

# JCT-VC의 HVC 표준화 동향

Standardization Trends of High-performance Video Coding of Joint Collaborative Team on Video Coding

뉴 미디어 시대를 이끌어갈  
방송통신융합기술 특집

## 목 차

- I . 서론
- II . HVC 표준화 동향
- III . HVC CfP 분석
- IV . 결론 및 전망

정세윤 (S.Y. Jeong)	실감미디어연구팀 선임연구원
김휘용 (H.Y. Kim)	실감미디어연구팀 선임연구원
임성창 (S.C. Lim)	실감미디어연구팀 연구원
김종호 (J.H. Kim)	실감미디어연구팀 연구원
이하현 (H.H. Lee)	실감미디어연구팀 연구원
이진호 (J.H. Lee)	실감미디어연구팀 연구원
최해철 (H.C. Choi)	실감미디어연구팀 선임연구원
조속희 (S.H. Cho)	실감미디어연구팀 선임연구원
최진수 (J.S. Choi)	실감미디어연구팀 팀장

\* 본 연구는 방송통신위원회, 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 IT 원천기술개발사업의 일환으로 수행한 연구로부터 도출된 것임 [과제관리번호: 2008-F-011, 과제명: 차세대 DTV 핵심기술 개발]

AVC|H.264 보다 2배 이상의 압축률을 목표로 하는 HVC 표준화가 2010년 1월부터 MPEG과 VCEG이 공동 설립한 JCT-VC에 의해 시작되었다. AVC|H.264가 유선망과 무선망이 통합되고 방송과 통신이 융합되어 언제 어디서나 인터넷과 방송을 즐길 수 있는 방통 융합서비스 시대를 개척하였다면, HVC는 방통융합 서비스를 한 단계 더 진보시킬 수 있는 표준이 될 것으로 예상된다. 본 고에서는 MPEG과 VCEG이 공동으로 추진하는 JCT-VC HVC 표준화의 동향에 대해서 설명한다.

## I. 서론

AVC|H.264는 근래에 가장 널리 사용되고 있는 비디오 표준이나, 모바일 방송에서 사용되는 baseline 프로파일을 포함하는 1차 표준은 2003년, HD에 사용되는 high profile이 포함된 총실도 확장(FRExt) 표준은 2005년, 제정된 지 5년 이상 경과된 상태이다.

그간의 비디오 표준화 동향을 볼 때 새로운 비디오 표준이 제정될 시기가 되었다. 비디오 표준이 시장에서 성공하기 위한 요소로 가장 중요한 것은 압축 성능이다.

최근 AVC|H.264 보다 2배 이상의 압축률을 목표로 하는 HVC 표준화가 시작되었다. AVC|H.264가 유선망과 무선망이 통합되고 방송과 통신이 융합되어 언제 어디서나 인터넷과 방송을 즐길 수 있는 방통 융합서비스 시대를 개척하였다면, HVC는 방통 융합 서비스를 한 단계 더 진보시킬 수 있는 표준이 될 것으로 예상된다.

본 고에서는 MPEG과 VCEG이 공동으로 추진하는 HVC 표준화의 동향에 대해서 설명하며, 구성은 다음과 같다. II장에서는 HVC 표준화 경과와 HVC 표준의 요구 사항에 대해 설명하고, III장에서는 HVC CFP 제안기술 평가를 위한 시험 조건, 시험 방법, anchor를 상세히 분석하고, 끝으로 IV장에서 HVC의 향후 전망과 결론을 맺는다.

## II. HVC 표준화 동향

### 1. 표준화 경과

최근 HD 및 UHD와 같은 고해상도·고품질 영상에 대한 수요가 다양한 응용분야에서 급속히 증가하고 있다. 이러한 고해상도·고품질 비디오는 데이터량이 방대하기 때문에 AVC|H.264와 같은 최신 영상 압축 표준으로도 전송/저장 비용이 상당히 증가하는 문제가 발생한다.

이러한 문제를 해결하고자 영상 압축 표준에 관한 양대 표준화 기구인 MPEG(ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11)과 VCEG(ITU-T Question 6/WP 3/SG-16)에서는 각자 차세대 영상압축 표준에 관한 탐색(exploration)을 수 년 전부터 진행하고 있었으며, 그 결과로 2010년 1월에 새로운 영상 압축 부호화 표준화(가칭: HVC)를 공동으로 시작하게 되었다. <표 1>에 MPEG의 HVC 표준화 경과를 요약하여 나타내었다.

<표 1>에서 알 수 있듯이, 2010년 1월에 MPEG과 VCEG은 영상 부호화 표준 개발을 위한 협력팀(JCT)을 구성하기로 최종 합의하였으며, 기술 제안을 모집하기 위한 CFP[1]를 공동으로 발표하였다. 협력팀의 공식 명칭은 “ITU-T/ISO/IEC JCT on Video Coding”이며, 본 고에서는 줄여서 JCT-VC로 부르기로 한다.

<표 1> MPEG HVC 표준화 경과

일시	주요 이슈
84차 MPEG (2008년 4월)	새로운 영상 부호화 표준에 대한 브레인스토밍 회의를 가짐
85차 MPEG (2008년 7월)	새로운 영상 부호화 표준에 대한 본격적인 논의를 시작
86차 MPEG (2008년 10월)	새로운 영상 부호화 표준을 위한 공식적인 준비작업 수행 - 요구사항 문서 초안 발행 - 시험영상 모집 공고 발행 - 기술성숙도 검증을 위한 CFE 문서 초안 발행
88차 MPEG (2009년 4월)	새로운 표준화를 시작할 만큼 기술적으로 성숙되었는지를 확인하기 위해 CFE를 시작 - CFE 문서 발행(실험조건, 비교대상 지정)
89차 MPEG (2009년 7월)	CFE 평가 결과 기존 표준(AVC) 대비 30% 이상의 압축률 향상 가능성이 검증됨 이에 따라 새로운 영상 부호화 표준화 추진 결정 - CFE 평가 결과 문서 발행 - 기술 제안 모집을 위해 CFP 초안 작성
90차 MPEG (2009년 10월)	새 표준을 위한 CFP 초안 발행 향후 표준화 일정 수립 VCEG과의 협력 방안 논의
91차 MPEG (2010년 1월)	MPEG과 VCEG이 공동으로 JCT(협력팀)을 구성하기로 합의함 - 최종 요구사항 문서 발행 - 두 기관 공동으로 Joint CFP 발행 - JCT 운영 원칙을 담은 ToR 발행

〈표 2〉 JCT-VC의 ToR 주요 사항

주제	내용
모기관(parent body)	· ITU-T WP3/16 및 ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11
목적	· AVC H.264 보다 향상된 영상 부호화 기술 표준, 관련 적합성 시험 및 참조소프트웨어 규격 개발
참석 자격	· 두 모기관 중 어느 하나에 참석 자격이 있으면 JCT-VC에 참석이 가능
회의	· JCT-VC 회의는 SG16 회의 혹은 MPEG 회의가 열리는 기간에 함께 개최됨 · SG16 회의가 열리는 경우 JCT 회의는 SG16이 주관하며, 그렇지 않은 경우는 MPEG이 주관함 · 회의 기간 동안의 작업 일정은 주관하는 모기관의 전체 회의 일정의 일부로 관리됨 · JCT-VC 회의는 주관하는 모기관의 총회(Plenary Session) 중에는 열릴 수 없으며 모기관의 폐회 총회 전에 끝나야 함 · JCT-VC 회의록은 회의 종료 후 모기관에 제출됨
의장단	· 각 모기관에서 지명한 1명씩으로 총 2명의 의장단이 구성됨
결정 방식	· 모든 판단은 JCT-VC의 합의(Consensus)에 의해 내리고 의장단에 의해 결정됨
임시회의(AhG)	· JCT-VC 회의 사이에 특정 작업 수행을 위한 AhG를 설립할 수 있음 · AhG 의장은 참여자들의 합의를 통해 JCT-VC 의장단이 지명함 · AhG는 그 활동 보고서를 차기 JCT-VC 회의에 기고서로 제출해야 함

〈표 3〉 CfP 평가 일정(확정)

일시	내용
2009/2/15	기술 제안을 위한 정식 등록 마감일
2010/2/22	제안 기술을 이용한 부호화 결과 제출마감일 (비스트림, 디코더 실행파일, 복원영상 등)
2010/3/2	주관적 화질 평가 시작일
2010/4/12	제안 기술에 대한 설명 문서 등록 마감일
2010/4/13	제안 기술에 대한 설명 문서 제출 마감일
2010/4/15	2/22 제출물에 대한 상호 검증 회의
2010/4/16	주관적 화질 평가 결과 공개일
2010/4/16~23	제안 기술 평가 회의

〈표 4〉 표준화 일정(잠정)

일시	내용
2010년 4월 회의	평가 결과를 바탕으로 TM 선정 시작
2010년 10월 회의	TM 결정
2012년 7월 회의	최종 표준안(FDIS) 승인

JCT-VC의 발족과 함께 그 운영 원칙을 담은 ToR 문서[2]도 발표되었는데, 주요 사항을 간략히 요약하면 <표 2>와 같다.

2010년 1월에 발표된 Joint CfP에는 CfP 평가 일정과 표준화 일정이 포함되어 있는데, 이를 요약하면 <표 3> 및 <표 4>와 같다. 참고로, CfP에 기술을 제안하기 위하여 등록한 기관은 모두 27개 기관이며, 총 기술 제안 수는 29개로 알려져 있다.

## 2. 표준 요구사항

2010년 1월 일본 교토 회의에서 MPEG Video Subgroup과 Requirements Subgroup이 합동으로 “Vision, Applications and Requirements for High-Performance Video Coding(HVC)”[3]을 작성하였다. 이 문서는 2012년 7월에 완성될 HVC 표준의 비전(vision)과 응용 분야(application), 요구 사항(requirement)과 관련된 내용을 포함하고 있다.

먼저 HVC의 비전에 대해서 살펴보면, 이미 많은 영상들이 디지털화 되어 방송 채널이나 디지털 네트워크를 통해 서비스되고 있고, 보다 고해상도·고품질 영상 서비스로 발전할 것으로 예측되며, 이러한 영상 서비스 발전에 따른 데이터 증가 속도에 비해 디지털 네트워크의 인프라는 경제적인 요인으로 인해 상대적으로 발전 속도가 낮아 가까운 종래에 문제가 될 것이라는 점에 대해서 언급하고 있다. 이에 MPEG에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 기존 H.264|AVC 표준보다 높은 압축 효율을 가진 새로운 비디오 압축 표준에 대한 필요성을 강조하고 있다.

MPEG에서는 새로운 비디오 코덱에서 요구되는 사항들을 기술적이고 기능적인 관점에서 <표 5>와 같이 정리하고 있으며, 이러한 요구사항들을 충족시키는 HVC가 홈 시네마, 디지털 시네마, 감시, 방송,

〈표 5〉 HVC의 요구사항

요구사항	의무적 요구사항("shall"을 포함한 문장)	권고적 요구사항("should"를 포함한 문장)
Compression Performance	<ul style="list-style-type: none"> <li>Substantially greater bitrate reduction over MPEG-4 AVC High Profile for the target application</li> <li>Subjective visually lossless compression</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lossless compression</li> </ul>
Picture Formats	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rectangular picture formats including all commonly used picture formats, ranging at least from QVGA to 8K×4K</li> <li>Picture formats of arbitrary size within limits specific to each Level</li> </ul>	
Color Spaces & Sampling	<ul style="list-style-type: none"> <li>YCbCr 4:2:0, 8bits per component</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>YCbCr/RGB 4:4:4, YCbCr 4:2:2</li> <li>Up to 14bits per component, up to 16bits per component for specific application</li> <li>Wide gamut color</li> <li>Transparency channel</li> </ul>
Frame Rates	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fixed and variable rational frame rates starting from 0Hz</li> </ul>	
Scanning	<ul style="list-style-type: none"> <li>Progressive scanning for all Profiles and Levels</li> </ul>	
Complexity (power consumption, computational power, memory bandwidth etc.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Feasible implementation of encoding and decoding within the constraints of the available technology at the expected time of usage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capability of trading-off complexity and compression efficiency:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Significant decrease in complexity compared to AVC but with better compression efficiency than AVC</li> <li>Increased complexity and commensurate increase in compression performance</li> </ul> </li> <li>Parallel processing</li> </ul>
Low Delay	<ul style="list-style-type: none"> <li>Low latency operation</li> </ul>	
Random Access & Trick Modes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Random access to certain positions of a stored video stream</li> <li>Fast channel switching in the case of multi-channel services</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pause, fast forward, normal speed reverse, and fast reverse access to a stored video bitstream</li> <li>Intra-only coding</li> </ul>
Error Resilience	<ul style="list-style-type: none"> <li>Video bitstream segmentation and packetization methods for the target networks</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>The video layer and its interfaces to the network layer for networks needing error recovery</li> </ul>
Buffer Models	<ul style="list-style-type: none"> <li>Buffer models, including hypothetical reference decoders(HRDs) for target applications</li> </ul>	
System Layer Interface	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permission to efficient adaptation and integration with the target system and delivery layers</li> </ul>	
Scalable Video Coding		<ul style="list-style-type: none"> <li>The design of the initial phase to add scalable coding tools for temporal, spatial and quality scalability without unreasonable effects on the coding efficiency</li> </ul>

실시간 통신, 화상 대화, 화상 회의, 모바일 스트리밍, 저장 매체, 컴퓨터, VOD, 인터넷 스트리밍, 3D 영상, 원격현장감(telepresence), 의료 영상 등과 같은 응용 분야에서 사용될 것으로 기대하고 있으며, 특히 고압축 성능이 필요한 UHD 응용과 모바일 HD 응용에서는 필수적으로 적용될 것으로 기대된다.

### III. HVC CfP 분석

#### 1. 시험 조건

차세대 비디오 압축 표준인 HVC의 CfP[1]에 응답하기 위해서는 CfP에 기재된 시험 영상, 부호화

조건, 기준 조건을 충족하는 비디오 코덱의 부호화/복호화 결과 및 복호화기(decoder)를 제출해야 한다. 코덱의 결과로는 부호화기(encoder)를 통해 생성된 비트스트림(bitstream), Planar YUV 파일 형식의 복호화된 영상(decoded sequence)을 포함하며, AVI 파일 형식의 복호화된 영상, 복호화기 실행(executable) 파일, 그리고 이상의 파일들이 손상되었는지에 대한 확인을 위한 체크섬(checksum) 파일 역시 제출해야 한다. 부호화 비트스트림은 제약 집합(constraint set)을 만족하면서, 목표 비트율을 초과하지 않게 생성된다. 각 시험 영상별로 5개의 목표 비트율이 지정되어 있다. 복호화된 영상은 상기 비트스트림의 복호화를 통해서 생성된다.

시험 영상들은 class A부터 class E까지 5가지의 공간적 해상도를 가지며, 총 18가지가 있다.

<표 6>은 CFP에 기재된 영상들에 대해 영상의 공간

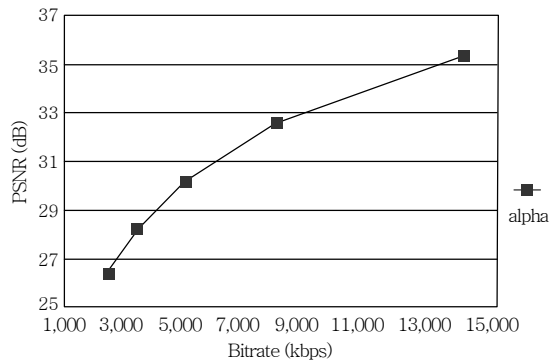
적 해상도, 프레임율(frame rate), 영상 길이(duration), 목표 비트율, 영상의 종류에 따라 사용될 제약 집합을 나타내는 시험 상황(test case), 그리고 CFP에 응답되는 영상 코덱들의 주관적인 화질(subjective quality) 평가 및 객관적인 화질(objective quality) 평가에 사용되는지에 대한 표기를 나타내었다.

시험 영상들은 모두 YUV 4:2:0, 각 성분 당 8비트, 점진적 주사(progressive scan) 방식이며, 각 영상들에 대한 영상 취득 단체, 영상 소유 단체, 저작권은 [1]의 Annex A에 나타나 있다. Class E의 영상들은 공간적 해상도 대비 목표 비트율이 낮게 책정되어 있는데, 이는 HVC의 응용분야 중 하나인 화상 대화 및 화상 회의 분야의 시험영상이기 때문이다.

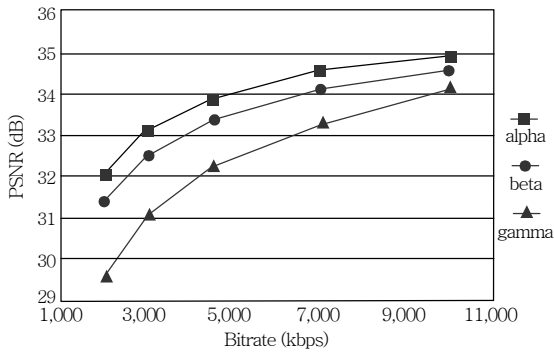
(그림 1)은 CFP에 사용되는 시험 영상들이며, 시험 영상들은 [4]에서 다운로드 할 수 있다. Class A의 영상들은 4K×2K 영상에서부터 2560×1600만

<표 6> HVC 시험 영상 설명 및 영상별 평가 시험 방법

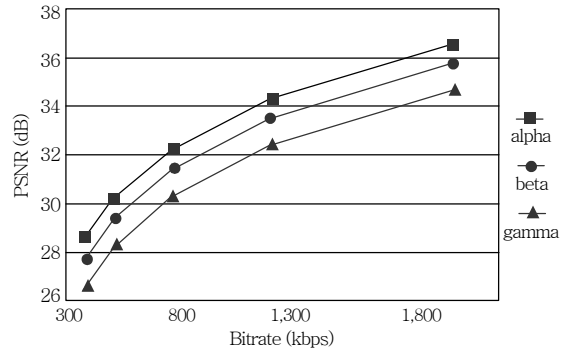
Class	Spatial Resolution	Frame Rate (fps)	Duration (sec)	Sequence		Test Method		Test Case		Target Rate Point(Mbit/s)				
				Number	Name	Subjective Quality	Objective Quality	Constraint Set 1	Constraint Set 2	Rate 1	Rate 2	Rate 3	Rate 4	Rate 5
A	2560×1600	30	5	S01	Traffic	×	○	○	×	2.5	3.5	5	8	14
				S02	PeopleOnStreet									
B1	1920×1080	24	10	S03	Kimono					1	1.6	2.5	4	6
				S04	ParkScene									
B2	1920×1080	50	10	S05	Cactus	○	○	○	○	2	3	4.5	7	10
				S06	BasketballDrive									
		60		S07	BQTerrace									
				S08	BasketballDrill									
C	832×480	60	10	S09	BQMall	○	○	○	○	0.384	0.512	0.768	1.2	2
				S10	PartyScene									
		50		S11	RaceHorses									
				S12	BasketballPass									
D	416×240	60	10	S13	BQSquare	○	○	○	○	0.256	0.384	0.512	0.850	1.5
				S14	BlowingBubbles									
		50		S15	RaceHorses									
				S16	Vidyo1									
E	1280×720	60	10	S17	Vidyo3	○	○	×	○	0.256	0.384	0.512	0.850	1.5
				S18	Vidyo4									



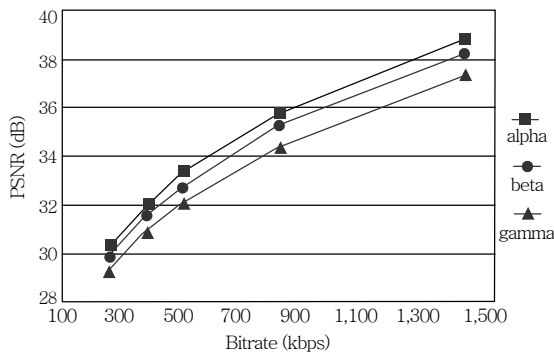
(a) Class A, S02



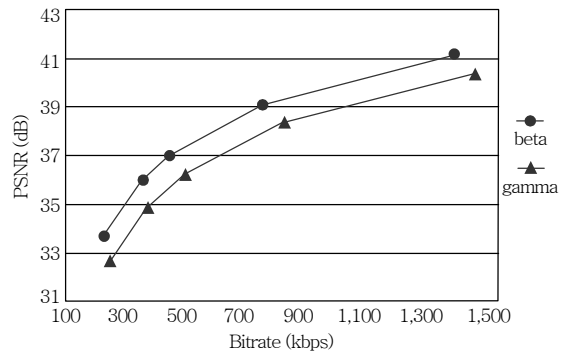
(b) Class B, S02



(c) Class C, S09



(d) Class D, S12



(e) Class E, S16

(그림 1) HVC CfP Alpha, Beta, Gamma Anchor 비교 울-왜곡 곡선

컴 추출한 영상이며, S11 영상과 S15 영상은 영상의 공간적인 해상도를 제외하고는 동일한 영상이다.

부호화 조건 중 제약 집합은 <표 7>과 같이 제약 집합 1과 제약 집합 2로 나뉘며, 응용 분야의 제약적인 상황이 반영되어 있다. 제약 집합 1의 경우 어느 정도의 지연 상황이 용인되며, 높은 부호화 효율, 그리고 임의 접근이 가능한 응용 분야를 반영하고 있

으며, 제약 집합 2의 경우 부호화 효율 대비 지연, 저복잡도의 응용 분야를 목표로 하고 있음을 알 수 있다. 제약 집합 1과 제약 집합 2에 공통적으로 적용되는 추가 제약은 전처리(pre-processing) 및 후처리(post-processing), 양자화 설정, 부호화 매개변수(encoding parameter), 훈련 집합(training set) 등 코덱 자체의 성능 외의 성능 최적화 방법 등은 권고하고 있지 않다.

〈표 7〉 부호화 조건 중 제약 집합과 추가 제약

Type	Constraint Set 1	Constraint Set 2
Delay	• Structural delay not larger than 8-picture GOPs	• No picture reordering between decoder and output
Random Access	• Random access intervals of 1.1sec or less	
Further Constraint		• Bitrate fluctuation • Frame-level multi-pass encoding
Pre-processing	• Not allowed	
Post-processing	• Allowed(only as a part of decoding process)	
Quantization Setting	• Static(any change shall be described)	
Encoding Parameter	• Non-automatic optimization discouraged	
Training Set	• Test sequence shall not be used(for entropy coding tables, VQ codebooks, etc.)	

## 2. Anchor 분석

HVC CfP에서 anchor의 타입은 〈표 8〉과 같이 alpha, beta 그리고 gamma anchor 세 가지로 구분되어지고 위에 미리 언급했듯이 제약 집합은 제약 상황(constraint case)에 따라 다시 집합 1(set 1)과 집합 2(set 2) 두 가지 집합으로 구분되어진다. 여기서 중요한 사항은 제약 상황이 우선한다는 것이다. HVC CfP 참가 제안자들은 제약 집합 1과 집합 2에 대응하는 제안 결과 2개만 제출해야 한다. 제약 상황이 2개인 것에 반해 anchor가 3개인 이유는 CfP에서 보다 다양한 평가를 하기 위해서이다.

우선 각각의 제약 집합에 대해 살펴보면 제약 집합 1은 임의접근(random access)이 필요한 서비스를 위한 제약 조건으로 부호화해야 할 입력 영상에 대해 GOP 크기가 8 이하의 지연 구조(delay structure)를 가지고 1.1초 이하의 임의접근 간격(random access intervals)을 지원해야 한다. 그리고 제약 집합 2는 저지연 서비스를 위한 제약 조건으로 복호화 과정에서의 영상 재배열(picture reordering)이 없어야 한다.

Alpha anchor는 제약 집합 1을 만족하고 beta와 gamma anchor는 제약 집합 2의 조건을 만족한다. 각 anchor들에 대한 구체적인 부호화 조건은 〈표 8〉과 같다.

〈표 8〉을 통해 살펴본 각 anchor 간의 가장 큰 차이점 중 하나는 예측구조(prediction structure)이다. 이미 위에서 언급한 바와 같이 제약 집합 2에 속하는 beta, gamma anchor의 예측 구조는 각각 hierarchical P와 IPPP 구조로서 저지연(low delay) 예측구조를 가지는 반면에 제약 집합 1에 속하는 alpha anchor의 예측 구조는 hierarchical B 구조로서 비교적 고지연(high delay) 예측 구조를 가진다. 즉, 복호기 상에서 beta나 gamma anchor는 alpha anchor에 비해 영상 재배열이나 버퍼링에 의한 지연 없이 복호화 과정을 수행할 수 있다. 또한 alpha anchor에서는 제약 집합 1을 만족하기 위해 picture들 사이에 매 1초마다 주기적으로 intra picture를 삽입하여 임의접근을 지원한다.

부호화 복잡도 측면에서 살펴보면 다른 anchor들에 비해 양방향 예측을 지원하는 alpha anchor가 가장 고복잡도(high complexity)를 가진다. 반면에 프레임 단위 다중경로 최적화(frame-level multi-pass optimization)를 사용하지 않고, 가중치 예측(weighted prediction)이나 8×8 변환(8×8 transform) 등의 사용을 제한하는 gamma anchor는 상대적으로 저복잡도(low complexity)를 가짐을 알 수 있다. 프로파일 단계(profile level)도 high 프로파일까지 지원해야 하는 alpha나 beta에 비해 gamma anchor는 baseline 프로파일을 지원한다. 이처럼 CfP에는 복잡도별로 3개의 anchor가 존재하므로, 제안 기술의 복잡도에 대한 평가도 가능하며, CfP 참가 제안자들은 [1]에 따라 각자의 복잡도 분석 자료도 제출하도록 되어 있다.

시험 영상별로 목표 rate에서의 각 anchor의 PSNR 값들은 〈표 9〉와 같다. 몇몇 실험 영상을 제외하고, 대부분 R3(A: 5Mbps, B1: 2.5Mbps, B2: 4.5Mbps, C: 768kbps, D: 512kbps, E: 512kbps) 정도의 rate에서 PSNR 값이 30dB을 넘는 것을 볼

〈표 8〉 HVC CfP Anchor별 세부 부호화 조건

Type	Alpha anchor	Beta anchor	Gamma anchor
Constraint set	Set 1	Set 2	Set 2
AVC conformance	High profile	High profile	Constrained baseline profile
Prediction Structure	Hier-B: IbBbBbBbP(8)	Hier-P: IpPp(4) with no backward reference (nested_prediction_flag=on)	IPPP...
# Reference pictures	Max 4 in each list (Max_ref_frames=4)	Max 4 (max_ref_frames=4)	Max 2 (max_ref_frames=2)
# Frame reordering	Max 3 frames (num_reorder_frames=3)	Not allowed (num_reorder_frames=0)	Not allowed (num_reorder_frames=0)
Random access	Intra picture every 24/32/48/ 64 pictures (for 24/30/50/60 fps)	-	-
GOP	GOP length 8(open)	GOP length 4(open)	-
QP scaling	QP(I), QP+ 1(P) QP+ 2(B1) QP+ 3(B2, x2) QP+ 4(B3, x4)	QP(I), QP+ 1(P1) QP+ 4(P2) QP+ 5(P3, x2)	-
Entropy coding	CABAC	CABAC	CAVLC
Transform	8×8 enabled	8×8 enabled	4×4 only
Quant. weighting matrix	Flat	Flat	-
RD optimization	Enabled	Enabled	Enabled
RDOQ	Enabled(fast mode, NUM=1)	Enabled(fast mode, NUM=1)	Enabled(fast mode, NUM=1)
Adaptive rounding	Disabled	Disabled	Disabled
Weighted prediction	Enabled	Enabled	-
Motion estimation	Fast(range 128×128)	Fast(range 128×128)	Fast(range 128×128)

〈표 9〉 HVC CfP Anchor 종류별 PSNR 비교

Sequence	Alpha(PSNR)			Beta(PSNR)			Gamma(PSNR)			
	R1	R3	R5	R1	R3	R5	R1	R3	R5	
A	S01: Traffic	34.29	37.18	40.69	-	-	-	-	-	-
	S02: PeopleOnStreet	26.43	30.11	35.31	-	-	-	-	-	-
	S03: ParkScene	34.68	38.34	41	33.95	37.66	40.63	33.01	36.69	39.79
	S04: Kimono	31.76	35.21	38.36	31.38	34.73	37.74	30.22	33.69	36.97
B	S05: Cactus	32.18	35.06	37.04	31.67	34.51	36.68	30.76	33.53	36.08
	S06: BasketballDrive	32.2	35.3	37.43	31.37	34.59	36.94	30.16	33.72	36.3
	S07: BQTerrace	32.03	33.89	34.92	31.35	33.35	34.53	29.58	32.22	34.09
	S08: BasketballDrill	29.16	32.1	35.92	28.92	31.74	35.39	27.82	30.58	34.17
C	S09: BQMall	28.54	32.16	36.47	27.78	31.29	35.67	26.58	30.19	34.65
	S10: PartyScene	25.11	27.44	31.03	24.26	26.61	30.29	23.22	25.37	28.76
	S11: RaceHorses	27.59	30.41	34.42	27.86	30.46	34.22	27.5	29.98	33.78
	S12: BasketballPass	30.11	33.16	38.76	29.78	32.68	38.15	29.17	32.02	37.32
D	S13: BQSqaure	29.16	31.56	35.51	28.52	30.85	34.49	26.76	28.82	32.43
	S14: BlowingBubbles	28.97	31.64	36.11	28.31	30.94	35.34	27.11	29.58	34.04
	S15: RaceHorses	30.25	33.36	39.07	30.15	33.17	38.78	29.83	32.68	38.47
	S16: Vidyol	-	-	-	34.03	37.28	40.89	32.55	36.21	40.07
E	S17: Vidyol3	-	-	-	42.33	44.42	46.71	41.25	43.75	46.19
	S18: Vidyol4	-	-	-	42.08	44.19	46.68	40.46	43.38	46.13



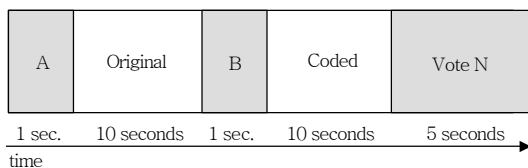
수 있고 R5(A: 14Mbps, B1: 6Mbps, B2: 10Mbps, C: 2Mbps, D: 1.5Mbps, E: 1.5Mbps) 정도에는 35dB 이상을 기록했다. RaceHorse 영상을 제외한 모든 영상에서 alpha, beta, gamma 순으로 높은 PSNR 값을 나타내었고 각 anchor 사이의 PSNR 값 차이는 평균 0.5dB 정도가 나는 것을 알 수 있다.

(그림 1)은 3개의 Anchor 영상들에 대한 율-왜곡(rate-distortion) 비교 곡선으로 class 당 한 개의 영상에 대해 나타내었다. 그래프 상의 각 지점은 rate 구간인 R1과 R2, R3, R4, R5에 해당된다. 제약 집합 2에 대한 beta와 gamma anchor의 성능차이가 큰 것을 알 수가 있다. Alpha와 beta는 영상에 따라 차이는 있으나 beta와 gamma의 경우보다 상대적으로 차이가 적은 것을 알 수가 있다. 이는 alpha, beta 모두 hierarchical 예측 구조를 사용하고 있으나, beta에서만 개선된 QP scaling과 참조 영상 방법[5]이 사용되었기 때문인 것으로 분석된다.

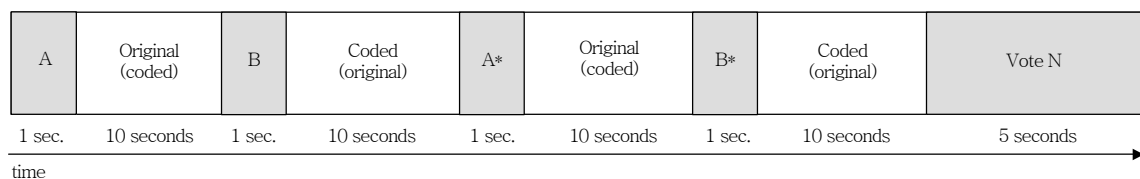
### 3. 제안 기술 평가 방법

제안 기술에 대한 평가는 class A의 경우 4K 디스플레이 등 주관적 평가에 필요한 장비들의 준비 문제로 객관적인 평가, BD-PSNR 및 BD-rate만 진행되며 class B, C, D, E에 대해서는 주관적 평가 및 객관적인 평가 모두 진행된다.

주관적 평가를 위한 시험 방법은 ITU-R BT.500-11 표준에 정의된 DSIS와 DSCQS 방식을 사용한다



(그림 2) DSIS 기본 테스트 셀



(그림 3) DSCQS 기본 테스트 셀

[1]. DSIS 방법은 통상 모든 화질 스케일(quality scale)에 대해 시험영상 화질이 잘 분배되어 있는 경우 사용하며 기본 테스트 셀(BTC)은 (그림 2)와 같이 원본 영상과 압축 영상을 각 10초씩 1회 시청 후 5초간 투표하도록 구성된다. 본 방법에서의 화질 스케일은 “0”(최저)부터 “10”(최고)의 11단계로 구성되어 있으며, 평가자는 11개의 체크박스 중 하나에 표시하게 된다.

DSCQS는 시험 영상이 고화질이어서 한 번의 비교로는 정확한 화질 평가가 어려운 경우에 사용하며 기본 테스트 셀은 (그림 3)과 같이 원본 영상과 압축 영상을 각 10초씩 2회 반복 시청 후 5초간 투표하도록 구성된다. 이 때 원본 영상과 압축 영상의 위치는 각 BTC에 따라 임의적으로 변화하며, 평가자는 이에 대한 정보를 갖지 않은 상태에서 평가에 임하게 된다. 각 BTC를 위한 화질 스케일은 100단계의 점수를 가진 두 개의 수직선으로 구성되어 있으며, 평가자는 투표 시간에 각 영상에 대한 점수를 두 개의 수직선 위에 표시하게 된다.

주관적 평가를 위한 실험 환경에서 디스플레이와 비디오 재생 서버를 제외한 나머지 사항들은 ITU-R BT.500 표준의 권고 사항들을 준수하도록 되어 있다. 시청 거리는 시험 영상의 물리적 높이(H)에 따라 2H부터 4H까지 변화한다. 디스플레이는 기본적으로 16:9 종횡비가 지원되는 LCD 모니터가 사용되며 초당 24, 30, 50 그리고 60프레임에서 WVGA에서부터 HDTV까지의 포맷을 지원하는 PC 및 비디오 재생 서버가 사용된다.

주관적 화질 평가 결과 분석을 위해서 사용되는 엑셀시트에는 각 실험 조건별로 투표 결과의 평균(MOS) 및 신뢰구간(CI)이 기재될 것이며, 이 값들은 그래프로도 제공될 예정이다.

객관적 평가에는 VCEG에서 사용하고 있는 BD-PSNR과 BD-rate[6],[7]을 사용하며, 추가로 delay를 평가하기 위한 RVM도 평가하게 된다.

RVM은 2009년 10월 SG16 회의 중에 제안된 평가 척도로, CBR 네트워크에서의 프레임별 비트율 변화를 고려한 실질적 delay를 측정하기 위한 척도로 제안되었으며 다음 식과 같다.

$$RVM = \text{std}(B)/R_{\text{avg}} \times e$$

$$\text{where, } B(i) = B(i-1) + r_p(i) - r_L(i)$$

$r_p(i)$ : size of  $i$ th picture in bits

$$r_L(i) = 1/(2 \times m) \sum_{j=i-m \text{ to } i+m-1} (r_p(j))$$

식에서  $e$ 는 Euler 상수로 RVM 값을 물리적인 delay 값에 근사하게 하는 역할을 한다.

CfP 참가자들은 [1]에 첨부된 엑셀 템플릿을 이용하여 제출한 각 부호화 스트림별로 프레임별 사용 비트와 Y, U, V의 PSNR 값을 제출하도록 되어 있다. RVM과 BD-PSNR과 BD-rate는 제출된 엑셀 자료로부터 자동으로 계산된다.

## IV. 결론 및 전망

MPEG과 VCEG이 설립한 JCT-VC의 HVC 표준화가 CfP를 통해 본격적으로 시작되었다. 2010년 4월 첫번째 JCT-VC 회의가 개최될 예정이며, CfP에 제안된 기술들의 평가 결과가 발표될 예정이다. CfP에 제안된 기술들을 중심으로 2010년 10월 까지 TM이 결정될 예정이며, 이후 TM의 성능을 개선하는 CE 중심으로 표준화가 2012년까지 진행될 예정이다.

### ● 용어해설 ●

**HVC(High-performance Video Coding):** MPEG과 VCEG이 공동으로 추진중인 비디오 부호화 표준의 명칭으로 AVC|H.264 보다 압축 성능을 50% 이상 향상하는 것을 목표로 하고 있음

**JCT-VC(Joint Collaborative Team on Video Coding):** PEG과 VCEG이 HVC 표준화를 공동으로 추진하기 위해 설립한 협력팀

## 약어 정리

AVC	Advanced Video Coding
AVI	Audio Video Interleave
BTC	Basic Test Cell
CBR	Constant Bit Rate
CE	Core Experiment
CfP	Call for Proposal
DSCQS	Double Stimulus Continuous Quality Scale
DSIS	Double Stimulus Impairment Scale
GOP	Group of Pictures
FDIS	Final Draft International Standard
HD	High Definition
HVC	High-performance Video Coding
JCT-VC	Joint Collaborative Team on Video Coding
MPEG	Moving Picture Experts Group
PSNR	Peak Signal to Noise Ratio
SVC	Scalable Video Coding
TM	Test Model
ToR	Terms of Reference
UHD	Ultra High Definition Television
VCEG	Video Coding Experts Group
VOD	Video On Demand

## 참고 문헌

- [1] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16, "Joint Call for Proposals on Video Compression Technology," N1113&VCEG-AM91, Jan. 2010.
- [2] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "Terms of Reference of the Joint Collaborative Team on Video Coding Standard Development," N1112, Jan. 2010.
- [3] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "Vision, Applications and Requirements for High-Performance Video Coding(HVC)," N11096, Jan. 2010.
- [4] ftp://ftp.tnt.uni-hannover.de
- [5] Michael Horowitz and Danny Hong, "Use of Hierarchical P Picture Coding for EPVC Anchor 2," ITU-T SG16 C288, Oct. 2009.
- [6] Gisle Bjontegaard, "Calculation of Average PSNR Differences between RD Curves," ITU-T

SG16/Q6, 13th VCEG Meeting, Austin, Texas, USA, Doc. VCEG-M33, Apr. 2001.  
[7] Gisle Bjontegaard, "Improvements of the BD-

PSNR Model," ITU-T SG16/Q6, 35th VCEG Meeting, Berlin, Germany, Doc. VCEG-AI11, 16-18 July, 2008.