

지역 통계를 이용한 H.264/AVC의 고속 인터 모드 예측

이동식[†], 김영모^{††}

요 약

H.264/AVC는 프레임 간 움직임 추정에서 새로운 인트라 모드(*intra mode*)와 인터 모드(*inter mode*) 방식을 도입하여 프레임 간 압축률을 높이고 있다. 이들 두 모드들은 가변 크기 블록 모드를 사용하고 있으며 H.264 인코더는 이들 새로운 예측 모드들을 사용하여 이전 표준안들에 비해 뛰어난 압축률과 유연성을 제공해 준다. 그러나 압축률과 유연성에서 이득을 보는 대신, 이들 두 예측으로 인해 복잡도가 증가하고 부호화 시간을 많이 요구하게 되었다. 본 논문에서는 결과 인트라 모드, 움직임 벡터와 모드 맵의 지역 통계를 사용하여 인터 모드를 예측하는 기법을 제안한다. 인트라와 인터 모드는 선택되는 블록 크기에서 연관성을 보이고 있으며, 영상 내용의 stationary에 따라 주변 매크로 블록의 결과 모드와 움직임 벡터를 이용하여 매크로 블록의 인터 모드를 예측할 수 있다. 본 논문의 결과에서는 다양한 비트율과 여덟 개의 영상 열에서 FMD와 비교하여 PSNR과 비트 율에서 거의 비슷하면서 평균 39.43%의 부호화 시간을 감소시키는 것을 보여 주고 있다.

A Fast Inter Mode Decision Based on Local Statistics in H.264/AVC

Dong-Shik Lee[†], Young-Mo Kim^{††}

ABSTRACT

H.264/AVC enhances inter-frame coding performance adopting new intra and inter mode prediction in inter-frame motion prediction. H.264 encoder provides performance superior to existing standards with the prediction modes. Instead of enhanced performance, however, both predictions increase complexity of encoder and demand a lot of coding time. This paper proposes a method using local statistics of resultant intra mode, mv and mode map to predict inter mode. There are relationship between intra and inter mode, and we can predict inter mode using neighboring macroblocks' resultant mode and motion vector according to the contents of frame. The experimental results show that the proposed algorithm reduces encoding time by 31% on average with a negligible loss of PSNR and bitrate.

Key words: H.264/AVC, Inter Mode Prediction(인터모드예측), Intra Mode Prediction(인트라모드예측)

1. 서 론

최근 H.264 또는 MPEG-4 part 10 Advanced video coding(AVC) 라고 알려진 최신 동영상 부호화에 대한 국제 표준안이 ISO/IEC의 MPEG과 ITU-T의 VCEG으로 이루어진 Joint Video Team(JVT)에 의해 완료 되었다. 이 표준안은 새로운 기법들을 많이

채택하여 압축률과 유연성에서 이전 표준안에 비해 많은 장점을 얻고 있다. 새로운 기법에는 다중 참조 프레임 선택, 1/4 화소 정밀도 움직임 추정, 가변 블록 크기 움직임 추정 방식, 새로운 프레임 움직임 추정과 새로운 프레임 간 움직임 추정 등이 있다. 이 중에서 특히 인터 프레임 부호화는 새로운 프레임 내 예측과 프레임 간 예측을 통해 압축률에서 많은 이득을

* 교신저자(Corresponding Author): 이동식, 주소: 대구광역시 북구 산격동 1370(702-701), 전화: (053)940-8641, FAX: (053)950-5541, E-mail: lds@ee.knu.ac.kr
접수일: 2006년 11월 29일, 완료일: 2007년 8월 10일

[†] 준회원, 경북대학교 전자전기컴퓨터학부

^{††} 경북대학교 전자전기컴퓨터학부
(E-mail: lds@ee.knu.ac.kr)

주고 있다. 그러나 H.264 인코더는 이들 새로운 기법들의 채택으로 이전 표준안들에 비해 복잡도가 증가하고 상당히 높은 부호화 시간을 요구하고 있다. 이에, 이들 새로운 기법들과 함께 고속 압축 기법들이 새로운 이슈가 되고 있다.

H.264 인코더의 복잡도를 줄이기 위해 움직임 추정, 인트라와 인터 모드 예측에서 고속 알고리즘을 구현하기 위한 많은 노력들이 있었다. 이웅호 등은 움직임 벡터 예측을 통한 다중 참조 영상 선택과 선택적인 인트라 모드 선택 알고리즘으로 고속화 알고리즘을 제안하고 있으며[1], 진순중 등은 주변 블록들의 모드를 가지고 현재 블록의 인터 모드를 예측하고, RDCost(skip, mode 1, 2, 3, 8)을 구해서 I4MB와 비교한 다음 인트라 예측을 할 것인지를 결정한다[2]. Pan 등은 에지 맵의 방향성과 강도에 따라 인트라 모드를 예측하고 있다[3,4]. 문정미 등은 DCT 계수와 Rate-Distortion Optimization(RDO) 모드 결정과정의 특징을 기반으로 모든 DCT 계수들이 양자화 후에 '0'이 되는 오차 블록(AZCB)을 검출하는 새로운 조건을 유도하고, AZCB에 대한 처리 과정의 생략함으로써 고속 모드 선택 알고리즘을 제안하고 있다[5]. 하지만, 문정미 논문은 양자화 후 '0'이 되는 블록을 찾기 위해서 매크로 블록의 분산을 계산해야 하는 단점이 있다. 김동형 등과 Aravind 등은 낮은 복잡도를 가지는 매크로 블록 모드의 비용 정보를 이용하여 8x8 및 인트라 4x4(I4MB)의 비용을 추정함으로써 두 모드에 대한 복잡도를 감소시키는 알고리즘을 제안하고 있다[6,7]. Wu 등은 움직임 벡터 예측과 영상의 동질성을 가지고, 인터 모드에서의 블록 크기를 예측한다[8]. 하지만, Wu 논문은 수평수직 차이 값을 구하기 위한 추가적인 작업이 필요하다.

위에서 살펴본 바와 같이, 기존 방식에서는 매크로 블록의 모드를 고속으로 결정하기 위해서 비용 함수나 블록 오차를 사용하였다. 본 논문에서는 인트라 모드의 특징, 움직임 벡터 맵과 모드 맵의 지역 통계를 이용하여 고속 인터 모드 예측을 한다. 인트라와 인터 모드는 가변 크기의 블록 모드를 사용하고 있으며, H.264 인코더는 최종 선택 모드와 블록 크기에 따라 매크로 블록을 처리하고 있다. 인트라와 인터 모드에서 블록 크기의 연관성, 모드와 움직임 벡터 맵의 확률적 분포를 기반으로 매크로 블록의 모드 선택 시 선택 가능한 모드 형태를 제한하여 모드 결

정에 필요한 계산량을 줄이는 고속 인터 모드 결정법을 제안한다. 본 논문의 실험에서 인트라 모드의 최종 선택된 모드와 인터 모드의 선택된 모드가 블록 크기에서 같은 경향을 가지는 것을 보여주고 있으며, 모드 맵과 움직임 벡터 맵을 사용하여 모드 블록의 크기를 예측하거나 다중 참조 프레임 선택에서 이전 프레임이 선택될지를 예측한다. 본 논문의 나머지 부분은 다음과 같다. II장에서 H.264에서 사용하는 프레임 간 부호화의 개요를 설명하며, III장에서는 제안하는 알고리즘을 설명한다. IV장에서는 실험 결과를 보이고 있으며 마지막으로 V장에서 결론을 맺는다.

2. H.264/AVC의 프레임 간 부호화의 개요

2.1 Rate-Distortion Optimization을 사용하는 H.264/AVC의 모드 선택

H.264는 기존의 표준안들인 H.263이나 MPEG-4 처럼 영상을 독립 블록 단위로 처리하는 블록 기반 하이브리드 부호화 방식을 사용하고 있다. 최적의 부호화 성능을 위하여 하나의 매크로 블록은 여러 개의 블록들로 구성되며 최소 단위는 4x4이다. 그리고 각각의 매크로 블록은 인트라 또는 인터 모드로 처리되며 블록 모드는 사용가능한 모든 모드들 중에서 가장 작은 비용 함수를 가지는 모드로 결정된다. 이러한 절차는 입력 영상의 모든 블록들에서 반복되며 이것을 율-왜곡 최적화(RDO) 라고 한다.

$$MODE = \{SKIP, I4MB, I16MB, Inter\} \quad (1)$$

수식 (1)은 H.264에서 RDO를 수행하는 모든 모드들이다. 이 선택을 모드 선택이라고 하며 H.264는 모드 선택을 통해 프레임 간 또는 프레임 내 처리를 수행한다. I4MB와 I16MB는 인트라 모드들이고, Inter는 인터 모드이다. 'skip' 모드는 다음과 같은 특별한 조건을 가진다.

motion vector(mv)가 예측치(mvp)와 같다.

블록 모드가 16x16이다.

잔여 데이터가 '0'이다.

참조 프레임이 이전 프레임이다.

RD 비용은 왜곡과 비트 율을 동시에 고려하기 위해서 다음과 같이 정의 된다.

$$J(s, c, MODE|QP, \lambda_{MODE}) = SSD(s, c, MODE|QP) + \lambda_{MODE} R(s, c, MODE|QP) \quad (2)$$

여기서 s 와 c 는 각각 원 영상 신호와 재생 영상 신호이며 QP 는 양자화 파라미터이다. λ 는 Lagrangian multiplier 이고, $MODE$ 는 매크로 블록의 모드이다. Sum of squared difference(SSD)는 프레임의 왜곡이고 R 은 비트 율이다.

일반적으로 자연 영상에서 선택되는 모드들은 영상 내용과 상관성을 가진다. 예를 들어, skip mode는 이전 프레임과 차이가 없고, 작은 블록 모드는 블록의 내용이 보다 더 복잡하고 큰 블록 모드는 작은 블록 모드에 반대이다.

2.2 H.264의 인트라 예측 부호화

인트라 예측은 시간 중복을 제거하는 인터 예측과 달리 공간 중복을 제거하는 방법이다. H.263과 MPEG-4에서는 transform domain에서 움직임 추정을 수행하지만, H.264에서는 spatial domain에서 9가지 멤버(4x4 블록의 경우)를 사용하여 예측을 수행한다. JPEG-2000 또한 인트라 예측을 사용하지만, H.264의 인트라 예측이 JPEG-2000 보다 더 좋은 성능을 보인다고 보고되고 있다[6]. H.264의 인트라 모드에는 두 가지가 있다: I4MB와 I16MB. I4MB에는 아홉 개의 멤버가 있고, 4x4 블록의 (a-p) 요소들이 (A-X)의 주변 복호화된 픽셀들로 외삽한다(그림 1).

일반적인 영상에서는 이전 프레임과 화소의 상관도가 매우 크기 때문에 인트라 모드가 선택되는 경우는 적지만, 부호화 시간에서는 전체 부호화 시간의 50%를 차지하는 경우도 있을 만큼 많은 부호화 시간을 요구한다. I4MB의 경우는 그림 1과 같이 9개의 방향성을 가지는 모드를 가진다. I16MB는 I4MB와 비슷하지만 네 개의 멤버를 가지면서 계산 량이 덜

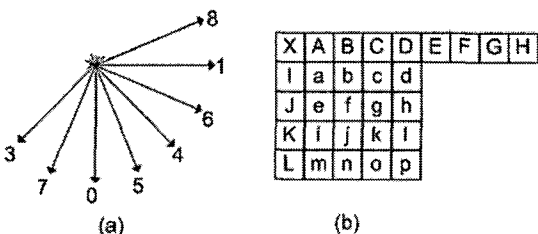


그림 1. I4MB에서의 인트라 모드 예측

소모적이며, 16x16 매크로 블록으로 예측한다. 이렇게 4x4 와 16x16 블록 크기를 사용하여 각각의 방향성에 따라 인트라 모드 예측을 수행하게 된다. H.264의 인트라 예측은 위의 두 가지 크기의 모드를 가지고 RDO를 수행하여 왜곡과 비트 율 측면에서 가장 작은 비용함수를 가지는 모드를 선택한다.

2.3 H.264의 인터 예측 부호화

H.264는 인터 예측에서 움직임 추정을 위한 7 가지 블록 크기와 모양을 가지는 계층적인 나무 구조를 사용한다(그림 2).

각 매크로 블록은 4가지 타입으로 분할될 수 있다: 16x16, 16x8, 8x16, 8x8. 그리고 각 8x8 블록은 세 가지 타입의 서브 블록으로 분할될 수 있다: 8x4, 4x8, 4x4. 각 매크로 블록에서 매크로 블록과 서브-매크로 블록들의 많은 조합이 존재하며, 매크로 블록을 다양한 블록 크기의 움직임 보상된 서브-블록들로 분할하는 이 방법을 나무 구조 움직임 보상이라고 한다. H.264 인코더는 입력 영상의 모든 블록들을 변환, 양자화와 엔트로피 부호화를 한다. H.264 인코더는 RD 비용을 계산하고 최소의 RD 비용을 가지는 모드를 선택하며, 이 과정을 주어진 모든 매크로 블록을 통해서 반복한다.

3. 지역 통계를 이용하는 인터 모드 예측

일반적으로 비슷한 움직임을 가지는 동질 영역은 큰 블록 모드가 최종 부호화 모드로 결정되기 쉽고, 움직이는 물체의 경계를 포함하는 비 동질 영역은 작은 블록 모드로 결정되는 경향이 있다. 예를 들어, 만약 동영상의 동질 영역이면서 mv가 '0'이면, 인코더는 인트라와 인터 예측 모드에서 큰 블록 모드를 가장 많이 선택할 것이다. 작은 블록 모드들(즉, 4x4, 4x8 와 8x4)들은 매크로 블록과 매크로 블록의 움직

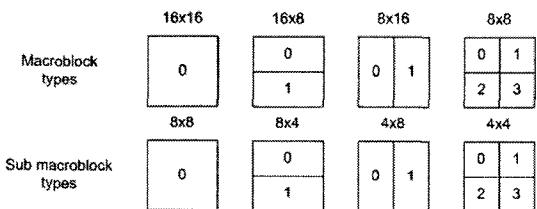


그림 2. 나무 구조를 가지는 인터 모드

임이 매우 복잡해서 작은 부분들이 서로 다른 움직임 방향을 가지는 경우에만 선택된다. 제안하는 알고리즘은 각 매크로 블록에 대해서 지역 통계에서 선택된 하부 세트에 속하는 인터 모드들에서만 RDO 비용을 계산하여 최선의 부호화 모드를 검색한다.

3.1 인트라와 인터 모드의 관계

H.264는 향상된 모드 예측을 통해서 왜곡과 비트 율면에서 최적의 압축을 이루고 있지만, 만약 먼저 수행된 인트라 모드 예측 결과에 따라 인터 모드를 예측할 수 있으면 인터 모드에서의 부호화 시간을 줄일 수 있을 것이다. 표 1은 “Foreman”과 “Akiyo” 영상열의 10번째 프레임에서 인트라와 인터 예측 모드간의 관계를 보여준다. 표 1에서 보듯이, 인트라 모드에서 큰 블록 모드(I16MB)가 선택되면 인터 모드에서 큰 블록 모드가 선택되고, 인터 모드에서 작은 블록 모드(8×4, 4×8, 4×4)가 선택되면 인트라 모드에서 작은 크기의 모드(I4MB)가 선택되는 경향을 볼 수 있다. 표 1에서는 인트라 모드에서 I16MB가 선택될 시 인터 모드에서 큰 블록 모드가 선택되는 정도와 인터 모드에서 작은 블록 모드가 선택될 시 인트라에서 I4MB가 선택되는 정도를 보여주고 있다.

3.2 움직임 벡터 맵

움직임 벡터는 블록 정합을 통해 얻어지는 블록의 activity에 대한 지표이다. 예를 들어 블록이 큰 움직임 가진다면 그 블록에 큰 mv가 있고, 동질 영역에서는 mv가 '0'에 근접하며 큰 블록 모드(skip모드와 16×16모드)가 많이 사용된다. $I_k(i,j)$ 은 블록(i,j)의 mv 맵으로 정의하며 mv 맵에 따라 인터 모드의 하부 세트를 결정한다. 이것은 '0'으로 초기화된다. 즉, $I_0(i,j) = 0$ 이다.

$$I_k(i,j) = \begin{cases} I_{k-1}(i,j) + 1, & \text{if } |mv_x^k(i,j)| + |mv_y^k(i,j)| \neq 0 \\ 0, & \text{else} \end{cases} \quad (3)$$

표 1. 인트라와 인터 모드 관계 : Foreman과 Akiyo의 10번째 프레임, 전체 99개 매크로 블록

	I16MB->High	Low->I4MB	Total
Foreman	18/19	14/14	32/33
Akiyo	30/30	28/28	58/58

mv_x^k 와 mv_y^k 는 프레임 k에서 블록(i,j)의 움직임 벡터이다. 만약 $I_k(i,j)$ 가 '0'이라면, 현재와 이전 프레임들의 mv가 '0'이라는 의미가 되며, 매크로 블록에 움직임이 없다. 블록의 mv 맵 크기가 임계치 이하가 된다면, 블록내의 움직임이 작다는 것을 의미한다.

3.3 모드 맵

모드는 H.264에서 매크로 블록을 부호화할 때 사용되며, 모드 맵은 매크로 블록의 모드를 예측할 때 유용하게 사용된다. 움직임 벡터처럼 매크로 블록의 stationary 때문에 현재 매크로 블록과 주변 매크로 블록 사이에는 모드 상관성이 있다. 모드 맵에서 큰 블록 모드가 많이 있다면, 블록내의 내용이 큰 블록 모드에 적합하다는 뜻이 된다. $M_k(i,j)[m]$ 은 블록(i,j)에서 인터 모드 m의 개수이며, 이것은 '0'으로 초기화된다. 즉, $M_0(i,j)[m] = 0$.

$$M_k(i,j)[m] = M_{k-1}(i,j)[m] + 1 \quad (4)$$

위에서 언급했듯이, 본 논문에서는 지역 통계를 통해서 인터 모드를 예측한다. 더욱이, skip 모드는 네 가지 특별한 조건들을 가지고 있으며, 주변 매크로 블록들의 선택 모드가 skip 모드라면 다중 참조 프레임 선택 시에 불필요한 참조 프레임을 생략할 수 있다. 만약 이전 프레임의 최종 모드가 skip 모드라면, 최종 참조 프레임은 이전 프레임이거나 큰 블록 모드 중 하나일 가능성이 크다. 이것은 매크로 블록이 stationary라면, 즉 mv와 참조 프레임 index가 '0'이라면, 주변 프레임의 같은 위치 블록일 가능성이 크다는 뜻이다. 또한 현재 매크로 블록 모드 선택에 이전 프레임의 모드가 주변 매크로 블록의 모드들보다 더 큰 영향을 미친다.

3.4 전체 알고리즘

Full mode decision(FMD)과 다르게 제안하는 알고리즘에서, 움직임 추정은 인트라 결과 모드, 움직임 벡터와 모드 맵의 지역 통계를 사용하여 인터 모드를 예측하고 예측된 결과에 따라 RDO를 수행한다. 본 논문에서는 인터 모드를 SKIP mode, 16×16 mode, high level group과 low level group으로 나눈다. 지역 통계의 결과에 따라 네 가지 중에서 하나를 선택하고, 포함된 모드들에서만 RDO를 수행하여 최

중 매크로 블록 모드를 선택한다. 선택 기준은 다음과 같다.

1. SKIP mode : 주변 블록들의 모드가 'skip' mode
2. 16×16 mode : I16MB and $I_k(i,j) < Th_l$ and $M[16 \times 16]$ is highest
3. High level group (16x8, 8x16, 8x8) : I16MB or ($I_k(i,j) < Th_2$ and $M[high] > M[low]$)
4. Low level group (8×4, 4×8, 4×4) : I4MB and $I_k(i,j) > Th_2$

Th_l 과 Th_2 는 움직임 벡터에 대한 임계치이다. 본 논문에서는 다양한 비디오 영상 열에서의 실험 결과에서 Th_l 과 Th_2 를 3과 7로 선택하였으며, 10장을 주기(period)로 한다. 위의 네 가지 조건에 근거하여, 해당 매크로 블록의 상태를 점검한다. 가장 빠른 실행 모드가 skip mode이며, 아래 모드로 내려갈수록 모드 선택에 소요 되는 시간이 많이 걸린다. 특히 가장 작은 크기를 가지는 low level group에서는 가장 많은 시간이 소요되기 때문에, 결과 모드가 큰 크기인 매크로 블록에서는 정확하게 모드를 선택함으로써, 시간 소모가 큰 작은 크기 모드 선택을 피하는 것이 중요한 요건 중 하나이다. 이러한 방식을 기반으로 필요 없는 모드들의 계산을 생략을 하고 필요한 모드들의 계산만을 수행하여 최선의 결과 모드를 선택한다.

5. 실험

테스트 benchmark는 Joint Video Team(JVT)에서 제공하는 JM11.0 software를 사용했으며, 선택된 영상 열들의 해상도는 QCIF(176×144)이다. 실험에서는 "Foreman", "Akiyo", "Mobile" 등 여덟 개의 테스트 영상들을 사용하였다. 다른 실행 옵션들은 다음과 같다: 각 영상 열의 프레임 수는 100개이다. 참조 프레임의 수는 5이고 영상 열 타입은 IPPP이다. 움직임 추정의 정확도와 탐색 영역은 각각 1/4과 16

픽셀이다. 마지막으로 Context-based Adaptive Binary Arithmetic Coding(CABAC)을 사용하여 엔트로피 부호화를 수행하였다. 실험 결과는 표 2에서 FMD와 비교하여 고속 인터 모드 선택 알고리즘이 평균 39.43%로 부호화 시간을 줄여 준다는 것을 보여주며, PSNR과 비트 율은 거의 변화가 없거나 오히려 좋은 결과를 보여준다. 표에서 "Time(%)", "PSNR(dB)" 와 "Bitrate(%)"은 각각 백분율에서의 시간 변화율, PSNR 변화량과 백분율에서의 비트 율 변화율을 의미한다. 양의 값은 FMD에 비해 증가율을 의미하고, 음의 값은 FMD에 비해 감소를 나타낸다. 실험결과에서 제안하는 방법이 PSNR의 손실이 없이 부호화 시간을 감소시키는 것을 볼 수 있다. 표 2에서 각 영상 열에서의 부호화 시간 단축은 영상의 내용에 따라 달라집니다. 예를 들어, Akiyo의 경우는 배경이 단순하면서, 배경이 거의 변하지 않는 영상들로 이루어져 있다. 반대로 Mobile은 배경이 매우 복잡하면서도 배경이 계속 변하는 영상이다. 해당 영상 내용의 차이에 따라 부호화 시간의 변화가 생기며, 일반적으로 단순한 영상일수록 부호화 시간 단축 효과가 크다.

Wu 등은 공간적인 동질성과 시간적인 stationary를 사용하여 고속 인터 모드 선택 방법을 제안하고 있다[8]. 즉, Wu 논문은 현재 영상 내에서의 수평수직 성분의 차이 값과 이전 프레임과 현재 프레임의 차이 값을 가지고, 인터 모드에서의 블록 크기를 예측한다. 표 3에서는 Wu 논문과의 데이터를 비교하고 있으며, Wu 논문과 비교하여 PSNR에서 약간의 손실이 있지만 부호화 시간 단축과 비트율 면에서는 더 좋은 성능을 보여 주고 있다.

표 2. 실험 결과 : IPPP 영상 열, QP 28

	Time(%)	PSNR(dB)	Bitrate(%)
Akiyo	-50.44	-0.03	-0.56
Mobile	-24.00	-0.02	-0.13
Mot_dau	-38.10	-0.03	0.22
Stefan	-23.50	-0.01	-0.06

표 3. 실험 결과 : Wu 논문과 비교

	Time(%)		PSNR(dB)		Bitrate(%)	
	Proposed	Wu	Proposed	Wu	Proposed	Wu
Foreman	-20.01	-25.18	0.01	-0.062	0.40	1.28
News	-49.22	-42.62	-0.12	-0.065	-0.28	1.18
Container	-55.04	-36.25	-0.06	-0.012	0.16	0.30
Slient	-55.09	-45.16	-0.08	-0.022	0.05	0.47

두 영상 열 “Akiyo”와 “Mobile”의 율-왜곡 커브를 그림 3과 4에서 보여준다. 두 커브는 제안하는 알고리즘이 JM11.0의 성능과 거의 같다는 것을 보여준다. Akiyo 영상 열은 영상 내용상의 변화가 거의 없는 영상이기 때문에 압축률이 높고, 변화가 많은 Mobile 영상 열은 반대로 압축률이 떨어진다는 것을 알 수 있다.

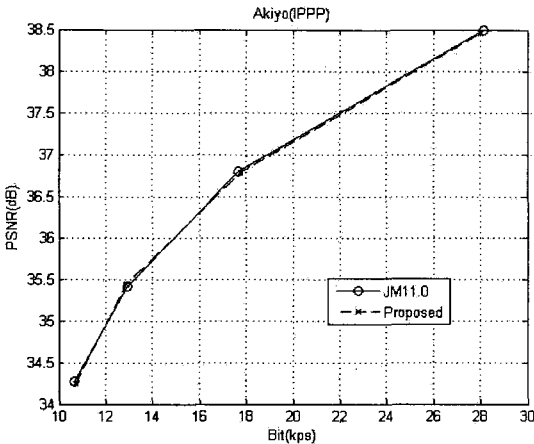


그림 3. Akiyo. IPPP 율-왜곡 커브

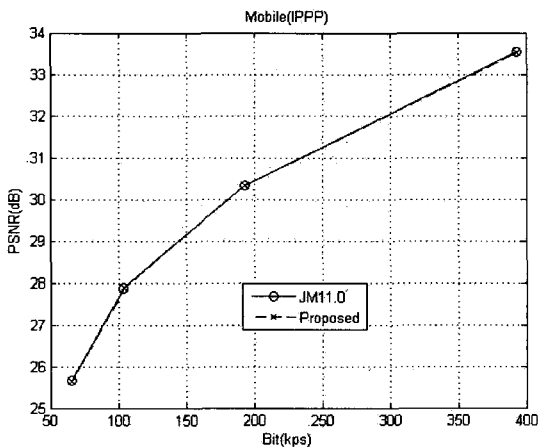


그림 4. Mobile. IPPP 율-왜곡 커브

6. 결 론

H.264는 새로운 인트라 예측과 인터 예측 기술을 채택하여 높은 압축률과 유연성을 제공하고 있으나 복잡도 또한 매우 증가하였다. 본 논문에서는 인트라와 인터 모드간의 관계를 분석하고 결과 인트라 모

드, 움직임 벡터와 모드 맵의 지역 통계를 사용하여 고속 인터 모드 예측 알고리즘을 제안한다. 본 논문의 실험에서 인트라 모드와 인터 모드가 블록 크기에서 동일한 경향을 가지는 것을 보여주고 있으며, 모드 맵과 움직임 벡터 맵을 사용하여 모드 블록의 크기를 예측하거나 다중 참조 프레임 선택에서 이전 프레임이 선택될지를 예측한다. 본 논문의 결과에서 FMD와 비교하여 PSNR과 비트 율에서 거의 비슷하면서 평균 39.43%의 부호화 시간을 감소시키는 것을 보여 주고 있다.

참 고 문 헌

- [1] 이용호, 이정호, 조익환, 정동석, “다중 참조 영상의 적응적 선택 및 선택적 인트라 모드를 이용한 H.264/AVC의 고속 모드 결정 방법,” 한국통신학회 논문지 '06-3 Vol. No. 3c, pp. 271-278, 2006.
- [2] 진순종, 김원기, 정제창, “H.264의 인트라/인트라 예측을 위한 적응적 고속 알고리즘,” 한국통신학회 논문지 '05-12 Vol. 29 No. 12C, pp. 1153-1161, 2006.
- [3] F. Pan, X. Lin, R. Susanto, K. P. Lim, Z. G. Li, G. N. Feng, D. J. Wu, and S. Wu, “Fast Mode Decision for Intra Prediction,” *JVT*, G013, 2003.
- [4] Feng Pan, Xiao Lin, S. Rahardja, K.P. Lim, Z.G. Li, Dajun Wu, and Si Wu, “Fast Mode Decision Algorithm for Intraprediction in H.264/AVC Video Coding,” *IEEE Trans., Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 15, issue 7, pp. 813-822, July 2005.
- [5] 문정미, 김재호, 문용호, “H.264/AVC 부호화에 대한 효과적인 모드 결정 알고리즘,” 한국통신학회 논문지, 제31권3C, pp. 250-257, 2006.
- [6] 김동형, 정제창, “H.264에서의 고속 매크로블록 모드 선택 알고리즘,” 한국통신학회 논문지, 제30권1C호, pp. 61-72, 2005.
- [7] Al, A., Rao, B.P., Kudva, S.S., Babu, S., Sumam, D., and Rao, A.V., “Quality and complexity comparison of H.264 intra mode with JPEG2000 and JPEG,” *ICIP Conf. Image*

Processing, Vol. 1, pp. 525-528, 24-27 Oct. 2004.

- [8] D. Wu, F. Pan, K. P. Lim, S. Wu, Z. G. Li, X. Lin, S. Rahardja, and C. C. Ko, "Fast Intermode Decision in H.264/AVC Video Coding," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 15, No. 6, July 2005.



김 영 모

1980년~경북대학교 (공학사 - 전자공학)
 1983년~한국과학기술원 (공학 석사 - 전자공학)
 1989년~한국과학기술원 (공학 박사 - 전자공학)
 1997년~현재 경북대학교 전자전

기컴퓨터학부 교수

관심분야 : 컴퓨터 그래픽스, 멀티미디어, 비주얼 컴퓨팅, 영상처리



이 동 식

1996년 경북대학교 (공학사 - 전자공학)
 2000년 경북대학교 (공학석사 - 전자공학)
 2002년 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 수료 (박사과정)

관심분야 : 영상처리, 영상압축, 영상전송