

논문 2007-44SP-3-11

H.264 표준에서 모드 분류를 이용한 고속 모드결정 방법

(Fast Mode Decision Algorithm for H.264 using Mode Classification)

김희순*, 호요성**

(Hee-Soon Kim and Yo-Sung Ho)

요약

지난 수년간 많은 국제 비디오 부호화 표준들이 연구되고 제안되었다. 그 중에서도 H.264는 가장 최근에 제안된 부호화 방식으로 가장 높은 부호화 효율을 제공한다. 이는 기존의 부호화 방식들보다 향상된 부호화 기법들을 사용했으며, 특히 다양한 매크로블록 모드와 라그랑지안(Lagrangian) 최적화 기법을 통한 최적 모드 결정법은 부호화 효율 향상에 결정적인 역할을 했다. 비록 H.264는 부호화 효율 측면에서 기존의 방식보다 월등한 성능 향상을 보이지만, 최적 모드를 결정하는 과정에서 모든 부호화 매개 변수를 고려하므로 실시간 부호화가 어려울 정도로 복잡도가 크게 증가한다. 본 논문에서는 이러한 복잡도를 최소화하기 위해 매크로블록 모드를 복잡도 측면에서 분류하고 복잡도가 낮은 최적 모드를 조기에 결정하는 고속 모드결정 방식을 제안한다. 실험 결과, 제안한 방식은 여러 종류의 실험 영상에 대해 현저한 PSNR 감소나 비트량 증가 없이 부호화 시간을 평균 34.95%까지 감소시켰다. 또한, 본 논문에서 제공한 실험 결과의 타당성을 보이기 위해 부호화 효율과 복잡도에 대한 하위 경계조건(low boundary condition)을 설정하고, 제안한 방식이 하위 경계조건을 만족함을 보였다.

Abstract

H.264 is a new international video coding standard that can achieve considerably higher coding efficiency than conventional standards. Its coding gain has been achieved by employing advanced video coding methods. Specially, the increased number of macroblock modes and the complex mode decision procedure using the Lagrangian optimization are the main factors for increasing coding efficiency. Although H.264 obtains improved coding efficiency, it is difficult to do a real-time encoding because it considers all coding parameters in the mode decision procedure. In this paper, we propose a fast mode decision algorithm which classifies the macroblock modes in order to determine the optimal mode having low complexity quickly. Simulation results show that the proposed algorithm can reduce the encoding time by 34.95% on average without significant PSNR degradation or bit-rate increment. In addition, in order to show the validity of simulation results, we set up a low boundary condition for coding efficiency and complexity and show that the proposed algorithm satisfies the low boundary condition.

Keywords: H.264, 고속 모드 결정법, 하위 경계 조건

I. 서론

지난 수년간 다양한 멀티미디어 요구를 수용하기 위해 많은 비디오 부호화 표준들이 제안되었으며, 복호기

측면보다는 부호기에서 기술 발전이 부호화 효율에 많은 영향을 미쳐왔다. 이러한 요구를 수용하기 위해 H.264 비디오 표준이 만들어졌으며, 기존 방식에 비해 향상된 부호화 기법들을 사용했다.

* 정회원, ** 평생회원, 광주과학기술원 정보통신공학과 (Gwangju Institute of Science Technology)

Department of Information and Communications
 ※ 본 연구는 광주과학기술원(GIST) 실감방송연구센터(RBRC)를 통한 정보통신부 대학IT연구센터(ITRC)와 교육인적자원부 두뇌한국 21(BK21) 정보기술사업단의 지원에 의한 것입니다.

접수일자: 2006년10월12일, 수정완료일: 2007년4월20일

부호기는 부호화 매개변수들 중에 최적의 매개변수를 결정해야 한다. H.264는 최적의 매개변수를 결정하기 위해 식 (1)과 같은 비제약 라그랑지안 비용함수(unconstrained Lagrangian cost function)를 기반으로 하는 비트-왜곡 최적화(Rate-Distortion Optimization) 기법을 사용한다^{[1][2][3][4]}.

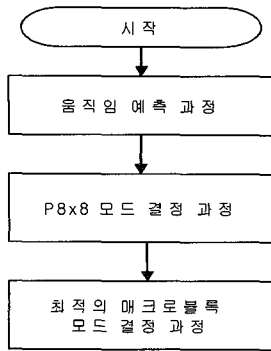


그림 1. H.264의 주요한 연산 블록
Fig. 1. Main Operational Blocks of H.264.

$$\begin{aligned}
 I^* &= \arg \min_I J(S, I | \lambda) \\
 &= \arg \min_I [D(S \cdot I | \lambda) + \lambda \cdot R(S \cdot I | \lambda)] \quad (1)
 \end{aligned}$$

여기서 λ 는 라그랑지안(Lagrangian) 계수이며, 부호기는 전체 부호화될 블록의 집합 S에 대한 최적의 부호화 매개변수 집합 I^* 을 결정하는 것이다^[5].

그림 1은 H.264 부호기에 대한 주요한 연산 블록을 보여주고 있다. 이들 연산 블록들에서 H.264는 최적의 부호화 매개변수를 결정하기 위해 두 가지 라그랑지안 비용함수를 사용한다. 이들 비용함수는 각각 다른 연산 블록에서 다른 목적으로 사용된다. 만약 왜곡 계산을 위해 SSD(Sum of the Squared Difference)을 사용한다면, 라그랑지안 계수는 다음과 같다^[6].

$$\lambda_{mode} = 0.85 \times 2^{Q/3} \quad (2)$$

여기서 Q는 양자화 계수이다. 만약 왜곡 계산을 위해 SAD(Sum of Absolute Difference)을 이용한다면, 라그랑지안 계수는 다음과 같다.

$$\lambda_{motion} = \sqrt{0.85 \times 2^{Q/3}} = \sqrt{\lambda_{mode}} \quad (3)$$

H.264는 첫 번째 단계로 모든 인터 매크로블록 모드들(SKIP, 16×16, 16×8, 8×16, P8×8)에 대해 움직임 예측과정을 수행한다. 이 과정 동안 H.264는 매크로블록 내의 분할 영역들에 대한 참조영상과 움직임 벡터를 결정해야 하며, 이를 위해 H.264는 SAD기반의 라그랑지안 비용함수인 motion_cost를 사용한다.

$$\begin{aligned}
 m^* &= \arg \min_{m \in M} J_{mode}(S_k, C_k, m | \lambda_{mode}) \\
 &= \arg \min_{m \in M} \left[\begin{array}{l} SSD(S_k, C_k, m | \lambda_{mode}) \\ + \lambda_{mode} \times R(S_k, C_k, m | \lambda_{mode}) \end{array} \right] \quad (4)
 \end{aligned}$$

움직임 예측 과정 후, H.264는 P8×8 모드 결정 과정을 수행한다. P8×8은 네 가지 하위 인터 매크로블록 모드의 조합으로 결정된다. 이 최적의 조합을 결정한 후 P8×8 모드가 결정된다.

마지막 단계인 최적의 매크로블록 모드 결정 과정에서 각 인트라 매크로블록 모드들(intra4×4, intra16×16)에 대한 방향성 모드들의 결정을 포함하여 최적의 매크로블록 모드를 결정한다.

P8×8 모드, 인트라 매크로블록 모드의 방향성 모드 그리고 최적의 매크로블록 모드 결정은 SSD 기반의 식 (4)와 같은 mode_cost를 사용한다. 여기서 m은 매크로블록 모드, 방향성 모드 또는 하위 인터 매크로블록 모드이며, R은 각 m에 연관된 블록을 부호화하는데 필요한 비트량이며, 왜곡값은 원 영상과 움직임 보상에 의해 생성된 영상을 기반으로 다음과 같이 계산된다.

$$(S_k, C_k, m | \lambda_{mode}) = \sum_{(x,y)} |S_k(x,y,t) - C_k(x,y,t)|^2 \quad (5)$$

H.264는 최적의 매크로블록 모드를 결정하기 위해 각 연산 블록에서 각각의 매크로블록 모드에 대해 모든 부호화 매개변수들을 두 가지 라그랑지안 비용함수인 motion_cost와 mode_cost를 이용하기 때문에 많은 계산량을 요구한다.

본 논문에서는 그림 1과 같이 모든 매크로블록 모드를 조사하는 대신 본 논문에서 분석한 각 매크로블록 모드의 계산 복잡도를 토대로 계산 복잡도가 낮은 최적의 모드를 조기에 결정하는 고속 모드 결정 방식을 제안한다. 또한 제안한 방식의 타당성을 검증하기 하위 경계 조건을 설정하였으며, 제안한 방식이 하위 경계 조건을 만족함을 보인다.

본 논문의 II장에서 제안한 고속 모드 결정법과 하위 경계 조건을 설명한다. III장에서 제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위한 실험과정과 결과를 보인 뒤, IV장에서 결론을 맺는다.

II. 제안한 고속 모드 결정법

1. 매크로블록 모드 분류

표 1은 MOBILE과 SILENT 영상의 첫 번째 화면을 제외한 100개의 화면에 대해 최적의 매크로블록 모드의 발생 빈도수를 4가지의 양자화 계수값(QP)에 따라 보여주고 있다.

표 1. 최적의 매크로블록 모드의 발생 빈도수
Table 1. Frequency of Best Macroblock Mode.

MOBILE					SILENT				
M	QP				M	QP			
	28	32	36	40		28	32	36	40
0	379	923	1960	3802	0	6320	6924	7603	8297
1	2354	3007	3941	4055	1	1183	1208	1073	825
2	1456	1648	1310	745	2	485	409	322	194
3	1399	1548	1353	737	3	607	532	414	282
8	4210	2671	1233	401	8	1103	628	268	78
9	0	0	0	0	9	92	73	63	36
10	3	4	4	1	10	11	27	58	89

표 2. 평균 블록분할 값 비교
Table 2. Comparison of Average Block Division.

		B 의 평균값 = $\frac{\sum B(i) \times \text{Frequency}(i)}{\text{총 발생수}}$				B 의 평균값								
Class16	B	1	2					1.67						
	Frequency	1	2											
P8x8	B	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	9
	Frequency	1	8	24	36	40	48	38	24	24	4	8	1	

표 1에서 알 수 있듯이, 최적의 매크로블록 모드는 대부분 인터 매크로블록 모드의 영역에 존재함을 알 수 있다. 이 점을 고려하여 본 논문에서는 인트라 매크로블록 모드를(M=9, M=10) 하나의 그룹으로 지정하고 인터 매크로블록 모드와 구별한다.

인터 매크로블록 모드 또한 각 모드의 복잡도에 따라 개별적인 그룹으로 분류한다. 먼저 SKIP 모드(M=0)는 다른 인터 매크로블록 모드와 비교하여 예측 부호화 및 잔여 영상에 대한 부호화 과정들을 수행하지 않기 때문에 인터 매크로블록 모드 중에 가장 낮은 계산 복잡도를 요구한다. SKIP 모드를 하나의 그룹으로 분류한다.

SKIP 모드를 제외한 16x16(M=1), 16x8(M=2), 8x16(M=3) 그리고 P8x8(M=8) 모드 중에서 16x16, 16x8과 8x16을 하나의 그룹으로 묶고 Class16이라 명명한다. Class16 그룹에 속하는 모드는 움직임이 적은 영상에 적합한 모드들이라고 볼 수 있으며, P8x8 모드와 비교하여 Class16 그룹은 상당히 낮은 계산 복잡도를 요구한다. 예를 들어 두 그룹간에 움직임 예측 과정을 토대로 계산 복잡도를 비교하면, 일반적으로 움직임 예측 과정에 대한 복잡도는 $B \times R \times (2 \times W + 1)^2$ 로 나타낼 수 있다. 여기서 B는 매크로블록 내의 분할 영역의 개수, R은 참조 영상의 개수, W는 탐색 영역을 각각 나타낸다. 위의 식에서 R과 W의 값은 두 그룹에서 동일하지만, B의 값은 표 2에서 볼 수 있는 것처럼 두 그룹간

에 차이가 있다.

여기서 각각의 B 값에 대한 발생수(Frequency)는 각 그룹에서 움직임 예측을 수행할 때 발생하는 수이다. 예를 들어 Class16 그룹의 움직임 예측시, B가 1인 경우는 16x16 인터 매크로블록 모드에 해당하며, B의 값이 2인 경우는, 분할의 개수가 2개인 16x8과 8x16인 경우이다. 따라서 B가 1인 경우의 발생수는 1이며, 2인 경우의 발생수는 2이다. P8x8 모드의 움직임 예측 과정에서 예를 들면, B가 4의 값을 갖는 경우는 매크로블록이 4개의 분할 영역으로 나누어지는 경우를 나타내며, 이 경우는 P8x8 모드가 4개의 8x8 하위 인터 매크로블록 모드의 조합임을 나타낸다. 이러한 경우는 P8x8 움직임 예측 과정 중에 단 한번 발생한다. 이러한 방법으로 4가지 하위 인터 매크로블록 모드가 P8x8 모드를 구성하는 256가지 조합에 대해 각각의 B 값에 대한 발생수를 조사하면, 표 2와 같다.

본 논문에서는 H.264의 7가지 매크로블록 모드를 각각의 매크로블록 모드가 최적의 매크로블록 모드가 될 가능성과 계산의 복잡도를 고려하여 인트라 매크로블록 모드 그룹(intra16x16, intra4x4), SKIP, Class16과 P8x8의 4개의 그룹으로 분류하였다. 따라서 본 논문에서는 H.264의 7가지 매크로블록 모드를 그림 1에서 기술한 주요한 연산 블록에 모두 적용하는 대신, 분류된 4개의 그룹을 인터 매크로블록들부터 선택적으로 적용한다.

2. 기본 모드의 정의

본 논문에서 기본 모드를 새로이 정의한다. Base 모드는 그림 2에서 정의된 것처럼, 매크로블록 모드가 4개의 8x8 블록으로 분할되어 있으며, 각 8x8 블록의 하위 인터 매크로블록 모드 또한 8x8 모드이다.

여기서 정의된 기본 모드는 이어지는 하부절에서 분류된 4개의 그룹을 연산 블록에 선택적으로 적용하는데 기준이 되는 모드이다.

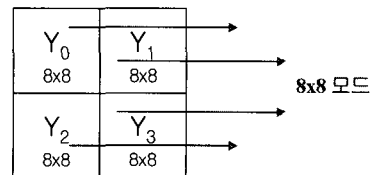


그림 2. 기본 모드
Fig. 2. Base Mode.

3. 고속 SKIP 모드 결정

SKIP 모드는 움직임이 적은 영상에서 최적의 모드가

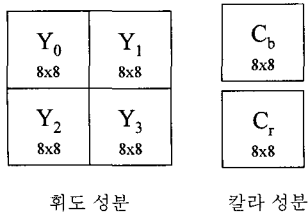


그림 3. Coded Block Pattern
Fig. 3. Coded Block Pattern.

될 가능성이 상당히 높으며, SKIP 모드의 계산 복잡도는 다른 3가지 그룹에 비해 매우 낮다. 따라서 어떤 매크로블록의 최적 모드가 SKIP임을 조기에 알 수 있다면, 부호화 시간과 계산 복잡도를 상당히 줄일 수 있다.

조기에 최적 모드가 SKIP임을 판별하기 위해 두 가지 방법을 제안한다. 일단 첫 번째 단계로 본 논문에서는 16×16 모드에 대한 움직임 예측을 수행하고, 16×16 모드에 대한 mode_cost를 구한다. 식 (6)과 같이 SKIP 모드와 16×16 모드 사이의 mode_cost를 비교하며, 또한 식 (7)과 같이 16×16 모드에 대한 CBP(Coded Block Pattern) 값을 조사한다.

$$J_{mode}(SKIP|\lambda_{mode}) < J_{mode}(16 \times 16|\lambda_{mode}) \quad (6)$$

$$CBP = 32Y_0 + 16Y_1 + 8Y_2 + 4Y_3 + 2C_b + C_r \quad (7)$$

만약 식 (6)이 만족되고 CBP값이 0이면, 현재 매크로블록에 대한 최적 모드는 SKIP으로 결정한다. 위의 조건이 만족되지 않으면 두 번째 고속 SKIP 모드 결정 과정으로, 기본 모드에 대해 움직임 예측 과정을 수행하고 mode_cost를 구한다. 또한 SKIP 모드에서 Base 모드 간의 식 (8)과 같은 단조 특성을 조사한다.

$$\begin{aligned} J_{mode}(SKIP|\lambda_{mode}) < J_{mode}(16 \times 16|\lambda_{mode}) \cap \\ J_{mode}(16 \times 16|\lambda_{mode}) < J_{mode}(Base|\lambda_{mode}) \end{aligned} \quad (8)$$

만약 식 (8)이 만족되면, SKIP 모드와 기본 모드 사이의 그룹 Class16에 해당하는 16×8와 8×16에 대한 움직임 예측 과정과 mode_cost 계산 없이 현재 매크로블록에 대한 최적 모드를 SKIP 모드로 결정한다. 식 (8)이 만족한다면, 16×8과 8×16 모드 또한 식 (8)과 같이 mode_cost에서 단조 특성을 갖는다고 가정한다.

두 가지의 고속 SKIP 모드 결정 과정이 만족되지 않으면, 나머지 16×8과 8×16 모드에 대한 움직임 예측 과정과 mode_cost를 구한 후에 다음의 선택적 P8×8 모드 결정 과정으로 진행한다.

4. 선택적 P8×8 모드 결정

P8×8 모드는 3개의 모든 연산 블록에서 다른 인터매크로블록 모드들에 비해 가장 높은 계산 복잡도를 요구한다. 움직임 예측 과정에서는 각각의 8×8 분할 블록에서 모든 하위 인터 매크로블록 모드에 대해 움직임을 예측해야 하며, 또한 P8×8 모드는 최적의 조합을 결정하기 위해 다른 인터매크로블록 모드와 달리 별도의 연산과정을 요구한다. 따라서 대부분의 인터 매크로블록 모드에서의 계산 복잡도는 P8×8 모드에 기인한다고 볼 수 있다.

그러나 표 1에서 볼 수 있듯이, P8×8 모드가 최적의 모드가 될 가능성은 다른 인터 매크로블록 모드에 비해 높지 않다. 이러한 점을 고려했을 때, 매크로블록 모드 결정과정에서 매번 P8×8 모드를 고려한다는 것은 부호화 효율에 어떠한 이득이 없이 단지 계산만 낭비하는 경우가 빈번하다고 볼 수 있다. 따라서 본 논문에서는 P8×8 모드를 선택적으로 모드 결정 과정에 적용한다.

P8×8 모드를 선택적으로 고려하기 위해 본 논문에서는 SKIP 모드와 Class16 모드에 속하는 모드들 중에서 최적의 모드를 결정하고 Best16 모드라고 정의한다. 이 Best16 모드와 기본 모드의 mode_cost를 다음과 같이 비교한다.

$$J_{mode}(Best16|\lambda_{mode}) > J_{mode}(Base|\lambda_{mode}) \quad (9)$$

만약 식 (9)가 만족되면 P8×8 모드를 모드 결정과정에 포함시켜서 P8×8 모드를 고려하며, 그렇지 않으면 P8×8 모드를 모드 결정 과정에서 생략한다.

여기서 식 (9)의 의미는 현재의 부호화될 매크로블록 내의 움직임은 복잡하여 단순한 움직임에 적합한 SKIP, Class16 모드들로는 좋은 부호화 효율을 얻을 수 없다는 것을 의미한다. 여기서 이미 기술한 것처럼 기본 모드는 4개의 하위 인터 매크로블록 모드의 조합이 모두 8×8인 경우로 P8×8 모드를 구성하는 방법 중에 가장 단순한 움직임 예측을 수행한다. 따라서 Best16 모드가 기본 모드 보다 mode_cost가 더 크다는 것은 단순한 움직임 예측 방식으로는 높은 부호화 효율을 얻을 수 없으므로 더 복잡한 P8×8 모드를 수행할 필요가 있음을 나타낸다.

5. 선택적 인트라 매크로블록 모드 결정

지금까지는 인트라 매크로블록 모드를 고려하지 않고 인터 매크로블록 모드들 중에서 최적의 매크로블록 모드 결정만을 고려하였다. 하지만 인트라 매크로블록

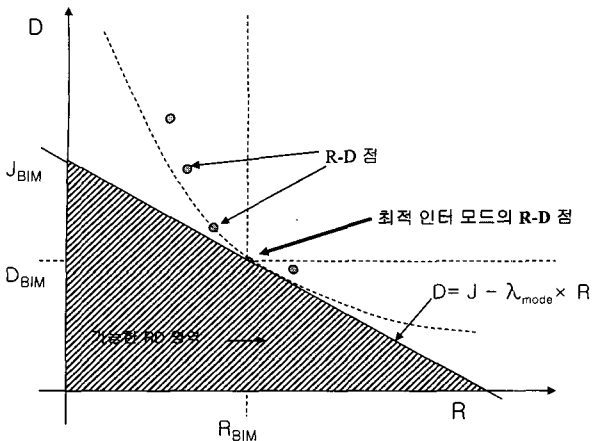


그림 4. 가능한 RD 영역
Fig. 4. Possible RD Region.

모드는 기존의 비디오 표준 방식에서 사용되는 인트라 매크로블록 모드와 달리 방향성 예측 부호화를 통한 영상 내의 상관성을 극대화함으로써 전체 부호화 효율에 미치는 영향이 매우 크다고 볼 수 있다. 부호화 효율 측면에서는 매우 중요한 매크로블록 모드이지만 각 분할 블록에서 최적의 방향성 모드를 결정하기 위해 복잡한 라그랑지안 최적화 기법을 사용하기에 전체 부호화 과정의 복잡도에 미치는 영향은 매우 크다.

그러나 표 1에서 볼 수 있듯이, 인트라 매크로블록 모드가 최적의 모드가 될 가능성은 매우 낮다. 이러한 점을 고려하여, 인트라 매크로블록 모드가 최적의 모드가 될 가능성을 조사한다.

그림 4에서 볼 수 있듯이, 인트라 매크로블록 모드가 최적 모드가 되기 위해서는 가능한 RD 영역에 비트-왜곡 점이 존재해야 한다. 하지만 이러한 비트-왜곡 점은 부호화 과정을 수행하지 않는 이상 알 수가 없다. 이러한 점을 고려하여 일단 최적의 인터 매크로블록 모드 (Best inter mode)와 인트라 매크로블록 모드들 사이의 부호화 비트량을 그림 5에 비교하였다. 그림 5는 CONTAINER와 MOBILE 영상 각각 한 프레임에 대해 발생한 부호화 비트량을 비교하였다.

그림 5에서 알 수 있듯이, 인트라 매크로블록 모드의 부호화 비트량은 최적의 인터 매크로블록 모드에 비해 높은 부호화 비트량을 요구함을 알 수 있다.

본 논문에서는 그림 5의 부호화 비트량에 대한 특성을 바탕으로 부호화 비트량은 더 이상 고려하지 않으며, 단지 최적의 인터 매크로블록 모드와 인트라 매크로블록 모드간의 왜곡값 만을 비교해서 인트라 매크로블록 모드를 비트-왜곡 최적화 과정에 포함시킬 지에 대한 여부를 결정한다. 인트라 매크로블록 모드가 현재 부호

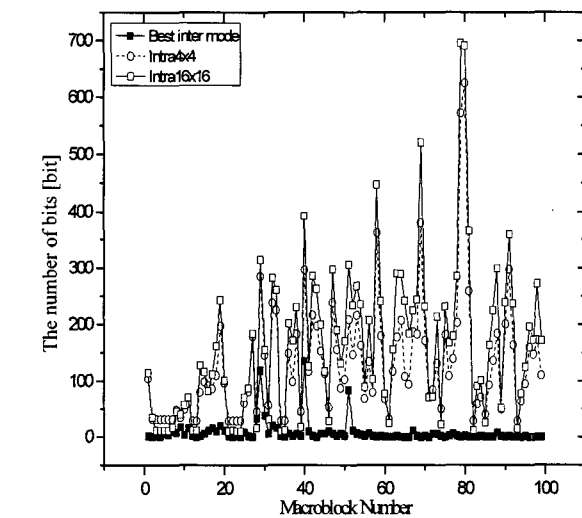
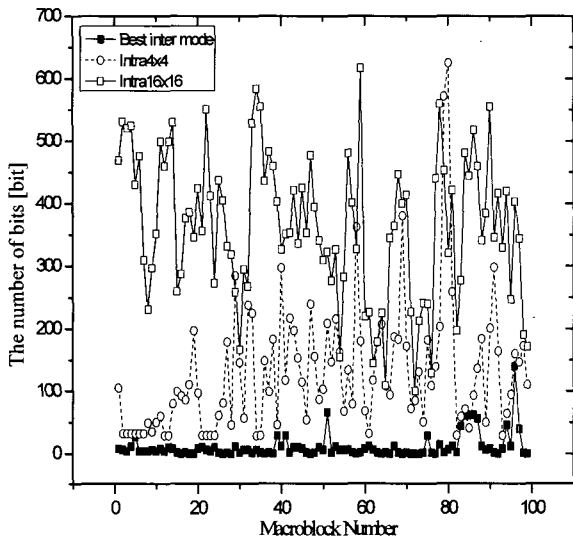


그림 5. 발생 비트량 비교
Fig. 5. Comparison of Coding Bits.

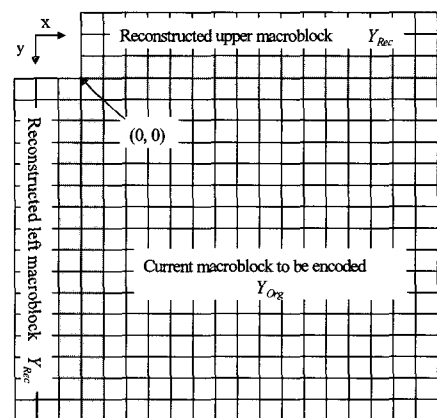


그림 6. 경계 화소들
Fig. 6. Boundary Pixels.

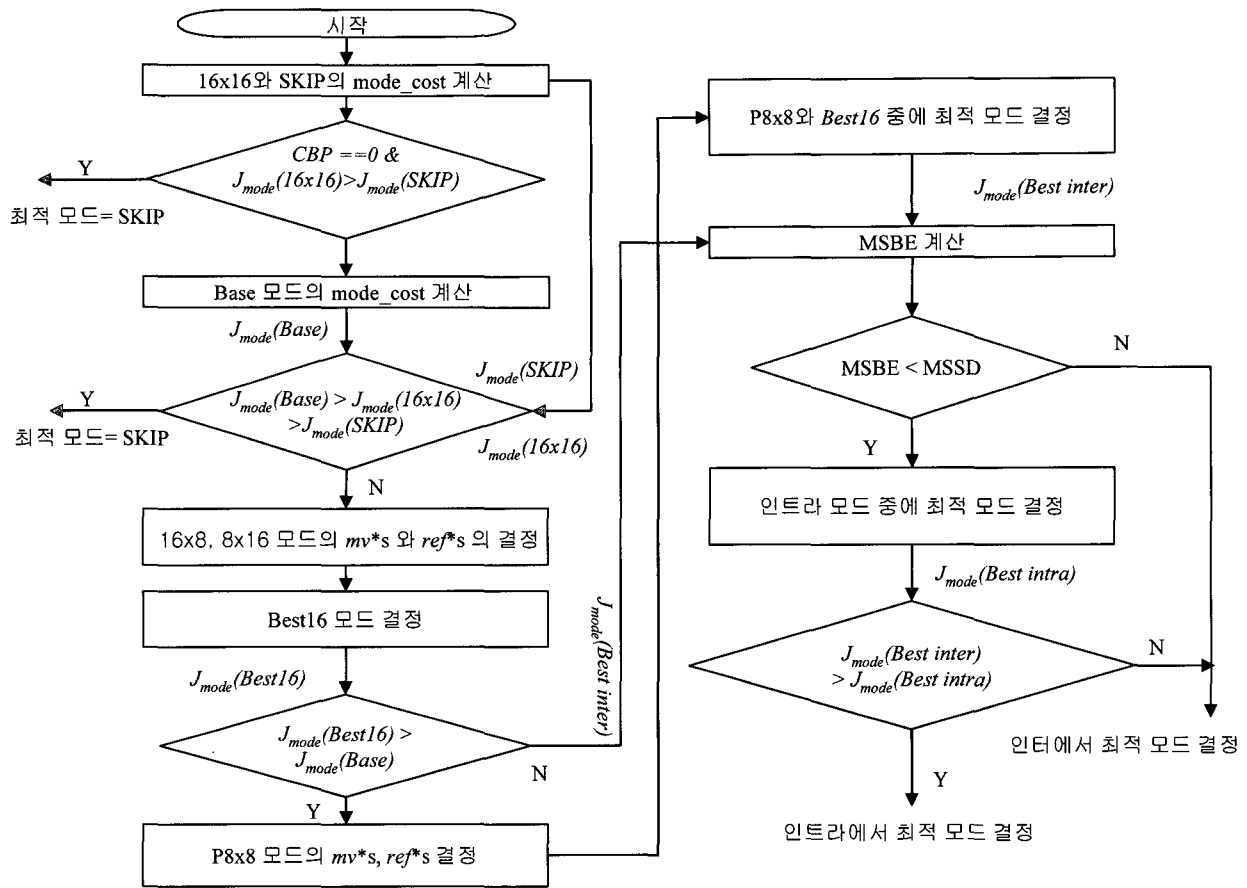


그림 7. 제안한 알고리즘에 대한 전체 흐름도
 Fig. 7. Whole Flowchart of Proposed Algorithm.

화될 매크로블록을 그림 6과 같이 인접한 매크로블록과 방향성 예측 부호화한다는 점을 착안하여 인트라 매크로블록에 대한 왜곡치를 식 (10)처럼 간략화한다^[7].

따라서 만약 $MSBE < MSSD$ 이면 인트라 매크로블록 모드를 모드 결정과정에서 고려하지만, 그렇지 않으면 인트라 매크로블록 모드를 생략하며 최적의 매크로블록 모드는 최적의 인터 매크로블록 모드가 된다. 여기서 $MSSD$ 는 최적의 인터 매크로블록 모드에 대한 평균 왜곡값을 나타낸다.

$$\begin{aligned}
 MSBE = & \frac{w_{up}}{16} \times \sum_{i=0}^{15} [Y_{Org}(x+i, y) - Y_{Rec}(x+i, y-1)]^2 \\
 & + \frac{w_{up}}{16} \times \sum_{i=0}^{15} [Y_{Org}(x, y+i) - Y_{Rec}(x-1, y+i)]^2
 \end{aligned}
 \tag{10}$$

6. 하위 경계조건

본 논문은 부호기의 계산 복잡도를 개선하였지만 계

산 복잡도와 부호화 효율 사이에는 배반성(trade-off)의 관계가 성립한다. 따라서 부호기의 복잡도를 개선하는 과정에서 부호화 효율에 손실이 발생하며, 그 정도가 어느 정도까지 적당한지가 문제가 된다. 본 논문에서는 이러한 부호화 효율과 부호화 복잡도에 대한 하한선을 하위 경계조건이라 정의하였다.

H.264는 mode_cost을 이용하여 최적의 매크로블록 모드를 결정하지만, motion_cost를 이용하여 최적의 매크로블록 모드를 결정할 수 있다. 하지만 motion_cost를 사용하는 방법은 최적의 결과가 아니며, 부호화 시간을 단축하기 위해 사용되는 방식이다. 따라서 motion_cost를 사용하여 얻어진 결과를 하위 경계조건으로 보고 본 논문에서 얻어진 결과와 비교한다.

그림 7은 본 논문에서 제안한 고속 모드 결정법에 대한 전체 흐름도를 보여주고 있다.

III. 실험 결과

제안한 알고리즘은 JM6.1에 구현했으며, 각각의 특징

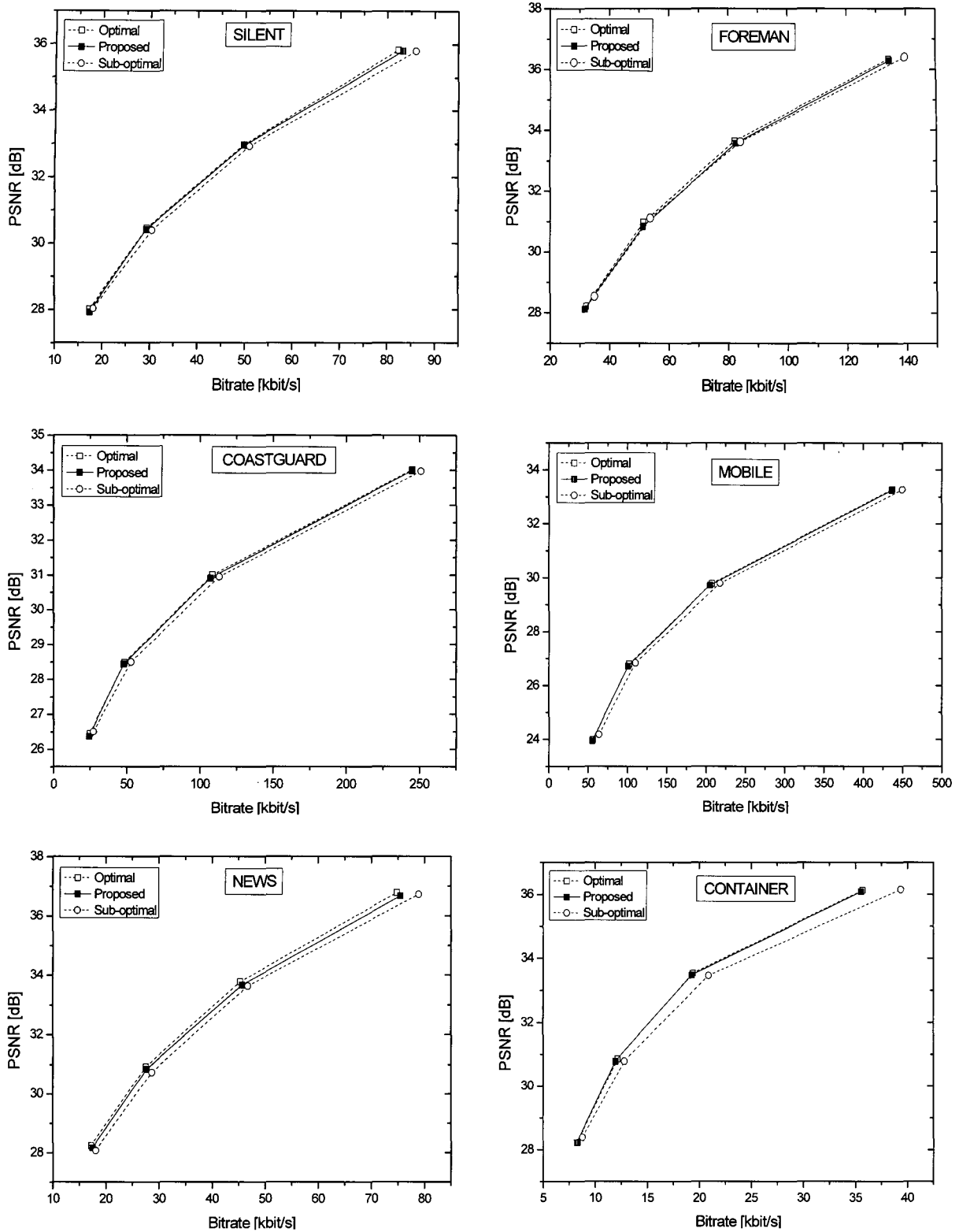


그림 8. 비트-왜곡 특성 곡선 비교

Fig. 8. Comparisons of Rate-Distortion Curve.

이 다른 6가지 QCIF 형식의 비디오 시퀀스 100장에 대해 실험을 수행하였다. 움직임 예측 과정에서는 4개의

참조 영상과 ±32 탐색 영역을 사용하였다. 프레임 율은 30fps을 사용하였다. 제안한 알고리즘의 성능 비

표 3. PSNR 값 비교

Table 3. Comparison of PSNR Values.

영상	Optimal	Sub-optimal
MOBILE	-0.020	0.255
SILENT	-0.047	0.165
FOREMAN	-0.093	0.059
CONTAINER	-0.002	0.386
NEWS	-0.146	0.235
COASTGUARD	-0.032	0.181
평균	-0.057	0.213

표 4. 비트율 비교

Table 4. Comparison of Bitrate.

영상	Optimal	Sub-optimal
MOBILE	0.450	-5.280
SILENT	0.923	-3.164
FOREMAN	1.655	-0.988
CONTAINER	-0.027	-7.130
NEWS	2.552	-3.932
COASTGUARD	1.042	-5.188
평균	1.099	-4.280

표 5. 부호화 시간 비교

Table 5. Comparison of Encoding Time.

영상	Optimal	Sub-optimal
MOBILE	-35.30	-7.73
SILENT	-36.37	-18.74
FOREMAN	-28.95	21.74
CONTAINER	-37.74	-20.24
NEWS	-36.70	-15.87
COASTGUARD	-34.62	-13.87
평균	-34.95	-9.12

교를 위해, motion_cost를 사용하는 H.264의 Sub-optimal 방식과 mode_cost를 사용하는 Optimal 방식을 제안한 알고리즘을 비교하였다. 그림 8의 비트-왜곡 곡선은 28, 32, 36과 40의 4가지 양자화 계수를 적용하여 얻어졌으며, 이 곡선을 통해 제안한 알고리즘과 H.264의 두 가지 모드 결정 방식에 대해 PSNR과 비트율을 각각 비교하였다. 비트-왜곡 곡선 사이의 정확한 PSNR과 비트율 비교를 위해 참조 논문 8에서 사용한 방식을 인용하였다^[8]. 또한 제안한 알고리즘의 계산 복잡도를 평가하기 위해 부호화 시간을 사용하였으며, 제안한 알고리즘과 H.264의 두 가지 모드 결정 방식을 기준으로 하여 부호화 시간을 서로 비교하였다.

IV. 결 론

본 논문에서는 H.264의 7가지 매크로블록 모드를 4가지의 다른 그룹으로 분류하고, 이들 그룹을 모드 결

정 과정에 선택적으로 적용하였다. 이를 통해, H.264의 Optimal 방식을 사용하는 방식에 비해 PSNR은 0.057dB 감소했으며, 비트율은 1.099% 증가했지만, 부호화 시간은 평균 34.95% 감소했다. Sub-optimal 방식과 비교하였을 때, PSNR은 0.213dB 증가했으며, 비트율(Bitrate)은 4.280% 감소했고 부호화 시간도 9.12% 감소하였다.

따라서 H.264의 비트-왜곡 최적화 기법에 비해 화질과 비트율에서 다소 열화가 발생했지만, Sub-optimal 방식과의 비교에서 볼 수 있듯이, 제안한 알고리즘에 대한 결과는 하위 경계조건을 만족하여 부호화 효율 및 복잡도 측면에서 타당한 결과임을 확인하였다.

참 고 문 헌

- [1] ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10 AVC, "Draft ITU-T Recommendation and Final Draft International Standard of Joint Video Specification", JVT Doc. G050, March 2003.
- [2] T. Wiegand, G. J. Sullivan, G. Bjontegaard, and A. Luthra, "Overview of the H.264/AVC Video Coding Standard," *IEEE Trans. Circuit and System for Video Technology*, vol. 13, no. 7, pp. 560-576, July 2003.
- [3] T. Wiegand, M. Lightstone, T. G. Campbell, and S. K. Mitra, "Efficient Mode Selection for Block-Based Motion Compensated Video Coding", *Proc. Int. Conf. on Image Processing*, pp. 23-2, Oct. 1995.
- [4] T. Wiegand, H. Schwarz, A. Joch, F. Kossentini and G. J. Sullivan, "Rate-Constrained Coder Control and Comparison of Video Coding Standards", *IEEE Trans. Circuit and System for Video Technology*, vol. 13, no. 7, pp. 688-703, July 2003.
- [5] G. Sullivan and T. Wiegand, "Rate-distortion Optimization for Video Compression", *IEEE Signal Processing Magazine*, vol. 15, pp. 74-90, Nov. 1998.
- [6] T. Wiegand and B. Girod, "Lagrange Multiplier Selection in Hybrid Video Coder Control", *Proc. Int. Conf. on Image Processing*, pp. 542-54, Oct. 2003.
- [7] Y. Wang, Q. F. Zhu and L. Shaw, "Maximally Smooth Image Recovery in Transform Coding", *IEEE Transactions on Communication*, vol. 41, no. 10, pp. 1544-1551, Oct. 1993.
- [8] G. Bjontegaard, "Calculation of Average PSNR Difference between RD-curve", ITU-T Q.6/16, Doc. VCEG-M33, April 2001.

저 자 소 개



김 희 순(정회원)
 2002년 8월 전남대학교 컴퓨터
 공학과 졸업(학사).
 2005년 2월 광주과학기술원 정보
 통신공학과 졸업(석사).
 2005년 3월~현재 LG이노텍
 RF연구실

<주관심분야 : MPEG-2/4 System, MHEG5,
 MHP, Gemstar, Data Broadcasting Methods,
 DVB 규격, RTOS, Linux Kernel Porting,
 IP Set-top Box>



호 요 성(평생회원)
 1981년 2월 서울대학교
 전자공학과 졸업(학사).
 1983년 2월 서울대학교 대학원
 전자공학과 졸업(석사).
 1983년 3월~1995년 9월 한국전자
 통신연구원 선임연구원.

1989년 12월 미국 University of California, Santa
 Barbara Department of Electrical and
 Computer Engineering(박사),
 1990년 1월~1993년 5월 미국 Philips 연구소
 Senior Research Member.
 1995년 9월~현재 광주과학기술원 정보통신
 공학과 교수.

<주관심분야: 디지털 신호처리, 영상신호 처리 및
 압축, 초저속 영상통신, 디지털 TV와 고선명 TV,
 MPEG 표준, 다시점 비디오 부호화, 실감방송>