

스케일러블 비디오 부호화에서 공간 계층간 움직임 벡터 예측을 이용한 고속 모드 결정

*이범식 *김문철 **함상진 **이근식 **박창섭

*한국정보통신대학교(ICU) **한국방송공사(KBS)

{bslee, mkim}@icu.ac.kr, {cashy, kslee22, changseob}@kbs.co.kr

Fast Block Mode Decision of Spatial Enhancement Layer using Interlayer Motion Vector Estimation in Scalable Video Coding

*Lee, Bumshik *Kim, Munchurl **Hahm, Sangjin **Lee, Keunsik **Park, Changseob

*Information and Communications University **Korea Broadcasting System

요약

스케일러블 비디오 코딩(SVC, Scalable Video Coding)은 MPEG(Moving Picture Expert Group)과 VCEG (Video Coding Expert Group)의 JVT(Joint Video Team)에 의해 현재 표준화 되고 있는 새로운 압축 표준 기술이며 시간, 공간 및 화질의 스케일러빌리티를 지원하기 위해 계층 구조를 가지고 있다. 공간적 스케일러빌리티를 위해 기본 계층으로부터 텍스처, 움직임 그리고 잔차신호 정보를 예측하여 사용한다. 그러나 고효율의 압축효과를 얻기 위해 기존의 방식에서는 기본계층에서 얻은 세가지 정보이외에 현재 향상 계층에서 자체적으로 얻은 부호화 정보를 비교하여 최소의 RD(Rate Distortion) 비용을 가지는 정보를 이용하여 부호화 하도록 되어 있다. 하지만 이러한 방식은 향상 계층에서 인터 모드 결정 시 16x16, 16x8, 8x16, 8x8, 8x4, 4x8, 4x4 블록 모드에 대한 움직임 벡터 예측 및 보상 과정을 거쳐야 하기 때문에 향상 계층에서의 부호화 복잡도는 기본 계층에 비해 상당히 증가하게 된다.

본 논문에서는 기본계층에서 예측한 움직임 벡터 정보를 이용하여 향상 계층에서 모드 결정을 고속화하는 방법에 대해 소개한다. 제안된 방법은 기본 계층에서 예측한 블록모드 중에서 큰 블록인 16x16 블록에서 움직임 벡터가 (0, 0) 일 경우에 대하여 향상 계층에서는 16x16 매크로 블록에 대해서만 움직임 예측 및 보상을 수행함으로써 향상 계층에서 움직임 모드 결정을 조기에 완료하게 된다. 이것은 하위 공간 계층에서 예측한 움직임 벡터 정보가 아주 작을 때는 큰 블록 크기로 모드로 결정되는 일반적인 원리를 이용한 것이고 이 제안 방법을 이용하였을 경우 향상계층에의 모드 결정과정을 고속화함으로써 전체 스케일러블 비디오 부호화의 연산량 및 복잡도를 최대 70%까지 감소 시켰다. 그러나 연산량 감소에 따른 비트율의 증가와 화질 열화는 각각 최대 1.32%와 최대 0.11dB로 무시할 수 있을 정도로 작음을 확인 하였다.

1. 서론

스케일러블 비디오 부호화 (SVC, Scalable Video Coding) [1]은 H.264/AVC의 확장 버전으로 시간, 공간 및 화질적 스케일러빌리티를 지원한다. SVC는 MPEG (Moving Picture Expert Group)과 VCEG (Video Coding Expert Group)에 의해 구성된 JVT (Joint Video Team)에 의해 현재 표준화가 진행 중이다. SVC는 공간적 스케일러빌리티를 지원하기 위하여 기본 계층으로부터 향상 계층으로 세가지 정보를 예측한다. 그것을 계층간 텍스처 예측(Interlayer Texture Prediction), 계층간 움직임 벡터 예측(Interlayer Motion Vector Prediction) 그리고 계층간 차분 신호 예측(Interlayer Residual Prediction)이라고 한다 [1]. 이중에서 계층간 텍스처 예측은 하위 계층의 블록이 화면내(Intra) 예측 모드로 부호화 되었을 경우, 하위 계층의 대한 부호화된 텍스처에 대하여 복원한 후 복원한 텍스처에 대해 향상 계층의 해상도만큼 업샘플링하여 예측신호로 사용한다. 계층간 움직임

벡터 예측은 하위 계층의 움직임 벡터를 이용하여 향상 계층에서 재사용하는 것을 의미한다. 이 경우 하위 계층의 움직임 벡터를 그대로 이용하면 1/4 픽셀 정밀도로 얻는 기본 계층의 움직임 벡터가 2배로 업샘플링되므로 움직임 벡터 정밀도를 1/4 픽셀 수준으로 유지해 주기 위해서 1/4 픽셀 보정 과정을 거친다. 이 경우 보정 과정에서 텍스처의 보간(interpolation) 과정을 거쳐야 하기 때문에 처리해야할 데이터량이 증가하게 된다. 마지막으로 계층간 차분 신호 예측은 하위 계층에 대한 차분 신호를 업샘플링 필터를 이용하여 업샘플링하고 현재 계층에 대한 차분신호와의 차이를 구해 부호화하는 방식이다. 그림 1은 SVC 부호화기에서 공간 스케일러빌리티를 수행하기 위한 계층 구조를 나타낸다.

이렇게 공간적 스케일러빌리티를 수행하기 위해 하위 계층에 정보를 이용하여 예측하고, 이 정보를 바탕으로 부호화를 수행하거나 그림 1에서 보는 바와 같이 H.264/AVC 기반으로 각 계층에서 독립적으로 부호화를 수행하기도 한다. 이러한 부호화 방식은 각 정보에 대해

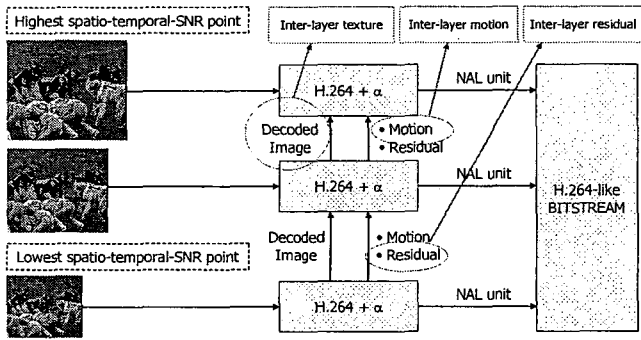


그림 1 SVC 부호화기의 다중 계층 구조

RD-cost를 최소화하는 정보를 선택하여 부호화하기 때문에 부호화 효율을 증대할 수 있는 장점이 있으나 반복적인 연산으로 인해 많은 계산량이 요구된다. 따라서, 기본 계층의 정보를 적절히 이용하여 RD 성능을 저하시키지 않으면서 불필요한 연산을 제거함으로써 부호화 속도를 증가시킬 수 있다.

SVC에서 공간적 스케일러빌리티에 대한 부호화 속도 개선에 대한 연구들이 많이 진행되지 않았다. 왜냐하면 SVC의 표준화가 현재까지 진행 중이며 부호화기의 복잡도 개선보다는 부호화효율의 증가시키는 데 많은 노력을 기울이고 있기 때문이다. SVC 부호화기는 각 스케일러빌리티 별로 계층 구조를 갖고 있기 때문에 높은 부호화 효율에 수반하는 복잡한 구조를 가지고 있으며 복잡도 개선이 많이 요구되는 부분이다. 따라서 향후 많은 연구가 진행되어야 할 것이다. 그럼에도 불구하고 He Li *et al*은 공간적인 스케일러빌리티에 대한 복잡도 개선을 위해 항상 계층에서 프레임 간 모드 결정 시 하위 계층에 대한 모드를 판별하여 항상 계층에서 16x16, 16x8, 8x16, 8x8, 8x4, 4x8, 4x4 등 총 7개 모드 중 후보 모드를 줄여 나감으로써 고속 블록 모드 결정을 할 수 있는 알고리즘을 제안하였다 [3]. 예를 들어, 기본 계층에서 예측된 모드가 16x8이면 항상 계층에서의 동일한 공간 지점에서는 16x8과 8x8만을 후보 모드로 선택하여 움직임 벡터 예측 및 모드 결정을 수행하므로 부호화 시간을 크게 단축시킬 수가 있다.

본 논문에서는 기본 계층에서 예측되는 세 가지 정보 중에서 움직임 벡터가 (0, 0)인 매크로 블록일 경우 항상 계층에서는 16x16 블록으로 모드를 결정하고 움직임 벡터 예측 및 모드 결정을 조기에 완료하는 알고리즘을 소개한다. 본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 SVC의 공간적 항상 모드에서 모드 결정 방법이 소개된다. 3장과 4장에서는 ZMB (Zero Motion Block)에 대해 정의하고 ZMB 발생에 대한 통계적인 특징을 관찰한다. 그리고 그것을 이용한 제안 알고리즘에 대하여 설명한다. 5장에서는 제안 알고리즘을 이용하여 복잡도 감소와 성능유지 측면에서 실험결과를 보인다. 6장에서 결론으로 본문을 마친다.

2. SVC 부호화기의 공간적 항상 계층에서 모드 결정

그림 2는 SVC 부호화기의 항상 계층에서의 모드 결정 과정에 대한 그림이다. 먼저 항상 계층에서 같은 공간 지점의 기본 계층이 화면 내(Intra) 예측모드로 부호화되었을 경우 상위 계층에서는 하위 계층의 텍스처 정보와 상위 계층의 텍스처 정보만을 이용하여 두 계층의 차만을 부호화한다. 이러한 방식을 Intra_BL 모드라고 하며 하위 계층의 텍스처 정보를 업샘플링할 때는 업샘플링 필터 [1, -5, 20, 20, -5, 1]/32를 이용하여 업샘플링한다. Intra_BL 예측시 하위 계층으로 업샘

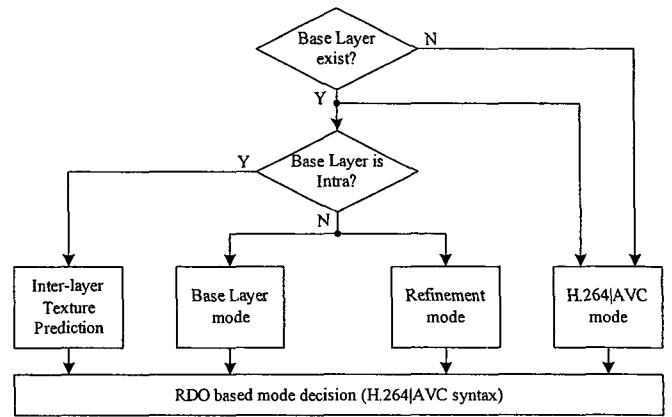


그림 2 SVC 부호화기의 RDO based 모드 결정 [4]

플링하기 위해서는 16x16 블록 크기일 경우 패딩과 디블록킹 필터를 거쳐 블로킹 현상을 제거한 후에 업샘플링 필터를 적용한다 [1]. 계층 간 움직임 벡터 예측은 앞서 1장에서 설명한 세가지 예측 기술 중에서 가장 복잡도가 높다. 왜냐하면 기본 계층으로부터 얻은 움직임 벡터와 그 벡터를 1/4 픽셀 정밀도 수준으로 보정한 벡터 그리고 현재 항상 계층에서 독립적으로 움직임 벡터를 모두 고려해야 하기 때문이다. 그림 2에서 Base Layer mode는 하위 기본계층으로부터 예측하여 얻은 움직임 벡터를 아무런 보정 없이 그대로 사용하는 것을 의미한다. 이것은 기본 계층에서 1/4 픽셀 정밀도의 움직임 벡터를 2배 스케일링하여 얻은 움직임 벡터이므로 정밀도가 1/2픽셀 수준으로 감소하게 된다. 그리고 그림 2에서 Refinement mode는 하위 계층으로부터 2배 스케일링하여 예측한 움직임 벡터의 정밀도를 1/4 픽셀 수준으로 맞추기 위하여 움직임 벡터를 보정하여 사용하는 모드이다.

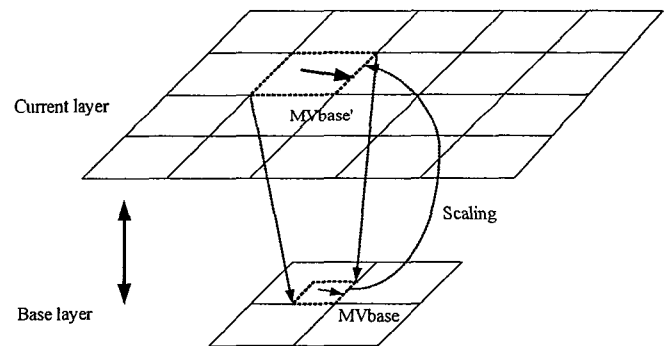


그림 3 계층간 움직임 벡터 예측

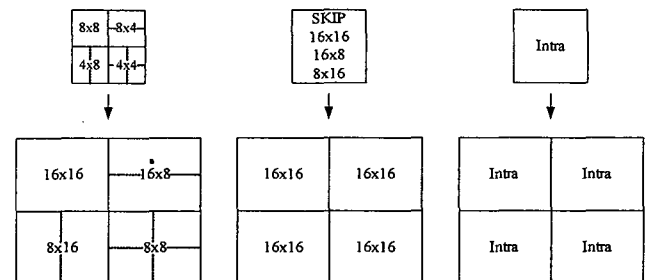


그림 4 움직임벡터와 블록 모드의 업샘플링 [1]

그림 3에서는 기본 계층의 움직임 벡터가 2배로 스케일링되는 것을 나타내고 있다. MV_{base} 는 1/4 픽셀 정밀도를 가진 기본 계층의 움직임

벡터이고 $MV_{base} = 2MV_{base} + (-1, 0, 1)$ 이 된다. 여기서 $(-1, 0, 1)$ 은 1/4 픽셀 정밀도로 맞추기 위하여 $2MV_{base}$ 를 보정하는 것을 의미한다. 그림 3은 기본계층에서의 모드가 어떻게 항상 계층으로 예측되는지를 보여준다. 기본 계층에서의 SKIP/DIRECT, 16x16, 16x8, 8x8 모드는 그림 3과 같이 업샘플링되어 모두 16x16 매크로 블록으로 예측된다. 마지막으로 H.264/AVC 모드는 항상 계층에서 기본 계층의 어떠한 정보도 이용하지 않고 독립적으로 움직임 예측 및 모드 결정을 수행하는 것을 의미한다. 이러한 4가지 모드는 각 모드 별로 다음과 같은 식 (1)의 RD-cost를 구하여 그 값이 최소가 되는 모드를 선택하는 방식이다.

$$J(s, c, Mode | Q_p, \lambda_{Mode}) = Distortion(s, c, Mode | Q_p) + \lambda_{Mode} \cdot R(s, c, Mode | Q_p) \quad (1)$$

3. 항상 계층의 움직임 벡터와 모드에 관한 통계적 특성

그림 2와 3에서 보는 것처럼 기본 계층에서 항상 계층으로 계층간 예측한 정보들을 이용하기 위하여 그들 정보 중에서 움직임 벡터와 모드의 통계적 특성을 살펴본다.

표 1 기본계층에서 블록 모드의 통계적 분포

Video	Qp	DIRECT	16x16	16x8	8x16	8x8
Mother & Daughter	28	78.3	13.1	3.0	2.8	2.7
	36	89.3	8.1	0.8	1.2	0.5
Foreman	28	40.5	34.9	8.5	9.8	6.3
	36	61.09	29.9	3.6	3.7	0.9

단위 : %

표 2 계층간 예측시 블록 모드의 통계적 분포

Video	Qp	16x16			16x8	8x16	8x8
		BZMB	UZMB	NZMB			
Mother & Daughter	28	81.54	8.96	8.82	0.22	0.36	0.07
	36	89.01	7.83	3.01	0.06	0.08	0.01
Foreman	28	14.57	32.54	49.60	1.66	1.17	0.46
	36	29.13	36.56	33.85	0.27	0.17	0.03

단위 : %

표 1은 기본 계층에서 계층적 B-픽처[1] 구조를 이용하여 블록 모드를 결정할 때 블록 모드에 대한 통계적 분포를 나타낸다. 움직임이 적은 Mother & Daughter 영상과 비교적 움직임이 빠른 Foreman 영상에 대하여 Qp 28과 36을 이용, 총 100 프레임에 대하여 JSVM 6.0 [2] SVC 참조 소프트웨어를 이용하여 실험을 하였다. Mother & Daughter 영상에 대하여 16x16의 큰 블록으로 결정될 확률이 Qp 28에서 DIRECT와 16x16 매크로 블록을 합하면 총 91.4%가 되고 Foreman 영상에서도 약 75%가 되어 영상이 빠른 움직임을 포함한다고 하더라도 16x16 매크로 블록으로 결정될 확률은 크다고 할 수 있다. 그리고 같은 영상에 대하여 서로 다른 Qp를 적용했을 경우, Qp 값이 클 경우 큰 블록으로 결정될 확률이 크며 작은 블록크기로 결정될 확률은 작다. 그것은 Qp가 크면 양자화 과정을 통해 미세한 텍스처 영역이 제거되므로 미세한 특성을 잘 반영하는 작은 블록크기가 결정될 확률이 작아지기 때문이다. 표 2는 그림 2와 3을 통하여 하위 계층으로부터 상위 계층으로 예측한 블록 모드와 움직임 벡터에 관한 통계이다. 여기서

BZMB (Bi-directional Zero Motion Block)은 B-픽처에서 양방향 모두 영벡터를 가지는 블록을 의미하고 UZMB (Uni-directional Zero Motion Block)은 전방향 및 후방향 움직임 벡터 중에서 한 방향에서 움직임 벡터가 없는 경우를 말한다. 마지막으로 NZMB (Non-Zero Motion Block)은 16x16 매크로 블록에서 움직임 벡터가 (0, 0)이 아닌 경우를 말한다. 표 2에서 보듯이 기본 계층에서 예측한 16x16 블록 모드에 대하여 양방향 모두 영벡터를 포함하는 확률은 Mother & Daughter 영상의 경우 81.54%, 그리고 한 방향이라도 ZMB를 포함하는 경우는 8.96%가 되어 기본 계층에서 예측된 하나의 16x16 매크로 블록이 영벡터를 포함하는 경우가 총 매크로 블록 중에서 90% 이상이다. 이것은 Qp를 증가할수록 더 증가하게 되는데 그 이유는 기본 계층에서 항상 계층으로 예측하는 정보들은 복원된 정보들을 바탕으로 하기 때문에 Qp가 커질수록 homogeneous texture의 부분이 증가하므로 움직임 벡터가 (0, 0)이 되는 경우가 많아지게 된다. Foreman과 같이 움직임이 큰 영상의 경우도 움직임 벡터 (0, 0)를 포함하는 경우가 전체의 50% 이상을 차지한다. 이러한 경우는 움직임이 작거나 텍스처의 복잡도가 작은 경우이기 때문에 기본 계층에서 예측한 16x16 블록 모드에서 영벡터를 포함하는 경우를 항상 계층에서도 해당 영역은 큰 블록 크기를 갖는 모드로 결정된다고 간주할 수가 있다.

4. 제안하는 공간적 항상 계층에서의 고속 모드 결정 방법

3장에서 테스트 영상에 대하여 상당량의 매크로 블록이 ZMB (Zero Motion Block)임을 통계를 통해 알아보았다. 3장에서 설명한 것처럼 하위 계층으로부터 예측된 16x16 블록모드가 ZMB일 경우 같은 공간 지점에서 항상 계층도 16x16 블록 모드로 간주할 수가 있다. 이 영역은 양방향 또는 단방향으로 움직임이 없음을 의미하므로 큰 블록크기의 모드로 간주되어도 무방하다고 할 수 있다. 이러한 개념은 그림 5에 잘 나타나 있다. 그림 5에서 하위 계층의 4번째 프레임은 양방향 예측 후 복원된 영상에 대하여 항상 계층으로 계층간 예측을 수행한다. 이 경우에 하위 계층으로부터 예측된 16x16 블록 모드가 ZMB일 경우 항상 계층에서도 또한 움직임이 없는 정적인 영역이므로 이 공간 영역을 큰 블록크기로 간주하여 부호화하는 방법이다. 이 경우 그림 2의 복잡한 과정을 거치지 않고 항상 계층에서는 16x16 블록 모드의 경우에만 움직임 벡터 예측 및 RD-cost를 구하는 과정을 포함하므로 하위 서브 매크로 블록에 대한 부호화 과정 없이 초기에 항상 계층의 블록 모드 결정을 완료 할 수 있다. 이 방법은 계층간 잔차 신호 예측에 대해서도 적용되기 때문에 항상 계층에서의 복잡도를 크게 줄일 수 있다. 본 제안 알고리즘을 다음과 같은 과정을 따른다. 제안 알고리즘은 공간적 항상 계층에 적용된 알고리즘이고 따라서 다음 과정도 항상 계층에 적용된 알고리즘이다.

- 과정 1 : 기본 계층의 복원된 영상에 대하여 계층간 텍스처 예측, 계층간 움직임 벡터 예측 그리고 계층간 잔차 신호 예측을 수행한다.
- 과정 2 : 하위 계층으로부터 얻은 움직임 벡터를 2배로 스케일링한 벡터를 이용하여 RD-cost를 구한다.
- 과정 3 : 하위 계층으로부터 예측된 블록 모드가 16x16블록 모드인지 체크한다. 16x16 블록 모드이면 과정 4로 간다. 그렇지 않으면 과정 6으로 간다.

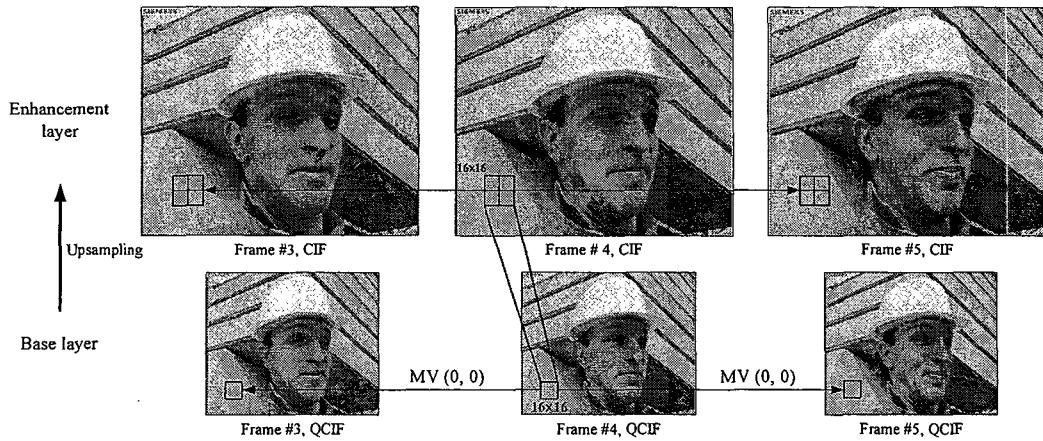


그림 5 업샘플된 ZMB

과정 4 : BZMB, UZMB, NZMB인지 판별한다.

- UZMB면 과정 6으로 간다. UZMB이면 과정 5로 간다. NZMB이면 과정 5로 간다.

과정 5 : 하위 계층으로 예측된 움직임 벡터를 1/4 픽셀 정밀도로 보정한다.

과정 6 : 향상 계층에 대하여 16x16 블록 모드에 대한 움직임벡터 예측 및 RD cost를 구한다. 현재 블록이 BZMB또는 UZMB이면 과정 8로 간다. 그렇지 않으면 과정 7로 간다.

과정 7 : 향상 계층에 대하여 16x8, 8x16, 8x8, 8x4, 4x8, 4x4 블록에 대한 움직임 벡터 예측 및 RD-cost를 구한다.

과정 8 : RDO 기반으로 최적의 모드를 선택하고 모드 결정을 완료한다.

과정 9 : 다음 매크로 블록으로 진행한다.

과정 4에서 ZMB 블록을 판별하되 양방향 모두 움직임 벡터가 (0, 0)인 BZMB인 경우에는 과정 5를 수행하지 않으므로써 1/4 픽셀 움직임 벡터 보정 과정을 거치지 않고 곧바로 16x16 매크로 블록에 대한 움직임 벡터 측정 및 RD cost 계산 후 블록 모드 결정을 완료한다. UZMB인 경우는 한 방향으로만 움직임 벡터가 (0, 0) 이므로 1/4-pel 보정 과정을 거친 후, 16x16 매크로 블록에 대한 움직임 벡터 측정 및 RD-cost를 계산한다. 이 두 경우 모두 향상 계층에서의 블록모드는 16x16으로 결정되므로 하위 블록 모드에 대한 부호화 과정 없이 블록 모드 결정을 완료하게 된다.

5. 실험 결과

실험을 위해 SVC의 참조 소프트웨어인 JSVM 6.0을 사용하였다. 참조 프레임의 개수는 2개, GOP의 크기를 4로 하였으면 움직임 벡터의 정밀도는 1/4로 설정하였다. 움직임 벡터 측정 시 움직임 측정 범위는 32 픽셀로 설정하였고 움직임 벡터 측정을 위해 다이아몬드 움직임 벡터 측정법을 이용하였다. 움직임 벡터 측정 시 왜곡도 측정을 위해 정수 픽셀 단위에서는 SAD(Sum of Absolute Difference)를 서브 픽셀단위에서는 하다마드 변환을 사용하였다. 다양한 비디오 샘플을 이용하기 위하여 움직임이 적은 비디오 샘플부터 움직임이 많은 것까지 다양한 특성을 가지는 샘플

플, 즉 *Container*, *Mother & Daughter*, *Silent*, *Foreman*, *Harbour*, *ICE* 를 사용하였다. 실험을 위해 사용한 컴퓨터 환경은 2.42GHz 클럭 속도와 2GB 메모리를 가지는 펜티엄 Dual Core 2 PC를 사용하였다. 실험결과는 복잡도 감소로 인한 부호화 시간의 감소와 이에 따른 PSNR과 비트율의 변화량을 측정하여 성능을 비교하였다. 본 알고리즘의 목적은 부호화 과정의 복잡도를 감소시켜 전체 부호화 시간을 감소시키는 것으로 한다. 따라서 부호화 시간을 측정하여 원 참조 소프트웨어보다 얼마만큼의 부호화 시간의 감소를 가져왔는지 측정한다. 그리고 본 알고리즘 적용 전 후의 PSNR 변동량과 비트율의 변화량을 dB와 %로 각각 측정하였다. 알고리즘의 적용 전후의 RD 성능의 변화량을 측정함으로써 알고리즘의 적용 후 복잡도 감소에도 RD 성능을 유지하는지 보기 위함이다. 테스트 영상으로는 움직임이 적은 순서부터 *Container*(C), *Mother & Daughter*(M&D), *Silent*(CA), *Foreman*(F)(30Hz) 영상을 사용하였고 다음으로 움직임은 적으나 텍스처가 미세한 특징을 보여주는 *Harbour*(H)영상 그리고 스포츠 영상인 *Ice*(I)영상을 사용하였다. 그림 6, 7, 8은 SVC 참조 소프트웨어와 알고리즘 적용 후의 RD 성능을 그래프로 나타내었다. 그림의 그래프는 향상 계층에 대한 RD 성능 그래프이다. 알고리즘 적용 전 후의 PSNR과 Bitrate는 거의 일치하므로 Rate-Distortion 측면에서 제안하는 알고리즘은 우수한 성능을 보여줄 수 있다.

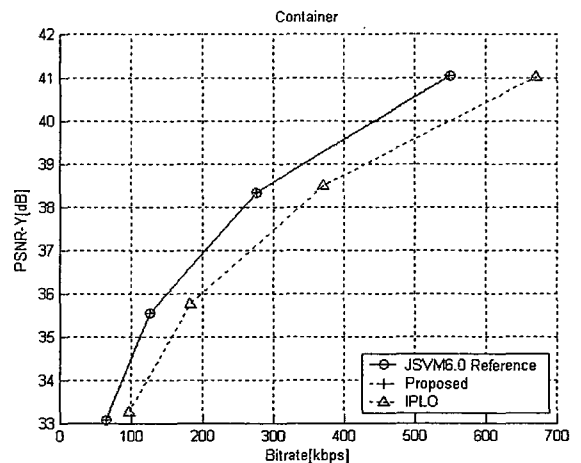


그림 6 Container의 RD성능 그래프

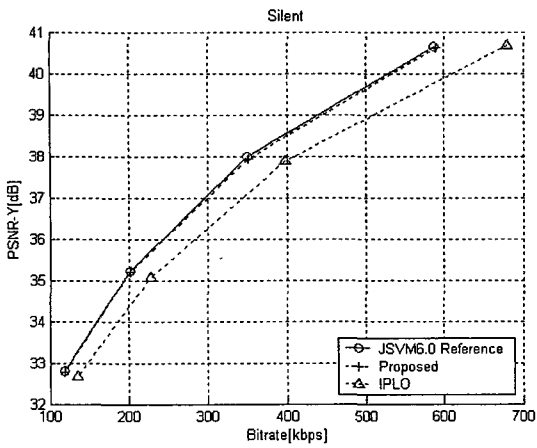


그림 7 Silent의 RD성능 그래프

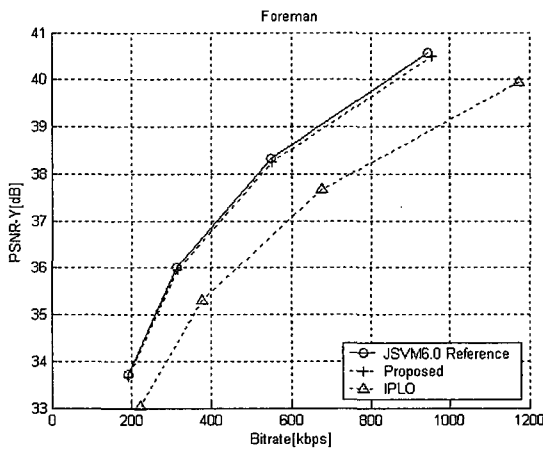


그림 8 Foreman의 RD성능 그래프

표 3 RD 성능의 변화량과 복잡도 감소 비율

QP	Δ	C	M&D	S	F	H	I
24	PSNR(dB)	-0.02	-0.02	-0.04	-0.06	-0.02	-0.06
	Bitrate(%)	-0.38	0.48	0.59	1.01	0.67	1.32
	Time Saving(%)	70.0	57.1	54.2	23.1	22.0	40.7
28	PSNR(dB)	-0.02	-0.04	-0.04	-0.08	-0.03	-0.09
	Time Saving(%)	-0.13	0.20	0.24	0.53	0.74	1.00
	Time Saving(%)	68.8	60.2	57.0	-27.9	21.6	43.8
32	PSNR(dB)	0.00	-0.05	-0.03	-0.06	-0.05	-0.10
	Bitrate(%)	-0.24	0.02	0.28	0.39	0.49	0.94
	Time Saving(%)	69.0	64.4	60.86	-34.3	26.1	48.5
36	PSNR(dB)	0.01	-0.03	-0.02	-0.05	0.05	-0.11
	Bitrate(%)	-0.50	0.59	0.40	-0.01	0.66	0.77
	Time Saving(%)	69.0	66.80	63.3	41.03	35.1	52.4

Δ PSNR(dB) = Reference(dB) - Proposed(dB)
 Δ Bitrate(%)
 = ((Reference(bytes) - Proposed(bytes))/Reference(bytes))x100
 Δ Time Saving(%)
 = ((Proposed(s) - Reference(s))/Reference(s))x100

표 3은 제안 알고리즘을 적용했을 때 연산량 감소 및 RD 성능 변화를 나타내었다. 최대 부호화 시간의 감소 비율은 70%이며, Container의 경우처럼 움직임이 작은 영상의 경우 기본 계층에서 보다 많은 ZMB를 포함하므로 항상 계층에서의 부호화 시간의 감소 비율이 높다. ICE의 영상처럼 스포츠 영상이라고 할지라도 배경이 고정되어 있는 부분은 ZMB 블록의 비율이 높으므로 제안 알고리즘을 이용하면 높은 부

호화 시간의 감소 효과를 얻을 수 있다. 그리고 같은 영상에 대하여 Qp가 증가할수록 부호화 시간이 감소하는 비율이 커지는 것은 높은 Qp로 인해 미세한 부분 또는 움직임이 있는 부분이 양자화 과정을 통해 제거되어 ZMB로 부호화될 확률이 높아지므로 부호화 시간의 감소 비율이 커지게 된다. 이러한 부호화 시간의 감소에도 불구하고 RD 성능 변화는 SVC 참조 소프트웨어인 JSVM 6.0에 비하여 거의 변화가 없을 정도의 미미한 변화만 있음을 확인 하였다. 그림 6, 7 및 8에서 보듯이 움직임이 작은 영상부터 큰 영상까지 RD 성능변화는 무시할 수 있을 정도로 작은 수준이다. 그림에서 보이는 IPLO(Interlayer Prediction Only)은 항상 계층에서 움직임 벡터를 측정하지 않고 기본 계층에서 얻어진 움직임 벡터를 그림 3을 통하여 예측된 벡터만을 이용했을 때의 RD 성능 그래프이다. 이 경우는 항상 계층에서 움직임 벡터 측정을 하지 않으므로 모든 영상에 대하여 평균 약 84%의 부호화 시간 감소 비율을 보이지만 최대 27%의 비트량 증가와 0.8dB의 PSNR 감소를 보이며 RD 성능의 열화가 비교적 크게 나타난다. 하지만 제안된 알고리즘은 RD 성능을 참조 소프트웨어와 거의 동일한 수준으로 유지하면서도 부호화 시간을 최대 70%까지 단축시킬 수 있었다. 그림에도 불구하고 PSNR가 최대 0.11dB 감소, 비트량이 최대 1.32% 증가에 거치는 등 RD 성능저하는 무시할 수 있을 정도로 작은 수치이다.

6. 결론

SVC 부호화기의 연산량 감소를 위해 공간 계층간 움직임 벡터의 정보를 이용해 항상 계층의 프레임간 고속 모드 결정 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 공간 계층간의 공간적 상관도를 이용하여, 계층적으로 예측된 움직임 벡터가 매크로 블록에서 (0, 0)일 때 항상 계층의 해당 공간영역을 큰 블록모드로 결정하고 조기에 모드 결정을 완료하는 알고리즘이다. 통계에서 알 수 있듯이 하위 계층에서 예측된 움직임 벡터가 매크로블록에서 ZMB(Zero Motion Block)일 확률은 매우 크므로 이러한 하위 계층의 정보를 상위 공간 계층에서 이용함으로써 많은 연산량 및 부호화 시간의 감소 효과를 얻을 수 있다.

제안 알고리즘을 이용하여 최대 70% 만큼의 연산량 감소효과를 얻을 수 있었으며 PSNR이 최대 0.11dB 감소하였으며 비트량은 최대 1.32% 증가에 그쳤다. 이는 RD 성능 측면에서 무시할 수 있을 정도로 작은 수치이다.

참고 문헌

- [1] ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 : 'Text of ISO/IEC 14496-10:2006/PDA M3 Scalable Video Coding', MPEG76/N8015, Montreux, April 2006
- [2] ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11/N7797: ' JSVM5 Software', MPEG76/N8061, Montreux, April 2006
- [3] He, Li, Z. Li and Changyun Wen, " Fast Mode Decision Algorithm for Inter-Frame Coding in Fully Scalable Video Coding", IEEE Transaction on Circuit and Systems for Video Technology, vol 16, no 7, July 2006.
- [4] 박성호, 김원하, 한우진, "H.264/AVC-Scalable Extension의 표준화 연구동향과 알고리즘 분석", 제 10권, 제 4호, 12월 2005년