10, 2003.

- [2] T. Wiegand, G. J. Sullivan, G. Bjontegaard, and A. Luthra, "Overview of the H.264/AVC video coding standard," IEEE Trans. on Circuit and Systems for Video Technology, Vol.13, No.7, pp.560-576, 2003.
- [3] 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. on Circuit and Systems for Video Technology, Vol.15, No.7, pp.813-822, 2005.
- [4] 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. on Circuit and Systems for Video Technology, Vol.15, No.3, pp.378-401, 2005.
- [5] B. D. La, M. Y. Eom, and Y. S. Choe, "Fast Mode Decision For Intra Prediction in H.264/AVC Encoder," Proc of ICIP, Vol.5, pp.321-324, 2007.
- [6] 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. on Circuit and Systems for Video Technology, Vol.17, No.10, pp.1414-1422, 2007.
- [7] A.-C. Tsai, A. Paul, and J.-C. Wang, "Intensity Gradient Technique for Efficient Intra-Prediction in H.264/AVC," IEEE Trans. on Circuit and Systems for Video Technology, Vol.18, No.5, pp.694-698, 2008.
- [8] G. Bjontegaard, "Calculation of average PSNR differences between RD curves," 13th VCEG-M33 Meeting, Austin, TX, 2001(4).

저 자 소 개

한 화 정(Hwa-Jeong Han)

준회원



- 2007년 2월 : 한밭대학교 멀티미디어공학전공(공학사)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 한밭대학교 멀티미디어공학과 석사과정
- <관심분야> : 영상처리, 영상부호화

전 영 일(Yeong-Il Jeon)

준회원



- 2008년 2월 : 한밭대학교 멀티미디어공학전공(공학사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 한밭대학교 멀티미디어공학과 석사과정
- <관심분야> : 영상처리, 영상부호화

한 찬 희(Chan-Hee Han)

준회원



- 2008년 2월 : 한밭대학교 멀티미디어공학과(공학석사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 한밭대학교 멀티미디어공학과 박사과정
- <관심분야> : 영상처리, 영상부호화

이 시 웅(Si-Woong Lee)

정회원



- 1997년 8월 : KAIST 전기및전자공학과(공학박사)
- 1995 ~ 2000년 : 삼성전자 선임연구원
- 2000년 4월 ~ 현재 : 한밭대학교 정보통신·컴퓨터공학부 정교수

<관심분야> : 컴퓨터비전, 영상처리, 영상압축