

# SHVC 표준 기술 동향



**이진호** ETRI 영상미디어연구실 선임연구원  
**강정원** ETRI 영상미디어연구실 선임연구원  
**이하현** ETRI 영상미디어연구실 선임연구원  
**최진수** ETRI 영상미디어연구실 실장

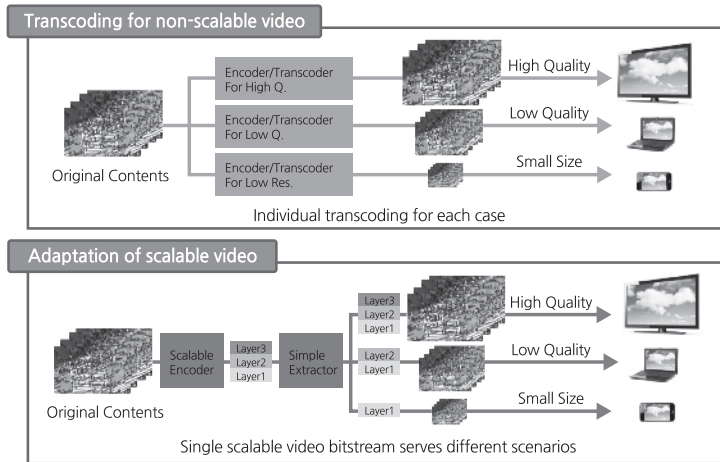
## 1. 머리말

멀티미디어 서비스 환경은 다양한 대역폭, 프로토콜 및 QoS(Quality of Service)를 갖는 이종망(3G/LTE, 와이파이, 유선랜)이 혼재해 있으며 사용자 단말(텔레비전, 데스크톱, 노트북, 태블릿 PC, 스마트폰)들의 성능 및 접근성의 차이가 확대되고 있다. 이러한 환경에서 멀티미디어 콘텐츠를 접근/소비하기 위해서는 다양한 네트워크 및 사용자 환경에 대응하기 위한 비디오 부호화 방식이 요구되며 이러한 방식으로는 [그림 1]에서와 같이 스케일러블(scalable) 부호화 방식과 스케일러블 지원을 하지 않는(non-scalable) 방식이 존재한다.

스케일러블 지원을 하지 않는 방식은 콘텐츠를 소비하고자 하는 사용자 환경에 맞도록 다수의 원본 비디오 영상을 따로 부호화하거나 이미 부호화된 비트스트림을 각각의 소비환경에 적합하도록 변환부호화(transcoding) 해야하므로 많은 연산량이 필요하다는 문제가 있다.

한편, 스케일러블 부호화 방식은 하나의 비트스트림에 다양한 해상도/프레임율/화질 등을 지원하도록 계층적 방식으로 부호화함으로써 소비자 단말에서는 비트스트림의 일부만을 추출(extractor)하여 사용자 환경에 적합한 영상을 복호하는 방식이다. 이때, 추출 방법은 부호화된 비트스트림에 포함된 계층식별자를 분석하여 추출하고자 하는 계층식별자를 가지는 기본 단위들만 출력한다. 스케일러블 부호화 방식은 부호화 및 복호화 복잡도가 높다는 단점을 가지나, 한 번의 부호화와 단순한 추출을 통하여 다양한 소비 환경을 지원할 수 있다는 장점을 가진다.

비디오 부호화에 있어서 스케일러빌리티(scalability) 기능을 위한 기존 부호화 표준은 MPEG-2, H.263, MPEG-4 Part 2 Visual 및 H.264/AVC(Advanced Video Coding) 등이 있으며, 가장 최근에 개발된 H.264/AVC 기반 스케일러블 부호화 방식인 SVC(Scalable Video Coding)[1]는 독립 부호화 방식 대비 높은 부호화 효율을 목표로 하여 공간적



[그림 1] 스케일러블 방식과 변환부호화 방식 개념도

(spatial), 화질적(SNR), 시간적(temporal) 스케일러블리티를 지원하도록 2007년에 개발이 완료되었다. SVC는 복호하고자 하는 최상위 계층만을 복호하고, 하위계층들은 계층 간 예측에 필요한 최소의 정보만을 복호하는 단일 루프 복호화 방식을 채택하여 연산량 및 메모리 사용량을 줄였지만 그로 인한 구현의 복잡도는 증가하였다. 또한, H.264/AVC 표준화시 스케일러블 부호화 기술로의 확장성에 대한 고려가 이루어지지 않았고 H.264/AVC 표준화가 완료된 이후에 추가표준안인 SVC 표준화를 시작함에 따라 스케일러블리티 지원을 위한 최적의 구조설계가 이루어지지 못하였다. 결국, 이러한 문제들로 인하여 SVC는 화상회의 등 시장에서 제한적으로 사용되었을 뿐 전반적으로 사용되지는 못했다.

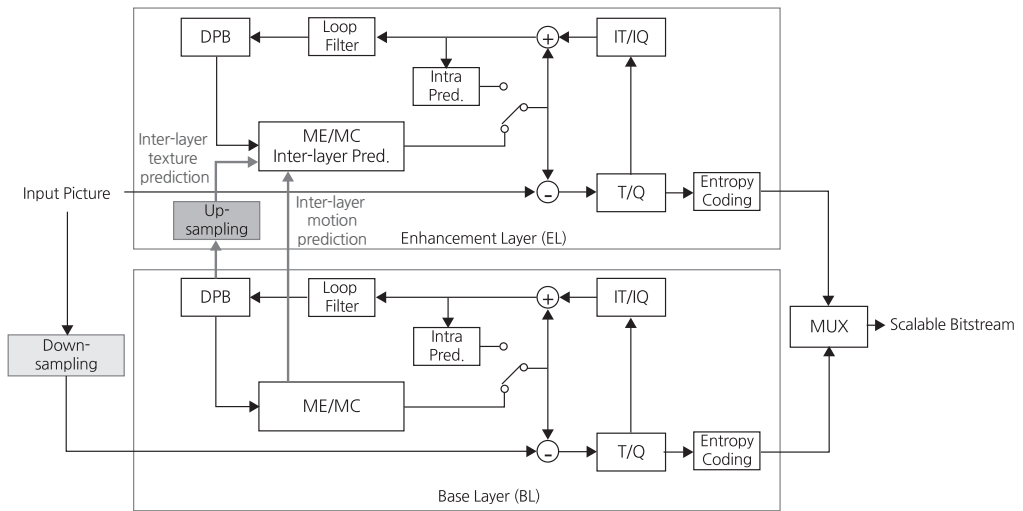
본 고에서는 기존 스케일러블 부호화 방식의 표준의 단점을 극복하기 위해 JCT-VC에서 진행 중인 HEVC(High Efficiency Video Coding)[2] 기반 SHVC(Scalable HEVC)[3] 기술을 소개한다. 세부적으로는 SHVC 표준화 동향과 부호화 기술을 설명하며 표준화 작업에서 이루어지는 부호화 기술의 평

가 방법과 향후 표준화 일정에 대해 살펴본다.

## 2. HEVC 기반 스케일러블 부호화(SHVC: Scalable HEVC)

ITU-T와 ISO/IEC의 영상 부호화 공동 협력팀인 JCT-VC(Joint Collaborative Team on Video Coding)는 차세대 영상 부호화 표준인 HEVC의 개정 표준으로서 스케일러블리티 지원을 위한 SHVC 표준화를 진행하고 있다. SHVC는 2012년 10월 CFP(Call for Proposal)에 응답한 코덱에 대한 기술 검토를 시작으로 2014년 1월 개정표준안(DAM: Draft AMendment)이 발간되었다.

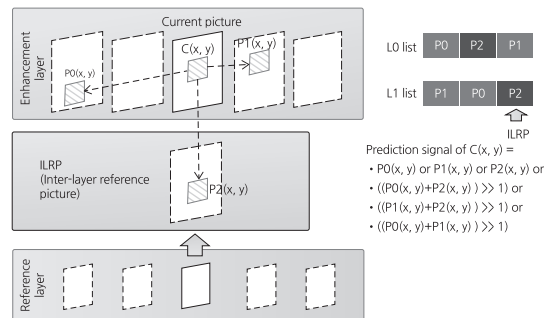
SHVC에서는 SVC의 문제점들을 극복하고자 HEVC v.1의 표준화 기간 중에 AHG(ad-hoc group)을 수립하고 SHVC와 HEVC v.1의 표준화 기간이 일부 겹치도록 하는 등 HEVC 전체 구조를 설계하는데 스케일러블 부호화 방식으로의 확장성을 고려하고자 노력하였다. 또한, SVC의 단점인 구현의 복잡도를 줄이고 부호화 효율을 높이기 위해 복호화



[그림 2] SHVC 부호화기 구조

고자 하는 최상위 계층이 참조하는 모든 하위계층을 복호하는 다중루프 복호화 방식을 채택하였으며 HEVC v.1의 블록 레벨 툴을 수정하지 않고 구현이 용이하도록 하위 계층 픽처를 현재 계층의 참조 픽처 리스트에 추가하는 참조 픽처 인덱스 접근 방식을 채택하였다.

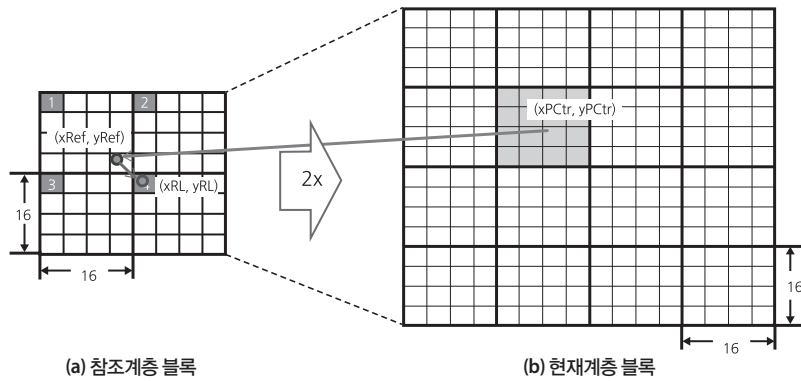
[그림 2]는 SHVC의 부호화기 구조로써 기본계층(base layer)은 HEVC v.1 부호화기와 동일하다. 따라서 부호화된 SHVC 비트스트림의 기본계층은 HEVC v.1 부호화기에서 정상적인 복호가 가능하다. 한편, 상위계층(enhancement layer)은 하위계층에서 복호되어 DPB(Decoded Picture Buffer)에 저장된 픽처의 텍스처 또는 움직임 정보를 상위계층과 하위계층의 해상도 차이를 보정하기 위해 스케일링(업샘플링)하여 상위계층의 움직임 예측 및 보상(ME/MC: Motion Estimation/Motion compensation)에 사용한다는 것을 제외하고는 기본적으로 HEVC v.1과 동일한 부/복호화 구조를 가진다.



[그림 3] 계층간 텍스처 예측 개념도

### 2.1 계층간 텍스처 예측(Inter-layer texture prediction)

계층간 텍스처 예측은 하위 참조계층의 복호된 샘플을 현재 부호화 계층에서 예측신호로 사용함을 의미한다. SHVC에서는 HEVC v.1의 블록레벨 툴 수정 및 추가 없이 계층간 텍스처 예측을 수행하기 위해서 [그림 3]과 같이 계층간 참조 픽처(ILR picture: inter-layer reference picture)를 현재계층의 화면간(inter) 예측을 위한 참조 픽처 리스트에 추가하여 예측신호로 사용한다. 이때, 공간적 스케일러빌리티를 지원



[그림 4] 계층간 움직임 매핑 예

하는 경우에는 현재계층의 해상도에 맞도록 참조계층의 복호된 픽처에 대해 업샘플링(up-sampling)을 적용하여 계층간 참조 픽처를 생성한다.

계층간 참조 픽처는 장기참조픽처(long-term reference picture)로 취급되어 현재계층의 L0 또는 L1 리스트에 추가되며 HEVC v.1과 동일한 움직임 예측 및 움직임 보상을 수행하는데 사용된다. 이렇게 함으로써 현재 계층의 참조 픽처를 이용한 화면간 예측뿐만 아니라 계층간 참조 픽처와의 결합을 통하여 예측 부호화하는 방법도 가능해진다.

한편, 현재계층의 부호화 대상 블록과 가장 유사한 계층간 참조 픽처내의 블록은 동일위치에 있는 블록이기 때문에, SHVC 부호화기는 계층간 참조 픽처를 현재계층에서 참조픽처로 사용하는 경우에 움직임 벡터(MV: Motion Vector)를 [0, 0]인 경우만 고려하여 부호화 속도를 높였고 CABAC(Context-Adaptive Binary Arithmetic Coding)의 효율성으로 인한 부호화 효율도 향상시켰다[4].

## 2.2 계층간 움직임 예측(Inter-layer motion prediction)

하위 참조계층의 움직임 정보를 현재계층에서 예측 신호로 사용하는 것을 계층간 움직임 예측이라 한다.

HEVC v.1에서는 화면간 예측을 위해 예측 블록 주변의 부호화된 움직임 정보와 부호화 순서상 이전에 부호화된 인접 픽처에 포함된 블록의 움직임 정보(TMVP: Temporal Motion Vector Predictor)를 이용한다. SHVC에서는 HEVC v.1 부/복호화기의 선택스(syntax) 혹은 블록레벨 알고리즘을 수정하지 않고 하위계층의 움직임 정보를 사용하기 위하여, 현재계층의 TMVP를 위한 인접 픽처로 참조 픽처 리스트에 포함된 계층간 참조 픽처를 이용한다.

참조계층 픽처의 움직임 정보를 현재계층의 TMVP로 사용하기 위해서는 계층간 참조 픽처를 생성하는 과정에서 현재계층의 해상도에 맞게 매핑(mapping)하는 절차가 필요하다. [그림 4]는 2배 해상도 차이인 경우의 움직임 정보 매핑 방법을 나타내며 (a)는 참조계층의 복원된 블록, (b)는 현재계층의 블록을 나타낸다. HEVC v.1에서 16×16 블록 단위로 움직임 정보를 저장하기 때문에 SHVC에서도 16×16 단위로 매핑을 진행한다. 즉, 현재계층의 픽처를 16×16 단위의 블록으로 분할했을 경우에 매핑하고자 하는 대상 16×16 블록의 중앙(xPCtr, yPCtr)에 위치한 샘플에 대응하는 참조계층 블록의 샘플(xRef, yRef)에서 (4, 4)만큼 이동한 샘플(xRL, yRL)을

<표 1> 휘도 신호 업샘플링 필터 계수

위상 p	보간 필터 계수							
	fL[p, 0]	fL[p, 1]	fL[p, 2]	fL[p, 3]	fL[p, 4]	fL[p, 5]	fL[p, 6]	fL[p, 7]
0	0	0	0	64	0	0	0	0
1	0	1	-3	63	4	-2	1	0
2	-1	2	-5	62	8	-3	1	0
3	-1	3	-8	60	13	-4	1	0
4	-1	4	-10	58	17	-5	1	0
5	-1	4	-11	52	26	-8	3	-1
6	-1	3	-9	47	31	-10	4	-1
7	-1	4	-11	45	34	-10	4	-1
8	-1	4	-11	40	40	-11	4	-1
9	-1	4	-10	34	45	-11	4	-1
10	-1	4	-10	31	47	-9	3	-1
11	-1	3	-8	26	52	-11	4	-1
12	0	1	-5	17	58	-10	4	-1
13	0	1	-4	13	60	-8	3	-1
14	0	1	-3	8	62	-5	2	-1
15	0	1	-2	4	63	-3	1	0

<표 2> 색차 신호 업샘플링 필터 계수

위상 p	보간 필터 계수			
	fC[p, 0]	fC[p, 1]	fC[p, 2]	fC[p, 3]
0	0	64	0	0
1	-2	62	4	0
2	-2	58	10	-2
3	-4	56	14	-2
4	-4	54	16	-2
5	-6	52	20	-2
6	-6	46	28	-4
7	-4	42	30	-4
8	-4	36	36	-4
9	-4	30	42	-4
10	-4	28	46	-6
11	-2	20	52	-6
12	-2	16	54	-4
13	-2	14	56	-4
14	-2	10	58	-2
15	0	4	62	-2

찾고 해당하는 샘플을 포함하고 있는 16×16 블록의 움직임 정보를 현재 블록의 움직임 정보로 매핑한다. 이때, 움직임 벡터의 크기는 2배 해상도 차이를 고려하여 현재 계층의 해상도에 맞게 스케일링한다.

### 2.3 업샘플링 필터(Up-sampling filters)

참조계층의 복호된 픽처의 해상도를 현재계층의 해상도에 맞도록 업샘플링 하기 위해 사용되는 필터는 <표 1>과 <표 2>에서처럼 휘도 신호에 대하여 8탭, 색차 신호에 대하여 4탭의 16위상 필터 계수를 사용한다. 필터 계수는 6비트의 정밀도를 가지며 기본적으로 HEVC v.1의 움직임 보상 보간시 사용하는 DCT-IF(Discrete Cosine Transform-based Interpolation Filter)와 동일하다. 또한, 계층간 해상도의 차이가 2배, 1.5배인 경우뿐만 아니라 다양한 배율을 지원하도록 모든 위상에 대한 필터 계수를 추가하여 설계하였다.

### 3. 성능평가 방법과 향후 일정

SHVC 비디오 부호화 기술 평가를 위해 공통 실험 조건[5] 하에서 SHVC 참조 소프트웨어인 SHM(SHVC test model)[6]을 이용하여 제안한 기술을 실험하고 평가한다. <표 3>에서와 같이 총 7개의 영상에 대하여 실험을 수행하며 클래스 A에는 4K 영상의 부호화 특성을 관찰하기 위해 일부 영역의 크기를 2560×1600 크기로 편집한 영상이 포함되어 있다. 두 개의 계층이 존재하는 환경에서 GOP(Group Of Picture) 구조와 클래스에 따라 2배, 1.5배, SNR 실험을 다르게 수행하도록 되어 있으며 복잡도를 측정하는 방법으로 부/복호화 시간을 측정한다.


2014년 7월 최종개정표준안(FDAM: Final Draft AMendment) 승인을 목표로 진행 중인 SHVC 표준화는 현재 참조픽처 구성 및 계층구조 관련 시그널링 등과 같은 상위레벨 관련 이슈 및 H.264/AVC

<표 3> 공통 실험 조건

Class	Sequence	Frame count	Frame rate	EL resolution	Intra	Random access / Low-delay P or B
A	Traffic	150	30	2560x1600	2x	2xSNR
	PeopleOnStreet					
B	Kimono	240	24	1920x1080	2x1.5xSNR	2x1.5xSNR
	ParkScene					
	Cactus	500	50			
	BasketballDrive					
	BQTerrace	600	60			

와 같은 기존의 부호화 방식을 기본계층으로 사용 가능하도록 하는 하이브리드 코덱 스케일러빌리티 기능 제공을 위한 이슈들을 주로 논의 중이며 색 영역 및 비트심도 스케일러빌리티 관련 CE(Core Experiment)가 진행 중이다.

#### 4. 맺음말

본 고에서는 SHVC 비디오 부호화 표준을 소개하고 부호화 기술을 간략히 살펴보았다. SHVC는 참조 픽처 인덱스 접근 방식을 채택함에 따라 HEVC v.1 코덱 설계의 많은 부분을 재사용하여 구현의 복잡도가 낮고, 스케일러빌리티 제공을 위한 최적화된 상위구조를 가진다. 향후 스케일러빌리티 기능이 필요한 다양한 분야에서 SHVC 표준이 활용될 것으로 기대된다. 

#### [참고문헌]

- [1] H. Schwarz, D. Marpe, and T. Wiegand 'Overview of the scalable video coding extension of the H.264/AVC standard,' IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology 17(9), pp.1103-1120, July 2007.
- [2] G. J. Sullivan, J.-R. Ohm, W.-J. Han, and T. Wiegand, 'Overview of the High Efficiency Video Coding(HEVC) Standard', IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology 22(12), pp.1649-1668, December 2012.
- [3] J. Chen, J. Boyce, Y. Ye, M. M. Hannuksela, G. J. Sullivan, and Y.-K. Wang 'High efficiency video coding(HEVC) scalable extension Draft 5' JCT-VC document JCTVC-P1008, January 2014.
- [4] X. Xiu, Y. He, Y. He, and Y. Ye 'TE2: Results of test 3.2.1 on inter-layer reference picture placement,' JCT-VC document JCTVC-L0051, April 2013.
- [5] V. Seregin and Y. He 'Common SHM test conditions and software reference configurations', JCT-VC document JCTVC-P1009, January 2014.
- [6] J. Chen, J. Boyce, Y. Ye, and M. M. Hannuksela 'SHVC Test Model 5(SHM 5),' JCT-VC document JCTVC-P1007, January 2014.