

# SVC 향상 계층의 빠른 인트라 부호화를 위한 효율적인 모드 결정 방법

조미숙<sup>†</sup>, 강진미<sup>\*\*</sup>, 정기동<sup>\*\*\*</sup>

## 요 약

H.264/AVC의 확장 표준으로 제정된 SVC는 향상 계층에서 압축 효율을 높이기 위해 인트라 예측과 인터 예측뿐만 아니라 계층 간 예측을 추가로 수행한다. 그로 인해 부호화 계산량이 더욱 증가되는 문제점이 있다. 본 논문은 SVC 공간적 향상 계층에서 계산량을 효과적으로 감소시키는 빠른 인트라 부호화를 위한 효율적인 모드 결정 방법을 제안한다. 제안 방법은 크게 2단계로 이루어진다. 1단계에서는 Intra\_BL 모드의 RD 값을 이웃 매크로블록의 최적 RD 값과 비교하고 이웃 매크로블록의 최적 예측 모드와 유사한 특성을 이용하여 Intra\_BL 모드를 미리 결정한다. 2단계에서는 기본 계층과 향상 계층의 인트라 예측 모드의 상관성을 이용하여 인트라 예측의 후보 모드를 선택적으로 줄임으로써 전체 부호화 시간을 감소시킨다. 실험결과, 제안하는 방법은 JSVM 9.16보다 전체 부호화 시간을 48.15~56.32% 감소하면서 화질의 변화는 거의 없었다.

## An Efficient Mode Decision Method for Fast Intra Encoding in the SVC Enhancement Layer

Mi-Sook Cho<sup>†</sup>, Jin-Mi Kang<sup>\*\*</sup>, Ki-Dong Chung<sup>\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

SVC is an emerging video coding standard as an extension of H.264/AVC. This standard uses inter prediction, intra prediction and a new inter-layer prediction to improve coding performance of enhancement layers. However, it has high computational complexity. In this paper, we propose an efficient intra prediction mode decision method in the spatial enhancement layer to reduce the computational complexity. The proposed method consists of two phases. In the first phase, Intra\_BL mode is selected using the RD cost of Intra\_BL in advance. We exploit the fact that the RD cost and prediction mode are similar to those of neighbor macroblocks. In the second phase, we predict the enhancement layer mode using correlation between intra mode of enhancement layer and that of the base layer. Experimental results show that the proposed method could save from 48.15% to 56.32% in encoding time while degradation in video quality is negligible.

**Key words:** SVC(스케일러블 비디오 코딩), Intra Coding(인트라 부호화), Fast Prediction Mode Decision(빠른 예측모드 결정)

※ 교신저자(Corresponding Author): 정기동, 주소: 부산광역시 금정구 장전2동 산 30번지 (609-735), 전화: 051) 510-2877, FAX: 051)515-2208, E-mail: kdchungs@melon.cs.pusan.ac.kr

접수일: 2011년 3월 26일, 수정일: 2011년 6월 16일

완료일: 2011년 7월 1일

<sup>†</sup> 준회원, 부산대학교 정보전산원 강사

(E-mail: mscho@pusan.ac.kr)

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

(E-mail: wolff98@pusan.ac.kr)

<sup>\*\*\*</sup> 종신회원, 부산대학교 컴퓨터공학과 교수

(E-mail: kdchungs@melon.cs.pusan.ac.kr)

※ 이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. 2009-0087838)

### 1. 서론

다양한 성능의 재생장치와 네트워크 환경에 적용 가능한 코덱을 위해 ISO/IEC MPEG과 ITU-T VCEG의 JVT(Joint Video Team)에서는 H.264/AVC 확장 표준으로 H.264/AVC SVC(Scalable Video Coding)를 제안하였다[1,2]. SVC는 그림 1과 같이 한 번의 압축된 비트스트림(Bitstream)으로 서로 다른 종류의 해상도(Resolution), 화질(Quality), 프레임율(Frame Rate)을 갖는 영상을 다양한 단말기와 네트워크 환경에 적응적으로 복원할 수 있는 동영상 압축 방식이다[3].

SVC는 다양한 시간, 공간 및 화질의 확장성을 지원하기 위해 하나의 기본 계층(Base Layer)과 여러 개의 향상 계층(Enhancement Layer)으로 구성된다 [4,5]. 그림 2와 같이 기본 계층은 H.264/AVC와 상호 호환적으로 부호화할 수 있으며, 향상 계층은 기본 계층 또는 향상 계층의 하위 계층에서 부호화된 정보를 이용하여 보다 효율적으로 부호화할 수 있도록 다중 계층 구조로 되어 있다. 특히, SVC의 향상 계층에서는 공간적 확장성의 압축 효율을 높이기 위해 H.264/AVC에서 제공하는 인트라 예측(Intra Prediction)과 인터 예측(Inter Prediction)뿐만 아니라

계층 간 예측(Inter-layer Prediction)을 추가로 수행한다[4,5]. 계층 간 예측은 계층 간의 중복성을 제거하는 기술로 적용하는 계층 간의 정보에 따라 계층 간 텍스처 예측(Inter-layer Intra Texture Prediction), 계층 간 움직임 예측(Inter-layer Motion Prediction), 계층 간 잔여신호 예측(Inter-layer Residual Prediction)의 세 가지 예측으로 분류한다. 이 세 가지 예측 기술은 공간적 계층 간의 상관도를 이용하여 SVC의 압축 효율을 높이는 주요 기술 요소들이다.

SVC는 이러한 다양한 예측을 수행하여 최적의 예측 모드를 선택하는 과정에서 H.264/AVC와 동일한 RD 최적화(Rate Distortion Optimization) 방식을 사용한다. RD 최적화 방식은 예측을 수행하는 단위인 16×16 화소의 매크로블록(Macroblock)마다 적용되며, 각 예측을 수행하여 RD 값을 최소화하는 모드를 최종적으로 선택하여 압축 효율을 향상시킨다. 이렇게 하면 적은 비트율로 높은 화질을 얻을 수 있지만, 이로 인한 반복적인 연산과 복잡한 구조는 SVC의 실제적인 응용에 어려움을 주고 있다.

본 논문에서는 SVC 공간적 향상 계층에서 계산량을 효과적으로 감소시키는 빠른 인트라 부호화를 위한 효율적인 모드 결정 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 Intra\_BL 모드를 미리 결정하는 1단계와 계층 간의 인트라 모드 상관성을 이용하여 선택적으로 인트라 후보 모드를 줄이는 2단계로 이루어진다.

SVC 향상 계층에서의 인트라 부호화는 H.264/AVC의 인트라 예측 모드인 Intra4×4, Intra8×8, Intra16×16 모드와 SVC에서 추가된 계층 간 텍스처 예측인 Intra\_BL 모드를 모두 수행하여 최적의 예측 모드를 결정한다. 향상 계층에서는 Intra\_BL 모드가 모든 인트라 예측 모드 중에서 가장 많이 선택된다. 따라서 Intra\_BL 모드의 RD 값을 먼저 계산하여 Intra\_BL 모드를 미리 결정함으로써, SVC 부호화기의 계산 복잡도를 감소시킬 수 있다. Intra\_BL 모드를 미리 결정하기 위해 이웃 매크로블록의 최적 RD 값과 이웃 매크로블록의 최적 예측 모드와 유사한 특성을 이용하며, Intra\_BL 모드로 미리 결정되지 않은 경우에는 계층 간의 인트라 모드 상관성을 이용하여 선택적으로 인트라 후보 모드를 수행함으로써 계산량을 줄이는 방법을 제안한다. 성능을 평가하기 위해 참조 소프트웨어인 JSVM 9.16[6]과 Libo 기법[7]

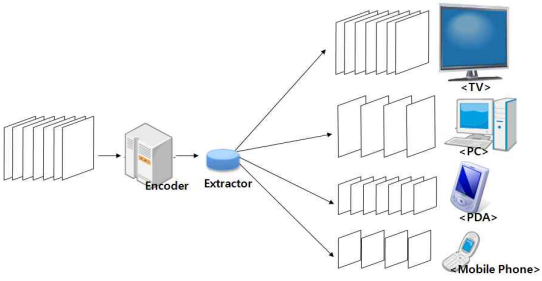


그림 1. SVC

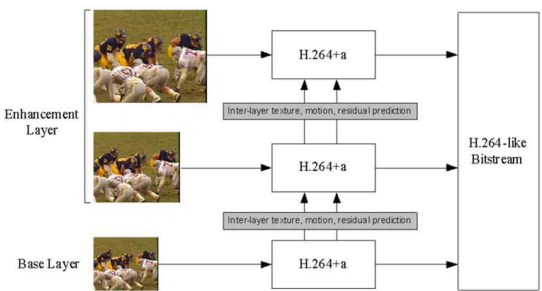


그림 2. SVC 부호화기의 다중 계층 구조

을 비교 대상으로 하였으며, 다양한 특성을 가진 영상으로 각각의 화질, 압축률, 부호화 시간을 측정하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 SVC 향상 계층에서의 인트라 부호화 과정에 대해 설명하고 새로 추가된 계층 간 예측을 살펴본다. 3장에서는 본 논문에서 제안하는 빠른 인트라 예측 모드 결정 방법에 대해 설명한다. 향상 계층에서 인트라 모드의 특성 및 분포를 분석하고 이웃 매크로블록 사이의 Intra\_BL 모드, 계층 간 인트라 예측 모드의 상관성을 이용하는 과정을 보여주고 제안하는 기법에 대해 상세히 기술한다. 4장에서는 제안하는 방법을 적용한 실험과 결과를 보여주며, 마지막으로 5장에서 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 관련 연구

본 장에서는 SVC의 인트라 예측, 공간적 확장성을 지원하기 위한 계층 간 예측에 대해 설명하고, 기존의 빠른 인트라 모드 선택 방법에 관해 살펴본다.

2.1 SVC의 인트라 예측

SVC의 기본 계층에서 인트라 예측은 H.264/AVC와 상호 호환성을 제공하기 위해 동일하게 부호화하며 향상 계층에서의 인트라 매크로블록 모드는 그림 3과 같이 동일 계층에서 생성되는 매크로블록 모드와 계층 간에서 생성되는 매크로블록 모드가 있다. 동일 계층에서 생성되는 인트라 매크로블록 모드는 H.264/AVC와 마찬가지로 Intra4×4, Intra8×8, Intra 16×16 모드가 있으며, 계층 간 생성되는 인트라 예측은 계층 간 텍스처 예측 모드인 Intra\_BL 모드가 있다.

인트라 예측 부호화는 이미 부호화된 인접 블록의

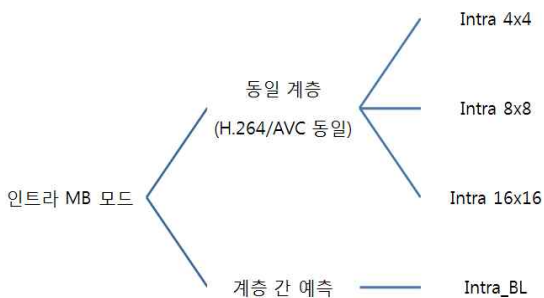


그림 3. 향상 계층의 인트라 매크로블록 모드

화소들을 참조하여 다양한 예측 모드에 따라 예측 신호를 생성하고, RD 최적화 방법에서 계산된 비용을 최소화하는 예측 모드를 최적 모드로 선택한다. 휘도 신호의 경우에는 4×4 블록과 16×16 블록 단위로 각각 9가지, 4가지 인트라 예측 부호화를 수행하며, H.264/AVC 충실도확장규격(Fidelity Range Extensions)에서 고화질화를 위해 8×8 블록 단위로 9가지 인트라 예측 모드를 추가하였다. 색차 신호의 경우, 8×8 블록은 4가지 예측 모드를 사용하여 부호화한다[8,9].

2.1.1 4×4 휘도 예측 모드

인트라 예측에 사용되는 4×4 블록은 하나의 매크로블록을 4×4 블록 크기로 분할하여, 이미 부호화된 인접 블록인 위쪽과 왼쪽의 화소들을 참조하여 총 9가지의 예측 모드를 통해 최적 모드를 결정한다 [8,9]. 전체 모드의 비용을 계산하기 위해서는 반복적으로 수행되어야 하기 때문에 부호화기의 복잡도가 매우 증가하게 된다.

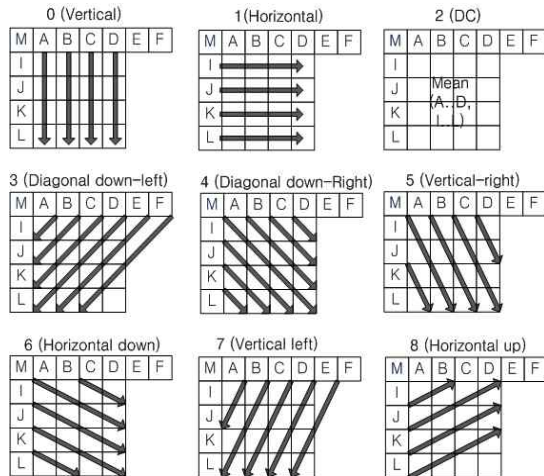


그림 4. 4×4 휘도 인트라 예측 모드

2.1.2 16×16 휘도 예측 모드

16×16 인트라 예측 모드는 매크로블록 전체에 대해 하나의 예측 모드를 사용하며, 이전에 부호화된 블록인 위쪽 매크로블록의 16화소와 왼쪽 매크로블록의 16화소로부터 그림 5와 같이 수직, 수평, 평균, 평면의 4가지 방법 중에서 하나를 선택하여 예측 부호화한다.

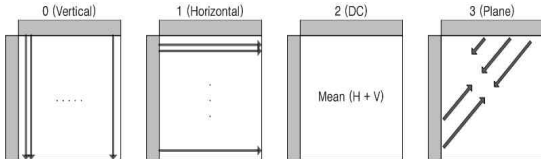


그림 5. 16×16 휘도 인트라 예측 모드

2.2 계층 간 예측

SVC는 공간적 확장성을 지원하기 위하여 원 영상을 여러 개의 계층으로 나누어 부호화하는 계층적 부호화 방식을 이용한다. SVC의 각 계층은 H.264/AVC와 동일한 방식의 인트라 예측과 인터 예측을 독립적으로 수행함으로써 계층 내의 중복된 정보를 제거한다. SVC의 향상 계층에서는 부호화 효율을 높이기 위해 이러한 독립된 부호화 방법뿐만 아니라 추가적으로 계층 간 예측 기법을 사용한다. 그림 6은 2개의 계층을 통해 공간, 화질의 확장성을 가지는 SVC 부호화 구조를 나타낸다. 입력된 비디오 영상은 공간적인 분해를 거쳐 각 공간적 계층에 할당된다. 각 계층은 독립된 부호화 모듈을 가지며 기본 계층은 H.264/AVC와 호환성을 가지기 위해 H.264/AVC와 같은 구조로 부호화된다. 향상 계층은 계층 간 존재하는 중복성을 최소화하기 위해 하위 계층에서 업샘플링(Upsampling)한 데이터를 참조데이터로 이용한다. 계층 간 예측은 예측 대상에 따라 계층 간 텍스처 예측, 계층 간 움직임 예측, 계층 간 잔여신호 예측으로 나누어진다[2,10,11].

계층 간 텍스처 예측(Intra\_BL모드)은 부호화하

려는 매크로블록에 대응하는 하위 계층의 블록이 인트라 예측 모드로 부호화된 경우, 하위 계층의 매크로블록을 복원한 후 복원된 매크로블록을 현재 부호화되는 계층의 해상도로 업샘플하고 그 신호를 예측 신호로 사용함으로써 계층 간 중복된 데이터를 제거하는 예측 방법이다. 이러한 방법으로 부호화되는 매크로블록의 모드를 Intra\_BL 모드라 하며 그림 7은 Intra\_BL 모드의 부호화 과정을 나타낸다.

업샘플링은 하위 계층의 대응 블록의 화소 값에 디블리킹 필터링을 수행하고 매크로블록 단위의 경계 확장 작업 후 보간하는 과정으로 이루어진다[2,3,10]. 보간 과정은 상위 계층과 하위 계층 간의 실제 공간 해상도 비율에 의해 결정된다. 이 비율이 짝수 배일 경우, 휘도 값에 대해서는 16개의 위상차를 갖는 4탭 보간 필터 중 계층 간 영상 크기 비율에 따라 선택 적용하며, 색차 값에 대해서는 복잡도 감소를 위해 2탭 선형 필터를 이용한다[4]. 이렇게 보간된 신호를 현재 블록의 참조 신호로 하여 중복된 정보를 제거하여 그 차이 값을 부호화한다.

2.3 기존의 빠른 인트라 부호화 기법

앞서 살펴보았듯이, H.264/AVC와 SVC의 인트라 예측에서 최적 모드를 결정하는 과정은 부호화 효율을 높이는 반면, 부호화 시간이 커지는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 최근까지 H.264/AVC 인트라 예측 모드의 계산 복잡도 감소를 위한 많은 연구들이 진행되어 왔다[12-15]. 특히, [14,

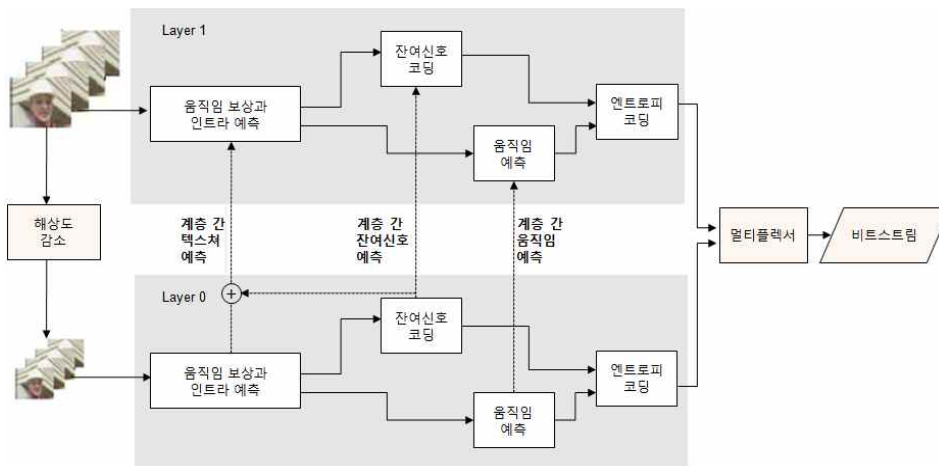


그림 6. 공간, 화질 계층을 가진 SVC 부호화 구조

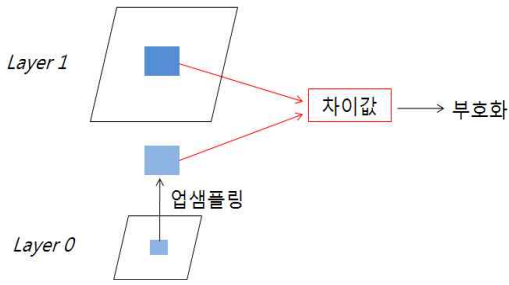


그림 7. Intra-Block Copy 모드

15]에서는 빠르게 블록 크기를 결정하여 계산 복잡도를 개선하는 방법을 제안하였다.

또한 SVC 공간적 향상 계층에서의 복잡도 개선을 위한 연구가 있었다[7,16-18]. Libo[7]와 He Li[16] 등은 향상 계층에서 인트라 예측 모드의 통계적 분포를 기반으로 예측 모드 후보를 제거함으로써 계산 복잡도를 감소시켰다. 그림 8은 Libo 기법의 흐름도를 나타낸다. 즉, 적게 분포하는 Intra8×8과 Intra16×16 블록 크기의 인트라 예측 모드를 제거함으로써 계산 복잡도를 개선하였다. 현재 부호화하는 매크로블록이 향상 계층이면 Intra-Block Copy 모드와 Intra4×4 블록 모드만 수행하여 최적의 모드를 선택하는 방법이다.

그러나 위의 방법은 인트라 예측 모드의 후보를 제거하여 빠른 부호화를 수행할 수는 있지만, 움직임이 크거나 평탄한 영역을 많이 포함하는 영상에서는 Intra16x16 모드를 완전히 제거함으로써 화질의 열화가 발생하는 단점이 있다. 특히 양자화 계수가 커질수록 Intra16x16 모드의 빈도가 커지므로 화질의 열화가 심화된다. 또한 전체 부호화 시간을 크게 줄이지도 못한다.

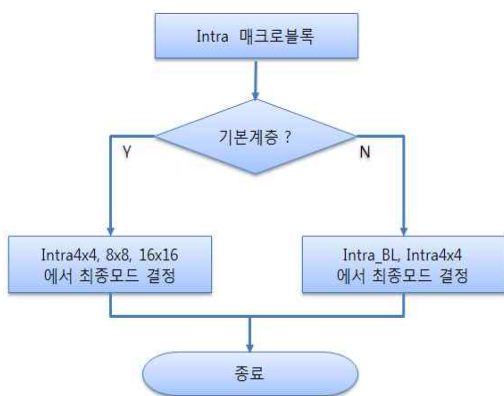


그림 8. Libo 기법의 흐름도

명진수[17] 등은 매크로블록의 복잡도 특성에 따른 화면 내 예측 모드를 분석하여 매크로블록의 복잡도를 측정하는 측정자를 제시하고, 그에 따른 화면 내 예측 모드의 후보 결정과 매크로블록의 화면 내 예측 모드 방법을 결정하고 Intra-Block Copy 모드의 RD 값을 사용하여 Intra-Block Copy 모드를 결정하는 방법을 제안하였다. 이 연구 또한 매크로블록의 복잡도를 측정하는 과정의 계산량이 추가되기 때문에 전체 부호화 시간을 크게 줄이는데 효과적이지 못하다. 본 논문의 이전 연구[18]에서는 Intra-Block Copy 모드의 RD 값을 이용하여 미리 Intra-Block Copy 모드를 선택한 후 나머지 모드를 다 수행하지 않고 대표적인 DC 모드만을 비교하여 빠른 인트라 예측 모드를 결정하는 방법을 제안하였다. 이 방법은 제한된 양자화 계수에 적용되었기 때문에 본 논문에서는 다양한 양자화 계수로 적용 가능하도록 확장하고, 비트량의 증가도 최소화하고자 한다.

### 3. 빠른 인트라 부호화를 위한 효율적인 모드 결정

본 장에서는 SVC의 인트라 예측 모드의 특성을 분석하여, 화질의 열화를 최소화하면서 계산 복잡도를 크게 감소시키는 방법을 제안한다.

#### 3.1 향상 계층의 인트라 예측 모드 특성

계산 복잡도를 감소하기 위해서는 부호화 과정의 예측 모드의 통계적 분포를 기반으로 모든 예측 모드를 수행하지 않고 예측 모드 후보를 제거하는 방법이 주로 이용된다. 따라서 본 절에서는 SVC의 향상 계층에서의 인트라 예측 모드의 통계적 분포를 조사하고 양자화 계수와 영상에 따른 특성을 분석한다. 표 1은 향상 계층에서의 인트라 예측 모드 통계 분포이다. 통계를 위한 실험은 다양한 특성을 보이는 영상을 대상으로 하여 SVC의 기본 참조 소프트웨어인 JSVM 9.16에서 이루어졌다.

향상 계층에서 인트라 예측 모드는 Intra-Block Copy, Intra4×4, Intra8×8, Intra16×16 모드 순으로 발생빈도가 높으며, 이 중 Intra-Block Copy 모드로 결정되는 확률이 평균 74.46%로 다른 모드에 비해 압도적으로 많음을 알 수 있다. 또한 양자화 계수가 커질수록 Intra-Block Copy 모드의 부호화 빈도는 증가하고 Intra4×4 모드는 감소하는 것을 볼 수 있다. 따라서 향상 계층

표 1. 향상 계층의 인트라 예측 모드 통계 분포 (단위: %)

| 영상(CIF)  | QP    | Intra_<br>BL | Intra<br>4×4 | Intra<br>8×8 | Intra<br>16×16 |
|----------|-------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| Bus      | 16    | 69.42        | 29.02        | 1.37         | 0.19           |
|          | 20    | 71.21        | 27.02        | 1.43         | 0.34           |
|          | 24    | 72.1         | 25.52        | 1.47         | 0.91           |
|          | 28    | 73.92        | 22.77        | 2.12         | 1.19           |
|          | 32    | 75.63        | 18.96        | 3.25         | 2.16           |
| 36       | 77.65 | 14.67        | 3.95         | 3.73         |                |
| Football | 16    | 89.59        | 9.29         | 1.07         | 0.05           |
|          | 20    | 89.95        | 8.47         | 1.49         | 0.09           |
|          | 24    | 89.66        | 8.14         | 1.75         | 0.45           |
|          | 28    | 87.46        | 8.14         | 3.08         | 1.32           |
|          | 32    | 85.84        | 6.75         | 4.04         | 3.37           |
| 36       | 85.46 | 4.52         | 3.04         | 6.98         |                |
| Foreman  | 16    | 69.71        | 27.53        | 1.4          | 1.36           |
|          | 20    | 71.22        | 25.57        | 1.35         | 1.86           |
|          | 24    | 73.06        | 23.31        | 1.57         | 2.06           |
|          | 28    | 74.76        | 20.14        | 2.37         | 2.73           |
|          | 32    | 77.84        | 14.97        | 3.53         | 3.66           |
| 36       | 79.01 | 10.86        | 4.86         | 5.27         |                |
| Mobile   | 16    | 69.83        | 28.97        | 1.01         | 0.19           |
|          | 20    | 71.37        | 27.08        | 1.10         | 0.45           |
|          | 24    | 74.07        | 24.29        | 1.00         | 0.64           |
|          | 28    | 78.02        | 20.12        | 1.10         | 0.76           |
|          | 32    | 81.94        | 15.80        | 1.18         | 1.08           |
| 36       | 84.37 | 12.42        | 1.77         | 1.44         |                |
| Crew     | 16    | 76.62        | 20.11        | 2.67         | 0.60           |
|          | 20    | 77.47        | 17.71        | 3.26         | 1.56           |
|          | 24    | 78.5         | 15.08        | 3.53         | 2.89           |
|          | 28    | 79.76        | 11.74        | 4.04         | 4.46           |
|          | 32    | 81.75        | 7.23         | 4.73         | 6.29           |
| 36       | 82.66 | 4.05         | 4.45         | 8.84         |                |
| City     | 16    | 63.61        | 33.05        | 3.07         | 0.27           |
|          | 20    | 66.01        | 30.25        | 3.40         | 0.34           |
|          | 24    | 68.20        | 27.32        | 3.81         | 0.67           |
|          | 28    | 71.80        | 22.52        | 4.64         | 1.04           |
|          | 32    | 76.61        | 15.15        | 6.45         | 1.79           |
| 36       | 81.13 | 8.08         | 7.59         | 3.20         |                |
| Harbuour | 16    | 53.49        | 43.77        | 2.71         | 0.03           |
|          | 20    | 57.03        | 39.81        | 3.12         | 0.04           |
|          | 24    | 59.63        | 37.03        | 3.23         | 0.11           |
|          | 28    | 60.32        | 35.25        | 4.20         | 0.23           |
|          | 32    | 61.08        | 31.52        | 6.94         | 0.46           |
| 36       | 62.27 | 25.52        | 11.08        | 1.13         |                |
| Soccer   | 16    | 69.39        | 21.17        | 9.09         | 0.35           |
|          | 20    | 72.36        | 18.34        | 8.61         | 0.69           |
|          | 24    | 72.81        | 16.87        | 8.75         | 1.57           |
|          | 28    | 72.81        | 13.93        | 10.19        | 3.07           |
|          | 32    | 75.88        | 8.96         | 8.78         | 6.38           |
| 36       | 79.70 | 5.81         | 6.42         | 8.07         |                |
| 전체평균     |       | 74.46        | 19.68        | 3.86         | 2.01           |

에서 Intra\_BL 모드로 결정되는 매크로블록을 미리 결정하면 Intra4×4, Intra8×8, Intra16×16 모드는 수행하지 않기 때문에 인트라 예측 모드의 계산량을 크게 줄일 수 있다.

3.2 Intra\_BL 모드의 분포 특성

부호화할 매크로블록의 인트라 예측 모드는 이전에 부호화된 인접한 매크로블록과 유사한 특성이 있다. 그림 9와 같이 현재 매크로블록보다 먼저 부호화된 위쪽, 위-오른쪽, 위-왼쪽, 왼쪽의 매크로블록들을 이웃 매크로블록이라고 한다.

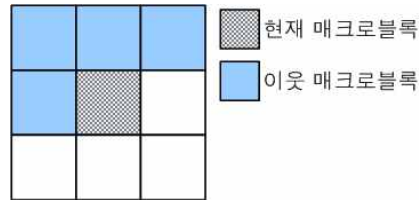


그림 9. 이웃 매크로블록

하나의 프레임 내에서 Intra\_BL 모드의 분포는 밀집되는 경향이 있다. 즉, 이웃 매크로블록이 Intra\_BL 모드로 결정된 경우, 현재 매크로블록이 Intra\_BL 모드로 예측될 확률이 높다. 따라서 이웃 매크로블록의 최종 예측 모드가 Intra\_BL 모드인지의 여부에 따라 현재 부호화하는 매크로블록의 Intra\_BL 모드를 미리 결정할 수 있다.

표 2는 이웃 MB 모드가 Intra\_BL 모드로 예측되었을 때, 현재 매크로블록이 Intra\_BL 모드로 예측된 경우의 분포를 나타낸다. 향상 계층에서 Intra\_BL

표 2. 이웃 MB 모드가 Intra\_BL일 때 현재 MB 모드가 Intra\_BL일 분포 (단위: %)

| 영상       | QP    |       |       |       |       |       |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|          | 16    | 20    | 24    | 28    | 32    | 36    |
| Bus      | 88.65 | 89.04 | 88.4  | 88.03 | 86.11 | 86.58 |
| Football | 95.50 | 96.01 | 95.65 | 94.01 | 92.68 | 91.90 |
| Foreman  | 90.01 | 89.58 | 90.04 | 90.36 | 89.71 | 89.05 |
| Mobile   | 85.18 | 86.03 | 86.90 | 88.25 | 89.18 | 89.04 |
| Crew     | 92.03 | 91.53 | 91.13 | 90.12 | 89.48 | 88.37 |
| City     | 75.76 | 76.83 | 78.37 | 79.74 | 81.69 | 85.41 |
| Harbour  | 67.73 | 71.52 | 72.56 | 71.13 | 69.42 | 70.59 |
| Soccer   | 83.44 | 85.31 | 84.98 | 82.83 | 83.15 | 84.42 |
| 전체평균     | 84.79 | 85.73 | 86.00 | 85.56 | 85.18 | 85.67 |

모드의 발생빈도는 전체 매크로블록의 53%~89%를 차지하며, 이웃 매크로블록 모드가 Intra\_BL 모드일 때 현재 매크로블록 모드가 Intra\_BL 모드로 예측될 경우는 85%~86%를 차지한다. 따라서 현재 매크로블록의 이웃 매크로블록이 Intra\_BL 모드로 예측된 경우, 현재 매크로블록의 모드는 Intra\_BL 모드로 부호화될 가능성이 크다고 할 수 있다. 이러한 특성을 이용하여 현재 부호화하는 매크로블록의 예측 모드를 Intra\_BL 모드로 미리 결정하여 인트라 예측 모드의 계산량을 크게 줄일 수 있다.

3.3 계층 간 인트라 예측 모드의 상관성

SVC는 계층 간 중복성이 있으므로 기본 계층과 향상 계층 간의 인트라 예측 모드의 상관관계를 알아보고자 기본 계층의 인트라 예측 모드에 따른 향상 계층의 인트라 예측 모드의 확률적 분포를 조사하였다.

표 3은 8개 영상(Bus, Football, Foreman, Mobile, Crew, City, Harbour, Soccer)의 계층 간 인트라 예측 모드에 대한 상관도를 측정된 결과이다. 기본 계층의 예측 모드가 각각 Intra4×4, Intra8×8, Intra16×16 일 때 향상 계층의 예측 모드 분포의 평균을 구하였다. 기본 계층의 예측 모드가 Intra4×4로 부호화되

표 3. 8개 영상의 계층 간 인트라 예측 모드 분포(단위 : %)

| QP | 기본 계층      | 향상 계층    |           |           |             | 전체  |
|----|------------|----------|-----------|-----------|-------------|-----|
|    |            | Intra_BL | Intra_4×4 | Intra_8×8 | Intra_16×16 |     |
| 16 | Intra4×4   | 57.91    | 25.09     | 2.18      | 0.29        | 100 |
|    | Intra8×8   | 12.05    | 1.42      | 0.59      | 0.05        |     |
|    | Intra16×16 | 0.25     | 0.12      | 0.03      | 0.04        |     |
| 20 | Intra4×4   | 56.48    | 22.43     | 2.29      | 0.49        | 100 |
|    | Intra8×8   | 15.07    | 1.70      | 0.63      | 0.09        |     |
|    | Intra16×16 | 0.53     | 0.14      | 0.04      | 0.10        |     |
| 24 | Intra4×4   | 55.59    | 19.97     | 2.31      | 0.80        | 100 |
|    | Intra8×8   | 16.79    | 2.02      | 0.74      | 0.19        |     |
|    | Intra16×16 | 1.11     | 0.21      | 0.09      | 0.18        |     |
| 28 | Intra4×4   | 52.80    | 16.65     | 2.60      | 1.10        | 100 |
|    | Intra8×8   | 19.66    | 2.43      | 1.13      | 0.41        |     |
|    | Intra16×16 | 2.38     | 0.25      | 0.24      | 0.35        |     |
| 32 | Intra4×4   | 47.48    | 11.79     | 2.85      | 1.58        | 100 |
|    | Intra8×8   | 23.91    | 2.75      | 1.59      | 0.86        |     |
|    | Intra16×16 | 5.64     | 0.35      | 0.43      | 0.79        |     |
| 36 | Intra4×4   | 39.50    | 7.64      | 2.78      | 1.70        | 100 |
|    | Intra8×8   | 27.55    | 2.70      | 2.10      | 1.49        |     |
|    | Intra16×16 | 11.98    | 0.40      | 0.51      | 1.66        |     |

었을 때 향상 계층에서의 예측 모드 분포를 살펴보면, Intra\_BL과 Intra4×4 모드의 분포가 높으며 Intra8×8, Intra16×16 분포도 무시할 수 없다.

기본 계층의 예측 모드가 Intra8×8 또는 Intra16×16로 부호화되었을 때 향상 계층에서의 예측 모드 분포를 살펴보면, 낮은 양자화 계수에서는 Intra\_BL과 Intra4×4로 예측되는 확률이 높다. 하지만 양자화 계수가 커짐에 따라 기본 계층의 예측 모드가 Intra8×8로 부호화된 경우에는 향상 계층에서의 Intra8×8 예측 모드 분포가 커지고 있으며, 기본 계층의 예측 모드가 Intra16×16로 부호화되었을 때는 향상 계층에서의 Intra16×16 예측 모드 분포가 Intra4×4 예측 모드 분포보다 큰 것을 알 수 있다. 따라서 현재 부호화하는 매크로블록에 대응하는 기본 계층의 예측 모드의 특성과 양자화 계수에 따른 예측 모드의 분포를 이용하여 인트라 예측의 후보 모드를 줄일 수 있다.

3.4 제안하는 빠른 인트라 예측 모드 결정 방법

제안 기법은 크게 2단계로 이루어진다. 1단계에서는 Intra\_BL 모드의 RD 값을 이웃 매크로블록의 최적 RD 값과 비교하고 이웃 매크로블록의 최적 예측 모드와 유사한 특성을 이용하여 Intra\_BL 모드를 미리 결정한다. 2단계에서는 기본 계층과 향상 계층의 인트라 예측 모드의 상관성을 이용하여 인트라 예측의 후보 모드를 선택적으로 줄임으로써 전체 부호화 시간을 감소시킨다.

3.4.1 Intra\_BL 모드 미리 결정

표 1의 분포를 보면 향상 계층에서의 매크로블록은 Intra\_BL 모드로 부호화되는 경우가 압도적으로 많다. 또한 양자화 계수가 커질수록 Intra\_BL 모드의 부호화 빈도가 증가하는 것을 볼 수 있다. 따라서 Intra\_BL 모드로 결정되는 매크로블록을 미리 결정하면 인트라 예측 모드의 계산 복잡도를 크게 줄일 수 있다.

제안하는 방법은 Intra\_BL 모드로 부호화되는 매크로블록을 미리 결정하기 위하여, Intra\_BL 모드의 RD 값을 먼저 계산하여 이웃 매크로블록의 최적 RD 값과 비교한다. 인트라 예측은 장면 내 상관성을 가지는 공간적 정보를 통해 예측하므로 이웃 매크로블록의 RD 값과 비슷한 경향이 있으며 실험을 통한

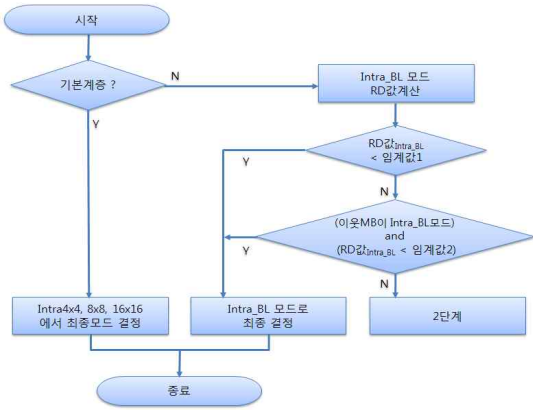


그림 10. 향상계층의 인트라 예측모드 선택에 대한 제안기법 (1단계)

통계적 분포로 확인할 수 있었다.

그림 10은 Intra\_BL 모드를 먼저 결정하기 위한 1단계의 흐름도를 나타낸다. 현재 인트라 매크로블록이 기본 계층이면 H.264/AVC와 같이 인트라 예측 모드를 모두 수행하여 최종 모드를 결정한다. 향상 계층이면 Intra\_BL 모드의 RD 값을 계산하여 이 값이 임계값1보다 작으면 현재 매크로블록은 Intra\_BL 모드로 최종 결정되고 예측 모드 선택을 종료한다. 임계값1의 크기를 변화시킴에 따라 화질과 부호화 시간을 조절할 수 있으며, 제안 방법에서는 화질의 열화를 최소화하도록 임계값1의 크기를 설정하였다.

그리고 부호화 시간을 더욱 감소하기 위해서 Intra\_BL 모드를 미리 결정하는 방법을 추가하였다. 현재 매크로블록의 이웃 매크로블록이 Intra\_BL 모드로 부호화되고 현재 매크로블록의 Intra\_BL 모드의 RD 값이 임계값2보다 작으면, 인트라 예측 모드를 Intra\_BL 모드로 결정하고 예측 모드 선택을 종료한다.

임계값1, 임계값2의 수식은 (1), (2)와 같이 나타낸다. 임계값1은 이웃 매크로블록의 RD 값 평균에 오차허용 범위를 뺀 값을 의미하며, 임계값2는 이웃 매크로블록의 RD 값 평균에 오차허용 범위를 더한 값을 의미한다.

$$\text{임계값1} = \frac{\sum RD \text{ 값(이웃 MB)}}{N} \times \alpha, \quad (0 < \alpha \leq 1) \quad (1)$$

$$\text{임계값2} = \frac{\sum RD \text{ 값(이웃 MB)}}{N} \times \beta, \quad (\beta > 1) \quad (2)$$

여기서 MB는 매크로블록이고 N은 이웃 매크로블

록의 개수이다.  $\alpha$ 는 화질의 열화를 최소화하기 위해서 1보다 작은 값으로 설정하고, 부호화 시간을 추가적으로 감소하기 위해서  $\beta$ 는  $\alpha$ 보다 큰 값인 1보다 크게 설정하여 Intra\_BL 모드를 미리 결정한다.

$$\alpha' = \alpha - m, \quad \beta' = \beta - n, \quad (0 < m < \alpha, 0 < n < \beta, \alpha' < \beta') \quad (3)$$

$$\alpha' = \alpha + m, \quad \beta' = \beta + n, \quad (0 < m < \alpha, 0 < n < \beta, \alpha' < \beta') \quad (4)$$

또한  $\alpha, \beta$ 를  $\alpha', \beta'$ 로 변화함으로써 전체 부호화 시간과 화질의 열화를 조절할 수 있다.  $\alpha', \beta'$ 를 수식 (3)과 같이 작은 값으로 변화시키면  $\alpha, \beta$ 일 때보다 화질의 열화는 거의 없지만 전체 부호화 시간의 감소율은 작아진다. 수식 (4)와 같이  $\alpha', \beta'$ 를  $\alpha, \beta$ 보다 큰 값으로 변화시키면 최적 모드로 Intra\_BL 모드가 미리 결정될 확률이 높아져  $\alpha, \beta$ 일 때보다 부호화 시간 감소율은 더 크지만 화질의 열화가 더 많이 발생한다. 따라서 네트워크 환경, 단말기 등의 상황을 고려하여 적응적으로  $\alpha, \beta$ 를 선택할 수 있다. 본 논문에서는 실험을 통하여 화질의 열화는 거의 없이 전체 부호화 시간은 50%정도 감소하도록  $\alpha, \beta$ 를 설정하였다.

3.2절에서 살펴본 바와 같이, 이웃 매크로블록 모드가 Intra\_BL 모드일 때 현재 매크로블록 모드가 Intra\_BL 모드로 예측된 확률은 85%~86%를 차지한다. 이 분포를 이용하여 현재 매크로블록의 이웃 매크로블록이 Intra\_BL 모드로 예측된 경우 현재 매크로블록의 모드를 Intra\_BL 모드로 결정하면 화질의 열화가 발생할 수 있다. 따라서 이웃 매크로블록이 Intra\_BL 모드로 부호화되고 현재 매크로블록의 Intra\_BL 모드의 RD 값이 임계값2보다 작으면 Intra\_BL 모드로 결정하고 선택을 종료한다. 이렇게 하면 Intra\_BL 모드로 결정되는 매크로블록을 미리 결정하여 인트라 예측 모드의 계산량을 크게 줄일 수 있다.

### 3.4.2 계층 간 상관관계 이용

그림 10에서 Intra\_BL 모드로 미리 결정이 되지 않으면 2단계를 수행한다. 그림 11에서 설명하는 제안 기법의 2단계는 기본 계층의 인트라 예측 모드에 따라 향상 계층의 인트라 예측 모드 후보를 선택적으로 줄이는 방법이다.

3.3절에서 살펴보았듯이, 기본 계층의 대응 블록의



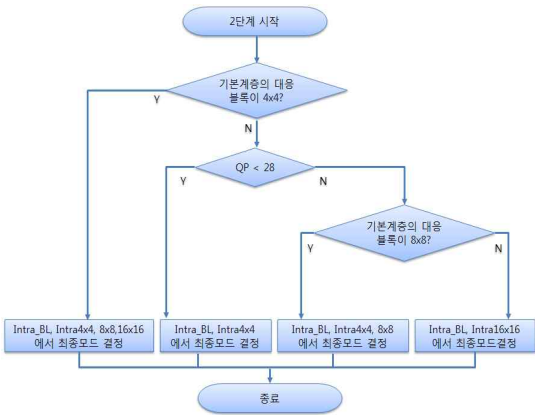


그림 11. 향상계층의 인트라 예측모드 선택에 대한 제안기법 (2단계)

예측 모드가 Intra4×4 이면 Intra<sub>BL</sub>, Intra4×4, Intra8×8, Intra16×16 중에서 최종 모드를 결정한다. 그렇지 않은 경우에는 표 3의 분포와 같이 양자화 계수가 28보다 작으면 Intra<sub>BL</sub>과 Intra4×4로 예측 되는 확률이 높기 때문에, 대응 블록의 예측 모드가 Intra8×8 또는 Intra16×16이고 양자화 계수가 28보다 작을 때는 Intra<sub>BL</sub> 모드와 Intra4×4 모드 중에서 최종 결정한다. 그러나 양자화 계수가 28보다 크거나 같을 경우에는, 기본 계층의 대응 블록의 예측 모드가 Intra8×8이면 Intra<sub>BL</sub> 모드와 Intra4×4, Intra<sub>8</sub>×8 모드 중에서 최종 결정하고, 기본 계층의 대응 블록의 예측 모드가 Intra16×16이면 Intra<sub>BL</sub> 모드와 Intra16×16 모드 중에서 최종 결정한다.

#### 4. 실험 및 성능평가

본 장에서는 제안하는 빠른 인트라 부호화를 위한 효율적인 모드 결정 방법의 성능을 평가한다. 제안한 방법은 향상 계층의 인트라 부호화 과정에서 계산 복잡도를 감소시켜 전체 부호화 시간을 줄이는데 중점을 둔다. JSVM 9.16과 2.3절에서 설명한 Libo 기법, 제안 기법을 JSVM 기반으로 실험하여 화질, 비트율, 전체 부호화 시간을 비교한다.

##### 4.1 실험 환경

SVC 표준에서 제공하는 참조 소프트웨어 JSVM 9.16을 이용하여 테스트 영상에 대한 실험을 수행하였다. 사용된 영상은 움직임이 적은 영상부터 움직임

표 4. 실험 환경

|            |                      |               |
|------------|----------------------|---------------|
| 해상도        | 기본계층                 | QCIF(176×144) |
|            | 향상계층                 | CIF(352×288)  |
| 프레임/초      | 15 fps               |               |
| GOP구조      | I - I - I - I - I -  |               |
| 무손실 부호화 방법 | CAVLC                |               |
| QP         | 16,20,24,28,32,36,40 |               |

이 많은 영상, 고정적인 객체와 배경이 변하는 영상 등 다양한 특성을 고려하여 적용하였다. 인트라 예측 모드 결정 실험에서 전체 영상은 인트라 프레임으로 부호화하였고, 프레임 수는 130개이다. 표 4는 제안한 인트라 모드의 성능 실험 환경을 나타낸다.

성능을 평가하기 위해서 JSVM 9.16, Libo 기법, 제안 기법의 화질, 비트율, 시간을 측정 한 후, 각 측정 단위에 대한 변화량을 이용한다. 측정 단위의 변화량을 나타내는 ΔPSNR, ΔBitrate, TS은 아래 수식과 같이 계산하였다.

$$\Delta PSNR = PSNR_{JSVM} - PSNR_{proposed} \quad (5)$$

$$\Delta Bitrate = \frac{Bitrate_{proposed} - Bitrate_{JSVM}}{Bitrate_{JSVM}} \times 100(\%) \quad (6)$$

$$TS = \frac{Time_{JSVM} - Time_{proposed}}{Time_{JSVM}} \times 100(\%) \quad (7)$$

여기서  $PSNR_{JSVM}$ ,  $Bitrate_{JSVM}$ ,  $Time_{JSVM}$ 는 SVC 참조 소프트웨어 JSVM 9.16을 이용하여 부호화하였을 때 PSNR, Bitrate, 전체 부호화 시간을 나타내며,  $PSNR_{proposed}$ ,  $Bitrate_{proposed}$ ,  $Time_{proposed}$ 는 동일한 조건에서 제안한 방법을 이용하였을 때의 PSNR, Bitrate, 전체 부호화 시간을 의미한다.

##### 4.2 성능평가

JSVM은 표준의 모든 예측 모드에 대해 인트라 부호화를 수행한 결과이고, Libo 기법은 현재 부호화하는 매크로블록이 향상 계층이면 Intra<sub>BL</sub> 모드와 Intra4×4 블록 모드만 수행하여 최적의 모드를 선택하는 기법의 결과이다. 표 5와 그림 12는 각 영상별 Libo 기법과 제안 기법의 전체 부호화 시간 감소량을 나타낸다. JSVM 9.16과 비교하여 Libo 기법은 평균 27.99% 부호화 시간 감소를 보이는 반면, 제안 기법은 평균 52.55%의 감소로 부호화 시간을 크게 감소시켰다.

표 5. 실험 영상별 Libo기법과 제안기법의 평균 전체 부호화 시간 감소율

| 영상       | Libo기법 TS (%) | 제안기법 TS (%) |
|----------|---------------|-------------|
| Football | 28.98         | 51.94       |
| Foreman  | 28.35         | 51.51       |
| Bus      | 29.78         | 52.74       |
| Mobile   | 25.87         | 51.39       |
| Crew     | 27.86         | 56.32       |
| City     | 29.31         | 54.62       |
| Soccer   | 27.94         | 53.74       |
| Harbour  | 25.84         | 48.15       |

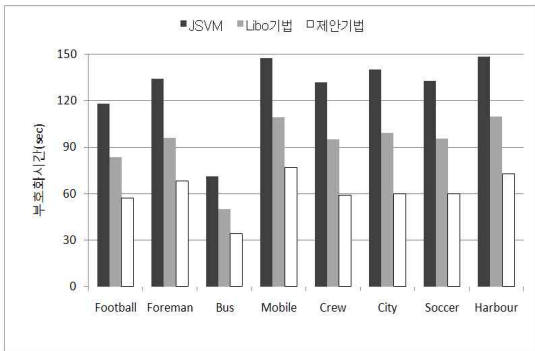


그림 12. JSVM, Libo기법과 제안기법의 시간 비교

표 6과 표 7은 JSVM 9.16의 화질, 비트율, 부호화 시간을 기준으로 Libo 기법과 제안 기법의 각 측정 단위에 따른 변화량을 나타낸 것이다. 그림 13과 그림 14는 양자화 계수를 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40로 변화시키면서 실험한 각 영상 RD 그래프를 나타낸다. 제안 기법은 부호화 시간을 크게 감소시키면서도 JSVM 9.16과 비트율에 따른 화질의 차이가 거의 없음을 알 수 있다.

표 6. Football 영상의 JSVM, Libo기법, 제안기법에서의 성능 비교

| QP | JSVM9.16  |                  | Libo기법             |                      |        | 제안기법               |                      |        |
|----|-----------|------------------|--------------------|----------------------|--------|--------------------|----------------------|--------|
|    | PSNR (dB) | Bitrate (kbit/s) | $\Delta$ PSNR (dB) | $\Delta$ Bitrate (%) | TS (%) | $\Delta$ PSNR (dB) | $\Delta$ Bitrate (%) | TS (%) |
| 16 | 46.603    | 4470.754         | -0.002             | 0.00                 | 30.66  | -0.018             | 0.35                 | 51.85  |
| 20 | 43.340    | 3173.825         | -0.004             | 0.01                 | 29.63  | -0.009             | 0.32                 | 55.67  |
| 24 | 40.389    | 2237.996         | -0.003             | 0.04                 | 30.13  | -0.002             | 0.29                 | 49.37  |
| 28 | 37.465    | 1519.541         | 0.009              | 0.14                 | 28.10  | 0.008              | 0.34                 | 56.97  |
| 32 | 34.550    | 967.271          | 0.006              | 0.40                 | 28.38  | 0.004              | 0.41                 | 48.60  |
| 36 | 31.994    | 597.325          | -0.012             | 1.17                 | 28.66  | -0.005             | 0.63                 | 49.03  |
| 40 | 29.682    | 363.947          | -0.026             | 2.30                 | 27.31  | -0.014             | 0.74                 | 52.07  |

표 7. Foreman 영상의 JSVM, Libo기법, 제안기법에서의 성능 비교

| QP | JSVM9.16  |                  | Libo기법             |                      |        | 제안기법               |                      |        |
|----|-----------|------------------|--------------------|----------------------|--------|--------------------|----------------------|--------|
|    | PSNR (dB) | Bitrate (kbit/s) | $\Delta$ PSNR (dB) | $\Delta$ Bitrate (%) | TS (%) | $\Delta$ PSNR (dB) | $\Delta$ Bitrate (%) | TS (%) |
| 16 | 46.419    | 4519.151         | 0.000              | 0.04                 | 30.17  | -0.055             | 0.35                 | 47.22  |
| 20 | 43.027    | 3142.452         | -0.002             | 0.05                 | 29.79  | -0.033             | 0.49                 | 56.36  |
| 24 | 40.063    | 2128.979         | -0.004             | 0.10                 | 29.42  | -0.034             | 0.65                 | 47.33  |
| 28 | 37.355    | 1401.127         | -0.006             | 0.22                 | 29.72  | -0.025             | 0.75                 | 56.70  |
| 32 | 34.622    | 878.047          | -0.009             | 0.58                 | 28.28  | -0.016             | 0.68                 | 47.08  |
| 36 | 32.168    | 541.770          | -0.026             | 1.28                 | 25.92  | -0.040             | 0.97                 | 52.12  |
| 40 | 29.792    | 327.419          | -0.042             | 2.74                 | 25.17  | -0.042             | 1.22                 | 53.74  |

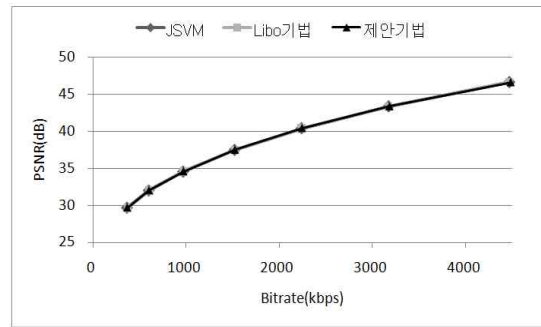


그림 13. Football 영상의 RD 그래프

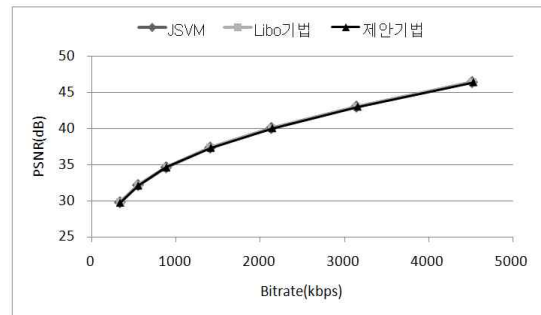


그림 14. Foreman 영상의 RD 그래프

실험 결과, 제안한 기법은 JSVM 9.16과 비교하여 PSNR 값이 크게 차이가 없음을 알 수 있다. Libo 기법의 경우 JSVM 9.16과 비교하여 평균 0.56%의 비트율이 증가하고 0.010dB의 PSNR이 감소하였다. 제안 기법은 평균 0.78%의 비트율이 증가하고 0.025dB의 PSNR이 감소하였다. 이는 매우 미미한 압축률과 화질의 변화로 볼 수 있다. 반면 전체 부호화 시간 감소율은 Libo 기법에 비해 제안 기법이 크게 개선되었다.

그리고 양자화 계수가 40일 때 Football, Foreman, Crew, City, Soccer, Harbour 영상은 Libo 기법에 비해 제안 기법의 비트율 증가가 더 작았다. 이는 양자화 계수가 증가함에 따라 Intra16×16 모드의 분포가 증가하는데 관련 기법에서는 이 모드를 후보에서 완전히 제외하였기 때문에 발생하는 오차이다.

## 5. 결론 및 향후 연구방향

SVC는 하나의 기본 계층과 여러 개의 향상 계층으로 구성된 다중 계층 부호화 구조를 가지고 있어 부호화기의 복잡도가 매우 높다. 따라서 실시간 서비스를 위해서는 계산 복잡도를 줄이는 연구가 필요하다.

본 논문에서는 SVC의 공간적 향상 계층에서 인트라 부호화 연산의 복잡도를 줄여 최소한의 화질 열화로 부호화 시간을 줄이는 방법을 제안하였다. 제안 기법은 Intra\_BL 모드의 RD 값을 먼저 계산하여 미리 결정하는 1단계, 계층 간의 인트라 모드 상관성을 이용하여 인트라 예측 후보 모드를 선택적으로 줄이는 2단계로 이루어진다. 실험결과 JSVM 9.16보다 화질과 압축률의 변화는 거의 없이 전체 부호화 시간은 52.55% 감소하였다.

향후에는 기본 계층의 인트라 예측 모드와 향상 계층의 인트라 예측 모드 사이의 상관성뿐만 아니라 향상 계층의 하위 계층들의 인트라 예측 모드의 상관 관계를 분석하여 여러 계층의 SVC의 인트라 부호화 계산 복잡도를 줄이는 기법에 관한 연구를 진행하고자 한다.

## 참 고 문 헌

- [1] Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG (ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6), "Joint Draft ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10 / Amd.3 Scalable video coding," JVT-X201, Geneva, Switzerland, 2007.
- [2] Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG (ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6), "Joint Scalable Video Model JSVM-12 text," JVT-Y202, Shenzhen, CN, Oct. 2007.
- [3] H. Schwarz, D. Marpe, and T. Wiegand, "Overview of the Scalable Video Coding Extension of the H.264/AVC Standard," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol.17, No.9, pp.1103-1120, 2007.
- [4] C. Andrew Segall, and G. J. Sullivan, "Spatial Scalability Within the H.264/AVC Scalable Video Coding Extension," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol.17, No.9, pp.1121-1135, 2007.
- [5] K. De Wolf, D. De Schrijver, S. De Zutter, and R. Van de Walle, "Analysis of Prediction Mode Decision in Spatial Enhancement Layers in H.264/AVC SVC," CAIP, LNCS 4673, pp. 848-855, 2007.
- [6] Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG (ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6), "JSVM software," JVT-AC203, Busan, KR, 2008.
- [7] L. Yang, Y. Chen, J. Zhai, and F. Zhnag, "Low Complexity Intra Prediction for Enhancement Layer," JVT-Q084, Nice FR, 2005.
- [8] 조중휘, 손요안 공역, *H.264 and MPEG-4*, 홍릉과학출판사, pp. 221-257, 2004.
- [9] 정제창 역, *H.264/AVC 비디오 압축 표준*, 홍릉과학출판사, pp. 124-131, 288-301, 2007.
- [10] 호요성, 김승환, *Scalable 비디오 압축 표준 방식의 이해*, 두양사, pp. 127-141, 2007.
- [11] 최해철, 강정원, 배성준, 유정주, "스케일러블 비디오 표준화 동향," 한국통신학회지(정보와 통신), 제24권, 제4호, pp. 5-14, 2007.
- [12] 천성환, 신광무, 강진미, 정기동, "H.264/AVC의 빠른 부호화를 위한 효율적인 모드 결정과 탐색 영역 제한," 멀티미디어학회논문지, 제13권, 제2호, pp.185-195, 2010.
- [13] K. Chang, A. Men, and W. Zhang, "Fast Intra Prediction Mode Decision for H.264/AVC," 2009 ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management, IEEE Conferences, Vol.3, pp. 69-73, 2009.

- [14] S. Kim, T. Lee, and K. Chung, "An Efficient and Fast Block Size Decision Exploiting Boundary Information on Inner Block for H.264/AVC Intra Prediction," *IEEE SSIAP SouthWest Symposium on Image Analysis and Interpretation*, pp. 101-104, 2008.
- [15] F. Ren and J. Dong, "Fast and Efficient Intra Mode Selection for H.264/AVC," *Computer Modeling and Simulation, 2010. ICCMS '10. Second International Conferences, Vol.2*, pp. 202-205, 2010.
- [16] H. Li, Z. G. Li, and C. Wen, "Fast Mode Decision Algorithm for Inter-Frame Coding in Fully Scalable Video Coding," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol.16, No.7, pp. 889-895, 2006.
- [17] 명진수, 박성재, 심동규, 김병규, 오승준, "공간 향상 계층에서 효율적인 화면 내 예측 모드 선택 방법," *방송공학회논문지*, 제12권, 제5호, pp. 491-502, 2007.
- [18] 조미숙, 강진미, 정기동, "SVC에서 빠른 인트라 예측을 위한 효율적인 모드 결정 방법," *정보과학회논문지*, 제15권, 제4호, pp. 280-283, 2009.



**조 미 숙**

1988년 부산대학교 전산통계학과 졸업(학사)  
 2003년 동아대학교 정보컴퓨터교육전공(석사)  
 2010년 부산대학교 멀티미디어협동과정(박사)  
 현재 부산대학교 정보전산원 강사  
 관심분야: 멀티미디어 압축, 스케일러블 코딩



**강 진 미**

2003년 부산대학교 정보컴퓨터공학부 졸업(학사)  
 2005년 부산대학교 컴퓨터공학과 졸업(석사)  
 2005년~2007년 LG전자 MC사업부 근무

2007년~현재 부산대학교 컴퓨터공학과 박사과정  
 관심분야: 3D 비디오 코딩, 멀티미디어 압축, 스케일러블 코딩



**정 기 동**

1973년 서울대학교 졸업(학사)  
 1975년 서울대학교 대학원 졸업(석사)  
 1986년 서울대학교 계산통계학과 졸업(이학박사)  
 1978년~현재 부산대학교 컴퓨터공학과 교수

관심분야: 영상 부호화, 파일 시스템, 멀티미디어 통신, 병렬처리