

논문 2011-48SP-3-5

H.264/AVC 고속의 효율적인 매크로블록 모드 결정 알고리즘

(Fast and Efficient Macroblock Mode Decision Algorithm in H.264/AVC)

박성빈*, 김용관*

(Seong Bin Park and Yong Kwan Kim)

요약

본 논문에서는 H.264/AVC에서 동영상의 통계적 특성을 이용하는 고속의 효율적인 매크로블록 모드 결정 알고리즘을 제안한다. H.264/AVC의 매크로블록 모드 결정에서 Inter16x8, Inter8x16 모드의 율-왜곡 비용을 이용하여, 각각 동일한 방향성을 가지는 Sub8x4, Sub4x8 모드의 생략 여부를 결정한다. 또한 P8x8 인터모드 내 서브매크로블록(submacroblock)의 최적 모드를 이용하여, 동영상의 움직임 상관성에 근거하여 Intra4x4, Intra16x16 모드의 생략 여부를 결정한다. 본 논문에서는 이러한 제안 기법들을 기존의 제안된 기법들의 장점들과 효과적으로 결합하여, 고속의 효율적인 매크로블록 결정 알고리즘을 제안한다. 실험 결과로부터, 제안 기법은 기존의 H.264/AVC 부호화 기법들에 비하여 부호화 효율을 유지시키면서 부호화 시간을 약 70% 단축시킬 수 있었다.

Abstract

In this paper, we propose a fast macroblock mode decision algorithm in H.264/AVC, based on the image sequence statistics. Specially, considering the directional characteristics of image sequences, we eliminate sub8x4 or sub4x8 mode decision process based on the rate-distortion cost of Inter16x8 or Inter8x16 mode respectively. Additionally, exploiting the optimal modes of submacroblock in inter8x8 mode, we propose an algorithm to eliminate Intra4x4 or Intra16x16 mode decision process selectively. From the simulation results, the proposed method reduce the encoding time by maximum 70% of total, compared with the other conventional methods.

Keywords : H.264/AVC, rate-distortion cost, macroblock mode, submacroblock, fast mode decision.

I. 서론

동영상 신호를 포함한 멀티미디어 데이터는 그 양이 방대하므로 이를 실제 응용 분야에 적용하기 위해서는 먼저 주어진 데이터를 압축하는 일이 매우 중요하다. 2003년 복잡도를 제한하지 않고, 동영상 부호화 효율을

높이고자 H.264/AVC 국제 표준이 제정되었다^[1]. H.264/AVC에서는 기존의 동영상 부호화 표준에서 높은 복잡도로 인하여 채택되지 않았던, 가변 블록 크기, 1/4화소의 움직임 추정, 다중 참조 프레임, 인트라 예측 부호화, CABAC(Context-based Adaptive Binary Arithmetic Coding) 등을 도입하였다. 이러한 특징들로 인하여 기존의 동영상 부호화 표준인 MPEG-2, MPEG-4와 비교하였을 때, 동일 화질에서 약 30%의 비트량이 절감되었다^[2]. 이러한 우수한 부호화 효율에도 불구하고, 기존의 동영상 부호화 표준들과 비교하여 부호화의 복잡도가 크게 증가하는 단점이 있다. 특히 새로이 추가된 부호화 기법들 중 1/4화소 단위의 움직임

* 정회원, 호서대학교 정보통신공학과

(Dept. of Information and Telecommunication, Hoseo University)

※ 이 논문은 2008년도 호서대학교 재원으로 학술연구비 지원을 받아 수행된 연구임(2008-0030)

접수일자: 2011년1월13일, 수정완료일: 2011년4월11일

추정과 가변 블록 크기의 다중 예측 모드에 대한 반복적인 울-왜곡 비용(RDC : Rate Distortion Cost) 함수 계산은 부호기의 복잡도를 증가시키는 주된 요인이다^[3].

본 논문에서 제안하는 알고리즘의 성능을 비교 평가하기 위하여 앞서 2010년까지 제안된 선행 연구들에 대하여 살펴본다.

[4]에서 제안한 알고리즘은 현재 블록과 주변 블록의 유사성과, 현재 블록의 다양한 모드들 간의 상관성을 이용하여, 후보 모드의 수를 크게 줄였다. [4]의 알고리즘은 기존의 기법들에 비하여 부호화 시간을 평균 30% 이상 단축시켰으며, 비트율을 평균 8% 이상 감소시켰다고 발표하였다.

[5]에서 제안한 알고리즘은 참조 블록 4개(좌측, 상측 좌상측, 우상측)의 최적 모드의 RDC값 을 이용하는 방법이다. [5]의 알고리즘은 전체 부호화 시간 측면에서는 평균 42.3%의 부호화 시간을 단축시켰고 부호화 효율 측면에서 PSNR은 평균 0.041dB 감소한 반면, 발생 비트율은 평균 0.004% 감소시켰다고 발표하였다.

[6]에서 제안한 알고리즘은 크게 조기 SKIP 모드 결정 방법과 선택적 인트라 모드 생략법으로 나누어진다. 조기 SKIP 모드 결정 방법은 참조 소프트웨어인 JM9.5에서 제공하는 방법과 같다. [6]에서 제안한 알고리즘은 부호화 시간 측면에서 평균 59% 단축시켰고, 발생 비트율은 평균 0.42% 증가되었으며, PSNR은 평균 0.02dB 감소되었다고 발표하였다.

본 논문에서는 매크로블록(MB: Macroblock) 모드 결정에서 Inter16x8, Inter8x16 모드의 RDC 값에 따라서, 각각 동일한 방향성을 가지는 Sub8x4, Sub4x8 모드의 후보 모드 생략 여부를 결정한다. 또한 P8x8 인터 모드 내 서브MB(submacroblock)의 최적 모드를 이용하여, 움직임 상관성에 근거하여 Intra4x4, Intra16x16 모드의 후보 모드 생략 여부를 결정한다. 본 논문에서는 위와 같은 제안 기법들을 기존 기법들의 장점들과 효과적으로 결합하여, 고속의 효율적인 매크로블록(MB) 결정 알고리즘을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 기존의 H.264/AVC의 인터/인트라 모드 결정 기법에 대해 기술한다. III장에서는 제안하는 인터/인트라 모드 결정 알고리즘을 기술하고, IV장에서는 제안 기법과 기존의 기법들의 성능을 실험 결과를 통해 비교하고, V장에서는 마지막으로 본 논문의 결론을 맺는다.

II. 기존의 H.264/AVC에서 인터/인트라 모드 결정 방법

1. 참조 소프트웨어 JM9.5의 인터/인트라 모드 결정 방법

H.264/AVC에서 P 프레임 내의 화면 간 MB 모드는 그림 1과 같이 SKIP, 16x16, 16x8, 8x16, P8x8 모드가 있으며, P8x8 모드는 서브MB 모드라고 불리며 8x8, 8x4, 4x8, 4x4 로 나뉜다. 이 7종류의 움직임 보상 블록 크기 중 하나를 선택하여 사용한다. 가변 블록 크기의 화면 간 예측은 기존 부호화 표준이 고정 크기 블록 예측 기반이었던 것에 비해, 보다 정밀한 움직임 정보를 추출할 수 있기 때문에 H.264/AVC의 부호화 효율을 높일 수 있다^[7].

가변 블록 크기의 움직임 수행 후, SKIP 모드, 인터 모드와 인트라 모드 등 모든 가능한 MB 모드 중에서 최적의 모드를 선택하기 위하여, 울-왜곡 비용(RDC) 함수를 모두 구하고, 그 중 RDC가 최소가 되는 모드를 최적 모드로 결정한다. 울-왜곡 최적화 기법은 라그랑지안(Lagrangian) 함수^[1]에 기반을 둔 비용 함수를 사용한다.

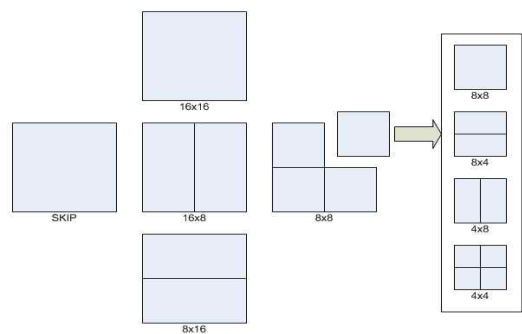


그림 1. 화면 간 예측 매크로블록(MB) 모드
Fig. 1. Inter prediction macroblock(MB) mode.

2. 참조 소프트웨어 JM9.5의 Fast JM

참조 소프트웨어 JM9.5의 Fast JM 방법은 H.264/AVC 참조 소프트웨어 JM9.5에서 지원하는 Fast Mode Decision 알고리즘을 사용하는 방법이다.

Fast JM 방법에서는 조기 SKIP 모드 결정을 통해 불필요한 계산을 생략한다. 다음과 같은 4가지 조건을 모두 만족할 때 SKIP 모드로 결정되며, 최적 모드가 SKIP 모드로 결정되면 이하 모든 모드 결정 과정을 생략한다.

- 움직임 보상 블록의 크기가 16x16.
- 참조 영상은 바로 이전 영상(P-picture).
- Inter16x16 모드의 움직임 벡터와 SKIP 모드의 움직임 벡터가 같을 경우.
- 잔여 데이터 비트수(CBP)가 0일 경우.

3. [5]에서 제안한 알고리즘

[5]에서 제안한 알고리즘을 간단히 설명하면 다음과 같다. 다음의 그림 2는 참조 MB(macroblock)을 나타낸 것으로서 a, b, c, d는 현재 프레임의 참조 MB를 나타낸 것이고, e는 현재 MB를 나타낸 것이다.

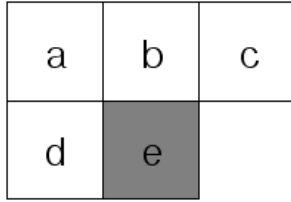


그림 2. [5]에서 사용되는 참조 MB
Fig. 2. Reference MBs in [5].

현재 프레임에서 참조 블록 a, b, c, d 중 최적 모드가 mode 0(SKIP) 또는 mode 1(Inter16x16)인 참조 블록들의 RDC 평균값(RDCL)을 계산하고, 나머지 모드들의 RDC 평균값(RDCH)을 계산한다. RDCL이 RDCH보다 작은 경우, 현재 MB의 mode 0과 mode 1에 대한 RDC들이 RDCL 보다 모두 작으면, 후보 모드를 mode 0과 mode 1로 제한한다.

4. [6]에서 제안한 알고리즘

[6]에서 제안한 인트라 모드 결정 방법을 설명하면 다음과 같다.

MB 모드 결정시, 프레임 간 시간 상관도가 높으면 인트라 모드가 결정될 것이고, 프레임 내 공간 상관도가 높으면 인트라 모드로 결정될 것이다. [6]에서 제안한 프레임 간 시간 상관도는 최적 인트라 모드의 평균 비트율 AR(Average Rate)로 다음의 식과 같이 측정하였다.

$$AR = \frac{1}{384} \times \lambda \times (\text{number of texture databits}) \quad (1)$$

$$\lambda = 0.85 \times 2^{QP/3}, 384 = (16 \times 16)_{Luma} + (8 \times 8)_{chroma} \times 2 \quad (2)$$

프레임 내 공간 상관도는 아래의 식 (3)과 같이 평균 블록 경계 에러 ABE(Average Boundary Error)로 측정

하였다. 최종적으로 ABE를 AR과 비교하여 인트라 모드의 부호화 여부를 결정한다.

블록 경계 에러 ABE는 다음과 같이 경계 조건에 따라 세분하여 계산한다.

- 좌측 및 상위 매크로블록이 사용 가능한 경우 :

$$\begin{aligned} SBE(\text{Sum of Boundary Error}) = & \sum_0^{15} Y_{orig}(x, y+i) - Y_{Rec}(x-1, y+i) \\ & + \sum_0^{15} Y_{orig}(x+i, y) - Y_{Rec}(x+i, y-1) \\ & + \sum_0^7 Cb_{orig}(cx, cy+i) - Cb_{Rec}(cx-1, cy+i) \\ & + \sum_0^7 Cb_{orig}(cx+i, cy) - Cb_{Rec}(cx+i, cy-1) \\ & + \sum_0^7 Cr_{orig}(cx, cy+i) - Cr_{Rec}(cx-1, cy+i) \\ & + \sum_0^7 Cr_{orig}(cx+i, cy) - Cr_{Rec}(cx+i, cy-1) \end{aligned}$$

$$ABE = \frac{1}{64} SBE \quad (3)$$

여기서

$$64 = (16 + 16)_{Luma} + (8 + 8)_{chroma} \times 2 \quad (4)$$

$Y_{orig}, Cb_{orig}, Cr_{orig}$: 원영상의 휘도 및 색차 신호
 $Y_{Rec}, Cb_{Rec}, Cr_{Rec}$: 복원영상의 휘도 및 색차 신호
 $(x, y), (cx, cy)$: 부호화될 MB의 휘도 및 색차 신호의 시작점(왼쪽 상위 지점)

위로부터, $AR < ABE$ 이면, 인트라 모드를 생략한다.

- 좌측 또는 상위 블록을 사용하지 못하는 경우 :

사용할 수 있는 MB들만을 이용하여 ABE를 계산하여 $AR < ABE$ 이면, 인트라 모드를 생략한다. 만일 양쪽 경계 모두 사용을 못할 경우, $AR = 0$ 이면, 인트라 모드를 생략한다.

III. 제안하는 고속 인트라/인트라 모드 결정법

본 논문에서 제안하는 방법은 P8x8(submacroblock) 인트라 모드 내, 서브MB의 결정된 최적 모드 분포에 따라, MB의 Intra16x16 모드와 Intra4x4 모드의 결정과

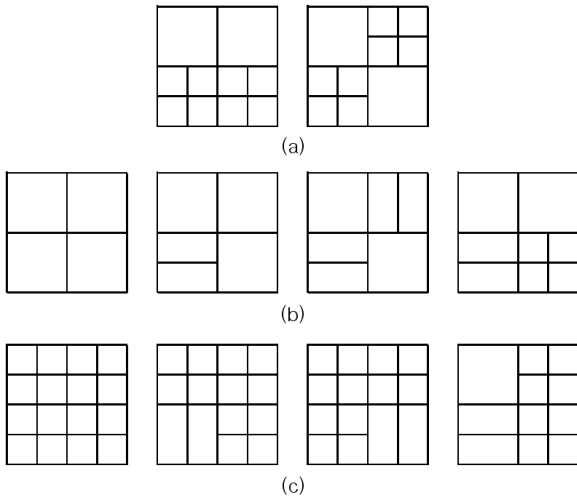


그림 3. Intra 모드 생략을 위한 Inter 서브MB 모드 활용 예, (a) Intra4x4 모드 결정 알고리즘^[4] 적용 경우, (b) Intra4x4 생략 경우, (c) Intra16x16 모드 생략 경우

Fig. 3. Examples of submacroblock modes for the elimination of some Intra modes, (a) Intra4x4 mode^[4] application case, (b) Intra4x4 mode elimination case, (c) Intra16x16 mode elimination case.

정을 선택적으로 생략하는 방법이다. 본 논문에서 제안하는 인트라 모드 결정 방법은 [4]의 제한된 경우의 수를 확장하여, 다음과 같이 다양한 경우를 고려하였다.

그림 3(b)와 같이, P8x8 모드의 4개 블록들 중에서 2개 이상에서 최적 모드가 Inter8x8로 결정될 경우, 해당 MB의 인트라 모드는 Intra16x16 mode로 결정될 확률이 높다. H.264/AVC에서 영상의 배경과 같이 움직임이 적고 MB 내 화소 분포가 비교적 균일한 경우 최적의 인트라 모드는 대부분 Intra16x16 mode로 결정될 확률이 높기 때문이다. 이 경우, Intra4x4 모드에 대한 방향 결정 및 울-왜곡 계산 과정을 생략한다.

반대로, 그림 3(c)와 같이 P8x8 모드의 4개 블록 중 2개 이상에서 최적 모드가 Inter4x4로 결정될 경우, 해당 MB의 인트라 모드는 Intra4x4 mode로 결정될 확률이 높다. 사물 영역과 같이 복잡하고 움직임이 많은 영역의 경우 최적의 인트라 모드는 Intra4x4로 결정될 확률이 높기 때문이다. 이때는 Intra16x16 모드에 대한 방향 결정 및 울-왜곡 비용 계산을 생략한다. 본 논문에서는 앞에서 제안하는 인트라 모드 결정 방법을 바탕으로 [6]의 인트라 모드 결정 방법을 추가적으로 도입하여 적용한다.

제안하는 인터 모드 결정 알고리즘에서는 [4]에서 제

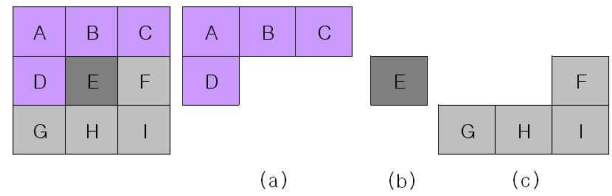


그림 4. 인터 모드 결정 알고리즘에 사용되는 MB들 (a) A, B, C, D : 현재 프레임의 참조 MB, (b) E : 현재 MB, (c) F, G, H, I : 이전 프레임의 참조 MB.

Fig. 4. Reference MB(macroblock)s to determine the current MB Inter Prediction mode, (a) A, B, C, D : reference MBs of the current frame, (b) E : the current MB, (c) F, G, H, I : reference MBs of the previous frame.

안하는 인터 모드 결정 과정과 달리, Inter16x8, Inter8x16 모드의 RDC값들을 이용하여, 각각 동일한 방향성을 가지는 Sub8x4, Sub4x8 모드의 생략 여부를 결정한다.

또한, 본 논문에서는 그림 4(a)의 현재 프레임의 참조 MB들만을 이용하여 최적의 인터 모드를 결정하는 [5]의 방법을 더욱 안정적으로 개선하여, 그림 4(c)에서와 같이, 이전 프레임의 주위 MB들까지 포함하여 최적의 인터 모드를 결정한다.

최종적으로 제안하는 인터/인트라 모드 결정 알고리즘(Proposed Algorithm)을 다음과 같이 설명한다.

- RDC0 : mode 0(SKIP)의 RDC
- RDC1 : mode 1(16x16)의 RDC
- RDC2 : mode 2(16x8)의 RDC
- RDC3 : mode 3(8x16)의 RDC
- RDCL : 참조 블록 A, B, C, D, E, F, G, H, I의 최적 모드가 mode 0 또는 mode 1인 참조 블록들의 RDC 평균값
- RDCH : 참조 블록 A, B, C, D, E, F, G, H, I의 최적 모드가 mode 0 또는 mode 1이 아닌 참조 블록들의 RDC 평균값

Step 1. Mode 0(SKIP), Mode 1(16x16)의 RDC 값을 구하고, RDCL, RDCH를 계산한다. if((RDCL<RDCH) & (RDC0<RDCL) & (RDC1<RDCL))을 만족하는 경우, 최적 후보 모드는 SKIP, Inter16x16이 된다. Intra 모드 결정 과정을 생략하고 Step 10로 넘어간다.

Step 2. (RDC0<RDC3) & (RDC1<RDC3)을 만족하

는 경우, 최적 모드는 SKIP, Inter16x16이 된다. 그리고 Intra 모드 결정 과정을 생략하고 Step 10로 넘어간다. RDC0와 RDC1를 RDC2와 비교하지 않는 이유는 [5]의 내용을 참조하였다.

Step 3. $\left\{ \frac{(RDC2 + RDC3) \div 2}{RDC0} \times 100 > 75 \right\}$ 를 만

족하는 경우 P8x8의 과정을 생략한다. 그리고 Intra 4x4 모드 결정 과정을 생략하고, Step 9로 넘어간다.

Step 4. $RDC2 < RDC3$ 을 만족하는 경우, Inter8x16 모드 결정 과정을 생략하고 P8x8 모드 결정 과정에서 4x8 모드 결정 과정을 생략한다.

$RDC2 > RDC3$ 을 만족하는 경우, Inter16x8 모드 결정 과정을 생략하고, P8x8 모드 결정 과정에서 8x4 모드 결정 과정을 생략한다.

Step 5. P8x8(submacroblock)의 움직임 벡터와 울-

왜곡 비용을 계산하고, P8x8의 최적 모드를 결정한다.

Step 6. 서브MB중 최적 모드가 그림 3(a)와 같이 8x8로 2개, 4x4로 2개로 결정될 경우, 4x4 정방마스크 및 블록간 상관도를 이용한 Intra4x4 모드 결정 과정 알고리즘^[4]을 적용한다.

Step 7. 만일, 그림 3(b)와 같이 P8x8 4개의 서브MB 중 2개 이상에서 최적 모드가 8x8로 결정될 경우, Intra4x4 모드 결정 과정을 생략한다.

Step 8. 만일, 그림 6(c)와 같이 P8x8 4개의 서브MB 중 2개 이상에서 최적 모드가 4x4로 결정될 경우, Intra16x16 모드 결정 과정을 생략한다.

Step 9. AR, ABE를 계산하고, $AR < ABE$ 를 만족하면, Intra 모드 결정 과정을 생략한다.

Step 10. 활성화된 모드들에 대한 울-왜곡 비용 계산 후, 최적의 모드를 결정한다.

그림 5에서는 본 논문에서 제안하는 알고리즘의 전체 순서도를 도시하였다.

IV. 실험 결과 및 고찰

본 장에서는 기존에 제안된 방법들과 본 논문에서 제안하는 알고리즘과의 비교를 통해 제안하는 알고리즘의 성능을 분석한다. 제안하는 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 본 논문에서는 H.264/AVC 참조 소프트웨어 (SW) JM9.5 버전을 이용하였다. 기본적인 실험 조건에 대해서는 JVT(Joint Video Team)에서 권고하는 시뮬레이션 조건을 따르도록 하였다^[5]. 테스트를 위한 부호화 옵션은 다음과 같다.

- 1) Profile = main
- 2) Search range = ±32
- 3) Rate Distortion Optimization =High complexity
- 4) # of Reference frames = 1
- 5) Symbol mode = CABAC
- 6) GOP structure = IPPP...(I-Frame_rate = 100)
- 7) QP = 28, 32, 36, 40
- 8) Fast motion estimation = Not used
- 9) YUV Format = 4 : 2 : 0

실험 결과에 따른 성능 분석을 위해 사용되는 $\Delta PSNR$, ΔBit , $\Delta Time$ 은 다음의 식 (5), 식 (6), 식 (7)에 의해 결정된다.

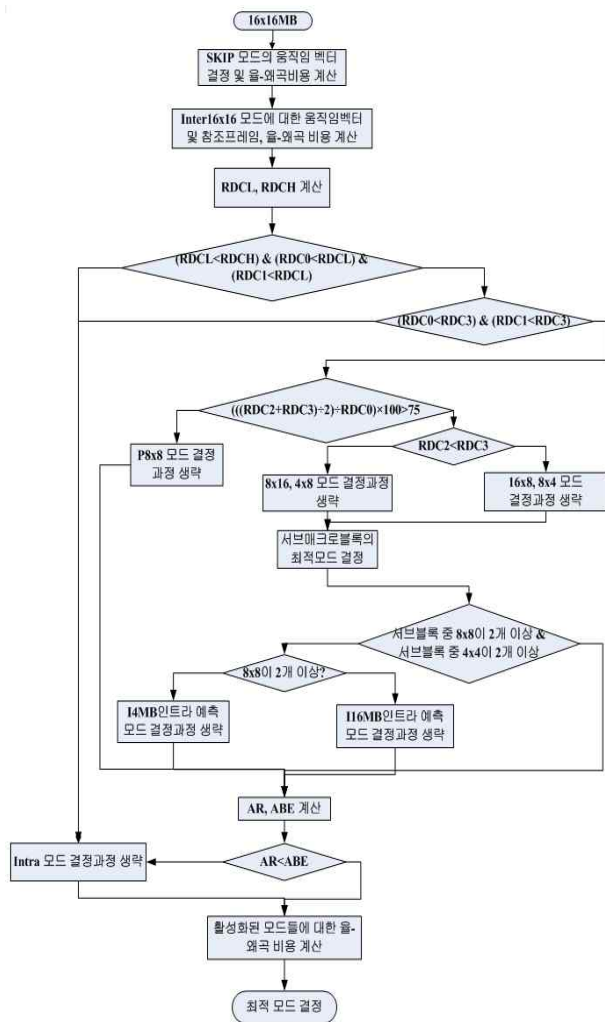


그림 5. 제안하는 알고리즘의 전체 순서도
Fig. 5. Flow chart of the proposed algorithm.

$$\Delta PSNR = PSNR_{Algorithm} - PSNR_{original} \quad (5)$$

$$\Delta Bit = \frac{Bitrate_{Algorithm} - Bitrate_{original}}{Bitrate_{original}} \times 100 \quad (6)$$

$$\Delta Time = \frac{Time_{algorithm} - Time_{original}}{Time_{original}} \times 100 \quad (7)$$

실험 동영상은 QCIF(176×144) 크기의 foreman, akiyo, silent, carphone, container, claire, salesman 영상을 사용하였고, 총 300프레임을 대상으로 테스트하였다. 보다 객관적인 평가를 위하여 다음과 같은 5가지 방법들의 실험 결과들을 비교하였다.

- 1) (A) 방법 : 참조 소프트웨어 JM9.5
- 2) (B) 방법 : 참조 소프트웨어 JM9.5의 Fast JM
- 3) (C) 방법 : [5]에서 제안한 알고리즘
- 4) (D) 방법 : [6]에서 제안한 알고리즘
- 5) (E) 방법 : 본 논문에서 제안하는 알고리즘

제안된 알고리즘의 객관적 분석을 위해, 다음의 (B)~(E) 방법들의 실험결과는 (A) 방법의 결과와 차이를 보임으로써 비교하였다.

표 1은 참조 소프트웨어 JM9.5의 (A) 방법과 Fast JM인 (B) 방법의 실험 결과를 비교한다. 표 1의 결과로부터 알 수 있듯이 전체적으로 (B) 방법은 (A) 방법의 발생 비트율 및 PSNR 변화량과 크게 차이 나지 않

표 1. (B) 방법과 (A) 방법의 실험 결과 비교
Table 1. Simulation result comparison of the (B) method with the reference SW JM 9.5 (A) method.

QP	28			32			36			40			
	ΔPSNR (dB)	ΔBit (%)	Δtime (%)	ΔPSNR (dB)	ΔBit (%)	Δtime (%)	ΔPSNR (dB)	ΔBit (%)	Δtime (%)	ΔPSNR (dB)	ΔBit (%)	Δtime (%)	
QCIF	foreman	-0.13	0.69%	-27.91%	-0.03	3.08%	-28.87%	-0.01	0.82%	-29.67%	-0.10	0.67%	-29.95%
	akiyo	-0.04	-1.49%	-27.53%	-0.02	-0.51%	-27.86%	-0.06	-0.79%	-27.95%	-0.04	-0.57%	-27.78%
	silent	-0.05	-0.33%	-27.20%	-0.05	-0.06%	-28.37%	-0.03	-0.22%	-29.03%	-0.05	-0.19%	-29.26%
	carphone	-0.21	-0.18%	-26.72%	-0.04	0.11%	-28.67%	-0.04	0.21%	-29.54%	-0.03	0.13%	-29.49%
	container	-0.10	-0.23%	-26.74%	-0.08	-0.43%	-28.20%	-0.02	-0.25%	-29.63%	-0.02	-0.41%	-29.29%
	claire	-0.09	-0.31%	-28.64%	-0.05	0.36%	-27.62%	-0.03	0.30%	-28.02%	-0.04	0.45%	-27.83%
	salesman	-0.17	0.06%	-27.14%	-0.04	0.34%	-28.38%	-0.01	0.20%	-28.92%	-0.06	0.36%	-29.62%
Average	-0.11	-0.26%	-27.41%	-0.04	0.41%	-28.28%	-0.03	0.04%	-28.97%	-0.05	0.06%	-29.03%	

표 2. (C) 방법과 (A) 방법의 실험 결과 비교
Table 2. Simulation result comparison of the (C) method with the (A) method.

QP	28			32			36			40			
	ΔPSNR (dB)	ΔBit (%)	Δtime (%)	ΔPSNR (dB)	ΔBit (%)	Δtime (%)	ΔPSNR (dB)	ΔBit (%)	Δtime (%)	ΔPSNR (dB)	ΔBit (%)	Δtime (%)	
QCIF	foreman	-0.14	0.65%	-37.44%	-0.12	0.76%	-38.42%	-0.14	0.48%	-39.42%	-0.11	0.78%	-40.21%
	akiyo	-0.05	0.60%	-38.74%	-0.05	0.51%	-38.45%	-0.11	0.39%	-39.61%	-0.08	0.57%	-38.94%
	silent	-0.13	0.37%	-38.88%	-0.12	0.45%	-39.17%	-0.05	0.11%	-39.24%	-0.08	0.19%	-39.79%
	carphone	-0.25	0.20%	-36.00%	-0.11	0.41%	-37.88%	-0.14	0.28%	-38.87%	-0.09	0.25%	-39.49%
	container	0.18	0.78%	-39.15%	-0.12	0.29%	-37.76%	-0.09	0.25%	-40.62%	-0.07	0.41%	-39.36%
	claire	-0.06	0.82%	-39.81%	-0.17	0.55%	-38.84%	-0.15	0.30%	-39.42%	-0.06	0.45%	-39.12%
	salesman	-0.11	0.51%	-40.09%	-0.14	0.45%	-40.05%	-0.09	0.40%	-39.30%	-0.08	0.36%	-40.32%
Average	-0.08	0.56%	-38.53%	-0.12	0.43%	-38.65%	-0.10	0.32%	-38.50%	-0.08	0.43%	-39.60%	

았다. 그러나 (B) 방법의 부호화 시간은 (A) 방법에 비하여 평균 27.41% 감소하였다.

표 2는 [5]에서 제안하는 (C) 방법과 (A) 방법의 결과를 비교한다. (C) 방법은 (A) 방법에 비하여 평균 PSNR은 약 0.1dB 감소하였고 평균 비트율은 0.45% 증가하였다. 결과적으로 부호화 효율은 미미하게 낮아졌지만, 평균 부호화 시간은 (A) 방법에 비해 평균 39% 감소하였다.

표 3은 [6]에서 제안하는 (D) 방법과 (A) 방법의 실험 결과를 비교한다. (D) 방법은 (A) 방법과 비교하였을 때, PSNR은 평균 0.13dB 감소하였고, 평균 비트율은 0.26% 증가하였다. (D) 방법 역시 부호화 효율은 미미하게 낮아졌지만, 부호화 시간은 평균 39% 감축되었다.

(D) 방법을 Fast JM의 (B) 방법과 비교하여 볼 때, PSNR이나 평균 비트율은 별 차이가 없었지만, 부호화 시간에서는 (D) 방법이 (B) 방법보다 평균 10% 이상 좋아진 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 (D) 방법의 인트라 모드 결정 과정이 효율적으로 생략되었기 때문인 것으로 추정된다.

표 4에서는 제안하는 인트라/인트라 모드 결정 알고리즘인 (E) 방법과 (A) 방법의 성능을 비교한다. (E) 방법(Proposed Algorithm)은 [5]에서 제안하는 인트라 모드 결정 방법을 개선한 방법(Step 1 ~ Step 3)과 [4]에서 제안한 인트라 모드 결정 방법을 개선한 방법(Step 4 ~ Step 8), 그리고 [6]에서 제안한 인트라 모드 결정

표 3. (D) 방법과 (A) 방법의 실험 결과 비교
Table 3. Simulation result comparison of the (D) method with the (A) method.

QP	28			32			36			40			
	ΔPSNR (dB)	ΔBit (%)	Δtime (%)	ΔPSNR (dB)	ΔBit (%)	Δtime (%)	ΔPSNR (dB)	ΔBit (%)	Δtime (%)	ΔPSNR (dB)	ΔBit (%)	Δtime (%)	
QCIF	foreman	-0.16	0.24%	-37.84%	-0.16	0.76%	-39.36%	-0.16	0.34%	-39.13%	-0.11	0.33%	-39.68%
	akiyo	-0.15	0.15%	-39.79%	-0.15	0.51%	-39.54%	-0.12	0.39%	-39.99%	-0.08	0.63%	-39.96%
	silent	-0.13	0.37%	-39.36%	-0.19	0.46%	-39.15%	-0.14	0.11%	-39.20%	-0.09	0.19%	-39.52%
	carphone	-0.12	0.10%	-36.46%	-0.14	0.41%	-38.07%	-0.15	0.21%	-38.30%	-0.09	0.13%	-39.53%
	container	-0.15	0.39%	-39.84%	-0.17	0.29%	-40.23%	-0.17	0.25%	-40.99%	-0.07	0.41%	-40.55%
	claire	-0.14	0.20%	-40.22%	-0.19	0.55%	-39.23%	-0.16	0.30%	-39.57%	-0.06	0.45%	-39.14%
	salesman	-0.19	0.38%	-40.85%	-0.18	0.45%	-40.41%	-0.15	0.20%	-39.31%	-0.08	0.35%	-40.17%
Average	-0.14	0.26%	-39.21%	-0.17	0.48%	-39.29%	-0.15	0.26%	-39.59%	-0.08	0.35%	-39.65%	

표 4. 제안 알고리즘 (E) 방법과 (A) 방법의 실험 결과 비교
Table 4. Simulation result comparison of the proposed (E) method with the (A) method.

QP	28			32			36			40			
	ΔPSNR (dB)	ΔBit (%)	Δtime (%)	ΔPSNR (dB)	ΔBit (%)	Δtime (%)	ΔPSNR (dB)	ΔBit (%)	Δtime (%)	ΔPSNR (dB)	ΔBit (%)	Δtime (%)	
QCIF	foreman	-0.01	0.02%	-66.10%	-0.02	3.08%	-66.89%	-0.03	0.82%	-67.72%	-0.01	0.11%	-68.19%
	akiyo	0.00	-0.30%	-69.59%	-0.01	-0.51%	-70.29%	-0.03	-0.79%	-70.68%	-0.06	0.00%	-71.53%
	silent	-0.03	-0.07%	-68.45%	-0.03	-0.06%	-69.74%	-0.02	-0.22%	-69.11%	-0.01	-0.19%	-69.79%
	carphone	-0.04	0.02%	-67.72%	-0.03	0.11%	-68.27%	-0.01	0.21%	-69.23%	-0.01	0.00%	-70.07%
	container	-0.05	-0.23%	-68.04%	-0.05	-0.43%	-68.40%	0.00	-0.25%	-69.16%	-0.03	-0.41%	-68.83%
	claire	-0.02	-0.10%	-68.11%	-0.05	0.35%	-69.64%	-0.01	0.30%	-70.79%	-0.02	-0.45%	-71.24%
	salesman	-0.01	0.13%	-69.23%	-0.02	0.34%	-69.51%	0.00	0.20%	-70.05%	-0.01	0.00%	-70.78%
Average	-0.02	-0.08%	-68.32%	-0.03	0.41%	-68.82%	-0.01	0.04%	-69.53%	-0.02	-0.13%	-70.20%	

방법(Step 9)을 이용하여 실험하였다.

표 4로부터 (E) 방법(Proposed Algorithm)을 (A) 방법과 비교하여 보았을 때, 평균 PSNR은 약 0.02dB의 감소하였고, 평균 비트율은 QP = 28, 40에서는 약간의 감소를 가져왔으나 QP = 32, 36에서는 약간 증가하였다. 제안하는 (E) 방법의 부호화 시간을 (A)의 방법과 비교하였을 때, 평균 70% 감소하였다.

그림 6과 그림 7에서는 각각 foreman, akiyo 동영상들에 대하여 (A) 방법, (C) 방법, (D) 방법, (E) 방법에 의한 울-왜곡 곡선 성능들을 비교하였다. 부호화 효율 측면에서는 (E) 방법이 다른 방법들보다 좋다고 볼 수는 없지만, 부호화 시간 측면에서는, 앞에서의 실험 결과들로부터 가장 우수한 사실을 알 수 있다.

그림 8에서는 다양한 부호화 방법들의 총 부호화 시

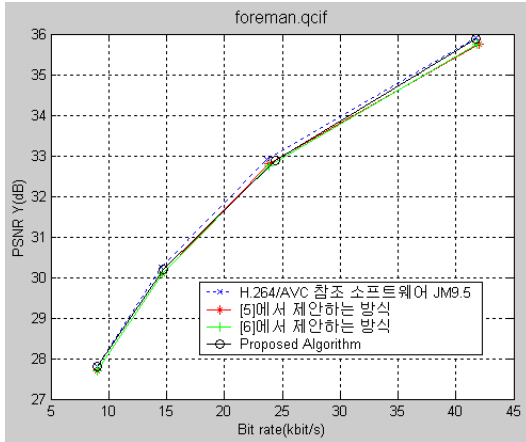


그림 6. foreman 영상에서 울-왜곡 곡선 성능 비교
Fig. 6. Rate-Distortion performance comparison in foreman sequence.

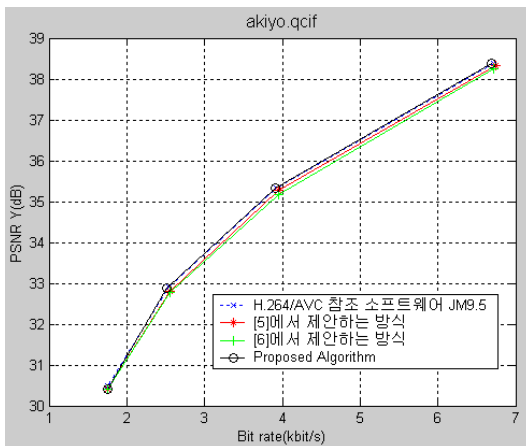


그림 7. akiyo 영상에서 울-왜곡 곡선 성능 비교
Fig. 7. Rate-Distortion performance comparison in akiyo sequence.

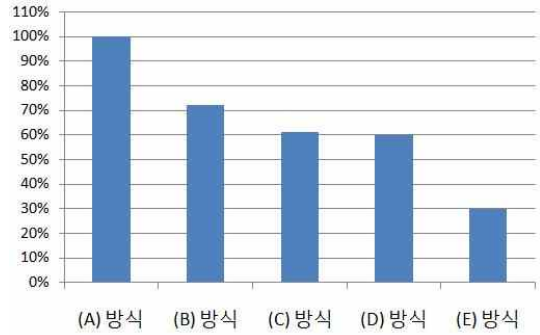


그림 8. 총 부호화 시간 백분율 비교
Fig. 8. Coding time comparison in percentage.

간을 백분율로 비교하였다. 제안하는 (E) 방법은 (A) 방법에 비해 총 부호화 시간을 약 70% 단축시킬 수 있었다. 또한, (E) 방법은 (B) 방법에 비해 2.4배 빠르며, (C)와 (D) 방법에 비해 2배 빠른 우수한 결과를 나타내었다.

V. 결 론

본 논문에서는 H.264/AVC의 매크로블록 모드 결정에서 Inter16x8, Inter8x16의 울-왜곡 비용에 따라, 각각 동일한 방향성을 가지는 Sub8x4, Sub4x8 모드의 생략 여부를 결정하였다. 또한 P8x8 인터모드 내 서브매크로블록의 최적 모드를 이용하여, 움직임 상관성에 근거하여 Intra4x4, Intra16x16 모드의 생략 여부를 결정하였다. 본 논문에서는 이러한 제안 기법들을 기존 기법들의 장점들과 효과적으로 결합하여, 고속의 효율적인 매크로블록 결정 알고리즘을 제안하였다. 실험 결과로부터, 제안 기법은 기존의 H.264/AVC 부호화 기법들에 비해 부호화 효율을 유지시키면서 최대 70% 이상의 부호화 시간을 단축시켰다. 앞으로 본 논문에서 제안하는 고속 인터/인트라 모드 결정 방법에 더하여 부호화 효율을 개선시키는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

[1] T. Wiegand, G. Sullivan, G. Bjontegaard, and A. Luthra, "Overview of the H.264/AVC video coding standard", *IEEE Trans. Circuits and System for Video Technology*, vol. 13, no. 7, pp. 560-576, Jul. 2003.
[2] Ostermann, J. Bormans, J. List, P. Marpe, D. Narroschke, M. Pereira, F. Stockhammer, T.

- Wedi, "Video coding with H.264/AVC : tools, performance, and complexity", *IEEE Circuits and Systems Magazine*, vol. 4, no. 1, pp. 7-28, 2004.
- [3] Donghyung, J. Jechang, "A Fast MB Mode Selection Algorithm in the H.264 Standard", *Korea Institute Of Communication Sciences*, vol. 30, no. 1 C, pp. 61-72 Jan. 2005.
- [4] Ji Woong King, Yong Kwan Kim, "Fast Macroblock Decision Algorithm for Efficient H.264/AVC Optimization", *Korea Institute Of Communication Sciences*, vol. 32 no. 8, pp 8-16, Aug. 2007.
- [5] Youngsub Jo and Jechang Jeong, "Fast Mode Decision Algorithm Using Efficient Block Skip Techniques for H.264 P Slices". *Korea Institute Of Communication Sciences*, vol. 35 no. 2, pp 193-202, Feb. 2010.
- [6] Inchoon choi, Jeyun Lee, and Byeungwoo Jeon, "Fast Coding Mode Selection With Rate-Distortion Optimization for MPEG-4 Part-10 AVC/H.264", *Circuits and Systems for Video Technology, IEEE Transactions*, vol. 16, no. 12, pp. 1557-1561, Dec. 2006.
- [7] L. Woongho, L. Jungho, C. Ikhwan, J. Dongseok, "Fast Mode Decision in H.264/AVC Using Adaptive Selection of Reference Frame and Selective Intra Mode", *Korea Institute Of Communication Sciences*, vol. 31, no. 3C, pp. 271-278, Mar. 2006.

 저 자 소 개



박 성 빈(정회원)
 2007년 호서대학교 정보통신
 공학과 학사.
 2010년 호서대학교 정보통신
 공학과 석사.
 2010년 3월~현재 (주)DE&T
 연구원

<주관심분야 : 영상신호처리>



김 용 관(정회원)
 1988년 서울대학교
 제어계측공학과 학사.
 1990년 서울대학교
 제어계측공학 석사.
 1996년 서울대학교
 제어계측공학과 박사.

1994년 4월~1997년 2월 대우전자 영상연구소.
 2000년 2월~2001년 2월 캘리포니아 주립대
 (UCSB) 객원 연구원
 1997년 3월~현재 호서대학교 정보통신공학과
 정교수.

<주관심분야 : 영상신호처리, 멀티미디어 통신,
 신호처리 시스템 H/W 설계>