

HEVC를 이용한 양안식 영상의 효율적인 부호화 방법

준회원 황수진*, 종신회원 호요성*

An Efficient Coding Method for Stereoscopic Videos using HEVC

Soo-Jin Hwang* Associate Member, Yo-Sung Ho*° Lifelong Member

요약

차세대 비디오 압축 표준으로 현재 개발 중인 HEVC(high efficiency video coding)는 기존 비디오 압축 표준인 H.264/AVC에 비해 40% 정도의 성능 향상을 보인다. 기존의 양안식 영상을 부호화하기 위한 코덱은 H.264/AVC 기반으로 제작되었기 때문에, HEVC를 이용하여 양안식 영상을 부호화 하면 성능 향상을 기대할 수 있다. 또한 양안식 영상은 기존의 각 화면의 시간 상관도(temporal correlation)에 더해 화면간의 상관도(inter-view correlation)가 존재하기 때문에, 좌우 영상을 함께 부호화하는 것이 성능 개선에 유리하다. 본 논문에서는 HEVC의 참조 소프트웨어인 HM 3.4를 이용하여 화면간의 상관도를 고려한 양안식 영상 부호화 방법을 제안한다. 화면간의 예측을 이용한 제한한 코덱을 이용하여 부호화한 오른쪽 영상과 기존 HEVC로의 오른쪽 화면을 부호화했을 때의 성능을 비교한 결과 BDBR이 약 36.24% 감소했으며 BDPSNR은 1.19 dB가 증가했다.

Key Words : HEVC, Stereoscopic Video, Inter-View Correlation, 양안식 영상, 화면 상관도

ABSTRACT

The compression performance of HEVC (high efficiency video coding) is improved 40%, compared to H.264/AVC. Since the existing 3D video CODEC is based on H.264/AVC or MPEG-2, we can improve the compression performance when we use the proposed stereoscopic video coding method based on HEVC. Since the stereoscopic video has the temporal and inter-view correlations, the videos of the left and right cameras encode together to improve the performance. Especially, we implemented the proposed technique using HM(HEVC test model) 3.4. To compare the performance of the proposed method, we only compare the right view video which is coded using the inter-view prediction. The proposed method which is considered inter-view correlation is improved the performance which BDBR reduce about 36.24% and BDPSNR increase approximately 1.19 dB compared to the separated-coding method.

I. 서론

최근 방송과 통신을 위한 정보처리 기술이 빠르게 발전함에 따라 차세대 방송 서비스에 대한 관심이 높아지고 있다. 기존의 2차원 영상과 차별되는 보다 실감나는 3차원 입체 영상을 제공하기 위해 양안식 영상(stereoscopic video)과 다시점 영상(multi-view

video, MVC)과 같은 영상처리 기술이 연구되고 있다^[1]. 양안식 영상은 좌안 영상과 우안 영상을 이용하여 사용자에게 입체감을 느낄 수 있는 기회를 제공할 수 있지만, 영상을 획득하는 카메라가 늘어남으로 인해 처리해야할 데이터양이 증가하기 때문에 이를 효과적으로 부호화할 수 있는 새로운 시스템이 필요하다^[2].

최근 동영상 전문가 그룹인 MPEG(moving picture

* 광주과학기술원 실감방송연구센터(hoyo@gist.ac.kr), (° : 교신저자)

논문번호 : KICS2011-08-376, 접수일자 : 2011년 8월 29일, 최종논문접수일자 : 2011년 12월 2일

experts group)에서는 3차원 비디오 시스템에 대한 국제 표준화를 진행하고 있다. 3차원 오디오-비주얼(3D audio-visual)을 시작으로 다시점 영상의 부호화 국제 표준안이 제정되었다. 또한 이러한 다시점 영상의 부호화 경험을 바탕으로 3차원 비디오 부호화(3D video coding)에 대한 국제 표준화 작업이 진행되고 있다.

HEVC (high efficiency video coding) 기술은 기본적으로 압축 성능 측면에서는 기존 H.264/AVC 표준 기술의 약 40% 정도의 부호화 효율 향상을 보이고 있다^[3]. 기존 H.264/AVC 대비 2배 이상의 부호화 효율을 달성하는 것이 최종 목표이며, MPEG-2 혹은 H.264/AVC 등 이전의 비디오 코덱 기술 표준들과 마찬가지로 다양한 응용분야에 적용이 가능한 차세대 비디오 코덱을 지향하고 있다. 특히 초고해상도, 초고 화질에 대한 지원과 더불어 현격한 압축 성능의 향상을 주요한 표준화 목표로 하고 있다. 기존의 H.264/AVC의 표준화를 담당했던 ISO/IEC MPEG과 ITU-T의 VCEG이 새롭게 JCT-VC(joint collaborative team on video coding)을 결성하여, JCT-VC에 의해 새로운 표준 제정 작업을 진행 중이다^[3]. HEVC는 2013년 표준 확정을 목표로 하고 있으며, TMuC(test model under consideration)을 거쳐 총 여섯 차례의 회의를 통해 현재 HM 4.1(HEVC test model 4.1)까지 구현이 완료된 상태이다^[4].

최근 제한된 대역폭에서 3DTV를 효율적으로 방송하기 위한 3차원 콘텐츠 부호화 기술의 개발은 중요한 이슈이다. 현재 우리나라에서 준비 중인 3DTV 실험방송에서는 기존 DTV와 역호환성을 보장하기 위해 3D 콘텐츠의 구성을 두 개의 스트림으로 구성하는 방식(full resolution dual stream)을 추진하고 있다. 기존 DTV 시청자는 MPEG-2로 부호화된 좌안용 영상만으로 DTV(digital television)를 통해 시청하게 되고, 3DTV 수신기를 보유한 사용자는 두 개의 스트림을 복호화하여 3D 입체영상을 시청하게 된다^[5].

이처럼 3차원 콘텐츠는 2차원 비디오에 비해서 많은 데이터의 전송이 요구되므로 고품질의 3D 서비스를 위해서는 현재의 H.264/AVC보다 압축성능이 뛰어난 HEVC로의 전향 가능성이 높을 것으로 예상된다. 본 논문에서는 입체감 있는 양안식 영상을 효율적으로 부호화 하기 위해, HEVC 코덱을 기반으로 한 압축 방법을 제안한다.

본 논문에서는 HEVC를 기반으로 한 양안식 영상의 부호화 방법을 제안하고, 부호화 구조에 따른 실험 결과를 통해 코덱 개발의 필요성을 설명한다. 부호화 시스템은 기존의 3D 부호화기 표준인 MVC 방법과는

다른 방법으로 설계되었다. MVC에서는 좌안 영상의 모든 화면을 부호화하고 우안 영상을 부호화할 때, 복원된 영상을 이용하는 방법으로 설계되어 있으나, 제안하는 방법은 양안 영상을 순차적으로 부호화하고 복원된 좌안 영상의 화면을 참조 화면으로써 이용하는 방법을 이용한다. 여기서, 좌안 영상은 I 화면으로 고정하고 화면의 상관도를 이용해 우안 영상을 부호화한다. 이번 실험은 새로운 멀티뷰 코덱 표준 설계를 위한 사전 실험이 될 것이다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 HEVC에 대한 기본 기술들을 설명하고, 3장에서는 제안하는 양안식 영상의 부호화 방법에 대해 설명한다. 4장에서는 실험을 통해서 제안하는 방법의 성능을 평가하고, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. HEVC 부호화기 구조

2.1 HEVC 부호화기 구조

그림 1은 HEVC의 부호화기 구조이다. H.264/AVC는 하나의 화면을 16×16의 매크로블록(macroblock, MB)를 통해 분할하여 부호화하지만, HEVC는 계층적 부호화 구조를 이용한다.

기본 부호화 단위인 정사각형의 CU(coding unit)를 사용하여 부호화하며, 예측 기본 단위로는 PU (prediction unit)를 이용하며 여러 개의 블록으로 분할되어 예측에 사용된다. 예측 후에는 변환(transform) 및 양자화(quantization)를 위한 기본 단위인 TU (transform unit)를 이용하여 부호화를 수행한다. 예측 방법은 H.264/AVC와 동일하게 화면내의 화면간 상관도를 이용하는 인트라(intra)와 화면간의 시간적 상관도를 기본으로 하는 인터(inter)로 구분된다. 특히 인트라 모드는 기존 방법과 비교하여 정확도를 개선하기 위해 최대 34가지 방향성을 고려하며, 인터 예측을 위해서는 AMVP(advanced motion vector prediction) 등의 기술을 새롭게 제안하였다. 또한 기존의 더블록킹 필터

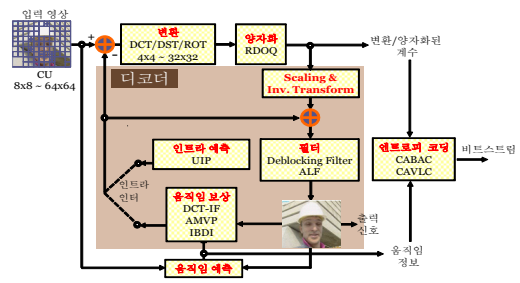


그림 1. HEVC 부호화기 구조

(deblocking filter)의 성능을 보완하기 위해 ALF (adaptive loop filter)를 사용함에 따라 주관적 화질 향상을 위한 기술들을 더욱 고려하였다.

2.2 HEVC 계층적 부호화 구조

현재 HEVC에서는 기본 부호화 단위인 CU의 단위를 최대 64×64에서 최소 8×8까지 구분하고 있다^[4]. 각 CU는 split_flag를 이용하여 CU의 추가 분할 여부를 판단한다. 부호화 과정에서 다양한 크기의 CU 중에 최적의 크기를 결정하기 위해 식 (1)과 같이 비트율 왜곡값(rate-distortion cost, RD cost)을 이용한다^[3].

$$RD_{cost} = D_Q + \lambda \cdot (R_H + R_C) \quad (1)$$

식 (1)에서의 D_Q 는 양자화로 인해 생기는 오차를 나타내며, λ 는 라그랑주 곱수(Lagrange multiplier)이다. R_H 는 예측 모드 및 움직임 정보를 부호화하기 위해서 사용하는 헤더의 비트량을 의미하며, R_C 는 양자화된 계수를 부호화하기 위해 사용되는 비트량을 의미한다. 식 (1)을 통해 결정된 최소의 비트율 왜곡값을 갖는 CU로 결정한다^[3].

H.264/AVC에 비해 64×64 크기까지 확장된 크기의 그림 2와 같이 CU를 사용하기 때문에 고해상도 영상을 효과적으로 부호화할 수 있음을 알 수 있다. 또한 8×8과 같은 작은 크기의 CU들을 이용하면 영상의 복잡한 부분에서 모드별로 전송해야하는 헤더의 양은 늘어나게 되지만 오차가 줄어들어 전송해야할 데이터의 양을 절감 가능하다.

결정된 하나의 CU를 통해 예측 위한 단위인 PU를 여러 개의 블록으로 분할하여 인트라와 인터 모드 예측을 수행한 후, TU를 이용하여 변환 및 양자화를 수행한다^[3]. 변환 방법은 4×4 단위 크기에서 32×32 단위 크기까지 정사각형의 다양한 크기로 이용 가능하다^[4].

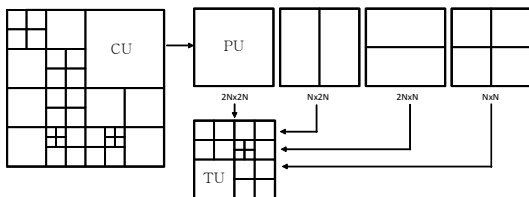


그림 2. HEVC 계층 구조

2.3 HEVC GPB (generalized P and B-picture) 기술

HEVC에서는 부호화기의 시간 예측 구조(temporal prediction structure)를 총 세 가지로 나눈다. 이는 인

트라 화면만 부호화(intra only)하는 방법과 임의 접근(random access) 방법, 그리고 저지연(low delay) 방법으로 분류할 수 있다^[4]. 임의 접근 항목에서는 계층적 B 화면 구조를 사용하며, 여기서의 GPB 화면은 전방향의 한 장의 참조 화면에서 두 개의 움직임 벡터를 이용할 수 있다. 기존의 H.264/AVC에서는 한 장의 참조화면에서 두 개의 움직임 벡터를 사용하는 것은 의미가 없다 하여 이를 사용하지 않았으나, 이 방법은 실험적으로 성능을 개선을 확인하여 현재 HEVC에서 GPB 기술을 제공하고 있다.

그림 3은 저지연 항목에서 순차적으로 부호화되는 GOP(group of picture) 구조를 보여준다. 본 구조에서도 마찬가지로 P 화면으로 부호화되게 설정되어 있는 화면은 B 화면으로 변경된다. 즉, 전방향의 B 화면 저장 버퍼인 리스트 0는 리스트 1에 복사되어 이용됨으로써, GPB 기술을 적용하면 P 화면 대신 B 화면으로 강제 변환된다^[3]. 즉, 다시 말해 GPB를 적용할 경우에 P 화면은 사용할 수 없게 되며 각각의 화면들의 양자화 변수는 시간적 순서에 따라 정해진 오프셋만큼 증가한다^[4]. 움직임이 복잡한 장면에서 GPB를 적용할 경우에는 움직임을 좀 더 세밀하게 예측 가능하여 부호화 효율을 높일 수 있다.

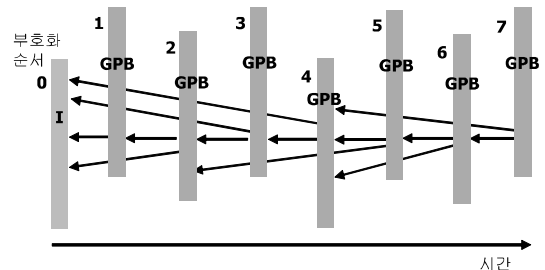


그림 3. 저지연 항목의 GOP 구조

III. HEVC를 이용한 양안식 영상 부호화 방법

3.1 HEVC 기반의 양안식 영상을 위한 부호화기 개발의 필요성

영상을 부호화하기 위해서 기존의 H.264/AVC나 MPEG-2를 이용하는 것 보다는 HEVC를 이용하는 것이 부호화 성능을 높인다. 하지만 HEVC의 HM은 2차원 동영상을 위한 부호화기로서 좌우 영상을 각각 (separated) 부호화하는 방법으로 설계되어있어 그림 4에서 검정색 부분을 제외한 중복되는 부분인 화면간의 상관도(inter-view correlation)를 고려하지 못한다. 그러므로 이를 고려하는 HEVC 기반의 양안식 영상

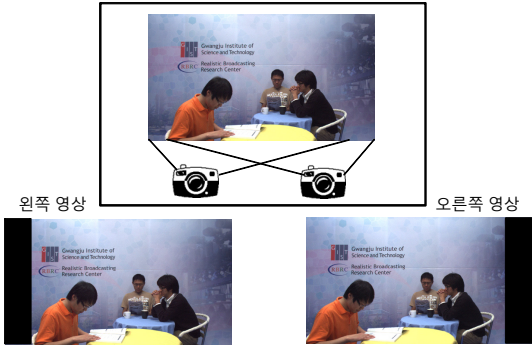


그림 4. 양안식 영상의 특징

부호화기를 개발해야 할 필요가 있다⁶⁾.

3.2 HEVC를 이용한 양안식 영상 부호화기 설계와 부호화 구조

본 논문에서 제안하는 양안식 영상을 위한 부호화기는 기존의 MVC와는 달리 그림 5에서 보듯이 각 양안 영상을 버퍼에 저장하여 순차적으로 부호화하고 복원된 좌안 영상의 화면을 참조 화면으로써 사용하는 방법을 이용한다. 즉 다시 말해, 양안식 영상을 부호화 하면 같은 시간의 장면을 담은 두 장의 화면을 차례로 부호화하면 하나의 비트스트림으로 출력되며 이를 복원 시 두 개의 화면으로 분리하여 복원되는 방법을 사용하였다. 양안식 부호화를 위한 전체적인 구조는 그림 6과 같다. 복원된 동일 시간대(f_n)의 좌안 영상과 이전 시간대(f_{n-1})의 우안 영상을 참조 화면으로 이용하여 우안 영상 (f_{n+1})을 위해 참조 화면을 결정한다.

좌안 영상은 인트라 화면으로 부호화하여 시간 상관도는 고려하지 않는 것으로 제한하며, 우안 영상은 공간 상관도와 시간 상관도를 함께 고려하는 방법을 이용하여 부호화한다. 즉 우안 영상은 IBBB 구조로 부호화한다. HEVC를 기반으로 우안 영상을 PBBB 구조가 아닌 IBBB 구조로 부호화한 이유는 표 1의 구

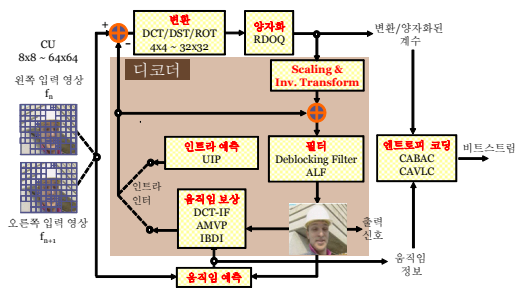


그림 5. HEVC를 이용한 양안식 영상의 부호화기 구조

표 1. 오른쪽 영상을 부호화하기 위한 IBBB 구조와 PBBB 구조의 성능 비교

영상	양자화 변수	BDBR	BDPSNR
Book Arrival	22, 27, 32, 37	5.00%	0.10 dB

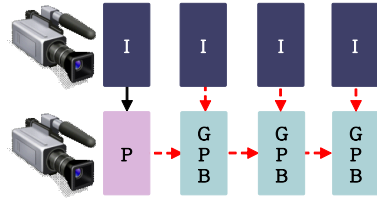


그림 6. 기존 부호화 구조

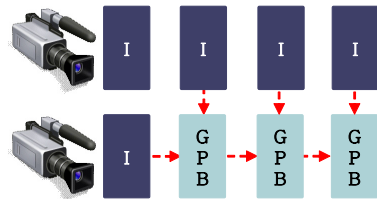


그림 7. 제안한 부호화 구조

조별 성능 비교를 통해 알 수 있다. 표 1은 HEVC를 이용하여 Book_Arrival 영상에 대해 좌우 영상의 화면간 상관도를 고려하여 오른쪽 화면에 대한 PBBB 구조와 IBBB 구조로 부호화 되게 설계하여 각각 실험하여 성능을 비교한 결과이다. MVC 에서와는 달리 HEVC에서는 IBBB의 구조를 사용하면 약 5.00%의 BDBR이 감소하고, 0.10 dB의 BDPSNR이 증가한다는 것을 알 수 있었다. 이러한 이유로 그림 6과 같이 기존의 방법을 이용하여 왼쪽 영상의 첫 번째 화면을 참조하여 오른쪽 화면의 첫 화면을 P 화면으로 부호화한다. 좌안 영상의 첫 화면을 참조하여 오른쪽 화면의 첫 화면을 P 화면으로 부호화하면, 처음에는 비트가 적게 사용되지만 오히려 이후에는 비트가 증가하며 화질 또한 저하된다. 그러므로 기존의 그림 6 구조가 아닌 그림 7과 같은 구조의 방법을 제안한다.

IV. 실험 결과 및 분석

본 논문은 HEVC 참조 소프트웨어 HM 3.4를 이용하여 양안식 영상의 효율적인 부호화를 위한 부호화기를 구현했다⁷⁾.

표 2에서 알 수 있듯이 좌안 영상과 우안 영상을 각각 50 프레임씩 부호화하고, 제안하는 양안식 영상

표 2. 실험 환경

영상 수	분리 부호화	50
	제안 부호화	100
양자화 변수	22, 27, 32, 37	
영상 구조	좌안 영상	I I I I
	우안 영상	I B B B
GPB	적용	

을 위한 부호화기는 좌안 영상과 우안 영상을 함께 부호화하기 때문에 총 100 프레임을 부호화한다. 제안하는 부호화기에서 이용하는 참조 영상은 화면간의 상관도를 이용하는 참조 화면과 시간 상관도를 이용하는 참조 화면, 즉 두 장을 사용한다. 표 2의 실험 환경을 통해 다양한 해상도와 프레임율의 3DV 실험 영상을 이용하여 실험했다. 각 실험 영상의 정보는 표 3과 같다.

좌안 영상과 우안 영상을 분리하여 HM 3.4로 부호화한 방법과 본 논문에서 제안한 방법을 이용하여 다양한 영상을 통해 실험한 결과를 표 4에 나타냈다. 제안한 알고리즘의 양자화 변수에 따른 동일 PSNR 대비 비트율의 변화를 나타내는 BDBR(Bjontegaard-delta bit reduction)의 변화와 동일 비트 대비 PSNR의 변화를 나타내는 BDPSNR(Bjontegaard-delta PSNR)을 이용해 최종 결과를 나타냈다^[8]. 제안하는 방법을

표 3. 실험 영상 정보

영상	해상도	프레임율
Balloons, Love_Bird, Kendo	1024×768	30 Hz
Book_Arrival	1024×768	17 Hz
Café	1920×1080	30 Hz
Poznan_Street	1920×1088	25 Hz

표 4. HEVC를 이용한 좌우 영상의 분리 코딩 방법과 제안한 방법의 성능 비교

영상	BDBR	BDPSNR
Balloons	-23.23%	0.85 dB
Love_Bird	-34.41%	0.79 dB
Kendo	-42.65%	1.93 dB
Book_Arrival	-56.12%	2.08 dB
Café	-24.55%	0.62 dB
Poznan_Street	-36.49%	0.90 dB
Average	-36.24%	1.19 dB

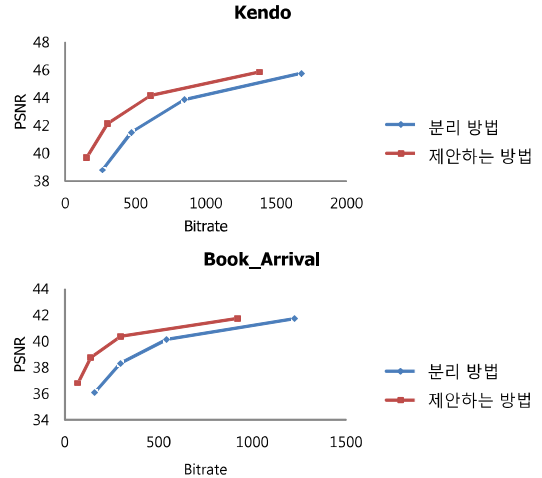


그림 8. 비트율 왜곡 곡선

이용하여 최대 BDBR은 약 56.12% 감소했고 BDPSNR은 2.08 dB가 증가했다. 평균적으로 BDBR과 BDPSNR이 각각 36.24% 감소, 1.19 dB 증가하는 성능 향상을 보였다. 그림 8은 각 영상의 비트율 왜곡 곡선을 보여준다. 이로써 제안하는 방법의 성능의 개선 정도를 알 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 HEVC의 HM 3.4를 사용하여 양안식 영상의 화면간의 상관도를 고려하는 부호화기를 구현하여 제안했다. 제안한 양안식 영상의 부호화기는 기존의 MVC 방법과는 달리 설계되었다. MVC에서는 좌안 영상의 모든 화면을 부호화하고 그 후 우안 영상을 부호화한다. 즉, 우안 영상을 부호화할 때, 모든 화면이 이미 복원된 좌안 영상을 이용하는 방법으로 설계되어 있으나, 제안한 방법은 좌안과 우안 영상의 각 화면별로 차례대로 부호화하여 우안 영상의 화면을 부호화할 때 이를 참조 화면으로 이용하게 함으로써 실시간으로 부호화되게 설계하였다.

제안한 방법은 시간 상관도를 고려하지 않고 인트라 화면으로 부호화하는 좌안 영상과 공간 상관도와 시간 상관도를 함께 고려한 우안 영상을 이용하여 부호화한다. 즉, 제안하는 방법의 GOP 구조는 좌안 영상과 우안 영상 각각 IIII와 IBBB이다. 우안 영상의 경우 PBBB의 GOP 구조로 부호화 하면 화면간 상관도를 고려하며 초반에는 발생 비트를 줄일 수는 있지만, 참조 화면으로 이용되기에는 화질의 열화가 있어서 좌안 영상의 첫 화면은 I 화면으로 부호화하는 것

이 결과적으로는 좋은 성능을 보임을 알 수 있었다. 본 논문에서는 화면간 상관도와 시간 상관도를 고려한 양안식 영상의 부호화기를 개발하여 최대 BDBR은 약 56.12% 감소했고 BDPSNR은 2.08 dB가 증가했다. 다양한 영상으로 실험한 결과 평균적으로 BDBR은 약 36.24% 감소했으며 BDPSNR은 1.19 dB가 증가했다.

참 고 문 헌

- [1] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "Multiview Coding using AVC," M12945, Jan., 2006.
- [2] 호요성, 강민구, "3차원 비디오 서비스를 위한 MPEG 표준화 기술," *TTA Journal*, Vol.129, pp.73-79, Jun., 2010.
- [3] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "Working Draft 3 of HEVC," JCTVC-E603, Mar., 2011.
- [4] ISO/IEC JCT1/SC29/WG11, "HEVC Test Model 3 Encoder Description," JCTVC-E602, Mar., 2011.
- [5] 3DTV방송진흥센터: <http://3dtvkorea.or.kr/>
- [6] K. Oh and Y. Ho, "Global Disparity Compensation for Multi-view Video Coding," *Proc. International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT)*, pp.018-023, Jan., 2007.
- [7] HM3.4 available from: <http://hevc.kw.bbc.co.uk/git/w/jctvc-a124.git>
- [8] G. Bjontegaard, "Calculation of average PSNR differences between RD-Curves," ITU-T SG16 Q.6 Document, VCEG-M33, Apr., 2001.

황 수 진 (Soo-Jin Hwang)

준회원



2010년 동국대학교 정보통신공학과 학사
 2010년~현재 광주과학기술원 정보통신공학과 석사과정
 <관심분야> 고효율 비디오 부호화, 3차원 비디오 부호화, 실감방송

호 요 성 (Yo-Sung Ho)

종신회원



1981년 서울대학교 공과대학 전자공학과 학사
 1983년 서울대학교 전자공학과 석사
 1989년 Univ. of California, Santa Barbara, Dept. of Electrical and Computer

Engineering 박사

1983년~1995년 한국전자통신연구소 선임연구원
 1990년~1993년 미국 Philips 연구소, Senior Research Member
 1995년~현재 광주과학기술원 정보통신공학과 교수
 <관심분야> 디지털 신호처리, 영상 신호 처리 및 압축, 디지털 TV와 고선명 TV, 멀티미디어 시스템, MPEG 표준, 3차원 TV, 실감방송