

H.264/AVC에서 MVP를 이용한 인터 예측 및 인트라 정보를

고려한 빠른 모드 선택 기법

전성훈^o 강진미 김성민 정기동
부산대학교 컴퓨터공학과

clean_jun^o@naver.com, {wolff98, morethannow, kdchung}@pusan.ac.kr

Inter Prediction Using the MVP and Fast Mode Selection Algorithm considering Intra Information in H.264/AVC

Sunghoon Jeon^o, Jinmi Kang, Sungmin Kim, Kidong Chung
Department of Computer science and Engineering, Pusan National University

요 약

H.264/AVC는 최신의 국제 비디오 압축 표준으로 가변블록크기 지원, 다중 참조 프레임 움직임 보상 등의 기법으로 이전의 압축 표준인 MPEG-4, H.263등에 비해 비슷한 화질에서 비트율을 거의 50%정도 줄였다. 이러한 기법들로 압축 효율성이 높아진 반면, 계산 복잡도는 증가하게 되었다. 따라서 본 논문에서는 움직임 벡터 예측인 MVP를 이용하여 시간적 상관성을 고려하고 프레임 내의 주위 매크로블록 모드정보에 가중치를 부여하여 부호화할 매크로블록의 최종 모드를 빠르게 선택하는 기법을 제안한다. 실험에서 JM10.2의 모드 선택기법과 비교한 결과, 평균 85%이상 선택한 모드가 동일함을 보여주었다.

1. 서 론

H.264/AVC는 ITU-T VCEG(Video Coding Experts Group)과 ISO/IEC MPEG(Motion Picture Experts Group)의 합동 스터디 그룹인 JVT(Joint Video Team)에서 만들어진 가장 최신의 국제 비디오 압축 표준이다. H.264/AVC는 압축효율에 있어, 이전의 대표적인 압축 방법인 MPEG-4, H.263 등에 비해 비슷한 화질에서 비트율은 50%정도 감소시켜 다른 국제 표준들 중에서 가장 압축 효율이 뛰어나다[1,2]. 이는 가변블록크기(Variable Block Size) 지원, 가중예측(Weighted Prediction), 다중 참조 프레임 움직임 보상(Multiple Reference Frames Motion compensation) 등의 다양한 기법들을 사용해서 가능해졌다. 이런 새로운 기법들로 압축 효율성이 높아진 반면, 계산 복잡도가 증가해 실시간 처리를 어렵게 하는 단점이 있다.

움직임 벡터는 매크로블록 단위로 존재한다. 각 파티션에 대한 움직임 벡터를 인코딩하는 데는 많은 양의 비트 수가 요구된다. 그러나 인접하고 있는 파티션의 움직임 벡터는 종종 높은 연관관계가 있으므로 각 움직임 벡터는 주위에 있는 이전에 부호화된 파티션의 벡터로부터 예측될 수 있다. 예측된 벡터 MVP(Motion Vector Prediction)는 이전에 계산된 움직임 벡터에 의해 생성되

며, 현재의 벡터와 예측된 벡터 사이의 차이인 MVD(Motion Vector Difference)가 인코딩되어 전송된다. 이런 움직임 벡터 예측 MVP를 이용하여 프레임 간의 시간적 상관관계의 매크로블록을 예측한다.

그림 1은 H.264/AVC에서 지원하는 다양한 가변블록크기를 나타낸다. 이 중에서 16x16의 블록크기로 표현되고 있는 SKIP MODE는 움직임 정보 또는 오차 정보가 인코딩되지 않는다. 그래서 빠르게 SKIP MODE가 선택되면 계산 복잡도를 많이 줄일 수 있다.

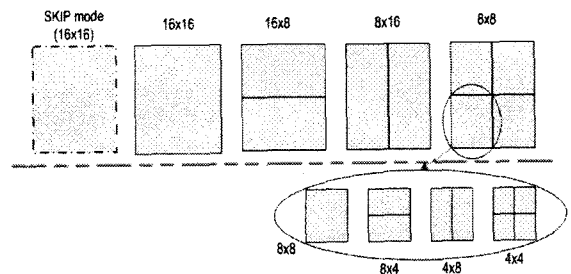


그림 1 H.264/AVC에서 사용되는 가변블록크기

본 논문에서는 기존 연구의 분석을 바탕으로 MVP를 이용하여 시간적 상관관계 및 공간적 상관관계를 고려하고, 그 결과에 따라 이웃 매크로블록의 모드에 가중치를

^o이 논문은 2단계 두뇌한국21사업에 의하여 지원되었음

부여하여 최종적인 모드를 선택하는 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 관련연구, 3장에서 제안하는 모드 선택 방법, 4장에서 실험결과 그리고 고 마지막으로 5장에서 결론 및 향후과제를 기술한다.

2. 관련 연구

H.264/AVC는 7가지 가변블록크기와 추가적으로 SKIP MODE, INTRA MODE를 지원한다[3]. 여러 모드 중에서 최적의 모드를 선택하기 위해 복잡한 계산이 요구된다. 그러므로 복잡한 계산 과정을 줄여 실시간성을 보장하기 위해서는 빠른 모드 선택이 필요하다.

[4]는 복잡한 계산 과정을 줄이기 위해 각 모드별로 가변블록의 사용빈도를 조사하여, 사용빈도에 따라 모드 선택할 때 검사하는 우선순위를 정하는 방법을 표 1과 같은 모드분포 확률의 분석을 통해 제시하고 있다. 표 1은 8개의 비디오에서 사용되는 다양한 모드의 분포 확률을 나타낸다. 8x8에서 괄호안의 숫자는 8x8 하위 매크로블록 (8x8, 8x4, 4x8, 4x4)중에서 8x8 매크로블록이 차지하는 평균 사용빈도를 나타낸 것이다.

표 1 모드 분포 확률(%)

	SKIP	16x16	16x8	8x16	8x8	INTRA
Container	82.7	8.3	3.3	2.7	3(63.5)	0.0
clarie	79.6	9.8	3.2	3.2	4.2(63.8)	0.0
Akiyo	83.0	6.2	3.0	3.6	4.2(62.3)	0.0
Highway	51.0	24.7	8.6	5.9	8.3(60.1)	1.5
News	76.3	7.4	3.5	4.5	8.2(58.4)	0.1
Stefan	25.5	32.1	10.9	9.8	19.5(51.4)	2.2
Salesman	79.0	5.1	3.2	3.6	9.1(55.2)	0.0
Silent	65.1	12.1	4.9	6.3	10.4(55.0)	1.2

표 1에서 확인할 수 있는 유용한 정보는 다음과 같다. 첫 번째는 SKIP MODE로 부호화되는 확률이 평균 70% 이상이다. 두 번째는 8x8이 하위 매크로블록에서 평균 사용빈도가 제일 높다. 세 번째는 INTRA MODE가 P-프레임에서의 사용빈도가 극히 적다는 것이다. 그래서 INTRA MODE를 배제 하더라도 비디오 화질은 조금밖에 떨어지지 않는다. 따라서 INTRA MODE에 대한 선택을 고려하지 않는다면, 더욱더 빠르게 모드를 선택할 수 있다.

현재 부호화할 매크로블록의 움직임 벡터는 주위에 있

는 이전에 부호화된 파티션의 벡터로부터 예측될 수 있다. MVP를 생성하는 방법은 움직임 보상 파티션 크기와 인접한 벡터의 사용가능 여부에 의해 결정된다.

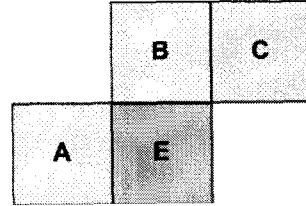


그림 2 현재 및 인접 매크로블록(동일한 사이즈)

그림 2는 현재 매크로블록 E 및 인접 매크로블록 A, B, C를 나타내고 있다. E는 현재의 매크로블록, 매크로블록 파티션 또는 서브 매크로블록 파티션, A는 E의 바로 왼쪽에 있는 파티션 또는 서브 파티션, B는 E의 바로 위쪽에 있는 파티션 또는 서브 파티션, C는 E의 바로 오른쪽 위에 있는 파티션 또는 서브 매크로블록 파티션이라고 가정한다. E의 바로 왼쪽에 하나 이상의 파티션이 있으면 이 파티션들 중 가장 상위의 파티션이 A로 선택된다. E의 바로 위쪽에 하나 이상의 파티션이 있으면 이러한 파티션들 중 가장 왼쪽의 파티션이 B로 선택된다[5]. A, B, C 매크로블록의 파티션을 모두 16x16으로 가정할 경우 식 1에 따라 주위 매크로블록들의 움직임 벡터의 중간 값을 사용한다[6]. 만약 주위 매크로블록의 일부분이 없는 경우 나머지 매크로블록의 움직임 벡터로 현재 매크로블록 E의 움직임 벡터를 예측한다.

$$\overrightarrow{MV_{pred}} = \text{Median}(\overrightarrow{MV_A}, \overrightarrow{MV_B}, \overrightarrow{MV_C}) \quad \text{식 1}$$

[7]에서는 현재 프레임에서부터 과거 2개의 프레임까지가 가장 상관관계가 높기 때문에 참조 프레임은 이전 프레임 2개로 제한하는 기법을 제안한다.

3. 움직임 벡터 예측에 의한 시간적 상관성과 공간적 상관성을 고려한 모드 선택 방법

다양한 비디오에서 얻은 모드 사용빈도만을 가지고 부호화할 매크로블록의 모드를 결정하는 방법은 모드 선택의 정확도가 떨어진다. 따라서 본 논문에서는 모드분포 통계를 바탕으로 MVP를 이용한 프레임 간의 시간적 상관성을 고려한 후 공간적 상관성을 이용하여 모드를 선택하는 기법을 제안한다.

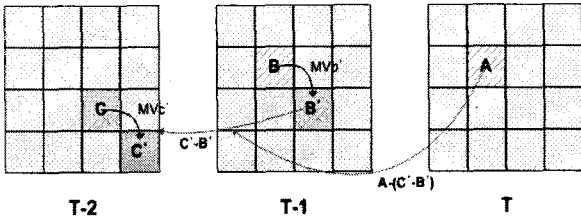


그림 3 MVP를 이용한 프레임 간의 예측 매크로블록

그림 3에서 T는 현재 프레임, T-1은 T 이전에 부호화된 프레임, T-2는 T-1 이전에 부호화된 프레임을 나타낸다. 프레임 간의 시간적 상관성을 고려하기 위하여 MVP를 이용하였다. T-1과 T-2에 있는 매크로블록 C'과 B'은 각각 B'과 A에서 MVP를 이용하여 예측된 매크로블록들이다. 매크로블록 C'과 B' 모드의 상관관계에 따라 T의 부호화할 매크로블록 A의 모드가 SKIP MODE인지 INTER MODE인지를 선택한다. 예를 들면, T-2와 T-1의 부호화 모드를 확인하기 위해서 T의 매크로블록 A에서 MVP를 계산한 후 T-1의 매크로블록 B'을 예측하게 된다. 그리고 T-2의 매크로블록을 예측하기 위해서 B'에서 MVP를 계산한 후 T-2의 매크로블록 C'을 예측하게 된다. 그 후, C'과 B'의 상관관계를 고려하여 A의 모드를 결정한다.

프레임 간의 모드가 시간적으로 상관성을 나타내는 정도를 확인하기 위하여 프레임 간의 모드 분포별 확률을 조사하였다. 조사 환경은 참조 소프트웨어 JM10.2에서 이루어졌으며 100개의 프레임과 QCIF를 사용하였다. 그리고 프레임 구성은 IPPP..P이며, QP는 32로 고정했다. 분석에 사용된 비디오는 akiyo, clarie, foreman, grandma, miss_am, salesman, tempete 총 7가지이다.

표 2 시간적 평균 모드 확률(%)

T-2	T-1	T	인코딩 확률(%)
SKIP	SKIP	SKIP	48.6
SKIP	SKIP	INTER	1.6
SKIP	INTER	SKIP	1.9
SKIP	INTER	INTER	1.2
INTER	SKIP	SKIP	1.6
INTER	SKIP	INTER	1.4
INTER	INTER	SKIP	9.2
INTER	INTER	INTER	34.6

표 2는 시간적 상관관계에 따른 현재 프레임 내의 평균 모드 확률을 나타내고 있다. 이것으로 확인할 수 있는 정보는 T-2프레임과 T-1프레임의 매크로블록이 SKIP MODE로 부호화되었을 때, 그리고 과거 2개 프레임의 매크로블록이 INTER MODE로 부호화되었을 때 현재 프레임 T의 매크로블록이 동일한 모드로 부호화될 확률이 아주 높다는 것이다.

표 2의 확률을 근거로 현재 프레임의 매크로블록 A의 모드를 결정한다. 예를 들면, 매크로블록 A의 모드를 결정하기 위해서 T-1, T-2의 매크로블록의 모드를 본 결과, 둘 다 SKIP MODE로 부호화 되었다면 A의 모드는 확률에 근거하여 SKIP MODE로 결정하게 된다. 하지만 확률만을 근거로 모드를 결정하게 되면, 두 개의 과거 프레임이 SKIP MODE로 부호화되었을 때, 현재 부호화할 매크로블록 A는 INTER MODE로 결정되지 않는다. 이런 단점을 막고 효율적으로 모드를 선택하기 위해, 시간적 상관성에 따른 모드 확률 값에 공간적 상관성을 가지는 이웃 매크로블록의 모드 정보를 확인하여 부호화할 현재 매크로블록의 모드를 최종적으로 선택한다.

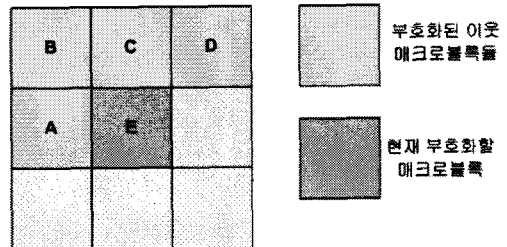


그림 4 공간적 상관성 정보

그림 4는 현재 부호화할 매크로블록 E와 같은 프레임에서 이미 부호화된 이웃 매크로블록 A, B, C, D를 나타내고 있다. 현재 부호화할 매크로블록 E는 시간적 상관성을 이용하여 SKIP MODE인지 INTER MODE인지를 잠정적으로 결정한 상태이다. 그 후, 최종 모드를 결정하기 위해 프레임 내의 공간적 상관성인 A, B, C, D의 매크로블록 모드 정보를 확인하게 된다.

표 3은 매크로블록 E가 주위 모드의 정보를 보고 부호화할 E의 모드 타입을 결정하는 기준이다. 예를 들면, T-1과 T-2의 매크로블록이 둘 다 INTER MODE로 부호화되어 있다면, T의 매크로블록 E는 표 2의 확률에 근거하여 잠정적으로 INTER MODE로 결정한다. 그리고 다시 공간적 상관성을 고려하기 위해 표 3을 기준으로 최종 모드를 선택한다.

표 3 이웃 매크로블록 정보에 따른 모드 선택

T-2	T-1	이웃 매크로블록의 모드	선택 모드
SKIP	SKIP	0이 1개 이상	SKIP MODE
		그 외	INTER MODE
SKIP	INTER	0이 2개 이상	SKIP MODE
		그 외	INTER MODE
INTER	SKIP	1이 2개 이상	INTER MODE
		그 외	SKIP MODE
INTER	INTER	모든 경우	INTER MODE

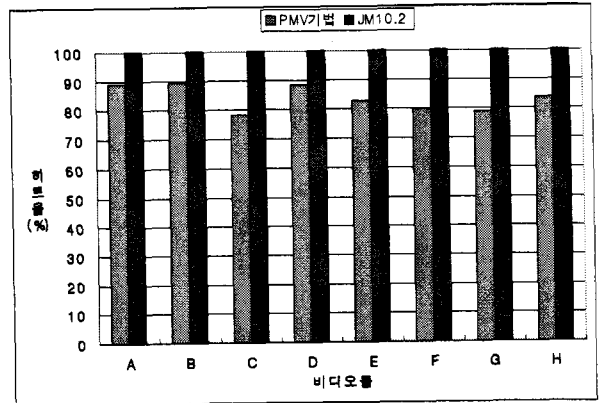


그림 5 제안하는 기법과 JM10.2의 모드 히트율(Hit Ratio)

5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 현재 프레임을 포함한 3개의 프레임을 참고 프레임으로 하여 시간적 상관성과 공간적 상관성을 고려하여 부호화할 모드를 선택하는 기법을 제안하였다. 시간적 상관성을 고려할 대상 매크로블록은 MVP를 이용하여 선택하였고, 선택한 매크로블록들의 모드 분포 확률에 근거하여 현재 프레임의 부호화할 매크로블록의 모드를 잠정적으로 선택하였다. 그리고 선택된 모드를 기준으로 주위 매크로블록의 정보를 확인한 후, 가중치를 부여하여 최종 모드를 선택하는 기법을 제안하였다. 성능 평가는 JM10.2를 사용하였고, JM10.2의 결과와 제안한 기법의 결과를 비교하였다. 실험 결과는 평균 85%정도 동일한 모드가 선택됨을 확인 할 수 있었다.

향후에는 비트율과 화질(PSNR), 전체 부호화 시간을 고려하여 제안한 알고리즘을 개선할 것이다.

참고 문헌

[1] T. Wiegand, G. J. Sullivan, G. Bjontegaard, and A. Luthra, "Overview of the H.264/AVC Video Coding Standard," IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 13, No.7, pp.560-576, July 2003.

[2] G. J. Sullivan and T. Wiegand, "Video Compression - From Concepts to the H.264/AVC Standard," Proceedings of the IEEE, Vol. 93, No.1, pp.18-31, Jan. 2005.

[3] Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG and ITU-T VCEG, Draft ITU-T Recommendation and Final Draft

4. 실험 결과

표 4 실험 환경

참조 소프트웨어	JM 10.2
Bit rate	30.0bps
프레임 수	100
QP	28
참고 프레임 수	3
프레임 구성	IPP...P
포맷	QCIF
시퀀스	Akiyo(A), clarie(B), football(C), grandma(D), Miss_am(E), Salesman(F), Tempete(G)

표 4는 JM10.2 표준 소프트웨어에서 모드를 선택하는 기법과 본 논문에서 제안하는 기법으로 모드를 선택한 결과를 비교하기 위한 실험 환경이다. 그림 5는 다양한 비디오 별로 본 논문에서 제안한 기법을 통해 나타난 결과이다. 그림 5에서 H는 7가지 비디오의 히트율 결과에 대한 평균 히트율을 나타내고 있으며, 히트율은 제안된 빠른 모드 선택 기법으로 결정된 모드와 JM10.2를 사용하여 선택된 모드의 동일한 정도를 나타낸다. 움직임이 빠른 비디오인 foreman의 경우 77%정도의 히트율을 나타내었으며, 움직임이 느린 비디오인 clarie는 92%정도 동일한 모드를 선택하였다. 다양한 비디오들에서 실험을 한 결과 평균 85%의 동일한 모드가 선택됨을 확인 할 수 있었다.

International Standard of Joint Video Specification
(ITU-T Rec. H.264|ISO/IEC 14496-10 AVC), Mar. 2003.

[4] Shen Gao, Tiejun Lu, "An Improved Fast Mode
Decision Algorithm in H.264 Video communications,
," ISSCAA 2006. 1st International Symposium on,
Jan. 2006.

[5] Iain E. G. Richardson, "H.264 and MPEG-4 Video
Compression" , Wiley, England, 2003.

[6] Alexis Michael Tourapis, Feng Wu, and Shipeng Li,
"Reference Frames Selection for Skip Mode and Motion
Vector Prediction," JVT-E027, Oct. 2002.

[7] Shen Gao, Tiejun Lu, "Efficient Mode Decision
Algorithm in H.264 for Mobile Video Communication,"
ICCCAS 2006. IEEE International Conference on, Vol. 1,
pp.105-108, June. 2006.