

## H.264/AVC에서 빠른 부호화를 위한 3단계 모드 선택 기법

전현기<sup>†</sup>, 김성민<sup>\*\*</sup>, 강진미<sup>\*\*\*</sup>, 정기동<sup>\*\*\*\*</sup>

### 요 약

H.264/AVC는 최신의 비디오 코딩 표준으로, MPEG-2나 MPEG-4에 비해 50% 정도의 높은 압축 효율을 가지고 있다. H.264/AVC에 포함된 여러 기술 중에서 다양한 모드를 이용한 부호화 기능은 높은 압축률이 가능한 기술이지만, 부호화 과정을 복잡하게 만드는 큰 요인이기도 하다. 이러한 단점을 개선하기 위해서 본 논문에서는 H.264/AVC에서 빠른 부호화를 위한 3단계 모드 선택 기법을 제안한다. 1단계에서는 시간적·공간적 상관성을 고려하여 SKIP 모드 또는 INTER 모드를 선택한다. 2단계에서는 1단계의 결과가 INTER일 경우 세부모드들을 2개의 그룹으로 나누어 그 중에서 하나의 그룹을 선택한다. 3단계에서는 2단계에서 선택된 그룹에 따라 오차 매크로블록의 픽셀 값 방향성 또는 주변 매크로블록의 모드를 고려하여 최종 모드를 선택한다. 제안한 기법의 성능을 실험한 결과, 기존의 JM10.2 표준과 비교했을 때, 적은 PSNR의 저하와 적은 비트율의 상승으로 평균 42%의 부호화 시간을 단축하였다.

## A Three-Step Mode Selection Algorithm for Fast Encoding in H.264/AVC

Hyun-Gi Jeon<sup>†</sup>, Sung-Min Kim<sup>\*\*</sup>, Jin-Mi Kang<sup>\*\*\*</sup>, Ki-Dong Chung<sup>\*\*\*\*</sup>

### ABSTRACT

The H.264/AVC provides gains in compression efficiency of up to 50% over a wide range of bit rates and video resolutions compared to previous standards. However, to achieve such high coding efficiency, the complexity of H.264/AVC encoder is also increased drastically than previous ones, mainly because of mode decision. In this paper, we propose a three-step mode decision algorithm for fast encoding in H.264/AVC. In the first step, we select skip mode or inter mode by considering the temporal correlation and spatial correlation. In the second step, if the result of the first step is INTER mode, we select one group between two groups for final mode. In the third step, we select final mode by exploiting the pixel values of error macroblock or the modes of adjacent macroblocks. Simulations show that the proposed method reduces the encoding time by 42% on average without any significant PSNR losses.

**Key words:** H.264/AVC, Mode Decision(모드 선택), Skip Mode(스킵 모드), Inter mode(인터 모드)

※ 교신저자(Corresponding Author): 김성민, 주소: 부산광역시 금정구 장전동 산 30번지 (609-735), 전화: 051)510-2877, FAX: 051)515-2208, E-mail: morethannow@pusan.ac.kr

접수일: 2007년 12월 27일, 완료일: 2008년 2월 14일

<sup>†</sup> 준회원, 부산대학교 컴퓨터공학과 석사과정  
(E-mail: cleanjun@melon.cs.pusan.ac.kr)

<sup>\*\*</sup> 준회원, 부산대학교 컴퓨터공학과 박사과정

<sup>\*\*\*</sup> 준회원, 부산대학교 컴퓨터공학과 박사과정  
(E-mail: wolff98@pusan.ac.kr)

<sup>\*\*\*\*</sup> 종신회원, 부산대학교 컴퓨터공학과 교수  
(E-mail: kdchung@pusan.ac.kr)

※ 이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음

### 1. 서 론

20세기 말부터 본격화된 멀티미디어 서비스는 빠르게 진화하여, 이동통신을 통해서도 방송을 포함한 다양한 서비스를 받을 수 있는 단계에 접어들었다. 그 결과 이동 비디오 통신의 수요가 증가하면서, 높은 압축 효율성과 오류에 대한 신뢰성을 갖는 비디오 압축 표준이 요구되어 왔다. 이와 같은 필요를 충족시키면서 탄생한 표준이 H.264/AVC이다.

H.264/AVC는 ITU-T VCEG(Video Coding Experts Group)와 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 가변블록크기(variable block size) 지원, 다중참조프레임(multiple reference frames), 가중예측(weighted prediction) 등의 다양한 기법들을 사용하여 프레임 간의 오차를 효율적으로 압축하여 전체 성능을 향상시켰다[1,2].

기존의 압축 표준인 MPEG-2와 비교했을 때, H.264/AVC는 비슷한 화질에서 비트율을 거의 50% 정도 감소시켰다. 특히, 이전 표준에서 지원하지 않은 7가지 가변블록크기(16×16, 16×8, 8×16, 8×8, 8×4, 4×8, 4×4)를 지원하는데, 그림 1은 7가지 INTER 모드, SKIP 모드 및 2가지의 INTRA 모드를 나타낸다. 다양한 블록크기의 지원은 비디오에서 움직임의 표현을 더욱 세밀하게 표현할 수 있게 한다. 이 중에서 SKIP 모드는 다른 가변블록크기와 달리 움직임 정보 또는 오차 정보가 부호화되지 않기 때문에 빠르게

SKIP 모드를 결정하게 되면 부호화시 많은 연산의 효율성을 얻게 된다.

이와 같이 H.264/AVC는 여러 가지 가변블록크기를 지원함으로써 다양한 기법에 의한 압축 효율이 높아진 반면, 계산 복잡도는 증가되어 MPEG-4 simple profile과 비교했을 때 16배 이상의 부호화 시간이 필요하다. 부호화 시간의 증가는 이동 비디오 통신과 같은 실시간 멀티미디어 서비스의 효율적 지원을 어렵게 한다. 따라서 최근까지 H.264/AVC 부호화기의 계산 복잡도를 감소시키기 위한 다양한 연구가 진행되어 왔다. 그 중 빠른 부호화 모드 선택과 관련된 기법으로서 빠른 SKIP 모드 선택 기법[3-5], 빠른 INTER 모드 선택 기법[6,7] 및 빠른 INTRA 모드 선택 기법[8,9] 등이 있다. 이와 같은 방법들은 빠르게 부호화 모드를 선택하도록 다양한 기법을 이용하여 H.264/AVC 부호화기의 계산 복잡도를 감소시켰다.

본 논문에서는 H.264/AVC 부호화기의 계산 복잡도를 줄이기 위한 시·공간적 상관성, 픽셀 값 정보 이용 및 방향성을 이용한 새로운 방식의 3단계 빠른 모드 선택 기법을 제안한다. 1단계에서는 모드 선택 과정에서 통계적인 실험결과를 바탕으로 시·공간적인 상관성을 이용하여 SKIP 모드와 INTER 모드 중 한 가지 모드를 선택한다. 그 후 2단계에서는 1단계의 결과가 INTER 모드로 선택되었을 때, 부호화할 매크로블록의 모드를 오차 매크로블록의 픽셀 값 차이로 SKIP 모드, INTER 16×16 또는 INTER 16×8, 8×16, 8×8 모드로 나눈다. 마지막 3단계는 공간적인 상관성 및 16×16 크기의 오차 매크로블록에 있어서 픽셀 값의 차이를 적용하여 최종 모드를 선택한다. 제안한 기법은 JM10.2 표준 소프트웨어를 수정하여 실험하였고, 실험 결과는 JM10.2 표준과 관련 기법을 대상으로 하였다. 성능 확인을 위해 다양한 특성을 가진 시퀀스를 대상으로 화질, 비트율, 그리고 부호화 시간을 비교하였다. 실험 결과 제안한 기법은 비트율에 있어 JM10.2 표준보다 약 2.9kbps 증가했으며, 관련된 기법보다는 약 0.6kbps 감소되었다. 계산 복잡도는 크게 줄여 부호화 시간을 JM10.2에 비해 약 42%, 관련 기법에 비해 약 16% 단축시켰다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련된 연구에 대해 기술하고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 빠른 부호화를 위한 3단계 모드 선택 기법에

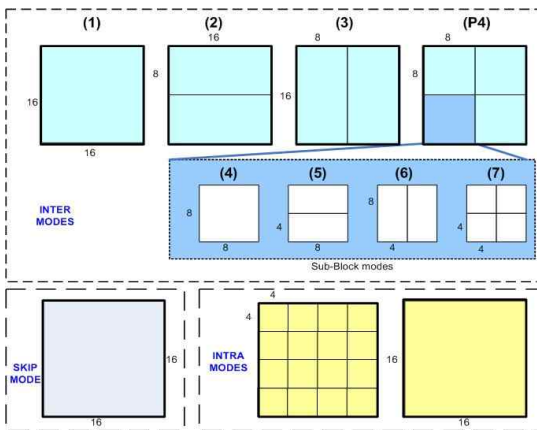


그림 1. H.264/AVC에서 지원하는 가변블록크기

대해서 설명한다. 4장에서는 실험을 통해서 관련 기법들과 비트율, PSNR, 그리고 부호화 시간을 비교하여 성능을 평가한다. 5장에서는 결론 및 향후연구과제에 대해 기술한다.

## 2. 관련 연구

H.264/AVC의 부호화 단위는 매크로블록이고, 매크로블록은 부호화할 때 가변블록크기로 나뉘어진다. 이 때, 여러 모드 중에서 최적의 모드를 선택하기 위해 복잡한 계산 과정이 필요하므로, 실시간성을 보장하기 어렵게 된다. 그러므로 높은 압축 효율과 함께 계산 과정을 간소화시키기 위한 노력이 필요하다. 현재까지 복잡한 계산 과정을 간소화시키기 위하여 모드 분포 확률에 따른 모드 선택 방법, 방향성에 따른 모드 선택 방법 등에 관한 연구가 진행되어 왔다 [10-15].

### 2.1 H.264/AVC의 부호화 시간 분포

위의 그림 2는 H.264/AVC의 전체 부호화 과정 중에서 영역별로 소요되는 시간을 백분위로 나타낸 것이다. 압축 효율을 높이기 위하여 최적의 모드를 선택하는 과정인 움직임 추정, 움직임 보상, 모드 선택의 과정이 부호화 과정의 약 90%정도 차지하고 있음을 보여주고 있다[10]. 따라서 빠른 시간에 정확한 모드 선택을 하게 되면 전체 부호화 시간에서 많은 계산 복잡도를 줄일 수 있다.

### 2.2 모드 분포 확률에 따른 매크로블록 모드 선택

기존연구 [11]에서는 복잡한 모드 선택 과정을 줄

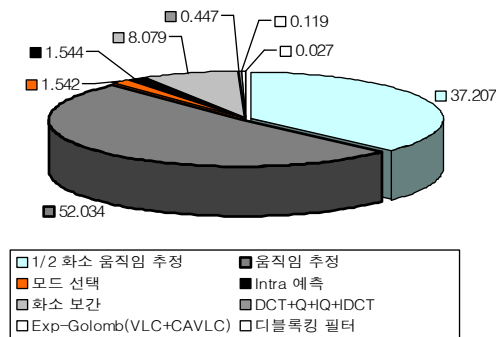


그림 2. H.264/AVC 부호화 과정에서 소요되는 시간 분포

이기 위해서 각 모드별로 사용되는 빈도를 이용하여 모드 선택 시간을 줄였다. 이 연구에서는 복잡한 계산 과정을 줄이기 위해 각 모드별로 가변블록의 사용 빈도를 조사하여, 사용빈도에 따라 모드 선택할 때 검사하는 우선순위를 정하는 방법을 제시하였다. 사용빈도는 모드 분포 확률의 분석 결과를 이용하였으며 표 1은 8개의 비디오에서 사용되는 다양한 모드의 분포 확률을 나타낸다. 8×8에서 괄호안의 숫자는 8×8 하위 매크로블록(8×8, 8×4, 4×8, 4×4) 중에서 8×8 매크로블록이 차지하는 평균 사용빈도를 나타낸 것이다.

표 1에서 확인할 수 있는 유용한 정보는 다음과 같다. 첫 번째는 비디오 별로 평균 70% 이상이 SKIP 모드로 부호화된 것으로, 빠른 시간 내에 SKIP 모드로 선택할 수 있다면 부호화 시간을 줄일 수 있다. 두 번째는 8×8 하위 매크로블록에서의 8×8의 평균 사용빈도가 제일 높다는 것으로, 그 이유로서 이동통신 등에서 세부 움직임 표현하기에는 8×8 크기로도 충분하기 때문에 풀이된다. 세 번째는 P-frame에서는 극히 적은 수의 INTRA 모드가 사용되고 있어 INTRA 모드를 배제 하더라도 비디오 화질은 거의 떨어지지 않는다. 따라서 INTRA 모드에 대한 선택을 고려하지 않는다면, 빠르게 모드를 선택할 수 있다.

H.264/AVC는 이전 표준과 달리 움직임 추정을 할 때, 일반적으로 5개 프레임들을 참조한다. 만약 참조 프레임의 개수를 줄이면 움직임 추정에 의한 계산 복잡도를 줄일 수 있다. 표 2는 여러 가지 비디오들에 대해서 움직임 추정을 할 때, 최적의 움직임 벡터가 추정되는 참조 프레임의 분포도를 나타낸 것이다. Ref1은 현재 프레임 직전에 부호화된 프레임을 나타

표 1. 모드 분포 확률(%)

	SKIP	16×16	16×8	8×16	8×8	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 2. 최적 움직임 벡터의 분포도(%)

	Ref1	Ref2	Ref3	Ref4	Ref5
Container	91.2	3.8	1.6	2.3	1.0
clarie	94.9	2.2	1.7	0.5	0.7
Akiyo	94.8	2.6	1.5	0.5	0.7
News	94.3	3.2	1.6	0.4	0.5
Highway	76.7	9.4	7.5	3.3	3.1
Salesman	94.5	3.8	1.1	0.3	0.3
Stefan	92.1	4.3	2.1	0.6	0.9
Mobile	89.7	6.4	2.3	1.0	0.7

낸다. Ref1과 Ref2에서 선택되는 최적 움직임 벡터가 전체 평균 90%이상을 차지한다. 따라서, 움직임 추정 계산 복잡도를 줄이기 위해서 참조 프레임이 2개인 경우 가장 효율적임을 알 수 있다.

2.3 이웃 매크로블록의 테두리 방향성에 따른 모드 선택

기존연구 [12]에서는 가변블록크기 중 최적의 모드를 빠르게 선택하기 위해 이웃 매크로블록의 테두리 방향의 상관성을 이용하고 있다.

그림 3은 현재 부호화할 매크로블록 C와 주위의 매크로블록의 테두리 방향의 상관성을 나타낸다. 매크로블록 U가 8×16일 경우에는 현재 매크로블록 C는 그와 같은 8×16이 될 확률이 높고 매크로블록 L이 16×8일 경우에는 현재 매크로블록 C는 그와 같은 16×8일 확률이 높다. 그리고 매크로블록 U와 L이 각각 8×16과 16×8이면, 현재 매크로블록 C는 8×8일 확률이 높다. 즉 주위 매크로블록의 모드에 따라서 현재 매크로블록 모드가 영향을 받는다는 것을 확인할 수 있다. 표 3은 이웃 매크로블록들인 왼쪽 매크로블록과 오른쪽 매크로블록의 조합에 따라 현재 부호화할 모드를 나타낸다. 최종 모드는 표 3을 기준으로 선택한다.

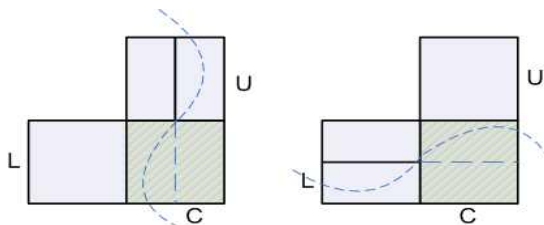


그림 3. 이웃 매크로블록의 테두리 방향의 상관성

표 3. 이웃 모드들의 조합에 의한 최적 모드 선택

위쪽 \ 왼쪽	SKIP	16×16	16×8	8×16	8×8	116×16	14×4
SKIP	0	0	0	0	0	0	0
16×16	0	1	1	1	8	9	1
16×8	0	1	1	1	8	9	1
8×16	0	1	1	1	8	9	1
8×8	0	8	8	8	8	8	8
116×16	0	1	8	8	8	9	9
14×4	0	0	0	0	8	9	10

2.4 예측 움직임 벡터(PMV)에 의한 매크로블록 예측

현재 부호화할 매크로블록의 움직임 벡터는 주위에 있는 이전에 부호화된 매크로블록으로부터 예측될 수 있다. 예측 움직임 벡터(Prediction Motion Vector)를 생성하는 방법은 움직임 보상 매크로블록 크기와 인접한 벡터의 사용가능 여부에 의해 결정된다.

그림 4는 현재 매크로블록 E 및 인접 매크로블록 A, B, C를 나타낸다. E는 현재의 매크로블록, A는 E의 바로 왼쪽에 있는 매크로블록, B는 E의 바로 위쪽에 매크로블록, C는 E의 바로 오른쪽 위에 있는 매크로블록이라고 가정한다. A, B, C 매크로블록의 파티션을 모두 16×16으로 가정할 경우 아래의 수식(1)에 따라 주위 매크로블록들의 움직임 벡터의 중간값을 사용한다[13,14]. 만약 주위 매크로블록의 일부가 없는 경우 나머지 매크로블록의 움직임 벡터로 현재 매크로블록 E의 움직임 벡터를 예측한다.

$$\overrightarrow{MV}_{pred} = Median(\overrightarrow{MV}_A, \overrightarrow{MV}_B, \overrightarrow{MV}_C) \quad (1)$$

3. 빠른 부호화를 위한 3단계 모드 선택 기법

본 장에서는 시·공간적 상관성과 픽셀 값의 변화

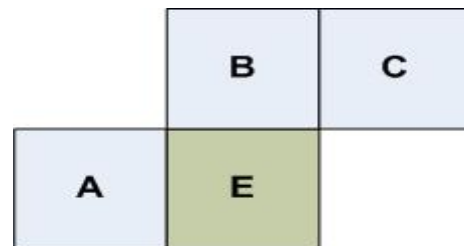


그림 4. 현재 및 이웃 매크로블록

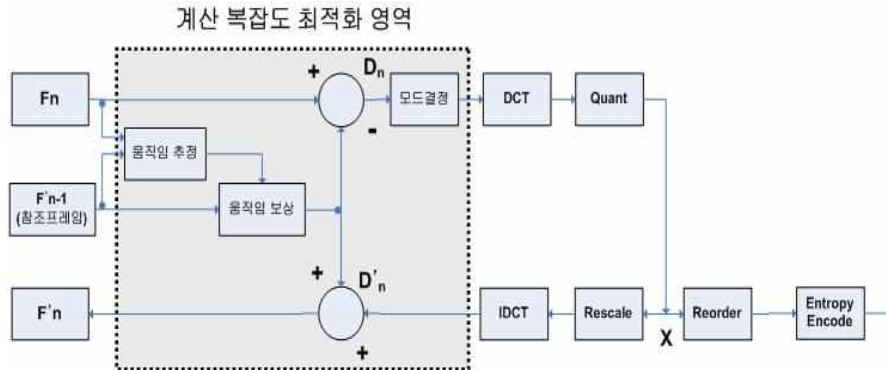


그림 5. H.264/AVC의 전체 부호화 과정 중 최적화 대상 영역

정도를 이용하여 빠르게 매크로블록의 부호화 모드를 결정함으로써, 부호화 과정의 전체 계산 복잡도를 줄이는 방법을 제안한다.

앞 장에서 살펴본 바와 같이, H.264/AVC의 부호화 과정 중에서 움직임 추정과 움직임 보상, 모드 결정 부분은 전체 부호화 과정의 90% 이상을 차지하고 있다. 그림 5는 H.264/AVC의 전체 부호화 과정을 나타내며, 점선으로 표시한 부분은 본 논문에서 제시하는 부호화 과정의 계산 복잡도 최적화 대상 영역을 나타낸다.

### 3.1 1단계-시·공간적 상관성을 이용한 빠른 SKIP 모드 선택

앞서 설명한 바와 같이 부호화 모드를 선택할 때 SKIP 모드를 빠르게 선택하면 전체 부호화의 계산 복잡도를 줄일 수 있다. 따라서 본 절에서는 시간적 상관성과 공간적 상관성을 이용하여 빠르게 SKIP 모드를 선택하는 방법을 설명한다. 부호화 모드의 정확한 선택을 위해 프레임 간 시간적 모드 상관성 관계를 이용하여 임시적으로 모드를 결정하고, 여기에 공간적 모드 상관성을 이용하여 빠르게 SKIP 모드를 선택한다. 최종 부호화 모드가 SKIP 모드로 선택될 경우 추가적인 계산과정이 필요 없고, INTER 모드로 선택될 경우 뒤에서 설명하게 될 2단계, 3단계 과정을 제외한 추가적인 계산과정을 제거함으로써 빠른 모드 선택이 가능하다.

#### 3.1.1 시간적 상관성

그림 6에서 프레임 T는 현재 프레임을, 프레임

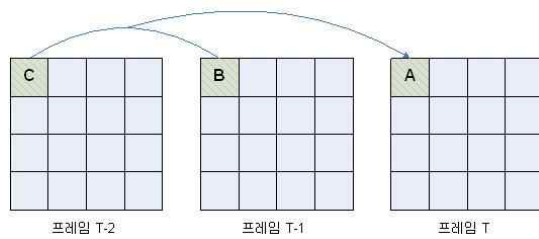


그림 6. 프레임 간 시간적 모드 상관성

T-1은 프레임 T 이전에 부호화된 프레임을, 프레임 T-2는 프레임 T-1 이전에 부호화된 프레임을 나타낸다. 매크로블록 A, B, C의 모드는 시간적으로 상관성을 가지게 되고 이전에 부호화된 프레임 2개가 현재 프레임의 매크로블록 모드에 가장 많은 영향을 미치게 된다. 따라서 SKIP 모드와 INTER 모드를 빠르게 선택하기 위해 현재 프레임 T에서 이전에 부호화된 프레임 T-1과 T-2를 참조한다.

표 4는 현재 모드와 이전 두 프레임과의 시간적 모드 상관성 관계를 분석하기 위한 실험 환경을 나타낸다. 표 5는 실험결과로 프레임 간 시간적 모드 상관

표 4. 실험 환경

참조 소프트웨어	JM 10.2
프레임 수	100
QP	28, 32
프레임 구성	IPPP..P
포맷	QCIF
시퀀스	Akiyo, Carphone, Clarie, Football, Foreman, Grandma, Salesman

표 5. 시간적 상관성에 따른 현재 프레임의 평균 모드 확률(%)

T-2	T-1	T	부호화 확률(%)
SKIP	SKIP	SKIP	48.7
SKIP	SKIP	INTER	3.6
SKIP	INTER	SKIP	4.1
SKIP	INTER	INTER	3.7
INTER	SKIP	SKIP	3.4
INTER	SKIP	INTER	4.1
INTER	INTER	SKIP	3.6
INTER	INTER	INTER	28.8

성 관계에 따른 현재 매크로블록 T의 평균 모드 확률을 나타낸 것이다.

표 5에서 확인할 수 있는 정보는 이전 프레임 매크로블록 T-2, T-1이 SKIP 모드로 부호화 되었을 때와 T-2, T-1이 INTER 모드로 부호화 되었을 때 현재 프레임에서의 매크로블록도 동일한 모드로 부호화될 확률이 아주 높다는 것이다. 이와 같은 확률을 근거로 현재 프레임 T에서 부호화 할 매크로블록의 모드를 선택할 수 있다. 하지만 최종 모드 선택을 표 5의 확률만으로 결정 하면 확률이 낮은 모드는 마지막까지 선택되지 않을 것이다. 즉, 평균 모드의 확률만을 근거로 선택하면 다른 모드가 선택되지 않기 때문에 모드 선택의 정확도를 떨어뜨리는 주된 이유가 된다. 따라서 본 논문에서는 표 5와 같이 확률 분석을 통해 모드를 선택한 후, 공간적 상관성을 이용하여 SKIP 모드 또는 INTER 모드를 선택함으로써 모드 선택의 정확도를 높였다.

### 3.1.2 공간적 상관성

시간적 상관성에 따른 모드 선택의 단점을 보완하기 위해 이웃 매크로블록과의 공간적 상관성을 이용하여 SKIP 모드 또는 INTER 모드를 선택한다. 그림 7은 현재 부호화할 매크로블록 E와 같은 프레임에서 이미 부호화된 이웃 매크로블록 A, B, C, D를 나타낸다. 현재 부호화할 매크로블록 E는 시간적 상관성을 이용하여 SKIP 모드인지 INTER 모드인지를 잠정적으로 결정한 상태이다. 그 후, 최종 모드를 결정하기 위해 프레임 내의 공간적 상관성인 A, B, C, D의 매크로블록 모드 정보를 확인하게 된다. 이웃 매크로블록의 모드에서 SKIP 모드를 0으로, INTER 모드를 1로 가정하고, 1과 0의 개수에 따라 현재 부호화할

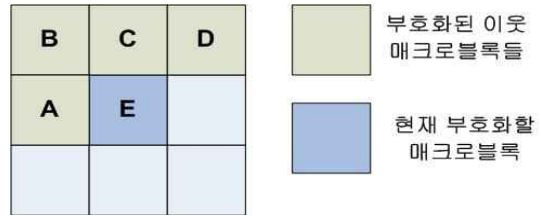


그림 7. 프레임 내 공간적 모드 상관성

매크로블록의 모드를 결정한다.

표 6은 그림 7의 매크로블록 E가 주위 모드의 정보를 보고 부호화할 E의 모드 타입을 결정하는 기준을 나타낸 것이다. 예를 들면, 시간적 상관성에 따라 T-2가 SKIP 모드이고 T-1이 SKIP 모드일 경우 확률에 의해 잠정적으로 SKIP 모드가 결정된다. 그리고 다시 공간적 상관 정보에서 이웃 매크로블록의 모드가 0이 1개 이상이면 현재 부호화할 매크로블록의 모드는 SKIP 모드로 최종 결정한다. 만약 T-2와 T-1의 매크로블록이 INTER 모드인 경우에는 공간적 상관 정보를 확인하지 않고 현재 부호화할 매크로블록의 모드를 INTER 모드로 결정한다. 그 이유는 다양한 시퀀스를 통해 실험한 결과, 이전 프레임이 모두 INTER 모드인 경우에 현재 프레임의 모드는 INTER 모드 또는 SKIP 모드가 될 수 있는데, 공간적 상관 정보와 관계없이 최종 모드가 INTER 모드로 선택되는 경우가 대부분이었기 때문이다. 또한, INTER 모드는 2단계와 3단계 과정을 거치면서 세부적인 모드를 찾아서 선택되게 되고, 그 중에 SKIP 모드가 포함되어 있으므로 최종적으로 선택된 모드의 정확성을 높였다.

시간적 상관성을 이용하여 임의의 모드를 선택하고 공간적 상관성을 이용한 표 6을 기준으로 모드를

표 6. 이웃 매크로블록 정보에 따른 모드 선택

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

SKIP 모드 또는 INTER 모드로 결정한다. SKIP 모드가 최종 선택되면 다른 크기의 모드는 고려하지 않고 SKIP 모드로 현재 매크로블록을 부호화한다. 이러한 방법으로 빠르게 SKIP 모드를 선택하면, 계산 복잡도를 높이는 주요 원인이었던 다양한 모드의 움직임 추정, 움직임 보상, 모드 선택의 과정을 제거함으로써 전체 계산 복잡도를 줄일 수 있다.

3.2 2단계-오차 매크로블록의 픽셀 값 방향성에 따른 모드 선택

1단계에서 시·공간적 상관성에 의해 INTER 모드로 선택된 경우에는 오차 매크로블록의 픽셀 값 방향성에 따라 세분화된 모드를 선택하여 부호화한다. 그림 8은 현재 매크로블록과 이전 매크로블록의 차이 값으로 나온 16×16 크기의 오차 매크로블록의 4가지 영역을 나타낸다. 이것은 H.264/AVC의 현재 매크로블록과 이전 매크로블록에 대응되는 각 픽셀 차이 값을 부호화하는 방식을 사용한 것이다.

움직임이 작으면 영역별로 픽셀 값의 차이는 작고 큰 매크로블록 크기를 사용하며, 움직임이 크면 영역별로 픽셀 값의 차이가 크게 되어 작은 매크로블록 크기를 사용한다. 따라서 영역별로 픽셀 값의 차이가

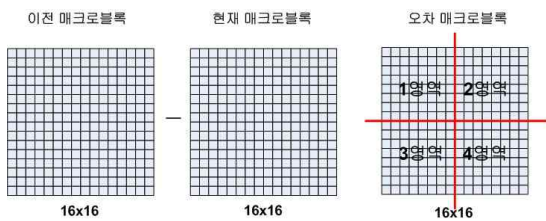


그림 8. 오차 매크로블록의 4가지 영역

작으면 SKIP, INTER 16×16 모드로 나누고 그렇지 않으면 나머지 모드로 나눈다. 기준 값을 구하는 방법을 수식 (2)와 같이 정의한다.

$$\begin{aligned} \text{가로 기준 값} &= A - B \\ \text{세로 기준 값} &= C - D \end{aligned} \quad (2)$$

2 식 수

여기에서, “A=1영역+2영역, B=3영역+4영역, C=1영역+3영역, D=2영역+4영역”이다

그림 9는 위와 같은 방법으로 계산한 carphone 비디오의 오차 블록의 픽셀 차이 값과 모드 분포도를 나타낸 것이다. 그림 9를 분석한 결과 기준 값은 210을 사용하며, SKIP 모드와 INTER 16×16 모드가 많은 부분을 차지하므로, 위의 기준 값으로 많은 부분의 SKIP 모드와 INTER 16×16 모드를 빠른 시간 내에 선택할 수 있다. 표 7은 오차 매크로블록 픽셀 값의 기준 값으로 나누어진 그룹을 나타낸다. 모뎀 1은 세부적으로 SKIP 모드와 INTER 16×16 모드로 나누고, 모뎀 2는 이웃 매크로블록의 테두리 방향성에 따라 세부적으로 INTER 16×8, 8×16, 8×8 모드로 나누어 이 중에서 최종 모드를 선택하게 된다.

3.3 3단계-최종 모드 선택

SKIP 모드를 빠르게 선별할 수 있는 1단계에서 INTER 모드로 선택된 매크로블록은 2단계에서 세

표 7. 오차 매크로블록의 픽셀 값에 따른 모뎀

모뎀 명	모 드
모뎀 1	SKIP, INTER 16×16
모뎀 2	INTER 16×8, INTER 8×16, INTER 8×8

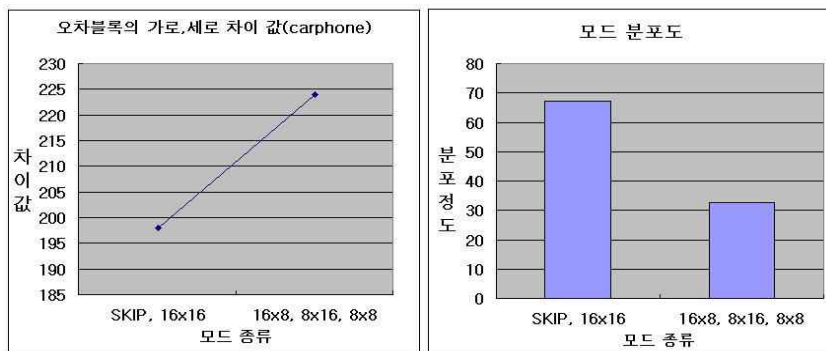


그림 9. 오차 매크로블록의 픽셀 차이 값과 모드 분포도

부 모드를 결정하기 전에 오차 매크로블록의 픽셀 값에 따라 2가지 모뎀 중에 하나로 선택된다. 그리고 2단계의 2가지 모뎀 중에서 선택된 모뎀에 따라 3단계에서 최종모드를 선택한다. 2단계에서의 결과가 모뎀 1일 경우 오차 매크로블록에서 픽셀 값의 차이를 이용하고, 모뎀 2일 경우 오차 매크로블록의 테두리 방향성을 이용하여 최종모드를 선택한다.

### 3.3.1 오차 매크로블록에서 픽셀 값의 차에 따른 모드 선택

2단계에서의 결과가 모뎀 1일 경우, SKIP 모드와 INTER 16×16 모드 중에서 최종 모드를 선택하게 되는데, 그림 10은 SKIP 모드와 INTER 16×16 모드 중 최종 모드를 선택하기 위한 현재 매크로블록과 이전 매크로블록 및 두 블록의 오차 매크로블록을 나타내고 있다.

그림 11은 3.1.1절 표 4의 실험 환경에서 실험한 오차 매크로블록에서 SKIP 모드와 INTER 16×16의 픽셀 값 차이를 나타낸 것이다. SKIP 모드는 픽셀 차이 값이 300 내에 모여 있는 것을 확인할 수 있으며, 이러한 특징을 이용하여 오차 매크로블록의 차이 값을 기준으로 SKIP 모드와 INTER 16×16 모드를

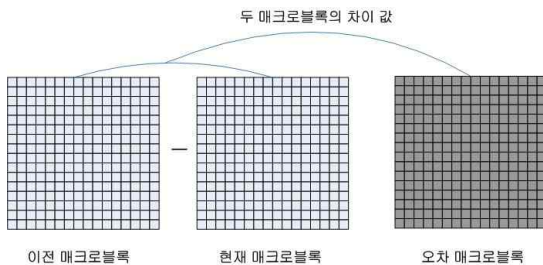


그림 10. 오차 매크로블록(16×16)

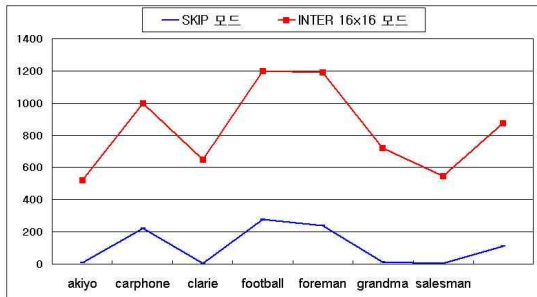


그림 11. 오차 매크로블록의 픽셀 차이 값

구분한다. 즉, 오차 매크로블록의 차이 값이 기준 값인 300보다 크면 INTER 16×16으로 선택하고, 그렇지 않으면 SKIP 모드로 최종 선택한다.

### 3.3.2 오차 매크로블록의 테두리 방향성에 의한 모드 선택

2단계에서의 결과가 모뎀 2일 경우, INTER 16×8, INTER 8×16, INTER 8×8 모드 중에서 최종 모드를 선택하게 되는데, 이 때 부호화할 매크로블록의 최종 모드는 주변 매크로블록의 모드를 이용하여 선택한다. 주변 매크로블록의 모드에 따라서 결정되는 테두리 방향성은 현재 부호화할 매크로블록에 많은 영향을 미친다. 따라서 2단계에서의 결과가 모뎀 2로 선택된 경우에는 2.3절과 같이 테두리 방향성에 따라서 최종 모드를 선택한다.

### 3.4 전체 3단계 기법 흐름도

그림 12는 제안하는 3단계 모드 선택 기법의 흐름도를 나타낸 것이다. 1단계에서 시·공간적인 계산을 통해 SKIP 모드와 INTER 모드를 선택한 후, 2단계에서 오차 매크로블록의 차이 값에 따라 모뎀 1과

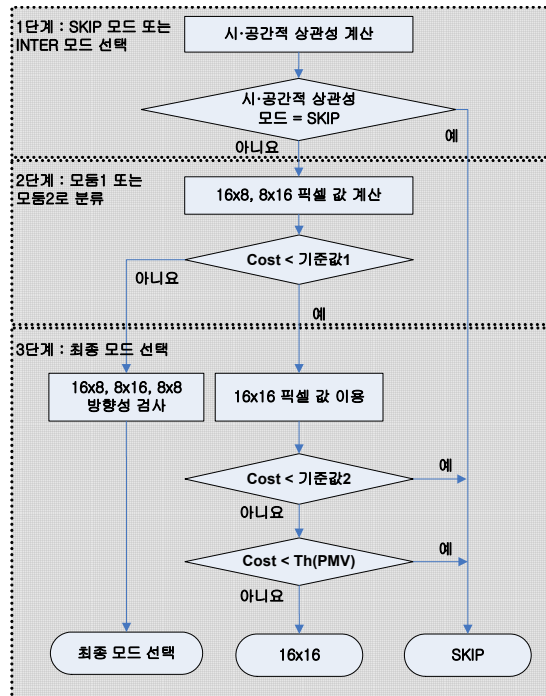


그림 12. 제안하는 3단계 모드 선택 기법 흐름도



모듈 2로 나눈다. 그리고 3단계에서 모듈 1은 16×16 픽셀 값을 이용하여 모드를 선택하고 픽셀 값의 기준 값보다 큰 경우에 다시 2.4절과 같이 PMV를 이용하여 최종 모드를 선택한다. 모듈 2인 INTER 16×8, 8×16, 8×8 모드는 이웃 매크로블록의 테두리 방향성에 따라 최종 모드를 선택한다.

4. 실험 및 성능평가

본 장에서는 제안하는 모드 선택 기법을 평가하기 위한 실험 환경과 실험 결과에 대해 기술한다. 제안하는 모드 선택 기법은 JM 표준 소프트웨어에서 제공하는 JM10.2를 수정하여 구현하였다[16]. 제안하는 기법의 실험 결과는 표준 JM10.2의 실험 결과와 최신의 참고 논문[5]에서 제시하는 실험 결과에 대해 화질(PSNR), 비트율(Bit Rate), 그리고 부호화 시간으로 비교하여 성능을 평가한다.

4.1 실험 환경

실험 환경은 3.1.1절의 표 4와 같다. 실험에 사용된 참조 소프트웨어는 JM 표준 소프트웨어이며, 비디오들은 움직임이 작은 비디오들(akiyo, clarie)부터 움직임이 많은 비디오들(foreman, football)까지 다양하게 실험하였다. 화질을 비교하기 위한 측정 단위는 PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)을 사용하였다. 객관적인 화질 측정을 위해서 사용되는 단위인 PSNR은 단위가 크면 화질이 상대적으로 우수하고, 그렇지 않으면 화질이 상대적으로 떨어짐을 나타낸다. PSNR을 측정하기 위한 계산식은 수식 (3)과 같다.

$$PSNR[dB] = 10 \cdot \log_{10} \frac{255^2}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x}_i)^2} \quad (3)$$

여기에서,  $x_i$  : 원 영상 프레임의 픽셀 값이고,  $\bar{x}_i$  : 비교하기 위한 프레임의 픽셀 값이다.

부호화 시간을 비교하기 위한 측정 단위는 비교 대상과의 차이를 백분율로 나타낸다. 수식 (4)는 부호화 시간을 측정하기 위한 계산식이다.

$$\Delta \text{계산시간}(\%) = \frac{\text{시간}_{\text{참고기법}} - \text{시간}_{\text{제안기법}}}{\text{시간}_{\text{참고기법}}} \times 100 \quad (4)$$

여기에서,  $\text{시간}_{\text{참고기법}}$ 은 비교하기 위한 참고 기법

의 시간이고,  $\text{시간}_{\text{제안기법}}$ 은 본 논문에서 제안하는 기법의 시간이다.

4.2 성능 평가

성능 평가는 JM10.2 표준 소프트웨어를 수정한 제안 기법과 참고 논문에서 제안하는 기법을 각각 JM10.2와 비교하였다.

그림 13~그림 15는 akiyo 비디오를 각각 비트율,

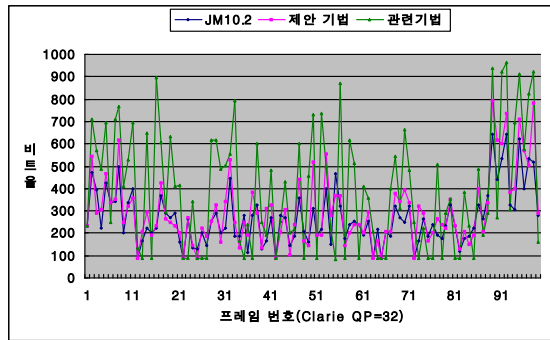


그림 13. 비트율(Bit Ratio) 비교

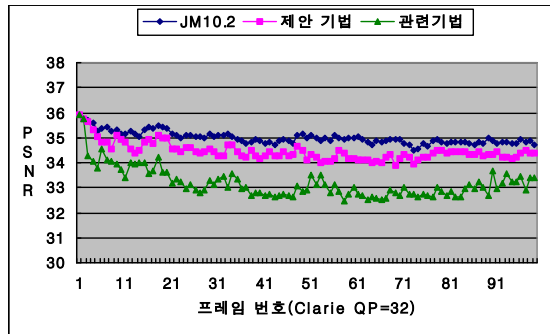


그림 14. PSNR 비교

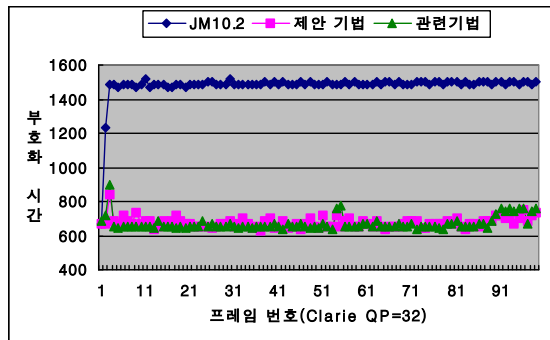


그림 15. 부호화 시간 비교

화질, 그리고 부호화 시간에 있어서 제안기법과 관련 기법을 각각 JM10.2와 비교한 결과를 나타낸 것이다. 비트율과 PSNR은 JM10.2와 제안 기법이 비슷했으며, 관련 기법과는 어느 정도 차이가 있었고, 부호

화 시간은 제안 기법과 관련 기법이 비슷했으며, JM10.2와는 많은 차이를 보였다.

표 8은 7개의 비디오별로 QP를 28과 32로 적용한 실험 결과를 나타낸다. 비트율은 30프레임당 비트율

표 8. JM10.2와 비교한 실험 결과

(a)

			Akiyo	Carphone	Claire	Football
QP=28	제안 기법	비트율(kbps)	2	5.7	-0.03	7.7
		PSNR(dB)	-1	-0.1	-1.2	-0.02
		계산 시간(%)	-48.6	-33.1	-51	-27
	관련 기법	비트율(kbps)	2.6	4.3	1	10
		PSNR(dB)	-0.3	-0.4	-0.2	-0.3
		계산 시간(%)	-46	-26	-52	-5

(b)

			Foreman	Grandma	Salesman
QP=28	제안 기법	비트율(kbps)	13	2	4
		PSNR(dB)	-0.13	-0.6	-0.58
		계산 시간(%)	-26.1	-51	-44
	관련 기법	비트율(kbps)	8	3.6	1.9
		PSNR(dB)	-0.2	0	-0.2
		계산 시간(%)	-2	-51	-45

(c)

		측정 영역	Akiyo	Carphone	Clarie	Football
QP=32	제안 기법	비트율(kbps)	1	3	0.5	7
		PSNR(dB)	-0.7	-0.2	-0.76	0
		계산 시간(%)	-52	-37	-52.6	-30
	관련 기법	비트율(kbps)	1.7	3	1	10
		PSNR(dB)	-0.2	-0.4	-0.5	-0.4
		계산 시간(%)	-52	-38	-52	-9

(d)

		측정 영역	Foreman	Grandma	Salesman
QP=32	제안 기법	비트율(kbps)	6	1	2
		PSNR(dB)	-0.18	-0.45	-0.42
		계산 시간(%)	-30	-52	-48
	관련 기법	비트율(kbps)	5	1.9	2
		PSNR(dB)	-0.3	0	-0.1
		계산 시간(%)	-4	-52	-49

을 나타낸다. 실험 결과, 제안 기법은 표 8에 나타난 바와 같이 JM10.2와 비교하여 관련 기법보다 적은 PSNR의 감소와 적은 비트율의 증가를 보였고, 부호화 시간은 7개의 비디오에서 평균적으로 JM10.2와 비교하면 약 42%정도 감소시켰고 관련 기법과 비교하면 약 16%정도 감소시켰다.

## 5. 결 론

본 논문에서는 H.264/AVC의 계산 복잡도를 줄이기 위한 3단계 빠른 모드 선택 기법을 제안하였다. 우선, 통계적인 실험 결과를 바탕으로 시·공간적 상관성을 이용하여 SKIP 모드와 INTER 모드 중 한 가지 모드를 선택한다. SKIP 모드가 선택되면 최종 모드로 결정하여 부호화하고, INTER 모드가 선택되면 픽셀 값의 차이에 따라 모뎀별로 구분하여 최종 모드를 결정하여 부호화한다. 모뎀 1인 SKIP 모드와 INTER 16×6 모드는 16×16크기의 오차 매크로블록의 차이 값을 이용하여 최종 모드를 선택하고, 모뎀 2인 INTER 16×8, 8×16, 8×8 모드는 이웃 매크로블록의 테두리 방향성에 따라 부호화할 매크로블록의 최종 모드를 선택한다. 제안한 기법의 평가를 위해 JM10.2 및 관련 기법을 통한 실험 결과를 이용하여 성능을 비교·분석하였다. 실험 결과, JM10.2와 비교하여 관련 기법보다 적은 PSNR의 감소와 적은 비트율의 증가를 보였고, 부호화 시간은 7개의 비디오에서 평균적으로 JM10.2와 비교하여 약 42%정도, 관련 기법과 비교하여 약 16%정도 감소시켰다. 향후에는 모바일뿐만 아니라 SD/HD급의 고화질 영상도 대상으로 하여 8×4, 4×8, 4×4까지 더욱 세분화된 모드를 낮은 비트율과 높은 PSNR을 유지하면서 단축된 계산 시간을 갖는 효율적인 모드 선택 기법에 관해 연구하고자 한다.

## 참 고 문 헌

- [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, Jul. 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] B. W. Jeon and J. Y. Lee, "Fast Mode Decision for H.264," Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG 8<sup>th</sup> Meeting, *Document JVT-J033*, Waikoloa, USA, Dec. 2003.
- [4] S. H. Jeon, T. G. Lee, K. M. Shin, S. M. Kim, and K. D. Chung, "Fast Mode Decision by exploiting Spatio-Temporal Correlation in H.264," *MCAM 2007, Lecture Notes in Computer Science*, pp. 464-473, Jun. 2007.
- [5] S. H. Jeon, S. M. Kim, and K. D. Chung, "Fast Inter-skip Mode Selection Algorithm for Inter Frame Coding in H.264/AVC," *ICCSA 2007, Lecture Notes in Computer Science*, pp. 689-700, Aug. 2007.
- [6] D. Wu, F. Pan, K. P. Lim, Z. G. Li, X. Lin, S. Rahardja, and C. Ko, "Fast Intermode Decision in H.264/AVC Video Coding," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 15, No. 7, pp. 953-958, Jul. 2005.
- [7] K. P. Lim, S. Wu, D. j. Wu, S. Rahardua, X. Lin, F. Pan, and Z. G. Li, "Fast Inter Mode Selection," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 15, No. 7, pp. 953-958, Jul. 2005.
- [8] F. Pan, X. Lin, S. Rahardja, K. P. Lim, Z. G. Li, D. Wu, and S. Wu, "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.
- [9] C. H. Tseng, H. M. Wang, and J. F. Yang, "Improved and Fast Algorithms for Intra 4×4 Mode Decision in H.264/AVC," *Proceeding of the IEEE ISCAS 2005*, pp. 2128-2131, Kobe, Japan, May 2005.
- [10] Y. W. Huang, B. Y. Hsieh, S. Y. Chien, S. Y. Ma, and L. G. Chen, "Analysis and Complexity

Reduction of Multiple Reference Frames Motion Estimation in H.264/AVC," *IEEE Transactions on Circuits and Sys. for Video Tech.*, Vol. 16, pp. 507-522, Apr. 2006.

- [11] S. Gao and T. Lu, "An Improved Fast Mode Decision Algorithm in H.264 Video communications," *ISSCAA 2006 Proceeding*, Jan. 2006.
- [12] B. Feng, G. X. Zhu, and W. Y. Liu, "Fast Adaptive Inter Mode Decision Method in H.264," *Consumer Communications and Networking Conference 2006 3rd IEEE*, pp. 745-748, Jan. 2006.
- [13] I. E. G. Richardson, *H.264 and MPEG-4 Video Compression*, Wiley, England, 2003.
- [14] A. M. Tourapis, F. Wu, and S. Li, "Reference Frames Selection for Skip Mode and Motion Vector Prediction," *JVT-E027*, Oct. 2002.
- [15] Y. C. Lin, T. Fink, and E. Bellers, "Fast Mode Decision for H.264 Based on Rate-Distortion Cost Estimation," *IEEE International Conference on ICASSP 2007*, Vol. 1, pp. 1-1137-1-1140, Apr. 2007.
- [16] <http://iphome.hhi.de/suehring/tml/download/>



**전 현 기**

2005년 신라대학교 컴퓨터교육과 (학사)  
 2006년~현재 부산대학교 컴퓨터공학과 석사과정  
 관심분야: 멀티미디어 압축, 멀티미디어 통신



**김 성 민**

2001년 부산대학교 전자계산학과 졸업(학사)  
 2003년 부산대학교 전자계산학과 졸업(이학석사)  
 2003년~현재 부산대학교 컴퓨터공학과 박사과정  
 관심분야: 멀티미디어 압축 및 통신, 멀티미디어 스트리밍, 유비쿼터스 컴퓨팅



**강 진 미**

2003년 부산대학교 정보컴퓨터공학부 졸업(학사)  
 2005년 부산대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)  
 2005년~2007년 LG전자 MC사업부 연구원  
 2007년~현재 부산대학교 컴퓨터공학과 박사과정  
 관심분야: 멀티미디어 압축, 스케일러블 코딩, 멀티미디어 스트리밍



**정 기 동**

1973년 서울대학교 졸업(학사)  
 1975년 서울대학교 대학원 졸업(석사)  
 1986년 서울대학교 대학원 계산통계학과 졸업(이학박사)  
 1978년~현재 부산대학교 컴퓨터공학과 교수  
 관심분야: 멀티미디어 시스템, 멀티미디어 통신, 병렬처리