

H.264에서의 시·공간적 상관성을 고려한 이진 모드 선택

전성훈^o 김성민 김기완 정기동

부산대학교 컴퓨터공학과^o, 부산대학교 컴퓨터공학과, 육군3사관학교 전산학과, 부산대학교 컴퓨터공학과
 cleanjun^o@melon.cs.pusan.ac.kr, morethannow@pusan.ac.kr, wan1434@pusan.ac.kr,
 kdchung@pusan.ac.kr

Binary Mode Decision Using Spatial-temporal Correlation in H.264

Sunghoon Jeon^o Sungmin Kim Kiwan Kim Kidong Chung

Dept. of Computer Engineering, Pusan National University^o, Dept. of Computer Engineering, Pusan National University, Dept. of Computer Science, Korea Third Military Academy, Dept. of Computer Engineering, Pusan National University

요 약

H.264는 MPEG-2, H.263, MPEG-4 part 2와 같은 이전 표준에 비해 높은 압축 효율을 가진다. 하지만 높은 압축 효율로 인한 계산 복잡도 증가라는 단점을 가진다. 본 논문은 이 점을 고려하여 시간적·공간적 상관성을 고려한 빠른 모드의 선택 기법을 제안한다. 시간적 상관성을 고려하여 모드 선택의 속도를 증가시키고, 공간적 상관성을 이용하여 시간적 상관성을 고려한 모드 선택의 정확성을 증가시킨다. 실험 결과 참조 소프트웨어인 JM 10.2와 비교했을 때, 적은 PSNR과 비트율의 손실로 전체 부호화 시간이 약 70% 정도 감소되었다.

1. 서 론

최근 통신 산업 중에서 가장 빠르게 성장하는 분야 중 하나는 멀티미디어 통신 분야다. 이러한 환경에서는 적은 양의 비트로 고품질의 영상을 제공하는 새로운 압축 표준이 필요한데 이와같은 필요를 충족시키면서 탄생한 표준이 H.264이다. H.264는 ITU-T VCEG와 ISO/IEC MPEG의 합동 스터디 그룹인 JVT(Joint Video Team)에서 만들어졌다[1]. H.264는 가변블록크기 지원 다중참조프레임 움직임보상, 가중예측 등의 다양한 기법들을 사용한다. 특히, 가변블록크기의 지원은 이전 표준에서 지원하지 않던 7가지 블록을{16x16, 16x8, 8x16, 8x8, 8x4, 4x8, 4x4} 지원한다. 이것은 동영상에서 움직임의 표현을 더욱 세밀하게 표현할 수 있게 한다. 따라서 프레임간의 오차가 적어지고 비트율도 줄어든다. MPEG-2와 비교했을 때, H.264는 비슷한 화질에서 비트율을 거의 50% 정도 줄였다. 하지만 높은 압축 효율을 위한 계산 복잡도의 증가로 부호화 시간이 MPEG-4 simple profile과 비교했을 때 16배 이상이다. 부호화 시간의 증가는 모바일 화상통신과 같은 실시간 멀티미디어 서비스의 효율적 지원을 어렵게 한다. 따라서 최근까지 H.264 부호화기의 계산 복잡도를 줄이기 위한 다양한 연구가 진행되어 왔다. 그 중에서 빠른 모드 선택과 관련된 기법으로는 빠른 SKIP

모드 선택 기법[2], 빠른 INTER 모드 선택 기법[3], 빠른 INTRA 모드 선택 기법[4] 등이 있다. 이와 같은 방법들은 시·공간적인 상관성을 이용하여 빠르게 모드를 선택한다.

본 논문은 시·공간적 상관성을 사용하면서 새로운 방식의 빠른 모드 선택 기법을 제안한다. 모드 선택 과정에서 통계적인 실험결과를 바탕으로 시간적인 상관성을 이용하여 모드를 선택한다. 그 후 공간적인 상관성을 적용하여 최종 모드를 선택한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 관련연구, 3장에서 제안하는 모드 선택 방법, 4장에서 실험 결과 그리고 마지막으로 5장에서 결론을 기술한다.

2. 관련 연구

H.264의 부호화 시간을 줄이기 위해 통계적 분포도를 사용하여 모드를 빠르게 선택하는 방법이 있다.

[5]에서는 복잡한 모드 선택 과정을 줄이기 위해서 각 모드별로 사용되는 빈도를 이용하였다. 표 1은 다양한 비디오별로 P 프레임에서 모드의 분포확률을 나타내고 있다. 8x8에서 괄호 안의 숫자는 8x8 부매크로블록(8x8, 8x4, 4x8, 4x4)에서 8x8이 차지하는 평균 사용빈도를 나타낸 것이다.

표 1에서 확인할 수 있는 정보는 다음과 같다. 첫째,

^o이 논문은 2단계 두뇌한국21사업에 의하여 지원되었음

비디오별로 평균 70% 이상이 SKIP 모드로 부호화되어 있다. 즉 초기에 SKIP 모드로 선택할 수 있다면, 부호화 시간을 줄일 수 있다. 둘째, 8x8 부매크로블록들 중에서 8x8의 사용빈도가 가장 높다. 셋째, 극히 적은 수의 INTRA 모드가 사용되고 있다. INTRA 모드를 배제하더라도 비디오 화질의 손실은 크지 않다는 것을 의미한다. 따라서 INTRA 모드에 대한 선택을 고려하지 않는다면 빠르게 모드를 선택할 수 있다.

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

[6]에서는 빠른 모드 선택을 위해 움직임 추정(Motion Estimation)을 한 후의 오차 에러 이미지(residual error image)와 이웃 매크로블록 모드의 특성을 이용한다.

표 2 제안하는 모드 그룹

모드 그룹	그룹안의 모드 종류
MG 1	SKIP, 16x16, 16x8, 8x16, 4x4
MG 2	16x16, 16x8, 8x16, 4x4
MG 3	16x16, 16x8, 8x16, 4x4, INTRA 4x4, INTRA 16x16
MG 4	INTRA 4x4, INTRA 16x16

표 2는 움직임 계산을 한 후의 오차 에러 이미지에 따라서 4가지의 모드 그룹으로 모드를 분류한 것이다. 이 중에서 미리 설정된 임계값으로 모드 그룹 중의 하나를 선택하고, 그 그룹안의 모드 중에서 최종 모드를 선택한다. 하지만 여전히 그룹안의 모드 수가 많이 존재하는 단점이 있다.

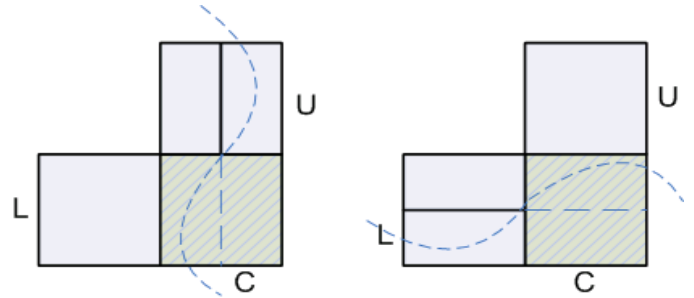


그림 1 이웃 매크로 블록의 테두리 방향의 상관성

그림 1은 현재 부호화할 매크로블록 C를 기준으로 주위 2개의 모드를 보고 현재 부호화 모드를 선택하는 방법이다. 즉, 표 2에서 그룹을 선택하고 그 그룹안의 모드들을 그림 1의 방법을 이용하여 최종 모드를 선택한다.

3. 프레임들 및 매크로블록간의 상관성을 이용한 모드 선택 방법

표 1과 같이 비디오별로 모드의 사용빈도만으로 부호화되는 매크로블록의 모드를 선택하는 것은 모드 선택의 정확도가 떨어지게 된다. 그러므로 본 논문에서는 시간적 프레임의 상관성과 프레임내의 공간적 상관성을 이용하여 모드를 선택하는 기법을 제안한다.

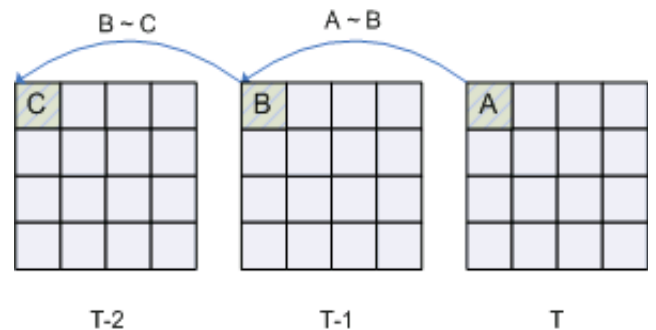


그림 2 프레임간의 시간적 상관성을 이용한 부호화 모드

그림 2에서 현재 프레임이 T, T 이전에 부호화된 프레임이 T-1, T-1 이전에 부호화된 프레임이 T-2이다. 매크로블록 A, B, C가 가질 수 있는 모드는 시간적으로 상관성을 가지고 있게 된다. 그리고 현재 프레임에 대해 이전에 부호화된 프레임 2개가 가장 많은 영향을 미치게 된다. 그래서 SKIP MODE와 INTER MODE를 빠르게 선택하기 위해서 현재 프레임 T에서 이전에 부호화된 프레임 T-1과 T-2를 참조한다. 본 논문에서는 표 1의 분석을 근거로 하여 INTRA MODE의 선택은 고려하지 않는다.

표 3 시간적 모드 확률 분석을 위한 실험 환경

참조 소프트웨어	JM 10.2
프레임 수	50
프레임 구성	IPPP..P
포맷	QCIF
시퀀스	Akiyo, Carphone, Clarie, Football, Foreman, Grandma, Miss_am, Salesman

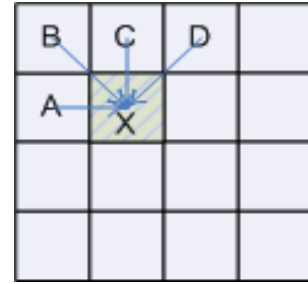


그림 3 이웃 매크로 블록 정보

표 3은 시간적 모드 확률 분석을 위한 실험 환경이며 표 4는 시간적 상관관계에 따른 현재 매크로블록T의 평균 모드 확률을 나타내고 있다 표 4에서 확인할 수 있는 정보는 과거 프레임 T-2, T-1이 SKIP 모드로 부호화 되었을 때와 T-2, T-1이 INTER 모드로 부호화 되었을 때 현재 프레임에서도 동일한 모드로 부호화될 확률이 아주 높다는 것이다. 이와 같은 확률을 근거로 현재 프레임 T에서 매크로블록 A의 모드를 선택할 수 있다 하지만 최종 선택을 표 4의 확률만으로 결정을 하면 확률이 낮은 모드는 마지막까지 선택되지 않을 것이다 결국 이런 부분은 화질을 떨어뜨리는 주된 이유가 된다

표 4 시간적 평균 모드 확률(%)

T-2	T-1	T	인코딩 확률(%)
S	S	S	48.7
S	S	I	3.6
S	I	S	4.1
S	I	I	3.7
I	S	S	3.4
I	S	I	4.1
I	I	S	3.6
I	I	I	28.8

S = SKIP MODE, I = INTER MODE

이와 같은 단점을 막고 효율적으로 모드를 선택하기 위해, 시간적 상관성에 따른 모드 확률 값에 공간적 상관성을 가지는 이웃 매크로블록의 모드를 조합하여 최종 모드를 결정한다

그림 3은 현재 부호화할 매크로블록X가 이웃한 A, B, C, D 매크로블록의 모드를 이용하여 부호화 모드를 선택하는 방법이다. 즉, 매크로블록은 공간적으로 이웃한 매크로블록과 상관성을 가지므로 이웃한 매크로블록의 모드 종류를 보고 현재 매크로 블록을 선택한다

표 5는 현재 매크로블록 X가 주위 모드의 정보를 보고 부호화할 모드 타입을 정할 때의 기준이다 이웃 매크로블록의 모드에서SKIP MODE를 0으로, INTER MODE를 1로 가정한다.

표 5에서 T-2와 T-1의 모드가 모두INTER MODE 일 때, 주위의 모드에 상관없이 선택 모드는INTER MODE가 됨을 볼 수 있다. 본 논문에서 다양한 시퀀스를 통해 실험한 결과 T-2와 T-1 프레임에서 INTER MODE가 되었을 경우, 공간적 상관성을 고려하지 않고 INTER MODE를 선택하는 것이 높은 히트율(Hit Ratio)을 보였다. 이에 본 논문에서는 표 4의 확률에 근거하여 모드를 선택하고 표 5를 기준으로 공간적으로 이웃한 매크로블록의 타입에서 유력한 모드를 선택한다

SKIP 모드 외의 모드가 선택된 후에는 최종 모드의 선택은 [6]에서 움직임 추정을 한 후의 오차 에러 이미지와 이웃 MB 모드의 특성을 이용한다

표 5 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

4. 실험 결과

그림 4는 표 6의 실험 환경을 통한 실험 결과를 나타낸다. G는 평균 히트율을 나타낸다. 여기에서 히트율은 제안된 빠른 모드 선택 알고리즘으로 결정된 모드와 JM 10.2를 사용하여 선택된 모드가 어느 정도 동일한지를 나타내는 것이다. clarie와 같이 움직임이 적은 비디오의 경우에는 92% 이상 동일한 모드를 선택하였으며 움직임이 많은 foreman과 같은 비디오에서도 약 81% 정도의 동일한 모드를 선택하였다 실험에 사용된 모든 비디오에 대해서 약 평균 85% 정도 동일한 모드를 선택하였다

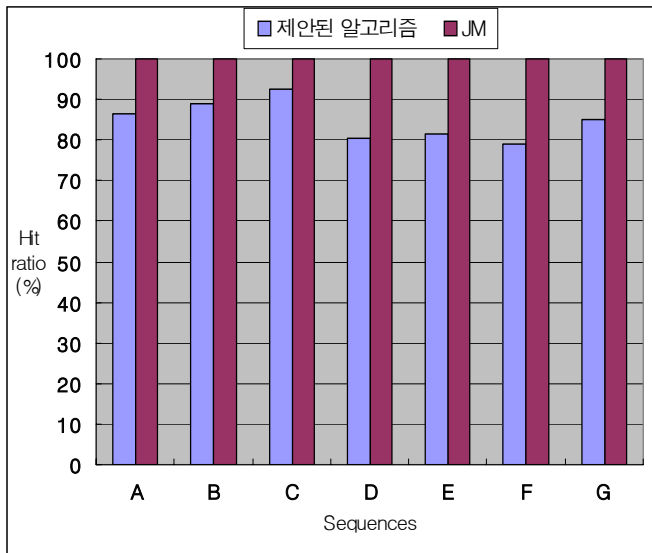


그림 4 JM 10.2와 제안된 알고리즘의 히트율(Hit Ratio)

표 6 실험 환경

참조 소프트웨어	JM 10.2
CPU	P-IV 3.0
Memory	1GB
Bit rate	30.0bps
프레임 수	50
QP	28, 36
참고 프레임 수	3
프레임 구성	IPP...P
포맷	QCIF
시퀀스	Akiyo(A), Carphone(B), Clarie(C), Foreman(D), Miss_am(E), Salesman(F)

표 6은 JM 10.2와의 성능 평가를 하기 위한 실험 환경이다.

표 7 JM 10.2와 비교한 실험 결과

시퀀스	QP = 28			QP = 36		
	PSNR (dB)	Bitrate (bps)	Speedup (%)	PSNR (dB)	Bitrate (bps)	Speedup (%)
Akiyo	-0.47	6.1	73.3	-0.53	1.33	70.4
Carphone	-0.69	14.0	71.3	-0.7	3.6	70.4
Clarie	-0.20	2.1	69.8	-0.5	1.5	69.6
Foreman	-0.46	22.0	64.1	-0.56	3.67	73.7
Miss_am	-0.36	5.8	69.2	-0.3	2.2	70
Salesman	-0.36	18.4	70.2	-0.35	3.7	71

표 7은 두 개의 양자화 파라미터에서 우리가 제안한 방법과 JM 10.2의 성능을 비교한 실험 결과이다 JM 10.2와 비교했을 때, 적은 PSNR의 감소와 적은 비트율의 상승으로 약 70% 정도의 부호화 시간이 감소했다

5. 결론

논문에서는 시간적공간적 상관성을 고려하여 모드의 선택을 빠르게 함으로써 효율적으로 부호화 시간을 줄이는 기법을 제안하였다. 성능평가를 위해 JM10.2를 사용하였고, JM 10.2의 실험 결과와 제안한 알고리즘의 실험 결과를 비교분석하였다. 실험 결과에서 JM10.2에 비해 적은 PSNR의 저하와 적은 히트율의 상승으로 약 70%의 부호화 시간을 줄였다. 향후 과제로는, 보다 나은 화질을 얻기 위해 본 논문의 기법을 보완하여 JM과의 히트율을 증가시키는 것이다.

참고문헌

- [1] Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG and ITU-T VCEG, Draft ITU-T Recommendation and Final Draft International Standard of Joint Video Specification (ITU-T Rec. H.264|ISO/IEC 14496-10 AVC), Mar. 2003.
- [2] B.W. Jeon and J.Y. Lee, "Fast Mode Decision for H.264", Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG 8th Meeting, Document JVT-J033, Waikoloa, USA, Dec. 2003.
- [3] D. Wu, F. Pan, et al., "Fast Inter-mode Decision in H.264/AVC Video Coding", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 15, No. 7. pp. 953-958, July 2005.

- [4] F. Pan, X. Lin, et al. "Fast Mode Decision Algorithm for Intraprediction in H.264/AVC Video Coding" , IEEE Transactions on Circuits and Sys. for Video Tech., Vol. 15, pp. 813–822, 2005.
- [5] Shen Gao, Tiejun Lu, "An Improved Fast Mode Decision Algorithm in H.264 Video communications, " , ISSCAA 2006. 1st International Symposium on, Jan. 2006.
- [6] Bin Feng, Guang-xi Zhu, Wen-yu Liu. "Fast Adaptive Inter-Prediction Mode Decision Method for H.264 Based on Spatial Correlation" , ISCAS 2006. IEEE International Symposium on, pp.1804–1807, May 2006.