

레터논문 (Letter Paper)

방송공학회논문지 제23권 제2호, 2018년 3월 (JBE Vol. 23, No. 2, February 2018)

<https://doi.org/10.5909/JBE.2018.23.2.316>

ISSN 2287-9137 (Online) ISSN 1226-7953 (Print)

양안 교차 SHVC 기반 융합형 3DTV 시스템

강 동 욱^{a)†}, 정 경 훈^{a)}, 김 진 우^{a)}, 김 종 호^{a)}

Hybrid 3DTV Systems Based on the Cross-View SHVC

Dong Wook Kang^{a)†}, Kyeong Hoon Jung^{a)}, Jin Woo Kim^{a)}, and Jong Ho Kim^{a)}

요 약

ATSC 3.0 및 국내 UHD 방송 표준에 의해 제공되는 PLP 기능을 이용하여 지상 UHD 방송 서비스 및 모바일 HD 방송 서비스가 동시에 제공되는 경우, 약간의 부가 데이터를 전송함으로써 고품질의 UHD-3D 방송 서비스를 제공할 수 있다. 입체 영상의 좌우 영상을 입력하고, 하나의 시점 영상을 SHVC 방식으로 부호화하고, 다른 시점 영상을 양안 교차 방식의 SHVC 방식으로 부호화한다. 그런데 2 개의 인코더의 기본 레이어(BL)가 서로 공통이기 때문에, 2 개의 인코더는 하나의 BL 스트림 및 2 개의 확장 레이어 (EL) 스트림을 생성하는 인코더에 대응한다. UHD-3D 방송 서비스를 위해 세 번째의 독립적인 HEVC 부호화를 적용하는 것과 비교할 때 제안 기법의 평균 인코딩 효율은 16% 더 효율적이다. 또한 제안된 기법은 영상 프레임 당 PSNR의 변동을 줄이고 최소 PSNR 프레임의 화질을 0.6dB 증가시킨다.

Abstract

When a terrestrial UHD broadcasting service and a mobile HD broadcasting service are provided using the PLP function provided by ATSC 3.0 and domestic UHD broadcasting standard, a small amount of data may be additionally transmitted to further provide high quality UHD-3D broadcasting service. The left and right images of the stereoscopic image are input, one view image is encoded by the SHVC method, and the other view images are encoded by the SHVC method of the two-view cross-referencing method. However, since the base layers (BL) of the two encoders are mutually common, the two encoders correspond to encoders that generate one BL stream and two enhancement layer (EL) streams. The average encoding efficiency is 16% more efficient compared to the third independent HEVC encoding for the UHD-3D broadcast service. The proposed scheme reduces the fluctuation of PSNR per image frame and increases the image quality of minimum PSNR frame by 0.6dB.

Keyword : SHVC, Cross-View SHVC, 3DTV, UHD-3D

a) 국민대학교 전자공학부(School of Electrical Engineering, Kookmin University)

† Corresponding Author : 강동욱(Dong Wook Kang)

E-mail: dwkang@kookmin.ac.kr

Tel: +82-2-910-4641

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7388-1927>

※ 이 논문은 2017년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2017-0-01663, 과제명: SHVC 기반 융합형 초고화질 3DTV 기술 개발).

※ This work was supported by Institute for Information & communications Technology Promotion(IITP) grant funded by the Korea government(MSIT) (No. 2017-0-01663, Development of Hybrid UHD-3DTV Technology Based on SHVC)

· Manuscript received January 15, 2018; Revised February 28, 2018; Accepted February 28, 2018.

Copyright © 2016 Korean Institute of Broadcast and Media Engineers. All rights reserved.

“This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and not altered.”

1. 서론

OTT (Over The Top) 서비스를 통한 UHD 영상 콘텐츠의 소비가 증가하는 한편, 국내에서는 지상파를 통한 무료 보편적 UHD 방송서비스가 도입되는 등 UHD 영상 서비스는 보편적 실감미디어 서비스로 발전해가고 있다.

ATSC3.0을 기반으로 제정된 국내 지상파 방송에서는 UHD 방송서비스와 대역을 공유해서 이동 HD (Mobile HD) 서비스를 제공하는 것도 가능하다^[1]. 하나의 물리적 채널을 통해서 고정 수신용 UHD 방송서비스와 이동 수신용 HD 방송서비스를 동시에 제공하는 경우, 스테레오 카메라의 좌우 영상 신호를 각 방송서비스의 입력 영상으로 사용하면 UHD-3D 방송서비스를 제공할 수 있다.

융합형 3D 방송의 경우, 기준영상에 비해 부가영상의 화질이 떨어지는 문제가 있어서 이 문제의 해결이 요구된다. ATSC 2.0 표준에서는 같은 문제를 해결하기 위해 VEI (video enhancement information)라는 부가 정보를 전송하는 방식이 채택되었다^[2]. VEI는 화질 차이가 있는 스테레오 영상에서 고화질의 기준영상을 이용하여 부가영상의 화질을 높이기 위한 화소 단위의 정보이며, 쿼드트리 코딩 기법을 통해 효율적으로 부호화하고 있다. VEI 부호화는 HD-QVGA 또는 HD-VGA 조합의 스테레오 입체 영상의 화질 개선에서 매우 효과적으로 작동됨이 알려져 있다^[3].

한편 국내 지상파 UHD 방송과 ATSC 3.0에서는 비디오 부호화를 위해 스케일러블 부호기를 사용하는 것도 표준으로 채택되어 있다. 스케일러블 영상 부호화 기법은 동일한 콘텐츠에 대한 이중 해상도 영상을 동시에 서비스하는 방송(Simulcast)을 위해서 사용할 수 있는 매우 효율적인 부호화 기법이다.

스케일러블 부호화 기법은 3D 영상의 화질 개선을 위해서도 매우 효율적으로 활용될 수 있다. 예를 들어 좌시점 영상은 앞 절에서와 같이 HEVC로 부호화하되, 우시점 영상을 SHVC로 부호화하는 것이다^[3]. 고정수신 UHD 서비스를 위해서는 HEVC로 부호화한 좌시점 영상 스트림을 이용하고, 이동 수신 HD 서비스를 위해서는 SHVC로 부호화된 스트림 중 BL(Base Layer) 스트림을 이용하며, UHD-3D 서비스를 위해서는 SHVC의 EL (Enhanced Layer) 스트림까지 이용하면 효율적이면서도 고화질의 방송서비스

가 가능하다. SHVC 부호기의 BL 스트림은 이동 수신 HD 방송서비스를 위해 전송하고 EL 스트림은 VEI를 대체하여 3D 영상의 화질 개선을 위한 정보로 활용될 수 있다. 2Mbps의 부가 정보를 전달하는 조건에서, SHVC EL 스트림이 VEI보다 더 효율적으로 UHD-3D 영상의 화질을 개선할 수 있음이 최근 발표되었다^[4].

본 논문에서는 기준영상(좌영상) 부호화를 위해 이용하는 HEVC를 스케일러블 부호기로 대체하는 방송시스템을 새롭게 제안한다. 하나의 BL 스트림과 이를 기저 영상으로 활용한 EL 스트림 2개를 생성하는 방식이다. 2장에서는 SHVC와 양안 교차 SHVC를 통합한 영상 부호화 기법에 대해서 설명하고 3장에서는 전산모의실험의 결과를 분석하였다.

II. 양안 교차 SHVC 부호화를 활용한 융합형 3DTV 서비스 방안

통상적인 SHVC는 단일 시점의 영상을 입력받아 BL (Base Layer) 및 EL(Enhanced Layer) 스트림으로 부호화하는 방식이다. 반면에 본 논문에서 고려하는 양안 교차 SHVC(Cross-view SHVC)란 좌우 시점의 스테레오 영상을 입력받아 그 중 하나를 BL(Base Layer) 스트림으로 다른 하나를 EL(Enhanced Layer) 스트림으로 부호화하는 방식이다.

양안 교차 SHVC를 활용하여 융합형 3DTV 서비스를 구현하는 방안은 그림 1에서 나타낸 바와 같이 이를 좌영상(기준영상) 부호화에 사용하거나 (방안 1) 또는 우영상(부가영상) 부호화에 사용하는 (방안 2) 두가지 형태가 가능하다. 다음 장에서 우리는 HD 영상, UHD 영상 및 3D 서비스를 위한 UHD 부가영상을 각각 독립적으로 HEVC를 적용하여 부호화하는 시스템을 성능 비교를 위한 레퍼런스 시스템하여 성능을 비교할 것이다. 이때 각 영상 부호화를 위한 부호화 레이트가 α , β , γ 일 때, 제안하는 융합형 3DTV 시스템의 부호화 레이트들을 기호화하여 그림 1에서 나타내었다. 그림 1(a)에서 γ 대신에 $\gamma-\delta$ 를 (b)에서는 α 대신에 $\alpha-\delta$ 로 각각 부호화 레이트가 변화함을 표현한 것은 융합형 3DTV의 영상 압축 효율 개선이 주로 이곳에서 발생한다는

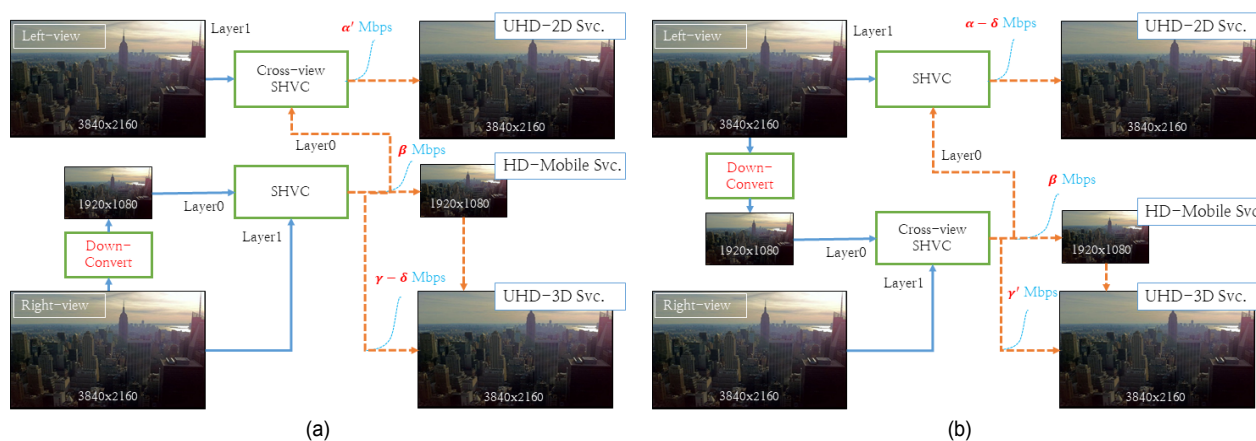


그림 1. 양안 교차 SHVC 적용 방식 (a) 좌영상(기준영상) UHD 부호화에 적용한 양안 교차 SHVC, (b) 우영상(부가영상) UHD 부호화에 적용한 양안 교차 SHVC
Fig. 1. Cross-view SHVC (a) applying for encoding the left-view (primary) images, (b) applying for encoding the right-view (secondary) images

것을 표현하며, α' 과 γ' 로 표시한 부분은 부호화 효율 개선의 효과가 크지는 않지만 약간 존재함으로 나타낸다.

먼저 방안 1을 설명하자면, 우영상의 부호화를 위해서 통상적인 SHVC를 적용하여 모바일 HD 방송용 BL 스트림과 UHD-3DTV의 화질 개선을 위한 EL 스트림을 생성한다. 그리고 좌영상의 부호화 과정에서 양안 교차 SHVC를 적용한다. 즉 좌영상의 EL 스트림을 생성할 때 우영상의 BL 스트림을 활용하는 것이다. 방안 1의 장점은 ATSC M/H의 융합형 3DTV 시스템과 마찬가지로 부가영상에 대한 부호화를 하지 않더라도 기본적인 3D 방송서비스가 가능하다는 점이다.

다음으로 방안 2에서는, 통상적인 SHVC를 좌영상 부호화에 적용한다. 이 결과 모바일 HD 방송용 BL 스트림과 지상파 UHD 방송용 EL 스트림을 얻는다. 3D 서비스를 위해서는 우영상을 부호화하여야 하는데 우영상의 EL 스트림을 생성하는 과정에서 좌영상을 BL로 사용하는 양안 교차 SHVC를 적용한다.

템을 비교 대상으로 하여 융합형 3DTV 시스템의 부호화 성능을 비교하였다. 이와 더불어, 좌시점 UHD 영상은 HEVC로 독립적으로 부호화하고 우영상에 대해서만 HD 영상과 UHD 부가영상을 SHVC로 부호화하는 방식의 성능도 같이 비교하였다.

세 종류의 스테레오스코픽 영상을 사용해서 부호화 효율을 비교하였다. 그 중 영상1과 영상2는 30fps로 영상3은 60fps로 각각 녹화된 영상이며 부호화 효율은 각각 160 프레임씩의 부호화 결과를 비교하여 계산하였다. 현재의 방송서비스 시나리오에 맞추어 좌 시점 UHD 영상에 대해서는 HEVC 코덱 기준으로 16Mbps로 압축하도록 하였으며, 우 시점 영상은 이동 수신을 위해 HD로 다운 스케일링한 영상을 HEVC 코덱 기준 4Mbps로 압축하였다. UHD-3D 서비스를 위한 우영상의 화질이 동일할 때 부가 데이터를 포함한 전체 데이터 레이트의 감소 정도를 성능의 지표로 하여 성능을 비교하였다.

2. 실험 결과

표 1은 영상1, 2, 3에 대한 부호화 성능의 평균을 정리한 것이다. 여기서 비트율은 부호화된 해당 스트림의 초당 비트율로 계산하였으며, 왜곡의 지표로는 휘도 영상 프레임(각 영상당 160 프레임)의 평균 PSNR을 사용하였다. 좌영상 BL과 우영상 EL을 결합하여 부호화하는 방식은 각각의 영상을 HEVC로 독립적으로 부호화하는 것에 비해서

III. 전산 모의 실험

1. 실험 환경

HD 영상, UHD 영상 및 3D 서비스를 위한 UHD 부가영상을 각각 독립적으로 HEVC를 적용하여 부호화하는 시스

표 1. 평균 RD-성능 비교

Table 1. Comparison of average RD-performance

Codec (Primary /Secondary)	Mobile HD Svc.	Fixed UHD Svc.		Add. UHD-3D Svc.		Total		
	Bitrate (Mbps)	Bitrate (Mbps)	Y_PSNR (dB)	Bitrate (Mbps)	Y_PSNR (dB)	Bitrate (Mbps)	Rate Reduction (%)	Quality Increase (dB)
HEVC/HEVC	3.95	15.19	41.07	5.71	37.30	24.85	-	-
HEVC/SHVC	3.95	15.19	41.07	1.77	37.07	20.91	15.8	-0.18
SHVC/Cross-view SHVC	3.63	12.98	41.13	4.95	37.33	21.56	13.1	0.16
Cross-view SHVC/SHVC	3.95	15.10	41.17	1.77	37.07	20.82	16.1	-0.07

표 2. 최소 PSNR 성능 비교

Table 2. Minimum PSNR Performance Comparison

Codec (Primary/Secondary)	Min. Y_PSNR for Fixed UHD Svc. (dB)				Min. Y_PSNR for Add. UHD-3D Svc. (dB)				Quality Increase (dB)
	Seq.1	Seq.2	Seq.3	Avg	Seq.1	Seq.2	Seq.3	Avg	
HEVC/SHVC	41.9	39.3	36.5	39.2	36.3	36.3	33.1	35.2	-0.1
SHVC/Cross-view SHVC	42.2	39.4	36.8	39.5	36.8	36.5	33.4	35.6	0.6
Cross-view SHVC/SHVC	42.2	39.4	36.9	39.6	36.3	36.3	33.1	35.2	0.3

13.1% 비트를 절약하여 부호화할 수 있으며 이 과정을 통해 좌우 시점 UHD 영상의 화질도 0.16 dB 개선한다. 반면에 우영상 BL과 좌영상 EL을 결합하여 부호화하는 방식은 각각의 영상을 HEVC로 독립적으로 부호화하는 것에 비해서 16.1% 비트를 절약하여 부호화할 수 있으나 좌우 시점 UHD 영상의 화질은 0.07 dB 악화된다.

한편, 독립적으로 HEVC하는 것과 비교할 때, SHVC 부호화를 적용함으로써, 전체적인 부호화 이득의 개선과 더불어 화질의 프레임간 변동 줄이는 효과를 기대할 수 있다. 이 효과는 GOP(Group of Pictures: 시간축 계층 구조)에서 프레임 유형에 따라 양자화 상수를 변동시키는 경우에 현저하게 나타난다. 예를 들어 GOP 크기가 16인 경우의 참조 프레임의 시간 간격이 가장 큰 T0 레이어에서의 비트율은 크게 감소하지만, 마지막 레이어(T4)에서는 비트율이 그만큼 증가하여 서로 상쇄된다. 대신에 T4 레이어에서 화질 개선이 가장 뚜렷하게 나타난다. 그런데 T4 레이어 영상들은 가장 낮은 PSNR을 갖는 프레임들이기 때문에, 이 프레임들에서 화질 개선이 집중됨에 따라, 최소 PSNR 프레임의 화질을 높이는 효과로 나타난다. 이를 표 2에 나타내었다. 이 기준을 적용하는 경우, 양안 교차 SHVC의 최소 화질 이득이 평균 화질 이득보다 더 크게 나타난다.

IV. 결 론

SHVC 코덱을 도입하여 동시방송(Simulcast) 서비스를 제공하는 경우에, 본 연구에서 제안하고 모의실험을 통해 검증한 바와 같이, SHVC와 양안 교차 SHVC를 결합한 융합형 스케일러블 영상 부호화를 통해 추가적인 UHD-3DTV 방송서비스를 효율적으로 제공할 수 있다. 아울러 랜덤 액세스를 위해 시간축 계층구조를 갖도록 영상을 부호화하는 경우, 스케일러블 부호화는 HEVC 부호화에 비해서 프레임별 PSNR을 평탄화시킴으로써 프레임의 최소 PSNR을 개선한다.

참 고 문 헌 (References)

- [1] TTA, *Transmission and Reception for Terrestrial UHDTV Broadcasting Service*, TTA-KO-07.0127/R1, 2016.
- [2] ATSC, *3DTV Terrestrial Broadcasting Part5: Service Compatible 3D-TV using Main and Mobile Hybrid Delivery*, ATSC A/104 Part 5, 2015.
- [3] K. H. Jung, M. S. Bang, S. H. Kim, H. G. Choo and D. W. Kang, "Quality enhancement for hybrid 3DTV with mixed resolution using conditional replenishment algorithm," ETRI Journal, vol. 36, no. 5, pp. 752-760, Oct. 2014.
- [4] Dong Wook Kang, et al., "Efficient Video Coding for the UHD-3D Broadcasting Services," Conference of Electronics, Information and Communication, Daecheon, Korea, pp. 161-164, 2017.